

# ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного  
горного университета



Выпуск 3 (31), 2013

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 3(31)

2013

### Редакционная коллегия

<b>Косарев Николай Петрович</b> (главный редактор)	д-р техн. наук, профессор
<b>Грязнов Олег Николаевич</b> (зам. главного редактора)	д-р геол.-минерал. наук, профессор
<b>Амдур Алексей Миронович</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Бабенко Владимир Витальевич</b>	д-р геол.-минерал. наук, профессор
<b>Баранников Александр Григорьевич</b>	д-р геол.-минерал. наук, профессор
<b>Боярских Геннадий Алексеевич</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Валиев Нияз Гадым-оглы</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Гордеев Виктор Александрович</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Гревцев Николай Васильевич</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Игнатьева Маргарита Николаевна</b>	д-р экон. наук, профессор
<b>Кардапольцева Валентина Николаевна</b>	д-р культурологии, профессор
<b>Козин Владимир Зиновьевич</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Корнилов Сергей Викторович</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Коротеев Виктор Алексеевич</b>	академик РАН, д-р геол.-минерал. наук, профессор
<b>Коршунов Игорь Георгиевич</b>	д-р физ.-матем. наук, профессор
<b>Кох Иван Адамович</b>	д-р социол. наук, доцент
<b>Лель Юрий Иванович</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Поленов Юрий Алексеевич</b> (ученый секретарь)	д-р геол.-минерал. наук, профессор
<b>Сидоров Александр Николаевич</b>	д-р экон. наук
<b>Сквородников Игорь Григорьевич</b>	д-р геол.-минерал. наук, профессор
<b>Сурнев Виктор Борисович</b>	д-р физ.-матем. наук, профессор
<b>Тимухин Сергей Андреевич</b>	д-р техн. наук, профессор
<b>Цыпин Евгений Федорович</b>	д-р техн. наук, профессор

### Редакция журнала

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

### Состав редакторов по разделам

#### *Естественные науки:*

Баранников А. Г. (ответственный редактор),  
Амдур А. М., Коршунов И. Г.,  
Сквородников И. Г., Сурнев В. Б.

#### *Технические науки:*

Тимухин С. А. (ответственный редактор),  
Боярских Г. А., Лель Ю. И.

#### *Социально-экономические и гуманитарные науки:*

Игнатьева М. Н. (ответственный редактор),  
Ветошкина Т. А., Кардапольцева В. Н., Кох И. А.,  
Наседкин В. А., Удачина Н. А.

#### *История университета, юбилейные даты:*

Поленов Ю. А. (ответственный редактор)

**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>

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Кузин А. В.	Kuzin A. V.
Геолого-геофизические предпосылки выявления медной и золоторудной минерализации в Верхне-Тагильской мульде (Средний Урал) .....	Geological and geophysical background of revealing of copper and gold-ore mineralization in Verkhnj Tagil trough (the middle Urals) .....
5	5
Ерохин Ю. В., Иванов К. С., Хиллер В. В.	Erokhin Yu. V., Ivanov K. S., Hiller V. V.
Акцессорная минерализация гранитоидов А-типа из фундамента Тыньярской площади (восточная часть Западно-Сибирской плиты) .....	Accessory mineralization of A-type granitoids from the basement of Tynyar area (eastern part of the Western-Siberian plate) .....
10	10
Суставов О. А.	Sustavov O. A.
Околожильные фенгитовые гумбеиты центральной части Шарташского гранитного массива: детали строения метасоматических колонок .....	Around vein phengite gumbrites of the central part of Shartashsky granite massif: structural details of metasomatic columns .....
18	18

Фадеичев А. Ф., Цейтлин Е. М., Флягина Е. В., Коробейникова Ю. В., Райхерт А. В.	Fadeichev A. F., Tseitlin E. M., Flyagina E. V., Korobeinikova Yu. V., Reichert A. V.
Ранжирование приоритетных экологических задач горного производства с помощью интегрального показателя экологической опасности .....	The priority ranking of the environment tasks of mining production with the help of integral indicator of ecological hazard .....
24	24

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Макаров В. Н., Горбунов С. А., Корнилова Т. А.	Makarov V. N., Gorbunov S. A., Kornilova T. A.
Анализ и предложения по повышению аэродинамической нагруженности шахтных вентиляторов .....	Analysis and proposals for improving the wind loading of mine fans .....
28	28
Тимухин С. А., Угольников А. В., Долганов А. В.	Timukhin S. A., Ugolnikov A. V., Dolganov A. V.
Обоснование стратегии определения нормального суточного притока воды при выборе водоотливного оборудования ....	Substantiation of the strategy of determination of normal daily water inflow in selection of water draining equipment .....
33	33
Угольников А. В., Стоцков Д. С., Дмитриев С. В.	Ugolnikov A. V., Stozhkov D. S., Dmitriev S. V.
К вопросу обоснования рациональной высоты ступени в многоступенчатых схемах шахтного водоотлива .....	To the question of substantiation of a rational step height in a multistep schemes of mine dewatering .....
37	37
Попов Ю. В., Тимухин С. А., Копачев В. Ф., Горшкова Э. М.	Popov Yu. V., Timukhin S. A., Kopachev V. F., Gorshkova E. M.
Оценка параметров ударной взрывной волны при ее взаимодействии с элементами защитных устройств .....	Evaluation parameters of blastwaves in its interaction with elements of protection devices .....
40	40

## NATURAL SCIENCES

Кузин А. В.	Kuzin A. V.
Геолого-геофизические предпосылки выявления медной и золоторудной минерализации в Верхне-Тагильской мульде (Средний Урал) .....	Geological and geophysical background of revealing of copper and gold-ore mineralization in Verkhnj Tagil trough (the middle Urals) .....
5	5
Ерохин Ю. В., Иванов К. С., Хиллер В. В.	Erokhin Yu. V., Ivanov K. S., Hiller V. V.
Акцессорная минерализация гранитоидов А-типа из фундамента Тыньярской площади (восточная часть Западно-Сибирской плиты) .....	Accessory mineralization of A-type granitoids from the basement of Tynyar area (eastern part of the Western-Siberian plate) .....
10	10
Суставов О. А.	Sustavov O. A.
Околожильные фенгитовые гумбеиты центральной части Шарташского гранитного массива: детали строения метасоматических колонок .....	Around vein phengite gumbrites of the central part of Shartashsky granite massif: structural details of metasomatic columns .....
18	18

Фадеичев А. Ф., Цейтлин Е. М., Флягина Е. В., Коробейникова Ю. В., Райхерт А. В.	Fadeichev A. F., Tseitlin E. M., Flyagina E. V., Korobeinikova Yu. V., Reichert A. V.
Ранжирование приоритетных экологических задач горного производства с помощью интегрального показателя экологической опасности .....	The priority ranking of the environment tasks of mining production with the help of integral indicator of ecological hazard .....
24	24

## TECHNICAL SCIENCES

Макаров В. Н., Горбунов С. А., Корнилова Т. А.	Makarov V. N., Gorbunov S. A., Kornilova T. A.
Анализ и предложения по повышению аэродинамической нагруженности шахтных вентиляторов .....	Analysis and proposals for improving the wind loading of mine fans .....
28	28
Тимухин С. А., Угольников А. В., Долганов А. В.	Timukhin S. A., Ugolnikov A. V., Dolganov A. V.
Обоснование стратегии определения нормального суточного притока воды при выборе водоотливного оборудования ....	Substantiation of the strategy of determination of normal daily water inflow in selection of water draining equipment .....
33	33
Угольников А. В., Стоцков Д. С., Дмитриев С. В.	Ugolnikov A. V., Stozhkov D. S., Dmitriev S. V.
К вопросу обоснования рациональной высоты ступени в многоступенчатых схемах шахтного водоотлива .....	To the question of substantiation of a rational step height in a multistep schemes of mine dewatering .....
37	37

Попов Ю. В., Тимухин С. А., Копачев В. Ф., Горшкова Э. М.	Popov Yu. V., Timukhin S. A., Kopachev V. F., Gorshkova E. M.
Оценка параметров ударной взрывной волны при ее взаимодействии с элементами защитных устройств .....	Evaluation parameters of blastwaves in its interaction with elements of protection devices .....
40	40

<i>Шлемов И. А., Гальянов А. В.</i>	<i>Shlemov I. A., Galyanov A. V.</i>
<b>Способы уравнивания треугольника ..... 43</b>	<b>Methods of triangle equalization ..... 43</b>
<b>СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ</b>	
<i>Стровский В. Е., Косолапов О. В.</i>	<i>Strovsky V. E., Kosolapov O. V.</i>
<b>Инновационность технической базы горного предприятия ..... 47</b>	<b>Innovation of technical basis of mining companies ..... 47</b>
<i>Игнатьева М. Н., Душин А. В.</i>	<i>Dushin A. V., Ignatieva M. N.</i>
<b>Влияние минеральных ресурсов на экономический рост ..... 52</b>	<b>Impact of mineral resources on economic growth ..... 52</b>
<i>Шорина Э. В., Игнатьева М. Н.</i>	<i>Shorina E. V., Ignatieva M. N.</i>
<b>Основные положения внедрения системы менеджмента качества в вузе ..... 57</b>	<b>The main positions of implementation of quality management system at higher schools ... 57</b>
<i>Бурцев И. Н., Бурцева И. Г., Душин А. В.</i>	<i>Burtsev I. N., Burtceva I. G., Dushin A. V.</i>
<b>Оценка влияния минеральных ресурсов Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона на развитие межрегионального сотрудничества и интеграции Урала и северо-запада Российской Федерации ..... 64</b>	<b>Assessment of mineral resources impact of Timan-Severouralsk-Barents sea region on development of interregional cooperation and integration of the Urals and horth-west of Russian Federation ..... 64</b>
<b>ИСТОРИЯ УНИВЕРСИТЕТА</b>	
<i>К столетию УГГУ. Страницы истории УГИ- СГИ-УГИ-УГГА-УГГУ</i>	<i>To the century of Ural state mining university. History pages of UGI-SGI-UGI-UGGGA-UGGU</i>
<b>Поленов Ю. А., Шириханова Н. А. ..... 75</b>	<b>Polenov Yu. A., Shirihanova N. A. ..... 75</b>
<b>ABSTRACTS AND REFERENCES ..... 80</b>	<b>ABSTRACTS AND REFERENCES ..... 80</b>
<b>ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ ..... 90</b>	<b>REQUIREMENTS TO MANUSCRIPTS ..... 90</b>

### ***Вниманию читателей***

Оформить подписку на журнал на 1-е полугодие 2014 года  
 можно во всех отделениях Почты России  
 (подписной индекс издания в каталоге Роспечать – 25145)

УДК 553.43:553.078 (470.5)

## ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕДНОЙ И ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ВЕРХНЕ-ТАГИЛЬСКОЙ МУЛЬДЕ (СРЕДНИЙ УРАЛ) *(в порядке обсуждения)*

А. В. Кузин

Дислоцированные отложения Верхне-Тагильской мульды являются вулканогенно-осадочными образованиями в тыловой части островной дуги девонского андезитового магматизма. Они включают меднорудные месторождения скарнового, колчеданного и порфирового типов, золоторудные объекты. Выявленные в восточной части мульды аномалии метода вызванной поляризации могут быть обусловлены сульфидной минерализацией, что открывает перспективы обнаружения новых месторождений.

**Ключевые слова:** меднорудные месторождения; андезитовая формация; электроразведочные методы.

Верхне-Тагильская мульда располагается в центральной части Кировградского меднорудного района. К западу от нее (рис. 1) известна Лёвишинско-Ломовская полоса колчеданоносных пород базальт-риолитовой формации силурийского возраста, к востоку – Ежовская и Калатинская полосы той же формации. Колчеданные медно-цинковые руды этих полос служили 80 лет сырьевой базой для Кировградского медеплавильного комбината, но к концу XX в. они были выработаны.

Перспективы обнаружения в районе новых меднорудных месторождений можно связать с проявлением андезитоидного магматизма девонского возраста в пределах Тагильской мегазоны [1, 2]. Для андезитовой формации характерны медные месторождения скарнового, колчеданного пирротин-халькопиритового, порфирового типов, а также золоторудные месторождения полисульфидно-кварцевого типа.

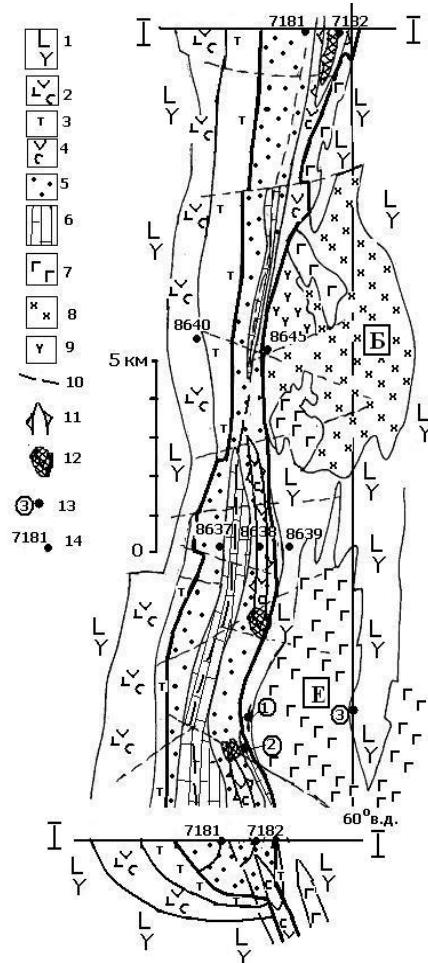
К аналогичным (сформированным в тылу островной дуги) дислоцированным бассейнам относятся Туринский, Полевской, Барнинский [1]. В них с XVIII в. разрабатывались месторождения медно-скарновых, магнетитовых руд, коренные и россыпные месторождения золота. Выработанные ресурсы меди Туринских рудников, Гумешевского месторождения составили первые миллионы тонн, золота в Барнинской мульде (Соймановская

долина) – более 15 т. Площадь земель Туринской мульды составляет 400 км<sup>2</sup>, Верхне-Тагильской – 130 км<sup>2</sup>, Полевской – 100 км<sup>2</sup>, Барнинской – 50 км<sup>2</sup>. Можно предполагать, что в таких же пропорциях в этих структурах находятся объемы потенциально рудоносных пород формации, а также и руд. Выявление и отработка Ежовского медно-скарнового месторождения в толще вулканогенно-осадочных пород Верхне-Тагильской мульды свидетельствует о рудоносности восточной части древнего бассейна.

Принадлежность гранодиоритов Барашинского массива к продуктам габбро-тоннит-гранодиоритовой формации девонского возраста определена в начале 1970-х гг. Л. В. Малаховой [3, 4]. В ее работах раскрыты черты сходства этого массива с Ауэрбаховским, Верхне-Лобвинским в Туринском рудном районе, Гумешевским в Полевском районе. Названные массивы являются важными элементами структуры известных рудных полей, включающих меднорудные, золоторудные и скарново-магнетитовые месторождения.

Верхне-Тагильская мульда – один из структурных элементов Тагильской мегазоны. Она представляет собой деформированный бассейн в тылу островной дуги, где отлагались породы осадочных, вулканогенно-осадочных фаций, внедрялись субвулканические и plutонические породы андезитовой

формации девонского возраста. Основной петрофонд составляют андезитобазальты, андезиты, туфопесчаники, углисто-кремнистые алевролиты, известняки.



На основе документации керна глубоких (0,6...1,6 км) структурно-поисковых скважин на Лёвихинском (скв. 7181, 7182 и др.), Шайтанском (8640, 8645), Слоновском (8637,

Рис. 1. Структурное положение Верхне-Тагильской мульды в центральной части Кировградского рудного района (по материалам И. И. Зенкова, А. П. Наседкина, А. А. Иванова и др. с изменениями автора):

1 – базалт-риолитовая колчеданоносная формация лландоверийского возраста  $S_1$ ; 2 – базальт-андезитобазальтовая формация венлок–лудлова  $S_{1-2}$ ; 3 – базальт-трахиандезитовая формация пржидолий–жедина  $S_2-D_1$ ; 4 – преобладание вулканогенных фаций андезитовой формации жедина–эйфеля  $D_{1-2}$ ; 5 – ритмично-слоистые псевофито-псаммитовые осадки  $D_{1-2}$ ; 6 – известняки амфиоровые и криноидные  $D_{1-2}$ ; 7 – габбро; 8 – диориты  $D_{2-3}$ ; 9 – монцодиориты  $D_{2-3}$ ; 10 – тектонические нарушения; 11 – локальные положительные аномалии гравитационного поля; 12 – аномалии вызванной поляризации; 13 – меднорудные месторождения и рудопроявления (1 – Ново-Ежовское медноколчеданное месторождение, 2 – Ежовское медно-скарновое, 3 – медноколчеданное рудопроявление Рогаткина яма); 14 – структурно-поисковые скважины 1977–1981 гг. Буква Б в рамке – Барашинский массив, Е – Ежовский массив. Пунктирной линией указано предполагаемое положение замка мульды

8638, 8639) профилях (рис. 1) установлено, что падение ритмично-слоистых пачек пород западного крыла мульды крутое восточное (40...70°), а восточного крыла – субвертикальное и запрокинутое на запад. Документацию и исследования керна в начале 1980-х гг. проводили Л. И. Сиплиных, Г. Г. Медведев (Невво-Рудянская ГРП), Э. И. Кутырев (ВСЕГЕИ), А. А. Иванов, А. П. Наседкин (Свердловский горный институт). Породы восточного крыла в целом имеют меньшую мощность, дислоцированы надвигами в большей степени, чем западного. Возраст отложений мульды датирован сборами фауны ранне-среднедевонского возраста [3, 4]. Залегают отложения на толще пород трахиандезитовой формации.

В районе недостаточно изучена форма-

ционная принадлежность габбровых пород Ежовского массива, а также полосы массивов габбро к востоку от рудопроявления Рогаткина яма. Сведения об их структурном положении, содержании породообразующих оксидов не дают ответа на вопрос о комагматичности габбро-вулканитам базалт-риолитовой силурийской или андезитовой девонской формаций. В начале 1980-х гг. сотрудники «Отраслевой лаборатории прогнозной оценки меднорудной базы предприятий Урала» А. А. Иванов, А. П. Наседкин массивы габбро восточной части Кировградского рудного района по их ассоциации с другими плутоническими породами отнесли к двум формациям: габбро-плагиогранитовой и габбро-пироксенитовой. Первая из них считается в

районе комагматичной силурийской базальт-риолитовой формации. При исследовании островодужных систем [5] установлено, что плутонические образования габбро-пироксенитовой формации также находятся в тесной ассоциации с вулканитами колчеданоносных формаций. При анализе содержания основных породообразующих оксидов различных типов габбро восточной части Кировградского района не удается установить их существенного различия (рис. 2). Составы габбро на диаграмме занимают одно поле: они имеют довольно высокое среднее содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (16,5 %) и повышенное среднее содержание  $\text{MgO}$  (5,5 %). Высокое содержание глинозема указывает на возможность их образования в эпоху девонского андезитоидного магматизма [2, 5].

В западной части Барашинского массива И. И. Зенков в 1979 г. выделил тело диоритов с повышенной калиевой щелочностью (оксида калия более 3...5 %). Массив треугольной формы проявляет себя интенсивной локальной отрицательной гравитационной аномалией и пониженным магнитным полем. С металлогенической точки зрения этот объект представляет интерес, так как на восточном склоне Южного Урала с диоритовыми и гранитными массивами повышенной калиевой щелочности (Гумбейским, Родничковским, Карабутакским) связана золоторудная, медно-молибденовая, вольфрамовая минерализация.

Геофизические работы 1970–1980-х гг., проведенные при поисках медноколчеданных месторождений, захватили почти всю площадь Верхне-Тагильской мульды. Проведены гравиразведка, магниторазведка масштаба 1 : 25 000, 1 : 50 000, электроразведочные работы методом срединного градиента с измерением электрического сопротивления и вызванной поляризации (ВП) по сети  $400 \times 50$  м, профильные работы методом ВЭЗ; сняты планшеты методом заряда с использованием поисковых и структурных скважин. В гравитационном поле отложения мульды проявлены в виде региональной отрицательной аномалии, а в магнитном поле – ровными пониженными значениями.

Работы методом ВП выявили над вулканогенно-осадочными породами мульды десятки аномалий интенсивностью 3...8 %.

Аномалии в западной и центральной частях мульды имеют линейную форму, согласную с простиранием полос углеродсодержащих алевролитов. Последние могут выступить концентраторами золотого оруденения (в рамках данной статьи они не исследуются и на рис. 1 эти аномалии ВП не приведены). В пределах распространения пород восточного крыла мульды выделены три группы аномалий ВП, которые могут быть обусловлены сульфидной минерализацией.

Аномалия ВП, вытянутая на расстояние более 1 км к югу от поисково-структурной скважины 7182 на левом берегу р. Тагил (рис. 1), ранее объяснялась наличием углеродистого вещества в ритмично-слоистых алевролитах (отнесенных при геологическом картировании масштаба 1 : 50 000 к образованиям базальт-риолитовой формации). Однако анализ геологических и геофизических материалов позволяет утверждать, что осадочные породы, вскрытые скв. 7182, относятся к дислоцированным образованиям андезитовой формации девонского возраста, поляризация которых может быть обусловлена не только углеродистыми породами.

Во-первых, отметим, что для толщи осадочных пород мульды со значительной долей углеродисто-алевролитовых пропластков (в районе скв. 8645) по данным метода заряда (МЗ) характерно интенсивное проявление электрической анизотропии  $\lambda$  (продольная проводимость больше поперечной в десятки раз,  $\lambda = (\rho_n / \rho_t)^{0.5} = 6...8$ ; где  $\rho_n$  – удельное электрическое сопротивление вкрест слоистости,  $\rho_t$  – вдоль слоистости). По МЗ, в скв. 7181, 7182 коэффициент электрической анизотропии всего лишь около трех. Значит, доля электропроводных углеродистых осадков здесь существенно меньше. Удельное электрическое сопротивление блока горных пород, по данным обработки МЗ в скв. 7181, 7182, составляет 3100...3600 Ом · м.

Во-вторых, обратимся к анализу петрохимических данных. Скважина 7182 глубиной 651 м прошла 162 м по габбро, а затем вскрыла запрокинутую на запад слоистую толщу, состоящую из ритмов конгломератов, кварц-полевошпатовых песчаников, туфопесчаников, углисто-кремнистых алевролитов. По составу это типичные образования тылово-

дужного бассейна. Породы сохранили анортитовую молекулу, т. е. не альбитизированы, что характерно для образований андезитовой формации [1, 2]. В них содержание оксида калия около 1...1,5 %, в то время как в породах колчеданоносной толщи – около 0,5 %. На диаграмме  $\text{Al}_2\text{O}_3$ – $\text{MgO}$  (рис. 2) составы образцов вулканогенно-осадочных пород скв. 7182

располагаются в пределах, характерных для составов девонской андезитовой формации [1, 2]. Они высокоглиноземистые, низкомагнезиальные. Для сравнения: образцы пород силурийской базальт-риолитовой формации из керна скважин 7183 (в 2 км восточнее скв. 7182, на Хабунинском медноколчеданном рудопроявлении) и 8639 – с низким содержанием

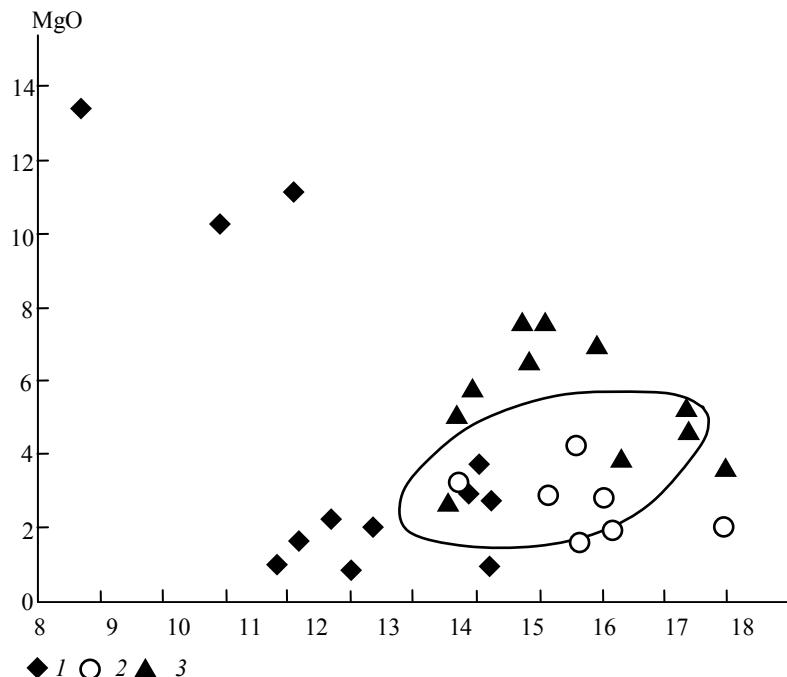


Рис. 2. Содержание глинозема и оксида магния в породах центральной части Кировградского рудного района:

1 – породы базальт-риолитовой формации Хабунинско-Ежовской полосы; 2 – ритмично-слоистые конгломераты, туфопесчаники, алевролиты, скв. 7182; 3 – габбро Ежовского массива, Рогаткинской полосы, скв. 7182. Область, ограниченная овалом, показывает поле содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  в вулканитах андезитовой формации в пределах Полевской мульды

ем глинозема контрастно дифференцированы по содержанию оксида магния: породы кислого состава – низкомагнезиальные, а основного состава – с высоким содержанием, характерным для толеитовых серий раннеостроводужного колчеданоносного магматизма [5]. Таким образом, петрохимические материалы указывают на принадлежность вулканогенно-осадочных пород, вскрытых скважиной 7182, к образованиям андезитовой формации. Составы образцов диоритов Барашинского массива характеризуются повышенным содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , пониженным  $\text{MgO}$ , как и должно быть у комагматов андезитовой формации [3, 4].

Рассматриваемая аномальная зона ВП (к югу от скв. 7182) располагается в южной ча-

сти локальной положительной гравитационной аномалии. Она может быть обусловлена наличием среди ритмично-слоистых осадочных пород фаций эфузивных или субвулканических пород, образованных одним из предполагаемых центров андезитового вулканизма в пределах восточной части тылового бассейна. Подобного рода центры могут контролировать полисульфидное медное или золотое оруденение. В скв. 7182 в 1980-е гг. проведено геохимическое опробование, установившее по всему вскрытыму разрезу 2...4-кратное превышение содержания халькофильных и сидерофильных элементов: меди, мышьяка, кобальта, титана, серебра, молибдена – в сравнении с их кларками.

Другая аномалия ВП изометричной формы площадью в четверть квадратного километра располагается в пределах туфопесчаниковой толщи, в 400 м западнее Ежовского медноскарнового месторождения. Месторождение отрабатывалось в 1823–1845 гг. до глубины 60 м. Руды в виде гнезд и штоков мощностью 3…10 м располагались в глинах коры выветривания на контакте 40-метрового пласта известняков с «андезинофирами, диоритами, диорит-порфирами». Падение рудного тела и вмещающих пород крутое восточное (запрокинутое на запад). По данным ревизии материалов рудника (В. В. Никитин, 1901 г.), верхняя часть руд месторождения содержала куприт с содержанием меди до 50 %, нижняя – халькозин с содержанием меди 7 %. Среднее содержание меди, рассчитанное В. В. Никитиным по результатам плавок руд в 1823–1845 гг., составило 8…11 %.

Характеризуя позицию Ежовского месторождения и аномалии ВП, отметим: они примыкают к разломной зоне северо-западной ориентировки; аномалия располагается на участке северного окончания локальной положительной гравитационной аномалии, возможно, контролирующей вулканиты локального центра андезитового магматизма.

Третья аномалия, площадью около 0,3 км<sup>2</sup>, располагается в 2 км севернее Ново-Ежовского колчеданного месторождения. Находится между двумя тектоническими нарушениями на южном окончании локальной положительной гравитационной аномалии. Непосредственно над колчеданоносной полосой здесь также установлена аномалия площадью

0,5 км<sup>2</sup> (на рисунке не приведена), природа которой в 1987–1992 гг. проверена бурением двух скважин глубиной 315 и 502 м, а также съемкой планшетов метода заряда и планшетом радиального индукционного зондирования (РИЗ) на частотах 78 и 830 Гц. Природа аномалии ВП объясняется вкрапленностью пирита интенсивностью 3…7 % в базальтах, кварц-хлоритовых сланцах колчеданоносной полосы. Удельное электрическое сопротивление пород полосы около 2600 Ом · м, коэффициент электрической анизотропии не превышает 1,5…2. По методу заряда и данным РИЗ, удельное электрическое сопротивление пород вулканогенно-осадочной толщи, располагающейся западнее колчеданоносных, в 5…10 раз ниже. Природа аномалии ВП над породами мульды не проверялась.

Итак, Верхне-Тагильская мульда по структурному расположению, комплексу вулканогенно-осадочных пород, их петрохимическим характеристикам может быть отнесена к дислоцированному бассейну, расположенному в тылу островной дуги эпохи девонского андезитоидного магматизма.

Аномалии вызванной поляризации в восточной части мульды могут быть обусловлены наличием сульфидной меднорудной и золоторудной минерализации.

Геологическая изученность потенциально рудоносных образований Верхне-Тагильской мульды и плутонических пород центральной части Кировградского меднорудного района остается на сегодняшний день недостаточной для условий региона с развитой горнодобывающей промышленностью.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузин А. В. Андезитовая формация Тагильской зоны. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. 100 с.
2. Язева Р. Г. Андезитоидный магматизм Урала: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. 32 с.
3. Малахова Л. В. Барашинский массив как представитель среднедевонской габбро-гранодиоритовой формации Тагильского прогиба на Среднем Урале // Ежегодник-1971. Свердловск: Ин-т геологии и геофизики УНЦ АН СССР, 1972. С. 21–24.
4. Малахова Л. В., Чурилина Н. С. Базальтоидные гранитоиды и их комагматы в Тагильском прогибе (Средний Урал) // Вопросы петрологии гранитоидов Урала. Свердловск: Ин-т геологии и геофизики УНЦ АН СССР, 1972. Сб. 2. С. 33–75.
5. Металлогенез рядов геодинамических обстановок островных дуг / МПР РФ, ИМГРЭ, Геокарт, Росгео. М., 1999. 436 с.

Поступила в редакцию 8 июля 2013 г.

**Кузин Алексей Васильевич** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: kuzin-av@mail.ru

## АКЦЕССОРНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРАНИТОИДОВ А-ТИПА ИЗ ФУНДАМЕНТА ТЫНЬЯРСКОЙ ПЛОЩАДИ (ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ)

Ю. В. Ерохин, К. С. Иванов, В. В. Хиллер

В гранитоидах А-типа из доюрского фундамента Тыньярской площади (восточная часть ХМАО) установлена редкометалльно-редкоземельная акцессорная минерализация – торит, торогуммит, настуртан, синхизит-(Се) и чевкинит-(Се). Она является типоморфной для данных щелочных кислых пород. Первичными акцессорными минералами гранитов, по всей видимости, были торит и чевкинит, а также не сохранившийся монацит. Кроме того, в гранитах Тыньярской площади встречаются и обычные акцессорные минералы – магнетит, циркон и фторапатит.

**Ключевые слова:** Западно-Сибирский мегабассейн; фундамент; граниты; акцессорная минерализация.

Гранитоиды А-типа установлены в скважинах № 100 и 101 Тыньярской разведочной площади, которая расположена в междуречье Ваха и Елогуя, в восточной части Западно-Сибирской плиты (восток Ханты-Мансийского автономного округа – Югры). Эти скважины были заложены на локальном поднятии (Тыньярском) с целью изучения геологического строения и оценки нефтегазоносности [1]. Под мезозойским чехлом, на глубине 1786 м скважины вскрыли экструзивное тело кислых эфузивов, которое с глубиной переходит в крупно- и среднезернистые красные гранитоиды (рис. 1). По данным петрохимии, они попадают в поле щелочных гранитов рядом с верхней границей субщелочных пород (щелочные лейкограниты, аляскиты и т.д.). По содержанию микроэлементов эти гранитоиды на дискриминационных графиках ложатся в область внутриплитных гранитоидов А-типа. Породы подверглись воздействию метасоматических изменений, по всей видимости, аргиллизации. Возраст этих гранитов, по данным U–Pb-датирования цирконов, оценивается в пределах  $277 \pm 3,9$  млн лет [2, 3]. Далее мы приводим сведения об интересной акцессорной минерализации данных интрузивных пород, отобранных в скважине 101 на глубине 2627 м.

Породообразующий минеральный состав гранитоидов – кварц (25 %), калиевый полевой шпат (45 %), плагиоклаз (20 %), биотит (5 %) и рудный минерал (5 %). Калиевый полевой шпат слагает крупные зерна размером до 5–6 мм и представлен микроклин-перитом. В шлифе достаточно часто наблюдается

ся типичная для микроклина «решетка». В некоторых зернах отмечается обычное двойникование по второму пинакоиду – [010]. Минерал интенсивно пелитизирован, из-за чего в проходящем свете выглядит полупрозрачным и имеет серую окраску. В отдельных индивидах в КПШ наблюдается зональность: в центре отмечается светло-розовая окраска, а кайма имеет красноватую до коричневато-красной. По данным микрозондового анализа, калиевый полевой шпат, обрастающий плагиоклаз и кварц, отличается устойчивым составом и содержит примесь  $\text{Na}_2\text{O}$  не более 2,6 мас. %, т. е. до 24 % минала альбита. В крупных индивидах калишпат слагает центральную и краевую часть зерен с примесью  $\text{Na}_2\text{O}$  до 3,1 мас. %, или до 28 % минала альбита. При этом промежуточная зона индивида сложена анортоклазом с 59 % альбита, 36 % микроклина и 5 % анортита, а кайма представлена олигоклазом –  $\text{Ab}_{81}\text{An}_{17}\text{Or}_2$ . Плагиоклаз слагает идиоморфные изометричные и слабоудлиненные зерна размером не более 1–1,5 мм по удлинению в матрице калиевого полевого шпата. Часто присутствует в виде мелких перитовых вростков в КПШ. В крупных индивидах легко узнается более светлой окраской и полисинтетическим двойникованием по альбитовому закону. По методу симметричного угасания двойников минерал можно отнести к альбиту. По данным микрозондового анализа, это определение подтвердилось, и содержание минала альбита не превышает 96–98 %. Перитовые вростки в калиевом полевом шпата также относятся к альбиту  $\text{Ab}_{93}$ , но они отличаются

чуть большим количеством минала КПШ (до 6 %). Кварц местами абсолютно ксеноморфен по отношению к индивидам плагиоклаза и калиевого полевого шпата, при этом в отдельных участках породы слагает скопления

изометричных зерен, которые обрастают каймами микроклина. Размер зерен минерала обычно не превышает 5 мм. Без анализатора кварц выглядит мутноватым, из-за большого количества включений (газово-жидких и ми-

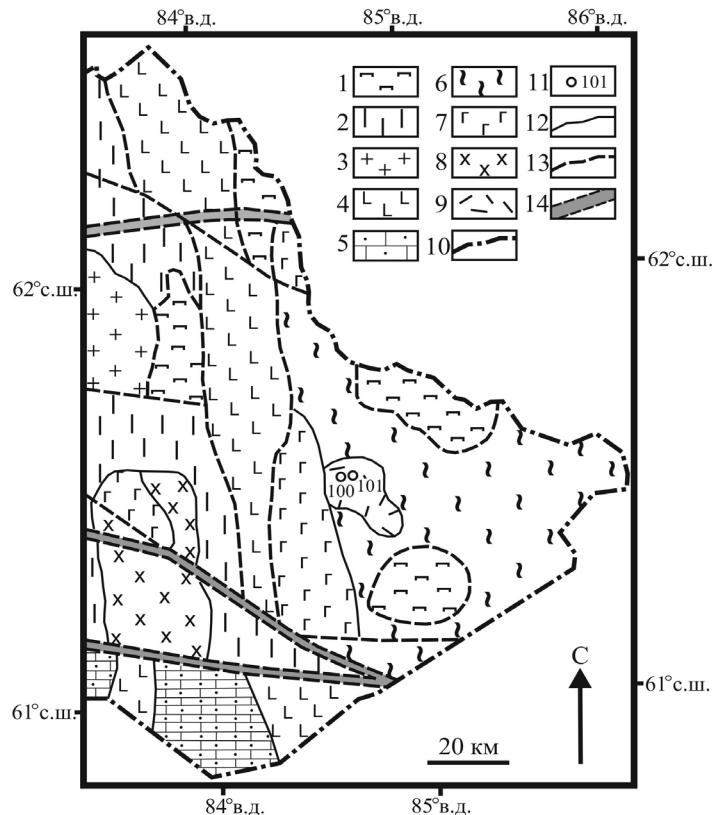


Рис. 1. Схематическая геологическая карта фундамента Западно-Сибирской платформы на востоке ХМАО (составили К. С. Иванов, В. Б. Писецкий, 2010): 1 – серпентинизированные ультрабазиты; 2 – кристаллические сланцы, вероятно, докембрий; 3 – граниты, гранодиориты; 4 – базальты триаса; 5 – терригенно-карбонатные толщи раннего–среднего палеозоя; 6 – терригенно-кремнистые черносланцевые толщи среднего палеозоя; 7 – габбро, габбро-диориты; 8 – диориты; 9 – риолиты, гранит-порфиры, граниты, ранняя пермь; 10 – граница ХМАО; 11 – скважины; 12 – геологические границы; 13 – разломы; 14 – зоны рассланцевания

неральных). В интерстициях между индивидами полевых шпатов, а иногда и в матрице КПШ отмечаются листы биотита (размером не более 0,5 мм), как «свежие», так и частично замещенные агрегатом хлорита. Слюдя достаточно резко плеохроирует от темно-коричневого (по Ng) до оливково-коричневого цвета (по Np) и постоянно содержит включения рудных минералов, иногда с плеохроичными двориками. По данным микрозондового анализа, биотит относится к магнезиальному андиту с высоким содержанием титана ( $TiO_2$  до

4,4 мас. %) и небольшим количеством натрия ( $Na_2O$  до 0,4 мас. %). Какой-либо отчетливой зональности в листах слюды не наблюдается. С краев слюда замещается зеленым агрегатом хлорита, который плеохроирует от темно-зеленого (по Ng) до желтоватого цвета (по Np). По данным микрозондового анализа, хлорит относится к магнезиальному шамозиту с содержанием минала клинохлора до 25–30 %.

Наиболее распространенными акцессорными минералами в породе являются циркон, апатит и магнетит. Последний содержит струк-

туры распада в виде ламелей рутила и нередко слагает крупные зерна размером до 1–2 мм по всей матрице гранита. Апатит встречается в виде включений в породообразующих минералах (обычно в слюде) и слагает мелкие, хорошо ограненные индивиды размером не более 0,5 мм. По данным химического состава, относится к фторапатиту, так как содержит до 4,5–4,7 мас. % фтора. Циркон характеризуется призматическими индивидами размером не более 0,5 мм по удлинению. Он распылен по всей породе, но чаще встречается в матрице темноцветных минералов. Иногда образует совместные срастания с торитом. По данным микрозондового анализа, циркон характери-

зуется постоянными примесями гафния ( $\text{HfO}_2$  до 1,9 мас. %), иттрия ( $\text{Y}_2\text{O}_3$  до 0,5 мас. %), урана ( $\text{UO}_2$  до 0,3 мас. %) и тория ( $\text{ThO}_2$  до 0,3 мас. %). Ниже приведен химический состав циркона, в мас. %:

$\text{UO}_2$	0,27	0,06	0,21	0,11	0,09
$\text{ZrO}_2$	66,26	67,38	66,34	65,72	66,07
$\text{ThO}_2$	0,27	0,05	0,16	0,08	0,04
$\text{SiO}_2$	32,53	32,53	32,43	32,73	32,64
$\text{La}_2\text{O}_3$	0,03	–	0,02	–	–
$\text{Ce}_2\text{O}_3$	–	–	–	0,04	0,02
$\text{Y}_2\text{O}_3$	0,33	0,06	0,27	0,47	0,20
<i>Сумма</i>	99,70	100,07	99,43	99,16	99,06

Здесь и далее Институт геологии и геофизики УрО РАН, микрозонд «Cameca SX 100», аналитик В. В. Хиллер.

Таблица 1

Химический состав торогуммита и торита, в мас. %

Элементы	Анализы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Торогуммит						Торит		
$\text{UO}_2$	7,41	10,38	11,95	11,40	13,78	17,19	14,78	11,68	12,45
$\text{ZrO}_2$	17,24	–	0,36	–	–	0,14	–	–	–
$\text{ThO}_2$	37,15	59,85	58,01	59,01	58,19	53,68	58,65	64,14	64,62
$\text{SiO}_2$	15,47	17,44	18,00	17,73	18,24	18,08	18,59	18,73	18,43
$\text{La}_2\text{O}_3$	0,01	0,11	0,04	0,18	0,14	–	0,08	0,23	0,16
$\text{Ce}_2\text{O}_3$	0,27	0,34	0,28	0,38	0,23	0,17	0,30	0,15	0,16
$\text{Y}_2\text{O}_3$	11,51	5,88	5,34	3,25	4,38	4,65	3,81	2,47	1,99
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	0,13	0,28	0,19	0,25	0,21	0,18	0,28	0,13	0,07
$\text{Pr}_2\text{O}_3$	0,02	0,06	–	–	0,14	–	0,02	0,06	0,12
$\text{PbO}$	0,13	0,24	0,10	0,24	0,16	0,12	0,19	0,20	0,55
$\text{CaO}$	1,52	1,50	1,49	1,68	1,69	1,64	1,72	1,50	1,63
$\text{P}_2\text{O}_5$	5,16	2,08	1,66	1,14	1,39	1,48	1,25	0,60	0,38
<i>Сумма</i>	96,01	98,15	97,42	95,26	98,57	97,33	99,68	99,89	100,56
Кристаллохимические формулы									
1	$(\text{Th}_{0,41}\text{Zr}_{0,41}\text{Y}_{0,15}\text{U}_{0,08}\text{Ca}_{0,08})_{1,13}[(\text{Si}_{0,76}\text{P}_{0,11})_{0,87}\text{O}_4](\text{OH})_{1,30}$								
2	$(\text{Th}_{0,73}\text{U}_{0,12}\text{Ca}_{0,09}\text{Y}_{0,08})_{1,02}[(\text{Si}_{0,93}\text{P}_{0,05})_{0,98}\text{O}_4](\text{OH})_{0,66}$								
3	$(\text{Th}_{0,70}\text{U}_{0,14}\text{Y}_{0,08}\text{Ca}_{0,08}\text{Zr}_{0,01})_{1,01}[(\text{Si}_{0,95}\text{P}_{0,04})_{0,99}\text{O}_4](\text{OH})_{0,91}$								
4	$(\text{Th}_{0,72}\text{U}_{0,14}\text{Ca}_{0,10}\text{Y}_{0,05})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03})_{0,99}\text{O}_4](\text{OH})_{1,71}$								
5	$(\text{Th}_{0,69}\text{U}_{0,16}\text{Ca}_{0,10}\text{Y}_{0,06})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03})_{0,99}\text{O}_4](\text{OH})_{0,50}$								
6	$(\text{Th}_{0,65}\text{U}_{0,20}\text{Ca}_{0,09}\text{Y}_{0,07})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03})_{0,99}\text{O}_4](\text{OH})_{0,94}$								
7	$(\text{Th}_{0,69}\text{U}_{0,17}\text{Ca}_{0,10}\text{Y}_{0,05})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03})_{0,99}\text{O}_4]$								
8	$(\text{Th}_{0,76}\text{U}_{0,14}\text{Ca}_{0,08}\text{Y}_{0,03})_{1,01}[(\text{Si}_{0,97}\text{P}_{0,02})_{0,99}\text{O}_4]$								
9	$(\text{Th}_{0,76}\text{U}_{0,15}\text{Ca}_{0,09}\text{Y}_{0,03})_{1,03}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,01})_{0,97}\text{O}_4]$								

В срастаниях с цирконом и в виде самостоятельных выделений размером до 30–40 мкм встречаются индивиды торита и торогуммита (рис. 2). По всей видимости, последний минерал образовался по зернам первичного акцессорного торита. В литературе часто

упоминаются подобные замещения. Внешне торит от торогуммита абсолютно неотличим.

По данным микрозондового анализа, торогуммит (табл. 1, анализы 1–6) отличается сложным составом и постоянным дефицитом суммы в 2–4 %, а также характеризует-

ся повышенными примесями урана, иттрия, фосфора и кальция. Интересно, что в срастаниях с цирконом минерал характеризуется

повышенным содержанием циркония ( $ZrO_2$  до 17,2 мас. %). Присутствие фосфора в минерале хорошо коррелирует с содержанием

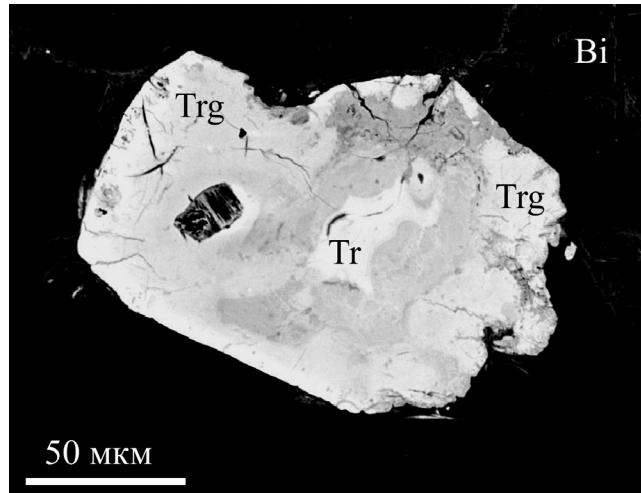


Рис. 2. Кристалл торогуммита Trg с сохранившимся в центральной зоне реликтом торита Tr в матрице биотита Bi.  
Фото BSE. «Cameca SX 100»

кремния и, по всей видимости, сохранилось от первичного торита, так как в природе описаны ауэрлиты – ториты с высоким содержанием  $P_2O_5$  – до 10–15 % [4]. Торит по своему химическому составу (табл. 1, анализы 7–9) практически ничем не отличается от торогуммита, за исключением хорошей суммы анализа и более высокого содержания кремнезема ( $SiO_2$  до 18,6 мас. %) с заниженными значениями фосфора и иттрия.

Наряду с торитом и торогуммитом, в породе была обнаружена мелкая вкрапленность уранового минерала размером до 10–15 мкм. Он образует округлые и прожилковатые выделения (рис. 3) и, по всей видимости, является вторичным и переотложенным минералом. Судя по морфологии зерен, его уже можно от-

носить к настурлану, аморфной и содержащей воду урановой смоле. Это же подтверждает химический состав минерала, из которого видно, что сумма минерала варьируется от 88 до 90 мас. %, и в настурлане, возможно, кроме воды еще присутствует уран в других валентных формах, таких как  $UO_3$  и  $U_3O_8$ . В пользу вторичности уранового минерала свидетельствуют полное отсутствие в его составе тория и низкое содержание свинца (как продукта распада урана), а также высокие примеси кремнезема и кальция. Появление настурлана можно объяснить разложением первичного монацита, так как фосфат замещают карбонаты редких земель, в которых практически нет заметных количеств урана. Ниже приведен химический состав настурлана, в мас. %:

$UO_2$ .....	79,21	80,59	80,23	79,22	79,87	80,85
$ThO_2$ .....	0,01	–	–	–	–	–
$PbO$ .....	0,40	0,38	0,43	0,33	0,35	0,44
$Ce_2O_3$ .....	0,31	0,22	0,22	0,23	0,23	0,21
$La_2O_3$ .....	0,09	0,06	–	–	0,07	0,06
$Nd_2O_3$ .....	0,15	0,14	0,08	0,17	0,15	0,08
$Pr_2O_3$ .....	0,09	0,17	–	–	0,14	0,10
$SiO_2$ .....	3,25	2,59	2,75	2,81	2,83	2,76
$Y_2O_3$ .....	1,79	1,86	2,10	2,13	2,14	2,09
$CaO$ .....	3,25	3,57	4,09	4,07	4,07	4,14
$ZrO_2$ .....	0,34	0,35	0,16	0,18	0,25	0,19
$P_2O_5$ .....	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
<i>Сумма</i>	88,98	90,00	90,12	89,22	90,15	90,98

Из редкоземельных акцессорных минералов нами обнаружены чевкинит-(Ce) и синхизит-(Ce). Чевкинит – редкоземельный

титаносиликат – наблюдается в виде включений в разных породообразующих минералах, но часто тяготеет к лейстам биотита. Размер

слабо удлиненных индивидов не превышает 20 мкм. Никаких вторичных изменений в минерале не отмечается, контакты с вмещающи-

ми индивидами четкие и резкие. По данным микрозондового анализа (табл. 2), минерал отличается сложным, но устойчивым хими-

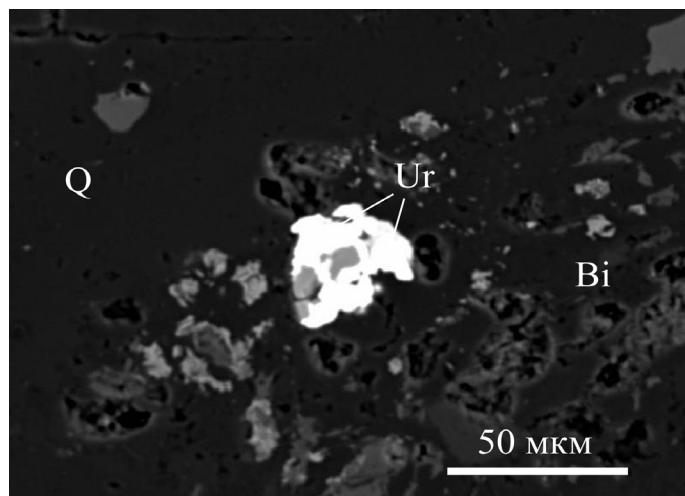


Рис. 3. Зерно настурана Ur на границе хлоритизированного лейста биотита Bi с агрегатом кварца Q. Фото BSE, «Cameca SX 100»

ческим составом с преобладанием редкоземельных элементов (РЗЭ) до 40–42 мас. %,  $TiO_2$  (до 15–16 мас. %),  $SiO_2$  (до 20 мас. %) и  $FeO$  (до 11 мас. %), что позволяет отнести

его к чевкиниту. По резкому преобладанию церия среди редкоземельных элементов он относится к цериевой разновидности минерала. Из примесей в чевкините установлены

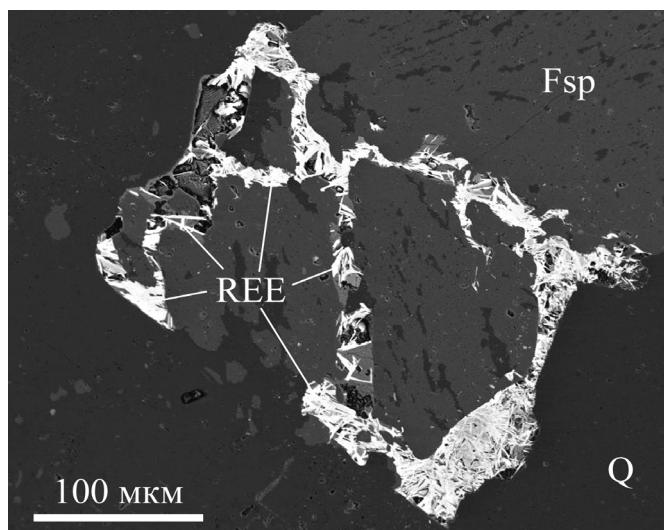


Рис. 4. Игольчатые кристаллы и споны синхизита-(Ce) REE на границе зерен калиевого полевого шпата Fsp с агрегатом кварца Q. Фото BSE, «Cameca SX 100»

торий, цирконий и иттрий. Судя по немногому заниженной сумме анализов, он является слабо метамитным и, скорее всего, содержит небольшое количество воды. При кристаллохимическом пересчете (на 13 катионов) минерала выявилось небольшое завышение значений в позиции кремния и соответственно за-

нижение в позиции редких земель. Кроме того, установлено, что незначительная часть железа представлена в трехвалентной форме, так как компенсирует вакансию в позиции титана. Чевкинит как обычный акцессорный минерал встречается в щелочных гранитах, сиенитах и карбонатитах [5], в последнее время был об-

наружен в субщелочных риолитах и трахитах Восточно-Африканского рифта в Кении [6].

Синхизит-(Ce) установлен нами в виде небольших округлых и слабо удлиненных индивидов, которые, судя по форме выделений,

раньше являлись зернами первичного монацита. Кроме того, в открытых трещинах он слагает радиально-лучистые и споновидные агрегаты, состоящие из пластинчатых индивидов (рис. 4). Размер скоплений достигает

**Таблица 2**  
**Химический состав чевкинита-(Ce), в мас. %**

Элементы	1	2	3	4	5
UO <sub>2</sub>	0,19	0,22	0,18	0,20	0,19
ZrO <sub>2</sub>	0,48	0,27	0,36	0,30	0,48
ThO <sub>2</sub>	3,46	5,26	4,15	4,41	4,18
SiO <sub>2</sub>	20,05	19,76	19,82	19,91	20,06
TiO <sub>2</sub>	15,74	15,27	15,33	15,29	15,57
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,68	10,63	11,05	10,87	10,75
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,45	20,46	20,87	20,61	20,40
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,75	6,60	6,62	6,50	6,68
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,95	1,84	1,93	1,86	1,92
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,89	0,68	0,66	0,73	0,77
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	0,21	0,20	0,23	0,26
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64	0,53	0,60	0,46	0,55
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,08	0,94	0,98	0,97	1,09
PbO	0,05	0,06	0,07	0,06	0,07
FeO	10,53	10,89	10,77	10,71	10,82
MgO	0,22	0,25	0,23	0,24	0,23
CaO	2,85	2,45	2,56	2,56	2,90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,39	1,21	1,30	1,30	1,35
<i>Сумма</i>	97,70	97,58	97,73	97,27	98,33

#### Кристаллохимические формулы

1	(Ce <sub>0,91</sub> Ca <sub>0,74</sub> La <sub>0,48</sub> Nd <sub>0,29</sub> Th <sub>0,19</sub> Pr <sub>0,09</sub> Y <sub>0,07</sub> Sm <sub>0,04</sub> Gd <sub>0,03</sub> Eu <sub>0,01</sub> U <sub>0,01</sub> ) <sub>2,86</sub> (Fe <sub>2,15</sub> Mg <sub>0,08</sub> ) <sub>2,23</sub> (Ti <sub>2,89</sub> Nb <sub>0,08</sub> Zr <sub>0,05</sub> ) <sub>3,02</sub> Si <sub>4,89</sub> O <sub>22</sub>
2	(Ce <sub>0,93</sub> Ca <sub>0,65</sub> La <sub>0,48</sub> Th <sub>0,30</sub> Nd <sub>0,29</sub> Pr <sub>0,08</sub> Y <sub>0,06</sub> Sm <sub>0,03</sub> Gd <sub>0,02</sub> Eu <sub>0,01</sub> U <sub>0,01</sub> ) <sub>2,86</sub> (Fe <sub>2,18</sub> Mg <sub>0,09</sub> ) <sub>2,27</sub> (Ti <sub>2,83</sub> Nb <sub>0,07</sub> Fe <sub>0,07</sub> Zr <sub>0,03</sub> ) <sub>3,00</sub> Si <sub>4,87</sub> O <sub>22</sub>
3	(Ce <sub>0,94</sub> Ca <sub>0,68</sub> La <sub>0,50</sub> Nd <sub>0,29</sub> Th <sub>0,23</sub> Pr <sub>0,09</sub> Y <sub>0,06</sub> Sm <sub>0,03</sub> Gd <sub>0,03</sub> Eu <sub>0,01</sub> U <sub>0,01</sub> ) <sub>2,87</sub> (Fe <sub>2,15</sub> Mg <sub>0,08</sub> ) <sub>2,23</sub> (Ti <sub>2,84</sub> Nb <sub>0,07</sub> Fe <sub>0,05</sub> Zr <sub>0,04</sub> ) <sub>3,00</sub> Si <sub>4,88</sub> O <sub>22</sub>
4	(Ce <sub>0,93</sub> Ca <sub>0,68</sub> La <sub>0,48</sub> Nd <sub>0,29</sub> Th <sub>0,25</sub> Pr <sub>0,08</sub> Y <sub>0,06</sub> Sm <sub>0,03</sub> Gd <sub>0,02</sub> Eu <sub>0,01</sub> U <sub>0,01</sub> ) <sub>2,86</sub> (Fe <sub>2,14</sub> Mg <sub>0,08</sub> ) <sub>2,23</sub> (Ti <sub>2,83</sub> Nb <sub>0,07</sub> Fe <sub>0,07</sub> Zr <sub>0,03</sub> ) <sub>3,00</sub> Si <sub>4,91</sub> O <sub>22</sub>
5	(Ce <sub>0,91</sub> Ca <sub>0,76</sub> La <sub>0,48</sub> Nd <sub>0,29</sub> Th <sub>0,23</sub> Pr <sub>0,09</sub> Y <sub>0,07</sub> Sm <sub>0,03</sub> Gd <sub>0,02</sub> Eu <sub>0,01</sub> U <sub>0,01</sub> ) <sub>2,90</sub> (Fe <sub>2,16</sub> Mg <sub>0,08</sub> ) <sub>2,24</sub> (Ti <sub>2,84</sub> Nb <sub>0,08</sub> Fe <sub>0,03</sub> ) <sub>3,00</sub> Si <sub>4,86</sub> O <sub>22</sub>

200–300 мкм. Состав карбоната довольно устойчивый (табл. 3) и достаточно хорошо пересчитывается на формулу синхизита. По данным микрозондового анализа, минерал относится к цериевой разновидности и кроме редких земель (в сумме РЗЭ достигает 40 мас. %) с кальцием (CaO до 21 мас. %) содержит значительные примеси иттрия и тория. По данным пересчета, в карбонате отмечается

избыток в позиции кальция и соответственно дефицит в позиции РЗЭ. Вследствие этого часть кальция для стехиометрии компенсирует дефицит в позиции РЗЭ. В целом синхизит достаточно часто встречается в редкометалльных и щелочных гранитоидах, а также связанных с ними пегматитах, при этом карбонат обычно замещает первичный акцессорный монацит.

Таким образом, в гранитоидах А-типа из фундамента Тыньярской площади (восточная часть ХМАО) наряду с обычной акцессорной

минерализацией в виде циркона, фторапатита и магнетита установлены редкометалльно-редкоземельные минералы – торит, то-

Таблица 3

**Химический состав синхизита-(Се), в мас. %**

Элементы	1	2	3	4	5
$\text{SiO}_2$	1,31	0,08	0,06	0,25	0,16
$\text{ThO}_2$	0,16	0,11	0,19	0,21	0,46
$\text{UO}_2$	0,04	0,00	0,04	0,10	0,02
$\text{Ce}_2\text{O}_3$	19,32	19,19	19,36	20,56	19,32
$\text{La}_2\text{O}_3$	7,51	8,30	7,57	8,21	8,79
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	9,11	9,04	8,82	9,01	7,60
$\text{Pr}_2\text{O}_3$	2,86	2,43	2,24	2,17	2,30
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	1,24	1,21	0,98	1,26	0,69
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	0,52	0,48	0,51	0,57	0,38
$\text{Y}_2\text{O}_3$	5,97	5,71	5,57	6,19	5,17
$\text{PbO}$	0,05	0,06	0,02	–	0,03
$\text{CaO}$	20,28	21,16	21,02	20,32	19,69
F	4,62	6,76	6,13	5,45	5,57
$\text{O}=\text{F}_2$	-1,95	-2,85	-2,58	-2,29	-2,35
<i>Сумма</i>	71,03	71,68	69,93	72,00	67,82

Кристаллохимические формулы	
1	$\text{Ca}_{1,00}(\text{Ca}_{0,36}\text{Ce}_{0,22}\text{Y}_{0,10}\text{Nd}_{0,10}\text{La}_{0,09}\text{Si}_{0,08}\text{Pr}_{0,03}\text{Sm}_{0,02}\text{Eu}_{0,01})_{1,00}(\text{CO}_3)_2\text{F}_{0,91}$
2	$\text{Ca}_{1,00}(\text{Ca}_{0,43}\text{Ce}_{0,22}\text{Y}_{0,10}\text{Nd}_{0,10}\text{La}_{0,10}\text{Pr}_{0,03}\text{Sm}_{0,01}\text{Eu}_{0,01})_{1,00}(\text{CO}_3)_2\text{F}_{1,35}$
3	$\text{Ca}_{1,00}(\text{Ca}_{0,43}\text{Ce}_{0,23}\text{Y}_{0,10}\text{Nd}_{0,10}\text{La}_{0,09}\text{Pr}_{0,03}\text{Sm}_{0,01}\text{Eu}_{0,01})_{1,00}(\text{CO}_3)_2\text{F}_{1,24}$
4	$\text{Ca}_{1,00}(\text{Ca}_{0,39}\text{Ce}_{0,24}\text{Y}_{0,11}\text{Nd}_{0,10}\text{La}_{0,10}\text{Pr}_{0,03}\text{Si}_{0,01}\text{Sm}_{0,01}\text{Eu}_{0,01})_{1,00}(\text{CO}_3)_2\text{F}_{1,09}$
5	$\text{Ca}_{1,00}(\text{Ca}_{0,41}\text{Ce}_{0,24}\text{La}_{0,11}\text{Y}_{0,09}\text{Nd}_{0,09}\text{Pr}_{0,03}\text{Sm}_{0,01}\text{Th}_{0,01}\text{Si}_{0,01})_{1,00}(\text{CO}_3)_2\text{F}_{1,17}$

рогуммит, настурян, синхизит-(Се) и чевкинит-(Се). Подобная минерализация является типоморфной для субщелочных и щелочных кислых пород, что полностью подтверждается нашими предыдущими петрохимическими данными [2, 3]. Первичными акцессорными минералами гранитов, по всей видимости,

были торит и чевкинит, а также не сохранившийся монацит. Остальные минералы образовались в результате разложения (во время процесса аргиллизации) первичного торита и монацита, при этом чевкинит оказался более устойчивым и не несет следов вторичного изменения.

*Исследования выполняются при поддержке проекта СО-УрО РАН № 12-С-5-1028 «Геологическое строение, тектоника, история формирования и перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской геосинеклизы и ее складчатого обрамления», а также грантов РФФИ (11-05-00098-а и 13-05-96032-р\_урал\_а).*

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- Новые данные о возрасте и составе кремнекислого магматизма на востоке Ханты-Мансийского автономного округа / Ю. Н. Федоров [и др.] // Вестник недропользователя. 2006. № 17. С. 19–24.
- Иванов К. С., Ерохин Ю. В. О возникновении гранитоидов и «древнего» фундамента на востоке Западно-Сибирской плиты (первые U–Pb-данные) // ДАН. 2011. Т. 436, № 5. С. 665–669.
- Первые сведения о раннепротерозойском сиалическом фундаменте на востоке Западно-Сибирской платформы (результаты исследования Тыньярского риолит-гранитного массива) / К. С. Иванов [и др.] // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, № 10. С. 1304–1321.
- Минералы. Справочник. Силикаты с одиночными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами. Под ред. Э. М. Бонштедт-Куплетской, Н. Н. Смольянинова, Ф. В. Чухрова. М.: Наука, 1972. Т. 3. Вып. 1. 883 с.
- McDowell S. D. Chevkinite from the Little Chief Granite porphyry stock, California // Amer. Miner. 1979. Vol. 64. P. 721–727.

6. Chevkinite-group minerals from sialic volcanic rocks of the East African Rift / R. G. Macdonald [at al.] // Miner. Magaz. 2002. Vol. 66, № 2. P. 287–299.

Поступила в редакцию 5 июля 2013 г.

**Ерохин Юрий Викторович** – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник. 620075, Екатеринбург, Почтовый пер., 7, Институт геологии и геохимии УрО РАН. E-mail: erokhin-yu@yandex.ru

**Иванов Кирилл Святославич** – доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией региональной геологии и геотектоники. 620075, Екатеринбург, Почтовый пер., 7, Институт геологии и геохимии УрО РАН. E-mail: ivanovks@igg.uran.ru

**Хиллер Вера Витальевна** – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник. 620075, Екатеринбург, Почтовый пер., 7, Институт геологии и геохимии УрО РАН. E-mail: hilvervit@mail.ru

## ОКОЛОЖИЛЬНЫЕ ФЕНГИТОВЫЕ ГУМБЕЙТЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШАРТАШСКОГО ГРАНИТНОГО МАССИВА: ДЕТАЛИ СТРОЕНИЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ КОЛОНОК

О. А. Суставов

На основании изучения оклажильных оторочек 17 сульфидно-кварцевых жил из Шарташского гранитного карьера с использованием окрашивания микроклина кобальт-нитритом и количественно-минералогических подсчетов охарактеризованы некоторые детали строения метасоматических колонок фенгитовых гумбейтов, дополняющие описания предыдущих исследователей. Зона хлоритизации биотита рассматривается в качестве внешней зоны колонки гумбейтизации. В этой зоне и в начале промежуточной зоны выявлено замещение плагиоклаза глинистыми минералами, происходящее ранее образования серицита. Описывается развитие метасоматического микроклина по плагиоклазу в промежуточной зоне. Отмечается отсутствие карбоната в ряде жил и метасоматических колонок. Рассмотрено развитие альбита и кварца во внутренней карбонат-микроклин-серицитовой зоне на поздних стадиях образования гумбейтов.

**Ключевые слова:** Шарташский массив; сульфидно-кварцевые жилы; фенгитовые гумбейты; метасоматические колонки.

В Шарташском щебеночном карьере (северо-восточная окраина г. Екатеринбурга), располагающемся в центральной части одноименного гранитного массива (геологическое строение массива и положение карьера приводятся в работе [1]), имеются пересекающие граниты преимущественно субширотные крутопадающие сульфидно-кварцевые жилы, окруженные оторочками оклажильных изменений. Мощность жил и оклажильных оторочек измеряется главным образом первыми сантиметрами, протяженность жил по простирианию – первыми десятками метров.

Наблюдаемые в карьере метасоматические изменения пород вокруг сульфидно-кварцевых жил относятся к формации гумбейтов [2–4]. Отмечаются относительно редкие ранние биотитсодержащие гумбейты и пользующиеся преобладающим распространением поздние фенгитовые гумбейты [3, 4]. Последним свойственно совместное присутствие микроклина и фенгита во внутренней зоне метасоматических изменений. Фенгитом называют диоктаэдрические слюды серии твердых растворов между мусковитом, алюминоселадонитом и селадонитом; присутствие фенгита установлено при микрозондовом анализе данных метасоматитов [3, 4]; далее при описаниях шлифов он отмечается как «серицит». В настоящей статье охарактеризован ряд деталей строения метасоматических колонок фенгитовых гумбейтов Шарташского

карьера, дополняющих описание этих метасоматитов, приводимые предыдущими исследователями [3–5].

Автором были изучены оторочки фенгитовых гумбейтов мощностью 10–35 мм вокруг 17 сульфидно-кварцевых жил мощностью 5–30 мм (образцы отобраны в 1993–2000 гг.). Калиевый полевой шпат в штуфах и шлифах (изучено 120 шлифов метасоматитов, в том числе шлифы большого размера, охватывающие оклажильные оторочки на всю мощность) окрашивался кобальт-нитритом. Подсчеты содержания минералов производились в шлифах на интеграционном столике Андина.

Сульфидно-кварцевые жилы с рассматриваемыми оклажильными оторочками залегают в среднезернистых гранитах (12 жил), мелкозернистых гранитах (2 жилы) и в гранодиорит-порфирах (3 жилы). Минеральный состав подвергшихся метасоматическим изменениям гранитов: 50–55 % плагиоклаза, 20–25 % микроклина, 25–30 % кварца и 5–10 % биотита; гранодиорит-порфиров: 55–60 % плагиоклаза, 10–15 % микроклина, 15–20 % кварца и 10–15 % мафических минералов.

Метасоматические изменения гранитов и гранодиорит-порфиров во всех изученных оклажильных каймах начинаются с частичного (на 10–30 %) замещения биотита хлоритом (внешняя зона метасоматической колонки). Граница этой зоны с исходной породой в

одних случаях достаточно четкая (мощность внешней зоны измеряется первыми миллиметрами – рис. 1, *в*), в других – расплывчатая (отдельные зерна частично хлоритизированного биотита иногда встречаются в гранитах и на значительном удалении от сульфидно-кварцевых жил). Внутри зоны степень хлоритизации биотита возрастает по направлению к сульфидно-кварцевой жиле и на границе со следующей (промежуточной) зоной в отдельных участках иногда наблюдается почти полное замещение биотита хлоритом. Замещение биотита хлоритом происходит в условиях устойчивости титанита и при сохранении зонального строения исходного плахиоклаза.

*Промежуточная зона* (мощностью 7–25 мм) резко сменяет внешнюю зону и занимает основной объем окологильной оторочки. На фронте этой зоны биотит и хлорит одновременно полностью псевдоморфно замещаются серицитом и пиритом, титанит – рутилом (лейкоксеном).

Серицит развивается как непосредственно по биотиту, так и по хлориту (по биотиту серицит, по-видимому, развивается легче, чем по хлориту). В отличие от происходящей во внешней зоне хлоритизации биотита, преимущественно частичной и слабой, при образовании по биотиту пирит-сериицитовых псевдоморфов все чешуйки биотита сразу целиком замещаются пирит-карбонат-сериицитовыми агрегатами, без каких-либо постепенных переходов. Наряду со скоплениями пирита, развивающегося по биотиту совместно с серицитом, появляются и отдельные метакристаллы пирита (размером преимущественно до 0,1 мм), располагающиеся среди других минералов породы.

На месте исходного олигоклаза в промежуточной зоне образуются альбит и серицит. При замещении олигоклаза альбитом (вместе с образованием на месте биотита серицит-пиритовых агрегатов) исходная зональность зерен плахиоклаза исчезает. Сериицит в псевдоморфозах альбита по олигоклазу в начале промежуточной зоны содержится в небольшом количестве и поперечник его чешуек не превышает первых микрометров.

В начале промежуточной зоны в центральных частях зерен плахиоклаза наряду с мелкочешуйчатым серицитом нередко наблюдаются также «грязные» скопления очень

мелких минеральных включений, для которых иногда можно установить чешуйчатую форму зерен. В некоторых случаях чешуйки достаточно крупные, с низким двупреломлением. Скопления этих чешуйчатых минералов с низким двупреломлением замещаются серицитом. На рентгеновской дифрактограмме тонкой фракции породы, выделенной отмучиванием (аналитик Н. Г. Сапожникова, УГГУ), отмечается пик 7,14 Å, смещающийся при съемке с этиленгликолем до 7,62 Å; это позволяет диагностировать присутствие в породе каолинита с небольшим количеством разбухающих монтмориллонитовых слоев (в той же пробе присутствует в значительно больших количествах, чем каолинит, и серицит модификации 2M<sub>1</sub>). Эти данные показывают, что в начале промежуточной зоны замещению плахиоклаза тонкочешуйчатым серицитом предшествует развитие по плахиоклазу глинистых минералов. Это особенно свойственно не содержащим карбонатов метасоматитам восточного борта Шарташского карьера. Развитие по плахиоклазу глинистых минералов, характерное для начала промежуточной зоны, обычно также проявлено, хотя и в значительно меньшей степени, и во внешней хлоритовой зоне.

По мере перехода от фронтальной к тыловой части промежуточной зоны чешуйки серицита в альбитовых псевдоморфах по олигоклазу начинают постепенно укрупняться, их количество увеличивается, степень замещения альбита серицитом возрастает.

В центральных частях альбитовых псевдоморфов по плахиоклазу (между чешуйками серицита) в промежуточной зоне начинается замещение альбита микроклином. При этом вне содержащих серицита чистых альбитовых краевых частях псевдоморфов по плахиоклазу замещения микроклином не происходит. В одних случаях альбит начинает замещаться микроклином с самого начала промежуточной зоны, с усилением этого процесса от фронтальной к тыловой части этой зоны (рис. 1, *б*), в других случаях замещение альбита микроклином начинается лишь в тыловой части промежуточной зоны (рис. 1, *а*). Развитие новообразованного микроклина (его количество чаще всего не превышает 5–10 %) идет параллельно с укрупнением размеров чешуек серицита в псевдоморфах по плахиоклазу.

В 10 из 17 изученных метасоматических колонок в промежуточной зоне присутствует карбонат (преимущественно кальцит, судя по рентгеновской дифрактограмме породы

(аналитик Н. Г. Сапожникова) и по данным [3, 4]). В начале промежуточной зоны карбонат вместе с серицитом развивается главным образом по биотиту и плагиоклазу. По

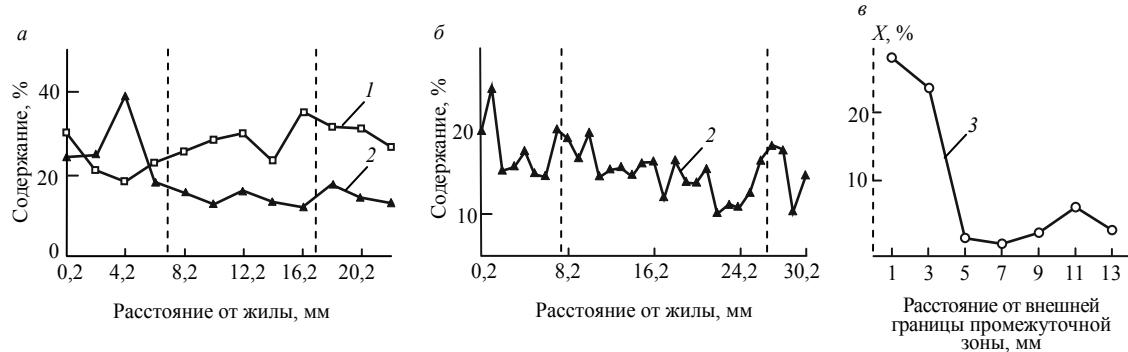


Рис. 1. Изменение содержания:

1 – кварца, 2 – микроклина, 3 – хлорита с удалением от сульфидно-кварцевых жил в фенгитовых гумбеитах по среднезернистым гранитам (а, б) и гранодиорит-порфири (в);  $X$  – отношение содержания хлорита к суммарному содержанию хлорита и биотита; пунктир – границы промежуточной зоны. В замерах принимали участие Н. А. Шериханова, П. С. Данилова, К. С. Куатбаева

мере перехода от фронтальной к тыловой части промежуточной зоны количество замещающего плагиоклаз карбоната и размеры его зерен возрастают. Если в метасоматитах имеется карбонат, то он всегда присутствует (по 57 шлифам) и в призальбандовых каймах (см. далее) на стенках сульфидно-кварцевых жил, залегающих в этих метасоматитах. В 7 метасоматических колонках (около жил, развитых главным образом в восточной части карьера) карбонат отсутствует (как в промежуточной, так и во внутренней зонах колонки) [6]. Отсутствию карбоната в метасоматитах соответствует его отсутствие и в призальбандовых каймах сульфидно-кварцевых жил, залегающих в этих метасоматитах.

Переход от промежуточной к *внутренней зоне* метасоматических изменений характеризуется резким усилением серицитизации (полным или почти полным замещением альбита серицитом), сопровождаемым возрастанием размеров чешуек серицита: поперечник чешуек серицита в серицит-альбитовых псевдоморфозах по плагиоклазу может достигать 30–40 мкм (в промежуточной зоне этот поперечник обычно не превышает 5 мкм). Контуры зерен исходной породы во внутренней зоне вблизи кварцевой жилы нередко становятся слабо различимыми. Возникшие на месте зерен биотита пирит-карбонат-сериицитовые агрегаты преобразуются в отдельные разрозненные зерна серицита (размером до 0,1 мм в поперечнике), карбоната и пирита

(размером до 0,3–0,5 мм). Содержание кварца с приближением к жиле нередко несколько снижается (см. рис. 1, а).

Во внутренней зоне продолжается начавшееся в промежуточной зоне увеличение количества новообразованного микроклина (см. рис. 1, а, б). Последний образует здесь зерна, замещающие альбит в промежутках между присутствующими в альбите чешуйками серицита, а также отдельные более крупные зерна, не связанные с чешуйками серицита. Следует отметить, что микроклин внутренней зоны окрашивается кобальт-нитритом сильнее, чем находящийся на большем удалении от жилы микроклин промежуточной зоны. Это подтверждает отмеченное А. И. Грабежевым [2] снижение содержания натрия в калиевом полевом шпате при переходе к внутренним зонам метасоматических колонок.

В целом метасоматическая колонка фенгитовых гумбеитов имеет следующий вид:

Кварц, микроклин, олигоклаз, биотит, титанит	Исходная порода
Кварц, микроклин, олигоклаз, хлорит, титанит	Внешняя зона
Кварц, микроклин, альбит, серицит, карбонат, рутил, пирит	Промежуточная зона
Кварц, микроклин, серицит, карбонат, рутил, пирит	Внутренняя зона

В 4 из 17 изученных колонок фенгитовых гумбейтов во внутренней зоне в непосредственном контакте с жилой отмечается появление альбита, замещающего серицит, микроклин и кварц. Иногда зона развития альбита имеет мощность до нескольких миллиметров (рис. 2). В метасоматите, изображенном на рис. 2, на фронтальной границе внутренней зоны (рис. 2, зона *в*) начинается обычное для внутренней зоны увеличение количества ми-

роклина и уменьшение количества альбита по сравнению с промежуточной зоной (рис. 2, зона *г*), сопровождающее ростом размеров чешуек серицита (и кристаллов пирита). Но вблизи контактов жилы (зона *б*) происходит уменьшение количества микроклина и увеличение количества альбита (см. таблицу). Альбит развивается, замещая серицит, микроклин и кварц; характерно разрастание альбитовых кайм серицитовых псевдоморфоз по пласти-

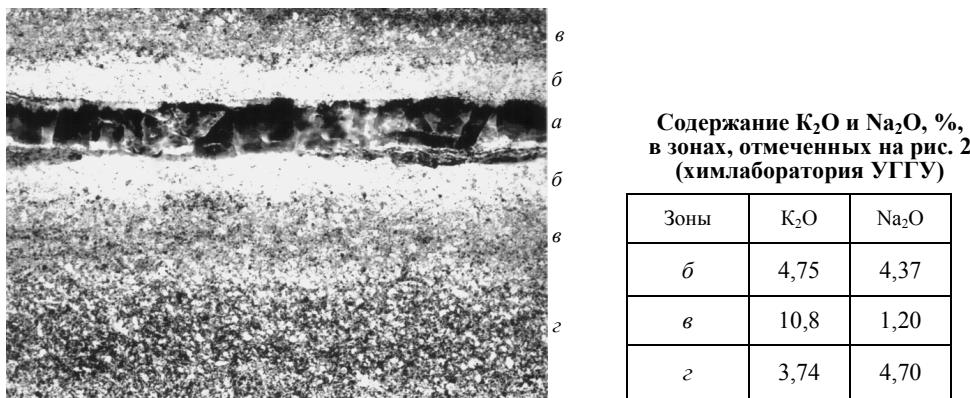


Рис. 2. Сульфидно-кварцевая жила – *а* с прилегающей к ней альбитизированной частью внутренней зоны метасоматической колонки (светлое – *б*); не подвергшаяся альбитизации часть внутренней зоны – *в*, промежуточная зона колонки (исходная порода – гранодиорит-порфир) – *г*. Окрашено кобальтнитритом, ширина фотографии 7 см

оклазу. В зоне *в* микроклин образует гнезда мелких зерен между кристаллами плаутиклина, а в зоне *б* имеются лишь единичные мелкие зерна микроклина, оставшиеся на месте разных частей этих гнезд, замещаемых альбитом.

Кроме того, в ряде колонок микроклин во внутренней зоне у контакта с сульфидно-кварцевой жилой подвергается замещению кварцем. В случае присутствия в метасоматите возле жилы альбита последний также нередко замещается кварцем, причем часто интенсивнее, чем микроклин.

На стенках сульфидно-кварцевых жил, в большинстве случаев сложенных метасоматитами внутренней зоны, нередко имеются в той или иной степени выраженные *призальбандовые каймы*, образованные располагающимися вдоль стенок идиоморфными зернами мусковита, карбоната (кальцит, доломит), реже микроклина и альбита (тех же минералов, что входят в состав метасоматитов внутренней зоны).

Мусковит в призальбандовых каймах образует чешуйки длиной до 0,5 мм, нередко ориентированные субперпендикулярно стенке жилы. Достаточно крупные чешуйки мусковита могут далеко проникать в жильный кварц и в то же время быть глубоко вросшими в породу, т. е. являться частью вмещающего метасоматита. Микроклин призальбандовых кайм (часто пелитизированный, рис. 3) регенерационно нарастает на вскрываемые в стенках жил зерна породообразующего микроклина. Поэтому призальбандового микроклина обычно много в том случае, если стенки вскрывают достаточное количество породообразующего микроклина (иногда пелитизированный микроклин призальбандовых кайм может нарастать и на серицит). Альбит на стенках жил образует регенерационные зерна, нарастающие на породообразующий альбит, в случае присутствия последнего в стенке жилы; иногда жильный альбит нарастает и на вскрываемый стенкой породообразующий микроклин.

Карбонат – наиболее поздний минерал призальбандовых кайм (нарастает на другие минералы кайм). Он образует кристаллы размерами до 2 мм, в которых нередко наблюдается большое количество мелких включений

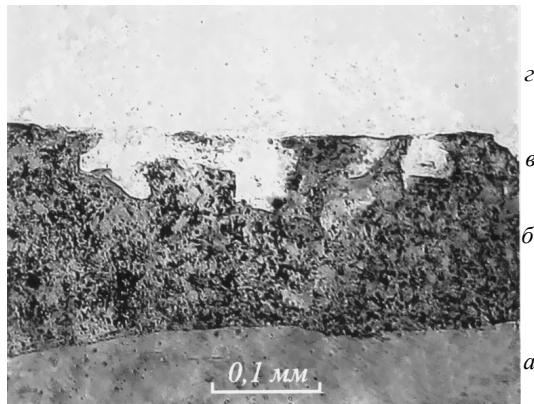


Рис. 3. На породообразующий микроклин – *а* нарастает пелитизированный микроклин призальбандовой каймы – *б*, замещаемый кварцем – *в*; кварцевая жила – *г*; без анализатора

другого карбоната; иногда эти включения тяготеют к границам кристаллов карбоната с жильным кварцем. По данным микрозондовых определений, встречаются включения доломита в кальците и кальцита в доломите. В некоторых зернах карбонатных включений настолько много, что трудно сказать, какой карбонат преобладает. Кристаллы карбоната в каймах бывают идиоморфны как по отношению к жильному кварцу, так и по отношению к породе.

Следует также отметить часто наблюдалось замещение микроклина призальбандовых кайм жильным кварцем (рис. 3). При этом замещающий жильный кварц иногда развивается не только в микроклине призальбандовой каймы, но распространяется и в зерно породообразующего микроклина, на которое нарастает данный кристалл микроклина призальбандовой каймы. Подобным образом может замещаться жильным кварцем и альбит призальбандовых кайм.

Таким образом, представленная обобщенная характеристика метасоматической колонки фенитовых гумбеитов, полученная на основании изучения околовильных оторочек 17 сульфидно-кварцевых жил из Шарташского гранитного карьера, в целом соответствует описаниям тех же пород по [3–5]; в настоящей статье приводится ряд дополняющих эти описания новых данных.

В отличие от предыдущих исследователей, автором выделена внешняя хлоритовая зона метасоматической колонки фенитовых гумбеитов (зона хлоритизации биотита). Эта зона рассматривается в качестве внешней зоны гумбеитизации в связи с проявленным во всех изученных метасоматических колонках возрастанием в этой зоне степени хлоритизации биотита по направлению к промежуточной зоне (рис. 1, *в*) и почти полным замещением биотита хлоритом в отдельных локальных участках на границе с промежуточной зоной – перед тем как биотит и хлорит резко полностью замещаются серицитом.

Выявлено нередко отмечающееся в хлоритовой зоне и особенно в начале промежуточной зоны развитие по плагиоклазу глинистых минералов. Последние не являются гипергенными – они всегда занимают одно и то же определенное место в метасоматической колонке (приурочены лишь к внешней хлоритовой зоне и особенно к началу промежуточной зоны метасоматической колонки). Здесь же, в начале промежуточной зоны, по плагиоклазу, замещая глинистые минералы, образуется наиболее мелкозернистый серицит – постепенное увеличение размеров чешуек серицита по направлению к внутренней зоне начинается от того места в метасоматической колонке, где плагиоклаз замещался глинистыми минералами.

Подобное (но значительно более интенсивно проявленное) развитие по плагиоклазу глинистых минералов («замещение глинистыми минералами обогащенных кальцием зон в кристаллах плагиоклаза, одновременное с хлоритизацией биотита») во внешней части метасоматических колонок отмечается на некоторых медно-порфировых месторождениях [7], где указывается и на аналогичное наблюдаемому в промежуточной зоне наших метасоматических колонок замещение глинистых минералов серицитом с приближением к жилам. Развитие глинистых минералов по плагиоклазу в хлоритовой зоне и в начале промежуточной зоны связано, по-видимому, со снижением активности калия в растворах во внешних частях метасоматических колонок (этому соответствует и наблюдаемая здесь же хлоритизация биотита).

При изучении метасоматических колонок с использованием окрашивания микроклина кобальт-нитритом установлено, что замеще-

ние плахиоклаза микроклином нередко начинается еще в промежуточной зоне (в промежутках между чешуйками развивающегося по плахиоклазу серицита), рис 1, б. Следует отметить также отсутствие карбоната в ряде метасоматических колонок (и в приуроченных к этим колонкам сульфидно-кварцевых жилах), особенно в восточной части карьера.

Призальбандовые каймы вдоль стенок сульфидно-кварцевых жил возникали в процессе околожильных изменений [8]. Их наличие показывает, что жиловмещающие трещины в процессе околожильных изменений были раскрыты (на стенках трещин свободно росли идиоморфные кристаллы минералов призальбандовых кайм, на которые впоследствии нарастили индивиды жильного кварца). Каймы сложены теми же минералами, что образуются во вмещающей породе при околожильных изменениях. Отдельные кристаллы минералов призальбандовых кайм могут быть глубоко вросшими в породу и рассматриваться принадлежащими как призальбандовой кайме, так и вмещающему метасоматиту. Возможно, кристаллизация отдельных образующихся при метасоматических изменениях минералов как в породе, так и в виде призальбандовых кайм на стенках трещин, могла быть результатом некоторого избытка отдельных компонентов в растворах, фор-

мирующих околожильные метасоматические оторочки.

Ранее показано, что на поздних стадиях образования метасоматических колонок фенгитовых гумбеитов в непосредственных контактах с жилами иногда происходит развитие альбита и позднего метасоматического кварца. По А. И. Грабежеву [2], отмечавшему сходные явления в мусковит-полевошпатовых метасоматитах редкометалльных месторождений восточного склона Урала, подобное развитие альбита (а также образование самостоятельных колонок с альбитовой внутренней зоной) может быть связано с сохранением в растворе части натрия, выносимого при формировании внешних зон метасоматических колонок. Таким же образом можно, по-видимому, объяснить и развитие альбита во внутренних зонах метасоматических колонок рассматриваемых фенгитовых гумбеитов; этому объяснению соответствует наличие самостоятельных колонок с альбитовой внутренней зоной вокруг некоторых жил Шарташского карьера [9, 10]. Образование в прилегающих к жилам метасоматитах позднего кварца может быть обусловлено, как это указано в работе [2], увеличением кислотности растворов и/или понижением их температуры после образования метасоматических колонок.

*Автор благодарен Н. Г. Сапожниковой (УГГУ) за проведение рентгеноструктурных анализов.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прибакин С. В., Вотяков С. Л. Амазонитсодержащие пегматиты Шарташского массива (Средний Урал): минералогия, петрогенезис // Записки Рос. минералогич. о-ва. 2004. № 4. С. 10–20.
2. Грабежев А. И. Метасоматизм, рудообразование и гранитныймагматизм. М.: Наука, 1981. 292 с.
3. Середкин М. В. Метасоматиты гумбеитовой формации Гумбейского рудного поля и Шарташского массива, Урал // Петрология. 2000. №3. С. 280–308.
4. Гумбеитовая формация Урала / Э. М. Спиридовон [и др.]. М.: МГУ, 1997. 100 с.
5. Грабежев А. И. Особенности березитизации гранитоидов Шарташского массива на Среднем Урале / Труды Ин-та геологии и геохимии УФАН СССР. 1970. Вып. 86. С. 10–14.
6. Суставов О. А. Бескарбонатные околожильные метасоматиты по гранитам центральной части Шарташского массива // Материалы Урал. летней минералогич. школы-2000. Екатеринбург: УГГГА, 2000. С. 372–373.
7. Мейер Ч., Хемли В. Околорудные изменения вмещающих пород // Геохимия гидротермальных рудных месторождений. М.: Мир, 1970. С. 148–210.
8. Robert F., Brown A. C. Archean gold-bearing quartz veins at the Sigma mine, Abitibi greenstone belt, Quebec // Econ. Geol. 1986. Vol. 81, no 3. P. 592–616.
9. Суставов О. А., Нохрина Н. Н. Эйситизация гранитов в контактах мусковит-карбонатных прожилков в центральной части Шарташского гранитного массива // Изв. УГГГА. 2003. Вып. 18. С. 74–78.
10. Суставов О. А., Пьянкова К. И. Микроклин-альбитовые околожильные метасоматиты в центральной части Шарташского гранитного массива // Урал. минералогич. школа-2005: материалы Всерос. науч. конф. Екатеринбург: УГГУ, 2005. С. 148–149.

Поступила в редакцию 21 июня 2013 г.

**Суставов Олег Анатольевич** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии, петрографии и геохимии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: [olsustavov@mail.ru](mailto:olsustavov@mail.ru)

# РАНЖИРОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Фадеичев А. Ф., Цейтлин Е. М., Флягина Е. В.,

Коробейникова Ю. В., Райхерт А. В.

Горное производство оказывает негативное воздействие на все геосфера земли. Существующие методы оценки негативного воздействия горного производства на окружающую среду не обеспечивают достаточной полноты учета всех факторов. Применение метода интегрального показателя экологической опасности позволяет оптимизировать негативное воздействие горного производства на окружающую среду. Разработанный метод учитывает специфику воздействия минерально-сырьевого комплекса.

**Ключевые слова:** экологическая опасность; экологическая безопасность; интегральный показатель экологической опасности; оценка экологической опасности.

Уральский регион характеризуется развитой горнодобывающей отраслью промышленности. Так, на Урале осуществляется добыча более 20 видов различных полезных ископаемых, от угля до золота. Горная промышленность Уральского региона характеризуется большим объемом вовлекаемых в производство природных ресурсов. При этом горнопромышленный комплекс оказывает сильнейшее негативное воздействие на окружающую среду [1, 2].

Сегодня существует целый ряд предложений по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и повышению экологической безопасности на производстве. При этом многие авторы уделяют недостаточно внимания оценке уровня экологической опасности. Первоочередной задачей является создание эффективного метода оценки степени экологической безопасности в регионе. В этом случае будет возможно провести оптимизацию расходуемых средств на повышение экологической безопасности путем более эффективного их распределения между предприятиями-источниками негативного воздействия на окружающую среду. Такое перераспределение средств позволит минимизировать негативное воздействие предприятий на окружающую среду. Так как одним из основных источников воздействий на окружающую среду является горнопромышленный комплекс, необходимо в первую очередь создать подобный подход именно для опти-

мизации воздействий горнопромышленного комплекса на окружающую среду.

Сегодня в законодательстве Российской Федерации или научно-технической литературе отсутствуют общепринятые критерии, в соответствии с которыми можно оценить уровень экологической безопасности. Существует три принципиально различных подхода для оценки экологической безопасности:

1. Оценка экологической безопасности, основанная на методе нормирования [3].

2. Оценка экологической безопасности, основанная на определении величины экологического риска [4].

3. Оценка экологической безопасности с помощью метода интегрального критерия [5].

Понятие экологической безопасности тесно связано с понятием экологической опасности производства, под которым мы понимаем всю совокупность негативных воздействий предприятия, включая аварии и катастрофы, обусловленные природными или антропогенными воздействиями на все элементы биосферы: литосферу, гидросферу, атмосферу и биоценозы.

Следует различать экологическую опасность предприятия для самого себя (определенную, прежде всего, уровнем сбросов и выбросов загрязняющих веществ) и экологическую опасность предприятия для всей биосферы планеты. Эти понятия не совпадают. Так, предприятия, работающие в условиях, экологически неблагоприятных для своих ра-

ботников, из-за малых масштабов производства оказывают слабое влияние на биосферу Земли в целом. И, напротив, при огромных масштабах производства предприятие, укладывающееся в нормативы качества окружающей среды, может иметь существенное негативное влияние на среду в планетарном масштабе.

Экологическое воздействие горного производства в значительной мере обусловлено видом полезного ископаемого, условиями залегания, объемами и технологией добычи и переработки, а также географо-экономическим положением объекта. С последним связаны климат, ландшафтно-географические условия, гидрографические характеристики района, а также фоновый уровень загрязнений окружающей среды. Вид полезного ископаемого во многом определяет технологию и технику, применяемые при добыче полезного ископаемого, а также тип и уровень выбросов и сбросов загрязнений в окружающую среду, характер и количество размещаемых отходов. Месторождения руд цветных и редких металлов отличаются сложностью геологического строения рудных тел, нередко значительными глубинами залегания, относительно небольшими запасами и объемами добычи, определяющими подземный способ разработки. Первичный минеральный состав руд характеризуется наличием высокотоксичных тяжелых металлов и компонентов (Cu, Zn, Cd, Ni, Co, Mn, As, Hg, Si и др.), которые выделяются при переработке в окружающую среду (особенно в гидросферу). Руды радиоактивных элементов содержат U, Th, Ra, Rn, K-40 и продукты их радиоактивного распада в атмосферу и гидросферу.

Руды черных металлов и строительные материалы характеризуются незначительной примесью токсичных элементов, но большими извлекаемыми запасами и объемами добычи, особенно сильно влияющими на литосферу и ландшафты.

Вид полезного ископаемого определяет технологию добычи и переработки минерального сырья; объемы производства; химический состав и объемы выбросов в атмосферу

и сбросов в гидросферу; применяемые реагенты и их количество; характер и количество выделяемых отходов; воздействие на литосферу: недра, земли, почвы; основные загрязнители и их класс опасности.

Существующие на сегодня подходы к оценке экологической безопасности обладают рядом существенных недостатков, что затрудняет объективную оценку воздействия предприятий на окружающую среду и создает сложности при поиске приоритетных экологических проблем для предприятий.

Для поиска приоритетных экологических задач предлагается использовать метод «интегрального показателя экологической опасности» [6, 7]. В рамках данного подхода рассчитывается универсальный интегральный показатель экологической опасности, основанный на комплексе разнокачественных экологических, технологических и геологических факторов, учитывающих специфику горнопромышленного комплекса. Показателями, по которым должна производиться оценка, могут быть как базовыми (характерными для любого промышленного предприятия, например, объем выброса, объем сброса, объем размещения отходов), так и дополнительными (учитывающими специфику горных предприятий, например, вид полезного ископаемого). Все эти показатели имеют разные меры оценки. Для определения приоритетных экологических задач горного предприятия данные показатели трансформируются в числовые безразмерные значения. Для этого сначала определяется интегральный показатель экологической опасности для каждого фактора воздействия по элементам биосферы, а затем в целом для окружающей среды. Интегральный показатель  $i$ -го фактора воздействия на  $j$ -й элемент биосферы будет рассчитываться по формуле (1):

$$N_{ij} = \lambda_{ij} \left( 1 - \frac{k_{ij\max} - k_{ij}}{k_{ij\max}} \right) \times \left( 1 - \left( \sum_{t=1}^n \frac{P_{tj\max} - P_{tj}}{P_{tj\max}} \right) / n \right), \quad (1)$$

где  $k_{ij\max}$  – максимально возможный уровень

воздействия базового фактора на окружающую среду;  $k_{ij}$  – значение интенсивности воздействия базового фактора на элемент биосферы;  $\lambda_{ij}$  – показатель весомости воздействия  $i$ -го фактора на  $j$ -й элемент биосферы (определяется методом экспертных оценок);  $P_{ti}$  – величина интенсивности воздействия фактора, учитывающего специфику горного производства на  $j$ -й элемент биосферы, определенная экспертым методом;  $P_{tmax}$  – максимальная величина интенсивности воздействия фактора, учитывающего специфику горного производства, определенная экспертым методом;  $t$  – фактор воздействия, учитывающий специфику горного производства;  $n$  – количество факторов воздействия, учитывающих специфику горного производства.

Интегральный показатель экологической опасности необходимо определять для каждого базового фактора воздействия, а затем суммировать по элементам биосферы по следующей формуле (2):

$$N_{fj} = N_{1j} + N_{2j} + N_{3j} + \dots + N_{ij}, \quad (2)$$

где  $N_{fj}$  – суммарный интегральный показатель экологической опасности для  $j$ -го элемента биосферы;  $N_{1j}$  – интегральный показатель экологической опасности фактора воздействия 1 для  $j$ -го элемента биосферы;  $N_{2j}$  – интегральный показатель экологической опасности фактора воздействия 2 для  $j$ -го элемента биосферы;  $N_{3j}$  – интегральный показатель экологической опасности фактора воздействия 3 для  $j$ -го элемента биосферы;  $N_{ij}$  – интегральный

показатель экологической опасности фактора воздействия  $i$  для  $j$ -го элемента биосферы.

Показатели экологической опасности рассчитываются раздельно по элементам биосферы: атмосфере, гидросфере и литосфере.

Тот элемент биосферы, для которого суммарный интегральный показатель экологической опасности окажется максимальным, будет определять элемент биосферы, на который оказывается максимальное воздействие. Приоритетная экологическая задача для горного предприятия определяется внутри данного элемента биосферы по базовым факторам. Фактор, для которого интегральный показатель экологической опасности окажется максимальным, будет определять приоритетную экологическую задачу горного предприятия.

Предлагаемый метод применялся для оценки экологической безопасности таких крупнейших горнодобывающих предприятий Урала, как ОАО «Ураласбест», ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий», ОАО «ВГОК». Согласно полученным результатам, установлено, что при добыче руд асбеста наибольшее воздействие на окружающую среду оказывает карьер, затем отвалы и, наконец, обогатительная фабрика; для Качканарского ГОКа и ВГОКа наибольшее влияние оказывают сбросы в гидросферу. Руководство этих предприятий имеет возможность эффективно перераспределить финансовые средства, направленные на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду и максимально снизить такое воздействие.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Хохряков А. В., Фадеичев А. Ф., Цейтлин Е. М. Динамика изменения воздействия ведущих горных предприятий Урала на окружающую среду // Изв. вузов. Горный журнал. № 8. 2011. С. 44–53.
- Динамика негативного воздействия на окружающую среду на разных стадиях развития горного производства / А. Ф. Фадеичев [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. № 1. 2012. С. 39–46.
- Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
- Об охране окружающей среды: федер. закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ с изменениями от 25.06.2012.
- Астахов А. С., Диколенко Е. Я., Харченко В. А. Экологическая безопасность и эффективность природопользования. М.: Изд-во МГГУ, 2006. 323 с.
- Цейтлин Е. М. Оптимизация негативного воздействия горного производства с помощью интегрального критерия оценки экологической опасности // Горный информационно-аналитический бюллетень (спец. вып.). 2013. № 6. 16 с.
- Хохряков А. В., Фадеичев А. Ф., Цейтлин Е. М. Применение интегрального критерия для определения экологической опасности предприятий горнопромышленного комплекса // Известия УГГУ. 2013. № 1. С. 25–31.

**Фадеичев Альфред Францевич** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: alfred.fadeichev@m.ursmu.ru

**Цейтлин Евгений Михайлович** – аспирант кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: tseitlin.e.m@gmail.com

**Флягина Екатерина Владимировна** – студентка кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет.

**Коробейникова Юлия Владимировна** – студентка кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет.

**Райхерт Анна Владимировна** – студентка кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 622.44

## АНАЛИЗ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

В. Н. Макаров, С. А. Горбунов, Т. А. Корнилова

Предложен перспективный способ повышения аэродинамической нагруженности и адаптивности вентиляторов местного проветривания. С использованием метода комплексного интегрирования теории вычетов, метода конформного отображения и уравнения Кристоффеля–Шварца получена формула для расчета циркуляции на профилях круговой решетки с вихреисточниками в угловых точках. Установлено, что вихреисточники устраняют ветвление потока в угловых точках профиля, т. е. обеспечивают их плавное обтекание, что существенно повышает аэродинамическую нагруженность и регулируемость вентиляторов.

**Ключевые слова:** вентилятор; циркуляция; вихревая камера; аэродинамическая схема; аэродинамическая нагрузка; вихреисточник; круговая решетка профилей; метод конформного отображения.

Существенная энергоемкость вентиляции газообильных угольных шахт делает актуальной проблему надежного и экономичного проветривания и, как следствие, разработку высокоэффективных вентиляторных комплексов проветривания. Вентиляторы местного проветривания (ВМП), входящие в состав этих комплексов, предназначены для активного аэродинамического взаимодействия через общешахтную вентиляционную сеть с вентиляторами главного проветривания (ВГП) для создания условий, обеспечивающих аэродинамическую изоляцию очистной выработки от выработанного пространства в условиях интенсификации угледобычи.

Комбинированное проветривание газообильных угольных шахт в условиях многосвязной вентиляционной системы реализует новый подход к проектированию и созданию шахтных вентиляторов местного проветривания. Совокупность шахтных вентиляторов, работающих на комбинированную вентиляционную систему угольной шахты, может обеспечить аэrogазодинамическую изоляцию очистной выработки от выработанного пространства. Это позволяет раздельно удалять метан допустимой концентрации из разрабатываемого пласта по вентиляционной сети за счет общешахтной депрессии, создаваемой ВГП и ВМП, и высококонцентрированную

метано-воздушную смесь из пластов по газоотводящей сети.

Таким образом, ВМП в условиях высокомеханизированной добычи угля со значительной динамикой изменения геометрических и аэродинамических параметров очистной выработки играет основную роль в оптимизации коэффициента распределения воздуха  $K_p$ , интегрально характеризующего степень обеспечения аэродинамической изоляции очистной выработки от выработанного пространства.

Коэффициент распределения воздуха  $K_p$  зависит от величины возвращаемых утечек из выработанного пространства. При этом расход отводимого метана нарастающий с увеличением длины выработанного пространства, и концентрация метана на исходящей струе выемочного участка зависят от величины  $K_p$  [1].

Интенсификация угледобычи приводит к необходимости роста развивающего давления и глубины экономичного давления ВМП [1] для обеспечения аэродинамической изоляции очистной выработки от выработанного пространства. Это требует разработки ВМП повышенной аэродинамической нагруженности и адаптивности.

Применительно к ВМП наиболее перспективным способом повышения аэродинамической нагруженности, адаптивности и

экономичности является вихревое управление обтеканием лопаток рабочего колеса. В зависимости от параметров управляющего потока достижимо такое воздействие на пограничный слой, при котором наблюдается практически только снижение потерь давления на трение и, как результат, повышение КПД, либо управление им с влиянием на ядро потока для целенаправленного увеличения угла выхода потока, изменения циркуляционного течения с целью повышения аэродинамической нагруженности вентилятора [2].

Конструктивные особенности ВМП позволяют реализовывать в них прямоточную радиально-вихревую аэродинамическую схему с вихревым управлением течением в межлопаточных каналах рабочих колес с применением интегрированных вихреисточников с использованием высокознергетического закрученного управляющего потока без применения дополнительных устройств подвода энергии. Это существенно повышает эффек-

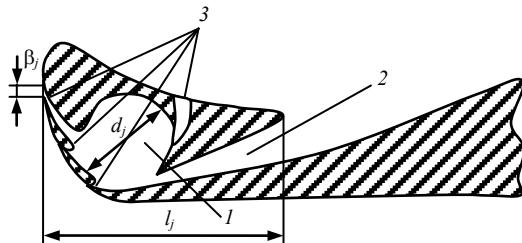


Рис. 1. Выходной участок лопатки с вихревой камерой

тивность их взаимодействия с основным потоком, при этом обеспечивая достаточную простоту и надежность конструктивного исполнения вихревых камер.

Конструкция и основные геометрические параметры вихревой камеры лопатки рабочего колеса вентилятора местного проветривания приведены на рис. 1 [3]. При этом количество вихревых камер  $j = k$  определяется возможностью конструктивного использования лопаток рабочего колеса и требованиями к аэродинамической характеристике вентилятора.

При вращении рабочего колеса под действием центробежной силы воздух по входному каналу 2 поступает в вихревую камеру 1, закручиваясь в ней со скоростью, существенно превышающей скорость вращения рабочего колеса, и в виде завихренной струи управляющего потока выходит через конфу-

зорные выходные каналы 3. Это способствует устранению отрывного вихреобразования, увеличению угла выхода потока и, как результат, росту аэродинамической нагруженности и экономичности вентилятора [4].

До настоящего времени не разработан математический аппарат расчета предлагаемых аэродинамических схем.

Аэродинамический профиль предлагаемой лопатки рабочего колеса с вихревыми камерами, имеющими выходные каналы на ее тыльную и рабочую поверхности, с позиции гидродинамической аналогии может быть представлен в виде полигонального контура (кусочно-гладкого профиля, в угловых точках  $j$  которого расположены вихреисточники). Притоком для указанных вихреисточников служат стоки  $q_j^c$ , расположенные на рабочей поверхности профиля, каналы которого имеют тангенциальный вход в вихревые камеры, создавая тем самым циркуляцию вихря  $i\Gamma_j$ . При этом расход вихреисточника распределя-

ется поровну на рабочую  $q_j^{u1}$  и тыльную  $q_j^{u2}$  поверхности профиля.

На рис. 2 приведена круговая решетка кусочно-гладких профилей приведенного на рис. 1 профиля [5]. Кусочно-гладкий профиль круговой решетки состоит из нескольких частей, образованных логарифмическими спиральями с углами раскрытия  $\beta_j$ , где  $j = 1, \dots, k$  – количество частей кусочно-гладкого профиля, в угловых точках которого расположены  $(k - 1)$ -вихревые камеры.

При условии односвязности области  $D_z$  функцию конформного отображения внешности круга единичного радиуса на  $n$ -листной римановой поверхности в области  $D_\gamma$  на внешность  $4(k - 1)$ -листного полигонального контура схематизированной круговой решетки кусочно-гладких профилей, в угловых точках которых расположены вихревые камеры, в области  $D_z$ , получим с учетом формулы Кристоффеля–Шварца [5]:

$$z_j = \int_{\gamma} \frac{(\gamma - \tau_j)^{\bar{\beta}_j - 1} \prod_{j=1}^k (\gamma - \tau_j)^{\bar{\beta}_j - 1}}{(\gamma - \Phi_j^{-1})(\gamma - \Phi_j)} d\gamma,$$

где  $\tau_j$  – точки на окружностях радиусов  $\rho_j$ , соответствующие угловым точкам кусочно-

гладкого аналитического контура, в которых расположены вихревые камеры в области  $D_z$ ;  $\beta_j = \pi\bar{\beta}_j$  – внешние углы  $4(k-1)$ -листного полигонального контура круговой решетки профилей, соответственно, в угловой точке  $\tau_j$  схематизированного вихревого устройства с его стоком и источниками  $q_j^{u1} - q_j^{u2} = 0,5q_j^c$ .

Таким образом, задача сводится к определению функции конформного отображения схематизированной круговой решетки про-

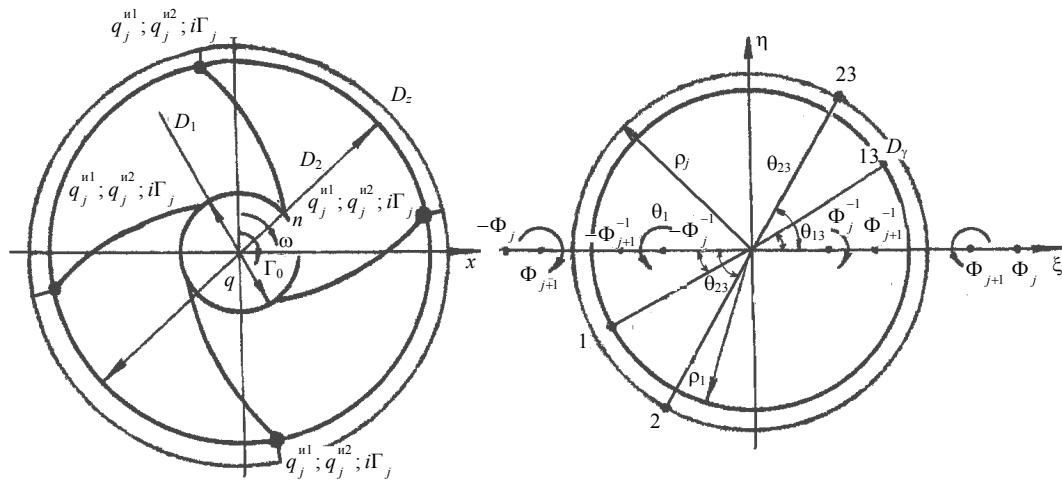


Рис. 2. Круговая решетка кусочно-гладких профилей в виде логарифмической спирали и соответствующая ей совокупность концентрических окружностей при  $k = 2$

филей с особенностями в виде  $(k-1)$  стоков, источников и вихрей  $4(k-1)$ -листной римановой области  $D_z$  на  $2n$ -листную риманову область  $D_\gamma$ , образованную  $k$  концентрическими окружностями в области  $D_\gamma$  вне кольца с единичным внутренним радиусом  $\rho_1 = 1$ .

Представим круговую решетку кусочно-гладких профилей из отрезков логарифмических спиралей в виде  $k$  круговых решеток, следующих одна за другой. Воспользовавшись принципом гидродинамической аналогии для потенциальных течений в областях  $D_z$  и  $D_\gamma$  получим

$$z_j = \sqrt[n]{\frac{\gamma + \Phi_j}{(\gamma - \Phi_j)^{\frac{n}{2\beta + \bar{\rho}}}}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma + \Phi_j^{-1}}{\gamma - \Phi_j^{-1}}}, \quad (1)$$

где  $\bar{\rho} = \ln \rho$ .

Данные соотношения соответствуют уравнению, полученному в [4] при раздельном рассмотрении  $k$  круговых решеток профилей. Внутренняя окружность кольца области  $D_\gamma$ , которой соответствует конформное отображение  $z_1(\gamma)$  области  $D_z$ , имеет  $\rho_1 = 1$ , а внешняя окружность кольца области  $D_\gamma$ , которой соответствуют функции конформного отображения  $z_j = (\gamma)$ , имеет  $\rho_j > 1$ .

Формпараметры  $\Phi_j$  круговой кусочно-гладкой решетки профилей определяются из условия нарушения конформности в угловых точках

$$\frac{dz_j}{d\gamma} = 0 \text{ при } \gamma_j = \exp(i\theta_{jk}), j = 1, \dots, k. \quad (2)$$

Для построения функции комплексного потенциала течения в области  $D_\gamma$  с единичным радиусом внутренней окружности воспользуемся методом особых точек С. А. Чаплыгина и принципом суперпозиции.

Сложность задачи определения комплексного потенциала течения в данном случае заключается в установлении условий единственности получаемого решения при расчете циркуляции вокруг вращающейся круговой решетки кусочно-гладких профилей.

В качестве такого условия единственности решения принят принцип Жуковского–Чаплыгина–Кутта о сходе потока с задней критической точкой аналитического профиля [1].

Таким образом, с учетом (1) и (2) получаем систему  $(2k-1)$  уравнений, однозначно определяющих при заданных углах раскрытия отрезков логарифмической спирали  $\beta_j$  профиля величину циркуляции вихрей  $\Gamma_{k-1}$  и расход стока в  $q_{k-1}^c(k-1)$  угловых точках ку-

сочко-гладкого профиля, угол раскрытия логарифмической спирали профиля  $\beta_j$ .

В соответствии с общей теорией аэродинамического расчета вращающейся круговой решетки аналитических профилей с вихревым управлением циркуляцией и математической моделью, изображенной на рис. 2, урав-

нение для коэффициента циркуляции вокруг кусочно-гладкого профиля вращающейся круговой решетки получим в виде:

Изменение циркуляции вихреисточников, расположенных в угловых точках кусочно-гладкого профиля, приводит к изменению кривизны аэрогазодинамического профиля

$$\begin{aligned} \Gamma = & \sum_{j=1}^{k-1} \frac{\bar{q}_j^c \sin(\theta_{(j+1)(j+2)} - \theta_{13})}{\left[1 - \cos(\theta_{(j+1)(j+2)} - \theta_j)\right]} + \sum_{j=1}^{k-1} \frac{\Phi_j \bar{q}_j^c \sin \theta_{(j+1)(j+2)}}{\left(\Phi_j^2 - 1\right)} + \\ & + \sum_{j=1}^{k-1} \Gamma_j \frac{\Phi_j \cos \theta_{(j+1)(j+2)}}{\left(\Phi_j^2 + 2\Phi_j \cos \theta_{(j+1)(j+2)} + 1\right)} + \\ & + \sum_{j=1}^{k-1} 4q \frac{\left[1 + n\bar{q}_j (\Phi_j^2 - 1)^2 (\Phi_j^2 + 2\Phi_j \cos \theta_{j3} + 1)^2\right] \Phi_j (\Phi_j^2 + 1) \sin \theta_{j3}}{n (\Phi_j^2 - 1) (\Phi_j^2 + 2\Phi_j \cos \theta_{j3} + 1)} - \\ & - \sum_{j=1}^{k-1} \frac{2\pi \bar{V}_{13} (\Phi_j^2 + 2\Phi_j \cos \theta_{j3} + 1)}{(\Phi_j^2 - 1)} - \sum_{j=1}^{k-1} \frac{4\Gamma_0 \Phi_j \cos \theta_{j3}}{n (\Phi_j^2 + 2\Phi_j \cos \theta_{j3} + 1)}. \end{aligned}$$

и, как следствие, к росту аэrodинамической нагруженности рабочего колеса вентилятора. При этом вихреисточник закручивает поток в направлении к тыльной поверхности профиля, что позволяет применить данную конструкцию в рабочих колесах с загнутым вперед профилем, обладающим высокой аэrodинамической нагруженностью, сохраняя при этом высокую экономичность ВМП.

Учитывая распределение скоростей в затопленной турбулентной струе, полученное Г. Гертлером с использованием гипотезы Л. Прандля о длине турбулентного перемешивания, получим оптимальное соотношение между параметрами вихревой камеры. Максимальная аэrodинамическая нагруженность рабочего колеса при минимальном отрывном вихреобразовании:

$$\bar{d}_j = \frac{2\pi}{K_j} \sqrt{\frac{3\bar{l}_j \bar{h}_j}{C}},$$

где  $K_j$  – коэффициент реактивности вихреисточника,  $K_j = \operatorname{ctg} q_j / \rho_j$ ,  $q_j$  – коэффициент рас-

хода  $j$ -го вихреисточника;  $\rho_j$  – коэффициент циркуляции  $j$ -го вихреисточника;  $C$  – эмпирическая постоянная, характеризующая полноту профиля скоростей и определяемая турбулентностью управляющей струи и потока воздуха в рабочем колесе вентилятора [6].

Проведенные экспериментальные исследования на базе вентилятора ВРВП-6 показали, что применение вихревой камеры с соотношением геометрических параметров, определяемым по приведенной формуле при  $\bar{d}_1 = 0,056$ ,  $\bar{d}_2 = 0,062$ , позволяет повысить коэффициент полного давления вентилятора до величины  $\psi = 1,32$ , т. е. на 42 %, а КПД на номинальном режиме на 3 %.

Таким образом, применение вихреисточников на лопатках рабочих колес вентиляторов местного проветривания позволяет устранить отрывное вихреобразование в межлопаточных каналах и повысить их аэrodинамическую нагруженность, тем самым способствуя повышению экономической эффективности вентиляционной системы угольных шахт.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золотых С. С., Стекольщиков, Денисенко С. И. Руководство по проектированию комбинированного про- ветривания выемочных участков и полей с применением газоотсасывающих вентиляторных установок для шахт ОАО «Компания «Кузбассуголь». Кемерово, 2000. 124 с.
2. Фомин В. И. Аэродинамическая характеристика центробежного вентилятора с радиальным энергетическим регулятором // Известия УГГУ. 2010. Вып. 24. С. 111–114.
3. Пат. 2430274 Российская Федерация, МКИ F 04 D 29/28. Радиально-вихревая турбомашина / Косарев Н. П., Макаров Н. В., Макаров В. Н. Опубл. в Б. И. 27.09.2011.
4. Пат. 2390658 Российская Федерация, МКИ F 04 D 29/28. Рабочее колесо центробежного вентилятора / Мака- ров Н. В., Белов С. В., Фомин В. И. и др. №112791/06; заявл. 02.04.08; опубл. в Б. И., 2010, Бюл. № 15.
5. Косарев Н. П., Макаров В. Н. Математические модели аэродинамики вращающихся круговых решеток ана- литических профилей произвольной формы со струйным управлением циркуляцией. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 93 с.
6. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974. 687 с.

Поступила в редакцию 27 июня 2013 г.

**Макаров Владимир Николаевич** – профессор, доктор технических наук, начальник Управления инновации и развития. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: Uk.intelnedra@gmail.com

**Горбунов Сергей Андреевич** – аспирант, начальник отдела трансфера и технологий. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

**Корнилова Татьяна Александровна** – аспирант, помощник начальника Управления инно- вации и развития. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

# ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНОГО СУТОЧНОГО ПРИТОКА ВОДЫ ПРИ ВЫБОРЕ ВОДООТЛИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**С. А. Тимухин, А. В. Угольников, А. В. Долганов**

Значение нормального суточного притока воды в горные выработки является главным и определяющим при проектировании водоотливных установок, и от него зависит выбор не только рабочих насосов, но и всего комплекса водоотливного оборудования шахт, рудников, а следовательно, и эффективность его эксплуатации.

**Ключевые слова:** шахтный водоотлив; насосно-трубопроводная система; нормальный суточный приток; шахтное водоотливное оборудование; коэффициент водообильности.

Принятая в настоящее время методология проектирования комплексов главных водоотливных установок предполагает расчет и выбор основного насосного оборудования по нормальному суточному притоку воды в горные выработки  $Q_{\text{норм}}$  с последующей его проверкой по максимальному притоку  $Q_{\max}$ . Согласно требованиям ПБ, подача рабочих насосов водоотливных установок должна обеспечивать откачуку нормального суточного притока не более чем за 20 ч. Отсюда значение  $Q_{\text{норм}}$  является главным и определяющим при проектировании водоотливных уста-

новок и от него зависит выбор не только рабочих насосов, но и всего комплекса водоотливного оборудования шахт, рудников, а следовательно, и эффективность его эксплуатации.

Расчет этого параметра традиционно осуществляется на основе коэффициента водообильности [1–4]  $K_b$ , который равен отношению количества откачиваемой воды за некоторый период к количеству добываемого за тот же период полезного ископаемого. Таким образом, зная фактический коэффициент водообильности и проектную (годовую) производитель-

**Значения  $K_b$  и pH для угольных бассейнов и регионов РФ**

Угольный бассейн	$K_b$ (по годам)						pH
	1975	1980	1985	1990	1995	2000	
Кузнецкий	1,87	1,75	1,56	1,42	1,4	1,38	7,2–8,4
Челябинский	1,45	1,94	1,53	1,27	1,42	4,53	6,9–8,4
Южно-Уральский	2,97	3,0	2,63	2,63	2,4	2,21	6,5–8,2
Минусинский	1,95	2,24	0,73	0,74	0,85	0,83	7,2–8,3
Дальневостокуголь	0,56	0,68	0,75	0,85	0,85	0,85	8,0–8,3
Иркутский	2,31	2,78	1,84	1,53	1,52	1,52	7,1–8,5
Печорский	1,96	1,27	1,31	1,64	1,63	1,63	7,3–8,5
Подмосковный	5,81	7,81	6,12	5,27	5,27	5,26	6,3–8,1
Канско-Ачинский	0,27	0,37	0,53	0,21	0,13	0,12	7,5–8,0
Регионы							
Свердловская область	6,29	7,69	9,23	8,79	11,5	15,44	7,2–8,3
Приморский край	2,62	1,34	1,06	1,67	1,63	1,6	7,8–8,3
Сахалин	6,0	4,1	3,82	3,24	1,49	0,5	7,2–8,3

ность горного предприятия по полезному ископаемому, можно рассчитать ожидаемый годовой приток воды. В таблице

приведены фактические значения  $K_b$  для угольных месторождений и регионов РФ за период с 1975 по 2000 г.

На основе использования  $K_b$  нормальный суточный приток определяется по формуле

$$Q_{\text{норм}} = \frac{K_b A_r}{365}, \quad (1)$$

где  $A_r$  – годовая производительность шахты.

Вследствие постоянных изменений гидрогеологических и горнотехнологических условий значения параметров, входящих в эту формулу, могут значительно изменяться и причем случайным образом, однако в расчет принимается среднее значение величины  $Q_{\text{норм}}$ .

Анализ таблицы показывает, что значения  $K_b$  не могут быть определены детерминированным путем, а только посредством статистико-вероятных наблюдений и расчетов.

Однако при выборе водоотливного оборудования значения коэффициента водообильности принимаются усредненными по бассейнам и годам по месторождениям (или бассейнам) в целом. Поэтому расчет  $Q_{\text{норм}}$  по величине  $K_b$  носит ориентировочный характер даже при условии корректирования ее гидрогеологическими службами. Ошибки при ее определении могут быть, как в сторону уменьшения, так и увеличения. В первом случае это может привести к созданию аварийной ситуации вплоть до затопления горных работ, а во втором – к неэффективному использованию выбранного водоотливного оборудования.

Кроме того, в условиях рыночных отношений, когда производительность предприятий не является плановой, а определяется конъюнктурой рынка, расчет  $Q_{\text{норм}}$  по величине  $K_b$  неизбежно связан с дополнительными погрешностями.

Поэтому формирование величины  $Q_{\text{норм}}$  на основе коэффициента водообильности, предполагающее постоянство этой величины (в рамках принятого цикла), представляется неправомерным. Отсюда возникает необходимость в подходах, учитывающих изменчивость  $Q_{\text{норм}}$  как случайной величины, зависящей от мно-

жества факторов.

В соответствии с этим определение величины  $Q_{\text{норм}}$  правомерно осуществлять на основе статистико-вероятного анализа случайного процесса, отражающего фактические зависимости притоков воды в горные выработки за предшествующий, достаточно значительный период.

Кроме того, выбор насосного оборудования по максимальному притоку осуществляется в настоящее время обычно исходя из его двухмесячного времени действия в течение года (периоды весеннего и осеннего паводков). Однако практика шахтного водоотлива показывает, что максимальные притоки по своим характеристикам могут значительно различаться по разным месторождениям. Так, например, по Узельгинскому руднику (рис. 1) время действия максимального притока составляет около двух месяцев (апрель, май), а по шахте «Северопесчанская» (рис. 2) – около пяти месяцев (апрель–сентябрь). Анализ притоков воды по некоторым другим месторождениям также показывает большой разброс данных, трудно поддающихся какой-либо унификации в их оценке. Все это приводит к тому, что формирование исходных данных по притокам воды в горных выработках более правомерно осуществлять индивидуально по конкретному месторождению или предприятию на основе статистических данных за предшествующий, достаточно длинный период.

На основе математической обработки статистических данных по притокам определяется уравнение регрессии  $Q_{\text{пр}}(t) = f(t)$  с доверительными интервалами. Причем (это особенно важно в условиях данной задачи) границы этих интервалов устанавливаются в зависимости от изменчивости (коэффициента вариации) исходного статистического ряда.

Результаты выполненной таким образом математической обработки могут служить базой для более достоверного обоснования значения нормального суточ-

ного притока воды в горные выработки. Анализ данных результатов свидетельствует в пользу того, что положительное

значение доверительного интервала может быть принято за основу в оценке  $Q_{\text{норм}}$  (предпочтительный способ при принятой

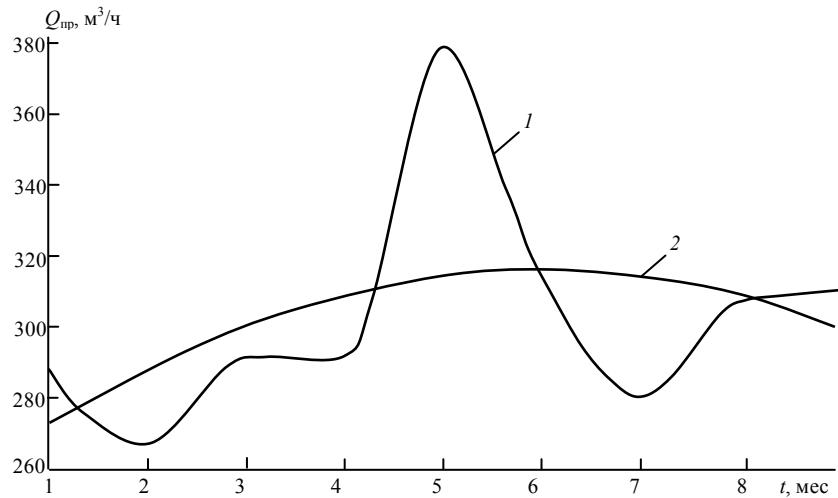


Рис. 1. Зависимость притоков воды по Узельгинскому руднику:  
1 – экспериментальная; 2 – аппроксимированная

вероятности и заданной погрешности в получении результатов).

Физический смысл предложенного подхода заключается в статистической

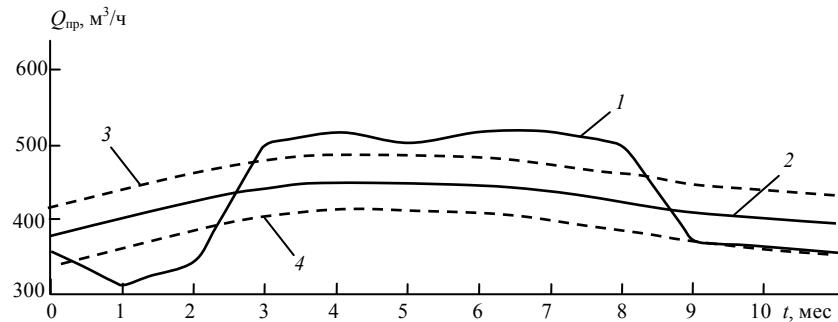


Рис. 2. Зависимость притоков воды по шахте «Северопесчанская»:  
1 – зависимость  $Q_{\text{пр}}(t)$ ; 2 – линия регрессии; 3, 4 – доверительные интервалы

оценке значений устойчивого максимума притоков воды (в течение достаточно длительного отрезка времени в годовом цикле), по которому предлагается определить  $Q_{\text{норм}}$  с целью более обоснованного расчета и выбора всего комплекса шахтного водоотливного оборудования. Поэтому он может быть назван методом устойчивого максимума притоков.

В качестве примера использования данного метода рассмотрим статистические данные по месяцам годового цикла притоков воды по шахте «Северопесчан-

ская» (рис. 2). В результате математической обработки данных получено уравнение регрессии (линия 2) и с учетом коэффициента вариации статистического ряда вероятностью 0,95 и заданной погрешностью 3 % получены доверительные интервалы (линии 3, 4). При этом за основу при оценке величины  $Q_{\text{норм}}$  принята положительная граница интервала (линия 3), что соответствует рассматриваемой в статье стратегии определения основного исходного параметра при проектировании главных водоотливных установок.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов В. М. Рудничные водоотливные установки. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 304 с.
2. Веселов А. И. Рудничный водоотлив. М.: ГНТИ, 1956. 532 с.
3. Шевяков Л. Д., Бредихин А. Н. Шахтный водоотлив. М.: ГНТИ, 1960. 356 с.
4. Носырев Б. А. Насосные установки горных предприятий: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА. 1997. 162 с.

Поступила в редакцию 13 июля 2013 г.

**Тимухин Сергей Андреевич** – доктор технических наук, профессор кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

**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

**Долганов Алексей Владимирович** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры горных машин и транспортно-технологических комплексов. 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: av.dolganov@yandex.ru

# К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ СТУПЕНИ В МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ СХЕМАХ ШАХТНОГО ВОДООТЛИВА

**А. В. Угольников, Д. С. Стожков, С. В. Дмитриев**

С понижением горных работ до глубины 1200–1600 м ступенчатость схем водоотлива может возрасти до 5–6. Следовательно, анализ и обоснование рациональной высоты ступени в таких схемах приобретают важное значение, особенно в условиях обводненных месторождений, при отработке которых расходы электроэнергии на водоотлив могут достигать половины общего расхода по шахте или руднику.

**Ключевые слова:** шахтный водоотлив; насосно-трубопроводная система; многоступенчатый водоотлив; рациональная высота ступени.

В практике проектирования и эксплуатации шахтного водоотлива глубоких горизонтов шахт и рудников все большее применение находят многоступенчатые схемы. Обусловлено это не только самим характером постепенного углубления горных работ, но и технической целесообразностью применения многоступенчатых схем, в которых не требуется высоконапорных насосов и арматуры, а электродвигатели имеют сравнительно небольшую мощность, что очень важно с точки зрения допустимой мощности короткого замыкания в системах подземного электроснабжения [1–4]. С понижением горных работ до глубины 1200–1600 м ступенчатость схем водоотлива может возрасти до 5–6. Следовательно, анализ и обоснование рациональной высоты ступени в таких схемах приобретает важное значение, особенно, в условиях обводненных месторождений, при отработке которых расходы электроэнергии на водоотлив могут достигать половины и более общего расхода по шахте или руднику (такой случай имеет место на шахтах ОАО «Севуралбокситруда»).

Уравнения баланса напоров на каждой ступени с числом  $K$  для приведенной на рис. 1 схемы могут быть записаны следующим образом:

$$\begin{aligned} & [h_{n1} + H_{ct}(Q)] - (Z_1 - Z_2) + h_{n2} = h_{1-2}(Q); \\ & [h_{n2} + H_{ct}(Q)] - (Z_2 - Z_3) + h_{n3} = h_{2-3}(Q); \\ & [h_{n_k} + H_{ct}(Q)] - (Z_{k-1} - Z_k) \\ & \quad + h_{n_k} = h_{(k-1)-k}(Q), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $H_{ct}(Q)$  – напор насоса, принимаемый в условиях нашей задачи равным высоте ступени;  $Z$  – отметки глубин горизонтов (см. рис. 1);  $h_{1-2}(Q) - h_{(k-1)-k}(Q)$  – соответствующие потери напора.

В данной системе уравнений неизвестными являются подпоры между ступенями (перед насосными агрегатами станций)  $h_{n2}$ ,  $h_{n3}$ , ... и расход  $Q_p$  воды по насосно-трубопроводной системе.

При почленном сложении уравнений получим следующее уравнение баланса напоров для всей рассматриваемой насосно-трубопроводной многоступенчатой системы:

$$\begin{aligned} & [h_{n1} + \Sigma H_{ct}(Q)] = h_k + \\ & + (Z_1 - Z_k) + \Sigma h_{(k-1)-k}(Q), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $h_{n1}$ ,  $h_k$  – подпоры перед первой ступенью и остаточный (избыточный) напор в конце трубопроводной системы, которые в условиях рассматриваемой задачи считаются известными.

Так как при почленном сложении всех уравнений (1) слагаемые  $h_n$  исключаются, то полученное уравнение (2) содержит пока одну неизвестную величину – расход  $Q_p$  воды по всей многоступенчатой системе насосных станций, работающих по схеме из насоса в насос (рис. 1). При этом левая часть уравнения (2) представляет собой суммарную напорную характеристику  $H_{ct}f(Q)$  последовательно соединенных насосов всех ступеней, а правая часть представляет собой суммарную характеристику трубопровода. Следовательно, точка пересечения этих характеристик

(точка работы всей рассматриваемой насосно-трубопроводной многоступенчатой системы) является решением уравнения (2).

После определения величины  $Q_p$  можно будет определить значения подпоров перед насосами всех ступеней, а также значения

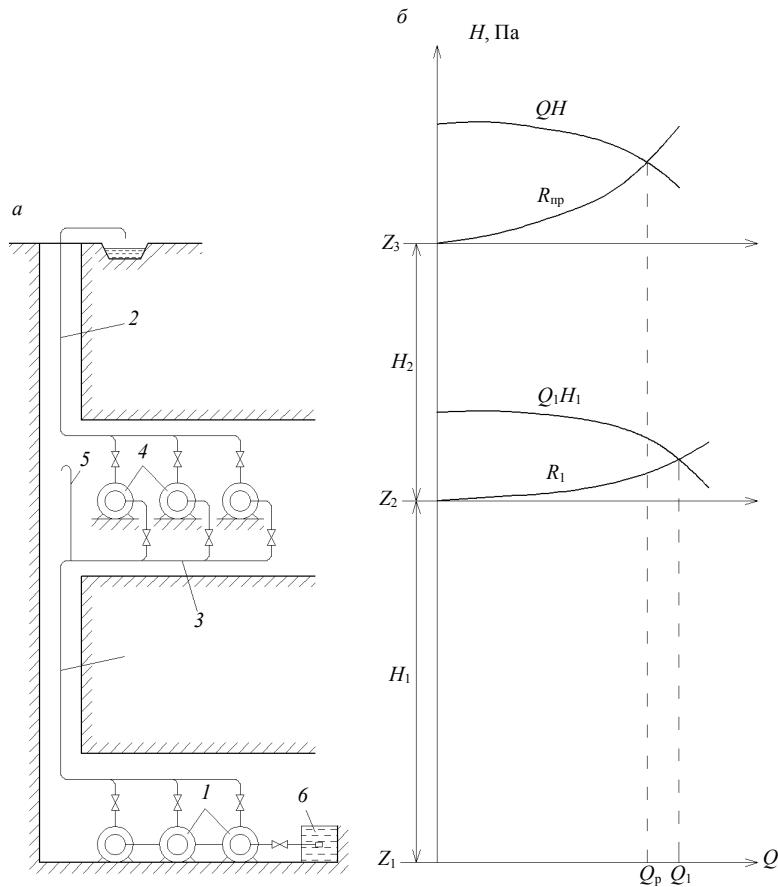


Рис. 1. Схема последовательной работы насосных агрегатов, расположенных на разных горизонтах:

*a – схема водолива; б –  $Q-H$ ,  $Q_1-H_1$  – соответственно суммарная характеристика установки и насосов нижнего горизонта;  $R_1$ ,  $R_{np}$  – характеристика трубопровода нижнего горизонта и приведенная характеристика трубопровода всей установки*

давлений в линиях всасывания и нагнетания ступеней, что необходимо для оценки фактического кавитационного запаса насосов и для оценки достаточности выбранной толщины стенок трубопроводов.

Составление баланса напоров многоступенчатых схем с последовательным включением насосов необходимо также при решении вопросов рационализации числа ступеней, когда требуются значения подпоров  $h_p$  на входе в насосные станции промежуточных ступеней, значения  $H_{cr}(Q)$  для каждой станции и общей избыточной напорности насосно-трубопроводной системы. При этом полный гидравлический расчет рассматриваемых схем водоотлива может быть осуществлен только

после того, как выбраны диаметры трубопроводов и число ступеней, определены места расположения насосных станций и выбрано насосно-силовое оборудование, решены вопросы оптимального разбиения общей высоты водоотлива по ступеням.

Решение этой задачи связано прежде всего с установлением зависимостей основных затрат на сооружение и поддержание всего насосно-трубопроводного каскада многоступенчатого шахтного водоотлива в функции высоты ступени. С учетом высоких цен на металл и того, что количество трубопроводных стволов, согласно Правилам безопасности, должно быть не менее двух, а на обводненных месторождениях обычно составляет 3–4,

стоимость трубопроводов в общей сумме затрат на водоотлив может быть весьма значительной.

На шахтном водоотливе обычно применяются стальные бесшовные трубы с наружным диаметром от 89 до 530 мм и толщиной стенки от 2,5 до 20 мм. С увеличением высоты ступени  $H_{\text{ст}}$  толщина стенок трубопроводов увеличивается, что ведет к увеличению затрат на сооружение или реконструкцию водоотливных установок, которые в общем виде могут быть представлены как

$$C_{\text{тр}} = n_{\text{тр}} q_{\text{м}} \rho_{\text{м}} f_{\text{тр}} H_{\text{ст}}, \quad (3)$$

где  $\rho_{\text{м}}$  – плотность материала труб;  $q_{\text{м}}$  – цена единицы массы материала труб (с учетом транспортных и накладных расходов, ЕНС и взносов по обязательному страхованию от несчастных случаев);  $n_{\text{тр}}$  – число трубопроводных ставов;  $f_{\text{тр}}$  – площадь поперечного сечения материала трубопровода.

Так как стоимость трубопроводов определяется их массой и ценой единицы этой массы (килограмма или тонны), то затраты на

приобретение труб для одной ступени составляет

$$C_{\text{ст}} = n_{\text{тр}} q_{\text{м}} f_{\text{тр}} \rho_{\text{м}} H_{\text{ст}} = \pi K_{\kappa} K_{\text{c}} n_{\text{тр}} q_{\text{м}} \rho_{\text{м}} \left[ \frac{(H_{\text{ст}}^2 d_{\text{н}}^2)}{\sigma_{\text{в}}} - \frac{K_{\kappa} K_{\text{c}} H_{\text{ст}}^3 d_{\text{н}}^2}{\sigma_{\text{в}}^2} \right], \quad (4)$$

где  $K_{\kappa}$  – коэффициент коррозии;  $K_{\text{c}}$  – коэффициент трубопроводного става.

Для любых конкретных условий все параметры в уравнении (4), кроме значения  $H_{\text{ст}}$ , могут быть приняты постоянными, приводим его к виду, более удобному для анализа

$$C_{\text{ст}} = AH_{\text{ст}}^2 - BH_{\text{ст}}^3, \quad (5)$$

где  $A$ ,  $B$  – постоянные для конкретных условий (гидравлических и горнотехнических) подземного горного предприятия величины, учитывающие также число трубопроводных ставов в ступени,

$$A = \frac{\pi K_{\kappa} K_{\text{c}} n_{\text{тр}} q_{\text{м}} \rho_{\text{м}} d_{\text{н}}^2}{\sigma_{\text{в}}}, \quad B = \frac{\pi K_{\kappa}^2 K_{\text{c}}^2 n_{\text{тр}} q_{\text{м}} \rho_{\text{м}} d_{\text{н}}^2}{\sigma_{\text{в}}^2}.$$

Использование полученных зависимостей (1)–(5) может быть положено в основу определения рациональной высоты ступени  $H_{\text{ст}}$  по фактору затрат на трубопроводные ставы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нечушкин Г. М. Состояние и проблемы водоотлива глубоких шахт // Водоотлив глубоких шахт. М.: Недра, 1967. С. 67–70.
2. Изюров В. В. Выбор оптимальной высоты ступени водоотлива для глубоких горизонтов шахт Кизеловского бассейна // Водоотлив глубоких шахт. М.: Недра, 1967. С. 79–81.
3. Мазуренко В. В. Исследование технологической схемы ступенчатого водоотлива глубоких шахт последовательного включенным насосами // Водоотлив глубоких шахт. М.: Недра, 1967. С. 84–87.
4. Попов В. М. Водоотлив с глубоких горизонтов в условиях Северо-Уральских бокситовых рудников // Вопросы горной электромеханики. М.: Недра, 1969. С. 55–62.

Поступила в редакцию 26 июня 2013 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

**Стожков Дмитрий Сергеевич** – ассистент кафедры электротехники. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

**Дмитриев Сергей Владимирович** – соискатель кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

# ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ УДАРНОЙ ВЗРЫВНОЙ ВОЛНЫ ПРИ ЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

**Ю. В. Попов, С. А. Тимухин, В. Ф. Копачев, Э. М. Горшкова**

В статье рассмотрены вопросы оценки газодинамических параметров ударной взрывной волны, характерной при взрыве негабаритов на открытых горных работах. Полученные результаты могут быть использованы при расчетах и обосновании конструктивных параметров защитных устройств, горных пород.

**Ключевые слова:** сильный точечный взрыв; удельная взрывная волна; зависимости газодинамических параметров.

Анализ закономерностей распространения ударной взрывной волны, образующейся при взрыве негабаритов горных пород, и её воздействия на элементы аэродинамически активных защитных устройств [1, 2, 3] показывает, что они в достаточно большой степени соответствуют сильной автомодельной ударной взрывной волне полусферической формы [4]. Кроме того такие волны относятся к нестационарным, так как процесс их распространения имеет вполне определенную тенденцию развития во времени и, следовательно, его характеристики зависят от начала отсчета. Однако, если проанализировать этот процесс не на всем протяжении его развития от начального отрезка до зату-

хания, то на некоторых отрезках, например, при прохождении волны через элементы (листовые или профильные лопатки) защитного устройства он может быть представлен как стационарный. Отсюда процесс в целом может быть представлен как квазистационарный с соответствующим исследованием его характеристик, необходимых, например, при обосновании рациональных параметров аэrodинамически активных устройств при взрывном способе разрушения негабаритов горных пород на карьерах, фундаментов зданий и сооружений в строительстве и т. п.

Течение воздушных потоков в межлопаточных каналах аэродинамически активных защитных устройств (ЗУ) (рис. 1) относится

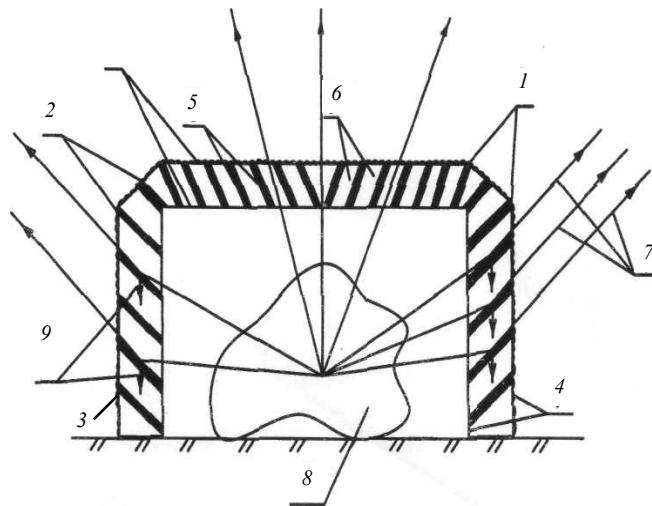


Рис. 1. Схема аэродинамически активного защитного устройства:  
1, 2 – защитные стены; 3, 4 – опорные конструкции устройства; 5 – лопатки решетки потолочины; 6 – межлопаточные каналы потолочины; 7 – направление ударной взрывной волны; 8 – взрываемый негабарит; 9 – векторы прижимающей силы

к числу сложных и нестандартных и поэтому математические его описание затруднительно. Однако, в соответствии с принятым под-

ходом его правомерно представить как квазипотенциальное, что упростит рассмотрение течения и получение результатов, которые

могут быть обобщены и на случаи реальных процессов.

Согласно теории сильного точечного взрыва при отношении расстояния от центра взрыва до фронта ударной волны к радиусу заряда  $r_{\text{н}} : r_{\text{н}} \leq 10$  справедливы зависимости и формулы, полученные для сильных ударных волн. Анализ данного неравенства показывает, что отношение  $r_{\text{н}} / r_{\text{o}}$  характерно для рассматриваемых защитных устройств. Отсюда, выводы, полученные для идеального сильного точечного взрыва, могут быть распространены и на реальный взрыв.

Следовательно, при рассмотрении свойств реальной взрывной волны перепад давления в волне  $\Delta P = P_{\text{н}} - P_{\text{а}}$ , где  $P_{\text{н}}$  – избыточное давление на фронте ударной взрывной волны (УВВ), а  $P_{\text{а}}$  – атмосферное давление. Значение  $\Delta P$  может быть представлено как  $\Delta P = K_1 \cdot P_{\text{н}}$ , где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий собственную энергию воздуха. Значение  $P_{\text{н}}$  является одним из основных газодинамических параметров взаимодействия УВВ в нашем случае с лопатками аэrodинамических активных ЗУ. Обоснование этого параметра может осуществляться как на экспериментальной так и на теоретической основе.

В первом случае  $P_{\text{н}} = f(Q ; r)$ , где  $Q$  – масса сосредоточенного заряда;  $r$  – расстояние от заряда до фронта волны.

Например

$$P_{\text{н}} = 1,4Q / r^3 + 0,43(\sqrt[3]{Q/r})^2 + 0,11\sqrt[3]{Q/r}.$$

Из существующих экспериментальных зависимостей  $P_{\text{н}} = f(Q ; r)$  в каждом конкретном случае обычно требуется соответствующее обоснование их выбора.

Во втором случае избыточное давление может быть определено на основе того, что на фронте сильной ударной волны выполняются следующие условия:

$$P_{\text{н}} = \frac{2}{\gamma+1} \rho_{\text{а}} \cdot C_{\text{уд}}^2; \quad (1)$$

$$U_{\text{н}} = \frac{2}{\gamma+1} C_{\text{уд}};$$

$$\frac{\rho_{\text{н}}}{\rho_{\text{а}}} = \frac{\gamma+1}{\gamma-1},$$

где  $\rho_{\text{а}}$  – плотность атмосферного воздуха;  $\rho_{\text{н}}$  – плотность на фронте ударной волны;  $C_{\text{уд}}$  – скорость фронта ударной волны;  $U_{\text{н}}$  – скорость воздуха на фронте ударной волны;  $\gamma$  – показатель адиабаты газа (в условиях нашей задачи величина постоянная).

Полная энергия сильной ударной волны

$$E = \frac{8\pi}{9} \frac{P_{\text{н}}}{\gamma-1} r_{\text{н}}^3, \quad (2)$$

где  $r_{\text{н}}$  – радиус фронта ударной волны.

С другой стороны

$$E = mQ = 4/3\pi r_{\text{o}}^3 \rho_{\text{o}} Q, \quad (3)$$

где  $r_{\text{o}}$  – радиус заряда;  $m$  – масса заряда;  $Q$  – энергия единицы массы заряда;  $\rho_{\text{o}}$  – плотность заряда.

Приравнивая (2) и (3) с учетом атмосферного давления, после преобразований получаем для наших условий

$$\Delta P = K_1 P_{\text{н}} = \frac{3(\gamma-1)\rho_{\text{o}} Q}{2} \left( \frac{r_{\text{o}}}{r_{\text{н}}} \right)^3.$$

Согласно (1) следует, что скорость фронта ударной волны

$$C_{\text{уд}} = \sqrt{\frac{\Delta P(\gamma+1)}{K_1 \cdot 2\rho_{\text{а}}}}.$$

Значения в этой формуле могут использоваться как экспериментальные, так и полученные теоретическим путем.

Таким образом, на основе предложенного подхода могут быть установлены основные исходные параметры УВВ, действующей на элементы ЗУ, необходимые для прочностных расчетов, конструирования и проектирования аэrodинамически активных защитных устройств, обладающих более высокими технико-экономическими показателями по сравнению с аналогами, как с точки зрения устойчивости при взрывах, так и их массогабаритности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Попов Ю. В., Тарасов С. П., Горшкова Э. М. К вопросу обоснования параметров аэrodинамически активных защитных устройств на основе рассмотрения квазипотенциальных течений в их решетках: материалы

Междунар. науч.-практ. конф. «Уральская горная школа регионам». Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2011. С. 381–382.

2. Защитное устройство для разрушения негабаритов горных пород: пат. 101540 Рос. Федерации. № МПК F42Д 5/00; заявл. 05.04.2010; опубл. 20.01.2011. Бюл. 2.

3. Защитное устройство для разрушения негабаритов горных пород: пат. 107343 Рос. Федерации. № МПК F42Д 3/04; заявл. 12.01.2011; опубл. 10.08.2011. Бюл. 22.

**Попов Юрий Владимирович** – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

**Тимухин Сергей Андреевич** – доктор технических наук, профессор кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

**Копачев Валерий Феликсович** – кандидат технических наук, доцент кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: u1331@yandex.ru

**Горшкова Элла Михайловна** – заведующая лабораторией кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

## СПОСОБЫ УРАВНИВАНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКА (в порядке обсуждения)

**И. А. Шлемов, А. В. Гальянов**

Представлено полное решение задачи уравнивания треугольника по способу наименьших квадратов и упрощенному способу, разработанному А. В. Гальяновым.

**Ключевые слова:** уравнительные вычисления; решение треугольника; способ наименьших квадратов; упрощенный способ уравнивания.

В специальной и учебной литературе по уравниванию геодезических триангуляционных сетей и маркшейдерских сетей сгущения рассматриваются примеры уравнительных вычислений достаточно сложных геометрических фигур, начиная с четырехугольника и т. д. Вместе с тем основой этих сетей является треугольник, решение которого не рассматривается, а ограничивается правилом: угловая невязка «разбрасывается» на все углы поровну с обратным знаком. Если принять во внимание то, что угловая невязка есть просто некомпенсированные ошибки измерения углов [1], а не точность угловых измерений, то решение треугольника приобретает методическую целесообразность.

**Геометрические основы решения треугольника.** Решение треугольника в системе геодезических сетей есть нахождение «истинных» значений его элементов по результатам непосредственных измерений. У плоского треугольника имеется 6 элементов: 3 стороны и 3 угла. Для решения треугольника используются три основные теоремы: косинусов, синусов и суммы углов:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{\text{yp}} + \beta_{\text{yp}} + \gamma_{\text{yp}} &= 180^\circ; \\ \frac{c_0}{\sin \gamma_{\text{yp}}} &= \frac{a_{\text{yp}}}{\sin \alpha_{\text{yp}}} = \frac{b_{\text{yp}}}{\sin \beta_{\text{yp}}}; \\ c_0 &= \sqrt{a_{\text{yp}}^2 + b_{\text{yp}}^2 - 2a_{\text{yp}}b_{\text{yp}} \cos \gamma_{\text{yp}}}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Известно, что для решения треугольника необходимое и достаточное количество исходных данных равно трем, причем один из них должен быть обязательно линейным, в противном случае, решением будет бесконечное множество подобных треугольников.

В общем виде, для определения координат точки  $C$  достаточно измерить длину одной из сторон и ее дирекционный угол, при известной исходной стороне  $AB$  (рис. 1).

Конечный результат вычислений по определению координат точки  $C$  через базисные пункты  $A$  и  $B$  имеет вид:

$$\left| \begin{array}{l} X_C(A) = X_A + b \cos \alpha; \quad X_C(B) = X_B + a \cos(180^\circ - \beta); \\ Y_C(A) = Y_A + b \sin \alpha; \quad Y_C(B) = Y_B + a \sin \beta. \end{array} \right|$$

**Схема уравнительных вычислений по способу наименьших квадратов.** Исходными данными для уравнивания треугольника по способу наименьших квадратов являются измеренные углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , измеренные стороны  $a$  и  $b$  при известном базисе  $c_0$ . Уравнять треугольник – значит привести соотношение его элементов к требованиям геометрии [2] путем решения независимых уравнений, количество которых равно:  $r = n - k$ , где  $r$  – количество независимых уравнений;  $n$  – число всех измеренных величин (включая базис);  $k$  – необходимое их количество.

Угловая невязка в треугольнике  $ABC$

$$\alpha + \beta + \gamma - 180^\circ = \omega.$$

Принимая, что  $d\alpha$ ,  $d\beta$  и  $d\gamma$  рассматриваются как ошибки непосредственных измерений углов, будем иметь

$$d\alpha + d\beta + d\gamma = \omega. \quad (2)$$

Из теоремы косинусов после дифференцирования получаем

$$dc_{p1} = da \cos \beta + db \cos \alpha = c_{p1} - c_0.$$

Из теоремы синусов по стороне  $a$  после дифференцирования получаем

$$dc_{p2} = da \frac{c_0}{a} + c_0 \operatorname{ctg} \gamma \frac{d\gamma}{\rho} -$$

$$-c_0 \operatorname{ctg} \alpha \frac{d\gamma}{\rho} = c_{p2} - c_0.$$

Таким образом, имеем три независимых уравнения с пятью неизвестными параметрами.

На основе данной системы условных уравнений составляется матрица  $B$  – матрица коэффициентов линейных уравнений поправок. Она содержит частные производные от функций, вычисляемые по результатам измерений. По этим данным составляется  $Q_w$  – матрица обратных весов. После обращения

получается матрица  $Q_w^{-1}$  – матрица коэффициентов уравнений коррелят.

Матрица  $B$  составляется по схеме

$$B = \begin{vmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & b_{1,3} & b_{1,4} & b_{1,5} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & b_{2,3} & b_{2,4} & b_{2,5} \\ b_{3,1} & b_{3,2} & b_{3,3} & b_{3,4} & b_{3,5} \end{vmatrix};$$

$$b_{1,1} = \frac{\partial \omega}{\partial \alpha} = 1; b_{1,2} = \frac{\partial \omega}{\partial \beta} = 1; b_{1,3} = \frac{\partial \omega}{\partial \gamma} = 1;$$

$$b_{1,4} = \frac{\partial \omega}{\partial a} = 0; b_{1,5} = \frac{\partial \omega}{\partial b} = 0; b_{2,1} = \frac{\partial \Delta c_{p1}}{\partial \alpha} = 0;$$

$$b_{2,2} = \frac{\partial \Delta c_{p1}}{\partial \beta} = 0;$$

$$b_{2,3} = \frac{\partial \Delta c_{p1}}{\partial \gamma} = \frac{ab}{c_{p1}\rho} \sin \gamma; b_{2,4} = \frac{c_0}{c_{p1}} \cos \beta;$$

$$b_{2,5} = \frac{c_0}{c_{p1}} \cos \alpha; b_{3,1} = -\frac{c_0}{\rho \tan \alpha};$$

$$b_{3,2} = \frac{\partial \Delta c_{p2}}{\partial \beta} = 0; b_{3,3} = \frac{\Delta c_{p2}}{\partial \gamma} = \frac{c_0}{\rho \tan \gamma};$$

$$b_{3,4} = \frac{\partial \Delta c_{p2}}{\partial a} = \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}; b_{3,5} = \frac{\Delta c_{p2}}{\partial b} = 0.$$

Матрица  $Q_w$  конструируется из матрицы  $B$  по схеме

$$Q_w = \begin{vmatrix} q_{1,1} & q_{1,2} & q_{1,3} \\ q_{2,1} & q_{2,2} & q_{2,3} \\ q_{3,1} & q_{3,2} & q_{3,3} \end{vmatrix};$$

$$q_{1,1} = b_{1,1}^2 + b_{1,2}^2 + b_{1,3}^2 + b_{1,4}^2 + b_{1,5}^2; q_{1,2} = q_{2,1} = b_{1,1}b_{2,1} + b_{1,2}b_{2,2} + b_{1,3}b_{2,3} + b_{1,4}b_{2,4} + b_{1,5}b_{2,5};$$

$$\begin{aligned} q_{1,3} &= q_{3,1} = b_{1,1}b_{3,1} + b_{1,2}b_{3,2} + b_{1,3}b_{3,3} + b_{1,4}b_{3,4} + \\ &+ b_{1,5}b_{3,5}; q_{2,2} = b_{2,1}^2 + b_{2,2}^2 + b_{2,3}^2 + b_{2,4}^2 + b_{2,5}^2; \\ q_{3,2} &= q_{2,3} = b_{2,1}b_{3,1} + b_{2,2}b_{3,2} + b_{2,3}b_{3,3} + b_{2,4}b_{3,4} + \\ &+ b_{2,5}b_{3,5}; q_{3,3} = b_{3,1}^2 + b_{3,2}^2 + b_{3,3}^2 + b_{3,4}^2 + b_{3,5}^2. \end{aligned}$$

Для обращения  $Q_w$  составляется матрица  $U$  по схеме

$$U = \begin{vmatrix} U_{1,1} & U_{1,2} & U_{1,3} \\ U_{2,1} & U_{2,2} & U_{2,3} \\ U_{3,1} & U_{3,2} & U_{3,3} \end{vmatrix};$$

$$U_{1,1} = \sqrt{q_{1,1}}; U_{1,2} = U_{2,1} = \frac{q_{1,2}}{U_{1,1}}; U_{1,3} = U_{3,1} = \frac{q_{1,3}}{U_{1,1}};$$

$$U_{2,2} = \sqrt{q_{2,2} - U_{1,2}^2}; U_{2,3} = U_{3,2} = -\frac{U_{1,2}U_{1,3} - q_{2,3}}{U_{2,2}};$$

$$U_{3,3} = \sqrt{q_{3,3} - U_{1,3}^2 - U_{2,3}^2}.$$

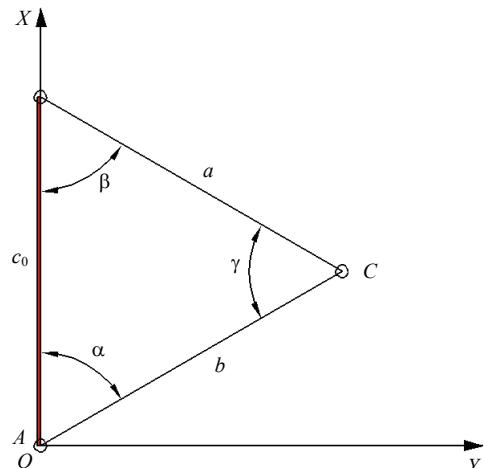


Рис. 1. Схема определения координат точки  $C$

Составляется матрица обратная матрице  $Q_w$  по схеме

$$Q_w^{-1} = \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{vmatrix};$$

$$a_{3,3} = \frac{1}{U_{2,3}^2}; a_{3,2} = a_{2,3} = -\frac{U_{2,3}}{U_{2,2}U_{3,3}}; a_{3,1} = a_{1,3} =$$

$$= -\frac{a_{3,2}U_{1,2} + a_{3,3}U_{1,3}}{U_{1,1}}; a_{2,2} = -\frac{a_{2,3}U_{2,3}U_{2,2} - 1}{U_{2,2}^2};$$

$$a_{2,1} = a_{1,2} = -\frac{a_{2,2}U_{1,2} + a_{2,3}U_{1,3}}{U_{1,1}};$$

$$a_{1,1} = -\frac{a_{1,2}U_{1,2}U_{1,1} + a_{1,3}U_{1,3}U_{1,1} - 1}{U_{1,1}^2}.$$

Уравнения коррелат  $K$  принимают общий вид

$$\begin{aligned} K_1 &= -\left(a_{1,1}\omega + a_{1,2}\Delta c_{p1} + a_{1,3}\Delta c_{p2}\right); \\ K_2 &= -\left(a_{2,1}\omega + a_{2,2}\Delta c_{p1} + a_{2,3}\Delta c_{p2}\right); \\ K_3 &= -\left(a_{3,1}\omega + a_{3,2}\Delta c_{p1} + a_{3,3}\Delta c_{p2}\right). \end{aligned}$$

В результате уравнения поправок в измеряемые параметры треугольника определяются из выражений

$$\begin{aligned}\varepsilon\alpha &= V_1 = b_{1,1}K_1 + b_{2,1}K_2 + b_{3,1}K_3; \\ \varepsilon\beta &= V_2 = b_{1,2}K_1 + b_{2,2}K_2 + b_{3,2}K_3; \\ \varepsilon\gamma &= V_3 = b_{1,3}K_1 + b_{2,3}K_2 + b_{3,3}K_3; \\ \varepsilon a &= V_4 = b_{1,4}K_1 + b_{2,4}K_2 + b_{3,4}K_3; \\ \varepsilon b &= V_5 = b_{1,5}K_1 + b_{2,5}K_2 + b_{3,5}K_3; \\ \alpha_{\text{yp}} &= \alpha + \varepsilon\alpha; \\ \beta_{\text{yp}} &= \beta + \varepsilon\beta; \gamma_{\text{yp}} = \gamma + \varepsilon\gamma; \\ a_{\text{yp}} &= a + \varepsilon a; b_{\text{yp}} = b + \varepsilon b.\end{aligned}$$

В конечном результате по уравненным параметрам треугольника  $ABC$  находятся координаты точки  $C$ . Контролем правильности вычислений служит выполнение условий (1).

Приведенное развернутое решение треугольника положено в основу составления компьютерной программы для исследования влияния формы и ошибок непосредственных измерений на результат уравнительных вычислений.

*Схема уравнительных вычислений по способу А. В. Гальянова.* В основе данного способа уравнивания [1] лежит следствие из теоремы синусов, связывающее стороны треугольника с диаметром описанной вокруг данного треугольника окружности.

Доказательство данного следствия основано, в свою очередь, на следствии из теоремы о вписанном угле, доказывающей, что

вписанные углы, опирающиеся на одну дугу, равны, а угол, опирающийся на диаметр – прямой. Таким образом, если построить диаметр  $A_1C$  (рис. 2), то образованный треугольник  $A_1BC$  будет прямоугольным, а углы  $BAC$  и  $BA_1C$  – равными  $\alpha$ , так как опираются на дугу  $BC$ .

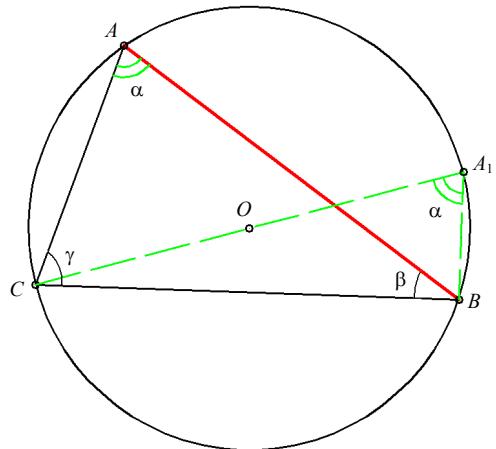


Рис. 2. Схема доказательства следствия из теоремы синусов

По определению синуса в прямоугольном треугольнике:

$$\sin \angle \alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{BC}{2R}.$$

Отсюда

$$2R = \frac{BC}{\sin \angle \alpha}.$$

Аналогично доказывается подобное равенство для других сторон треугольника.

В схеме, приведенной в [1], параметр  $2R$  обозначен буквой  $U$ :

$$2R = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = U.$$

Исходными данными для уравнивания треугольника по этому способу также являются измеренные углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , измеренные стороны  $a$ ,  $b$  и известный базис  $C_0$ . Алгоритм вычислительных операций сводится к следующей последовательности.

Находится параметр  $U$  – диаметр описанной окружности, вычисленный из различных

комбинаций сторон и противолежащих им углов:

$$U_c = \frac{c_0}{\sin \gamma}; U_a = \frac{a}{\sin \alpha}; U_b = \frac{b}{\sin \gamma}.$$

Находится среднее значение  $\bar{U}$ . Вес  $U_c$  для расчетов принимается равным  $P_c = 2$ , так как содержит только одну ошибку за счет измерения угла  $\gamma$ . Веса  $U_a$  и  $U_b$  принимаются равными  $P_a = P_b = 1$ .

$$\bar{U} = \frac{2U_c + U_a + U_b}{4}.$$

Определяется уравненное значение угла  $\gamma_{yp}$  из соотношения

$$\sin \gamma_{yp} = \frac{c_0}{\bar{U}}; \gamma_{yp} = \arcsin \frac{c_0}{\bar{U}}.$$

Вычисляется угловая невязка  $\omega_2$  треугольника  $ABC$  с учетом уравненного угла  $\gamma_{yp}$ :

$$\alpha + \beta + \gamma_{yp} - 180^\circ = \omega_2.$$

Очевидно, что полученная новая невязка распространяется только на углы  $\alpha$  и  $\beta$ :

$$d\alpha + d\beta = \omega_2.$$

Находится промежуточный параметр  $\bar{V}$ , также получаемый из теоремы синусов [1]:

$$V_a = \frac{a}{b}; V_\alpha = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta};$$

$$\bar{V} = \frac{V_a + V_\alpha}{2};$$

Вычисляются поправки в углы  $\alpha$  и  $\beta$  в виде  $\varepsilon\alpha$  и  $\varepsilon\beta$ :

$$\varepsilon\beta = \frac{\omega}{\bar{V}(\cos \beta / \cos \alpha) + 1};$$

Тогда

$$\varepsilon\alpha = \omega - \varepsilon\beta.$$

Вводя полученные поправки в измеренные углы с обратным знаком, находят уравненные углы  $\alpha$  и  $\beta$ :

$$\alpha_{yp} = \alpha - \varepsilon\alpha; \beta_{yp} = \beta - \varepsilon\beta.$$

Контролем правильности вычисления углов является сумма углов в треугольнике:

$$\alpha_{yp} + \beta_{yp} + \gamma_{yp} - 180^\circ = 0^\circ.$$

Находят уравненные стороны  $a$  и  $b$  из выражений

$$a_{yp} = \bar{U} \sin \alpha_{yp}; b_{yp} = \bar{U} \sin \beta_{yp}.$$

Контролем правильности вычисления длин сторон треугольника является теорема косинусов:

$$c_0^2 = a_{yp}^2 + b_{yp}^2 - 2a_{yp}b_{yp} \cos \gamma_{yp}.$$

По уравненным параметрам треугольника  $ABC$  находятся координаты точки  $C$  по формулам (2).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гальянов А. В. Способ уравнивания треугольника // Маркшейдерия и недропользование. 2013. № 1. С. 61–62.
2. Бахурин И. М. Курс маркшейдерского дела. М.: Высш. школа, 1962. 494 с.

Поступила в редакцию 14 июня 2013 г.

**Шлемов Иван Александрович** – аспирант. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: smeag@mail.ru

**Гальянов Алексей Владимирович** – доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: sgimd@mail.ru

# СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 338.242

## ИННОВАЦИОННОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В. Е. Стровский, О. В. Косолапов

Успех производственной деятельности во многом определяется его потенциальными возможностями к восприятию инновационной среды. В статье раскрывается понятие инновационности технического потенциала, содержание стадий инновационного процесса, предлагаются перечень оценочных показателей инновационности технического потенциала и их весовые коэффициенты, учитываемые при выполнении конечной интегральной оценки.

**Ключевые слова:** инновационность; технический базис; инновационный процесс; оценка.

Особое внимание при формировании деятельности технического потенциала обращается на состояние его ресурсов: их прогрессивность, соответствие наилучшим отечественным или мировым стандартам, степень инновационности и экологичности, а также на выполнение требований, определяемых моделью перехода к устойчивому развитию. Успех производственной деятельности предприятия во многом определяется его потенциальным возможностям к восприятию инновационной среды. Общеизвестно, что далеко не каждое из них может функционировать в инновационной среде хотя бы потому что инновационный механизм, регулирующий инновационную деятельность, предполагает значительные материальные и финансовые затраты. В то же время сегодня любое предприятие, как бы успешно оно ни функционировало, должно быть нацелено на освоение новых технологий, позволяющих снижать затраты на производство продукции, либо повышать его качественный уровень, иначе оно окажется в кризисной ситуации. Условия применения техники и технологии могут меняться, но их важность не уменьшается, так как именно они представляют собой самый существенный стимул для изменений в обществе.

Включенные еще в начале прошлого века И. А. Шумпетером в научный оборот термины *нововведение, инновационный процесс* [1] сегодня используются в управленческой

литературе достаточно широко. Термин *инновация* в переводе означает «обновление, новинка, изменение». При всем многообразии вариантов толкования данного термина чаще всего под инновацией понимают результат интеллектуальной деятельности (научно-технических исследований, научно-технических открытий и изобретений, научных идей) в виде некоторого нового объекта (системы, технологии, оборудования, товаров и услуг) или в виде некоторого объекта, качественно отличного от предшествующего аналога [2]. Причем это не просто объект, внедренный в производство, а успешно внедренный и приносящий прибыль. Иначе говоря, инновации – это нововведения, улучшающие деятельность предприятия, повышающие эффективность управления, укрепляющие позиции предприятия [3–5].

В широком смысле слова инновационная деятельность касается преобразований различных сфер общественной жизни, в более узком восприятии этого понятия она распространяется на общественное производство и, наконец, в узком смысле слова инновационная деятельность относится к процессу промышленного освоения новшеств, которые характеризуют технику и технологию, реже – методы организации и управления.

Более детальная классификация предполагает выделение пяти основных типов инноваций [6]:

- инновации в области предметов труда (продуктовые);
- инновации в области средств труда (технико-технологические);
  - социально-трудовые инновации;
  - организационные инновации;
  - информационные инновации.

Отраслевой аспект показателей технологического обмена наглядно подчеркивает активность горнодобывающих предприятий в этой сфере. Как отмечают авторы [7] 52 из 79 обследованных предприятий сырьевых отраслей приобретали машины и оборудование (технологические инновации), в то же время 47 предприятий проводили исследования и разработку новых продуктов и производственных процессов. Учитывая, что инновации могут быть восходящие (исследования, генерирующие новые знания) и нисходящие (разработка продукции для рынка на основе имеющихся знаний), в условиях горного производства речь идет чаще всего об инновациях второго типа, ибо, как считают специалисты, «в обозримый период времени не ожидается создание качественно принципиально новых технологий и машин» [8].

При определении инновационно-технического потенциала инновационная деятельность воспринимается как деятельность, результатом которой является качественное обновление технического потенциала предприятия, проявляющееся в следующих направлениях:

- улучшение технологий или создание новых методов обнаружения потенциальных ресурсов в процессе геологического изучения недр;
- совершенствование технологий или поиск новых методов извлечения полезного ископаемого из недр с целью сокращения потерь и обеспечения рационального, экономически целесообразного освоения месторождения;
- совершенствование существующих технологий, машин и оборудования с целью повышения использования рабочего времени, производительности действующего оборудования при одновременном росте безопасности, улучшении условий труда рабочих и защите окружающей среды, что обеспечивает повышение кон-

курентоспособности предприятия и соответствующий рост эффективности производства;

- увеличение доли информационных систем на базе новейших средств электроники в системах управления, что обеспечивает тотальную компьютеризацию отрасли;
- создание новых методов захоронения отходов промышленного производства в отработанных выработках шахт и рудников;
- разработка экологически чистых, безотходных или малоотходных ресурсосберегающих технологий, ориентированных на реализацию политики устойчивого развития при освоении ресурсов недр.

Инновационность формируемого технического потенциала предприятия предполагает его постоянное обновление с ориентацией при этом на новое прогрессивное оборудование. Как считают эксперты, коэффициент прогрессивности  $K_p$ , оценка которого осуществляется путем сопоставления фактической производительности с максимально достигнутой на аналогичных производственных процессах в отечественной или мировой практике, должен составлять не менее 0,7–0,75. Обновление оборудования должно предусматривать и обязательное списание последнего, причем списанию подлежат не отслужившие свой срок единицы техники, а подлежащие списанию согласно технической экспертизе (диагностике). Важную роль играет списание оборудования согласно моральному износу. В настоящее время подобный вид списания не практикуется, более того, финансовая несостоятельность предприятий предопределяет эксплуатацию отслужившего свой амортизационный срок оборудования.

Анализ отечественной и зарубежной литературы позволяет рассматривать инновационную деятельность предприятий как многокомпонентный процесс создания, внедрения и использования результатов научных исследований и разработок. При структуризации инновационного процесса различают стадии: *исследование – разработка – производство – маркетинг – продажа* или более подробно *фундаментальные исследования – прикладные исследования – разработки – исследование рынка – конструирование – рыночное планирование – опыт-*

*ное производство – рыночные испытания – коммерческое производство.* Перечень указанных стадий не является общепризнанным, как и характер стадий по их отношению к науке. В определении стадийности инновационной деятельности и ее характеристике авторы придерживаются точки зрения, описанной в [9].

Предприятие обычно вынуждено самостоятельно, по собственной инициативе выполнять работы, содержащие элементы НИР. Решение оказывается очевидным: либо создание специализированной инновационной структуры, либо заключение договоров с НИИ (найм специалистов для решения конкретной проблемы). Однако оба решения нецелесообразны в силу их затратности. Содержание мощной специализированной структуры требует больших затрат, небольшие же подразделения подобные задачи не решают в принципе. Привлечение специалистов на договорных началах зачастую невозможно из-за отсутствия профессионально подготовленных специалистов. Опыт показывает, что в этих условиях эффективным решением проблемы становятся стабильные партнерские отношения со специализированными организациями, оказывающими консультационные услуги

Фактически инновационная деятельность горного предприятия выступает связующим звеном между сферой НИОКР и производством. Цель инновационной деятельности – разработка и внедрение новых и усовершенствованных технологий в заданные сроки в необходимом объеме, а цель НИОКР – проведение необходимых исследований, разработка и освоение конкретных видов новой техники и технологий с заданными параметрами в определенные сроки. Проведение научных исследований на базе самих предприятий нецелесообразно, подобная работа может иметь место лишь на уровне крупных корпораций в рамках создающихся научно-технических центров, занимающихся целенаправленными фундаментальными исследованиями.

Инновационная составляющая технического потенциала предполагает оценку ее состояния и результативность использования. Перечень рекомендуемых оценочных показа-

телей будет иметь вид:

- показатель собственных научных исследований и конструкторско-технологических разработок;
- показатель внедрения нового прогрессивного оборудования;
- показатель обновления активной части основных фондов за счет новых машин и оборудования;
- показатель внедрения новых технологий;
- показатель патентной деятельности;
- показатель договорных работ по НИР;
- показатель диверсифицированности производства, выпуска нетрадиционной продукции.

Естественно, что уровень инновационной активности во многом, если не полностью, зависит от инвестиций. Основным же источником инвестиций в большинстве случаев выступают собственные средства предприятия, что ограничивает реализацию потенциала предприятия, поскольку для широкомасштабных инвестиций нужны значительные финансовые вложения, которыми сами предприятия нередко не обладают. За частую инвестиции идут не на новое оборудование, а на устранение неполадок в устаревшем, растут затраты на капитальный ремонт. Технологические инновации в большинстве случаев не приводят к снижению численности работников предприятия, а невысокий рост производительности объясняется тем, что новое оборудование по сути в ряде случаев представляет собой устаревшие образцы зарубежного оборудования. Снижает результативность обновления и некомплексность оборудования.

Степень инновационности технического потенциала предлагается оценивать с помощью комплексного показателя КИН, в формировании которого принимают участие:

- показатель внедрения новых или усовершенствованных продуктов (дифференцированность производства, выражаясь долей продукции нетрадиционных видов деятельности):

$$K_{\text{вн}} = \frac{D_{\text{дф}}}{D_a},$$

где  $D_{\text{дф}}$ ,  $D_a$  – доля дифференцированной (новой для горнодобывающего предприятия)

продукции, фактическая и на передовых предприятиях-аналогах, соответственно;

– показатель осуществления собственных научных исследований и конструкторско-технологических разработок:

$$K_{\text{и.к.}} = \frac{K_{\text{и.к.ф.}}}{K_{\text{и.к.н.}}},$$

где  $K_{\text{и.к.ф.}}$ ,  $K_{\text{и.к.н.}}$  – фактическая и нормативная величина затрат (достигнутая в отрасли на передовых предприятиях) на НИР и конструкторско-технологические разработки в расчете на 1 т добываемой руды, соответственно;

– показатель внедрения нового прогрессивного оборудования:

$$K_{\text{но}} = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{общ}}},$$

где  $Q_{\text{н}}$ ,  $Q_{\text{общ}}$  – объем добычи или проходки, выполненный с использованием нового оборудования и общий, соответственно;

– показатель обновления оборудования за счет новых образцов:

$$K_{\text{обн}} = \frac{K_{\text{об.ф.}}}{K_{\text{об.пл}}},$$

где  $K_{\text{об.ф.}}$ ,  $K_{\text{об.пл}}$  – фактический и плановый коэффициенты обновления активной части основных фондов за счет новых машин и оборудования, соответственно;

– показатель внедрения новых и усовершенствованных технологических процессов добычи:

$$K_{\text{т.д.}} = \frac{D_{\text{д.ф.}}}{D_{\text{дmax}}},$$

где  $D_{\text{д.ф.}}$ ,  $D_{\text{дmax}}$  – доля добычных работ фактическая и максимально возможная с использованием новых технологических решений, соответственно;

$$K_{\text{т.п.}} = \frac{D_{\text{т.ф.}}}{D_{\text{тmax}}},$$

где  $D_{\text{т.ф.}}$ ,  $D_{\text{тmax}}$  – доля проходческих работ фактическая и максимально возможная с использо-

ванием новых технологических решений, соответственно;

– показатель патентной деятельности:

$$K_{\text{пат}} = \frac{D_{\text{п.ф}}}{D_{\text{п.п}}},$$

где  $D_{\text{п.ф}}$ ,  $D_{\text{п.п}}$  – доля нематериальных активов фактическая и достигнутая в отрасли на передовых предприятиях в расчете на 1 т добычи, соответственно;

– показатель договорных научно-исследовательских работ:

$$K_{\text{НИР}} = \frac{K_{\text{НИР ф}}}{D_{\text{НИР н}}},$$

где  $K_{\text{НИР ф}}$ ,  $K_{\text{НИР н}}$  – величина договорных научно-исследовательских работ фактическая и нормативная (достигнутая в отрасли на передовых предприятиях) в расчете на 1 т добываемой руды, соответственно.

Степень инновационности технического потенциала  $K_{\text{инн}}$ :

$$K_{\text{инн}} = K_{\text{вн}}\alpha_1 + K_{\text{и.к}}\alpha_2 + K_{\text{но}}\alpha_3 + K_{\text{обн}}\alpha_4 + \\ + K_{\text{т.д}}\alpha_5 + K_{\text{т.п}}\alpha_6 + K_{\text{пат}}\alpha_7 + K_{\text{НИР}}\alpha_8,$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8$  – коэффициенты весомости, в сумме составляющие 1,0.

Важным условием обеспечения инновационности является наличие соответствующего потенциала, формирующего ее наличие:

– материально-технические ресурсы (наличие специализированных лабораторий, степень компьютеризации КБ, наличие контрольной аппаратуры, приборов и др.);

– людские ресурсы (квалификационный и возрастной состав, творческие способности, профессионализм, знание прогрессивных технологий, способность к совершенствованию и др.);

– информационные ресурсы.

Немаловажное значение имеет и качественно-количественная характеристика трудового потенциала, непосредственно эксплуатирующего оборудование, принимающего управленические решения в части его использования, а также того, кто занят ремонтом и обслуживанием оборудования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М: Прогресс, 1982.
2. Гамидов Г. С., Колосов В. Г., Османов Н. О. Основы инноватики и инновационной деятельности. СПб: Политехника, 2000. 306 с.
3. Глисин Ф. Ф., Лосева О. Н. Тенденции инновационной деятельности промышленных предприятий России // Инновации. 2003. № 2/3. С. 59–60.
4. Ларичева Е. А. Двойная роль инноваций // Менеджмент в России и за рубежом. 2004. № 3. С. 22–26.
5. Экономическая статистика / Г. М. Гуров [и др.] М., 1983. 600 с.
6. Багрецов Н. Д. Инновации как основа эффективного развития промышленных предприятий в постприватизационный период // Активная государственная инновационная политика – основа экономического возрождения России: материалы Первой окружной конференции. Екатеринбург, 2001. С. 114–115.
7. Гохберг Л., Кузнецова И. Инновационные процессы: тенденции и проблемы // Экономист. 2002. № 2. С. 50–59.
8. Афенников В. С., Дубровский Е. М., Ясный В. К. О некоторых особенностях развития научных исследований и опытно-конструкторских работ в угольной промышленности за рубежом // Уголь. 1994. № 3. С. 43–47.
9. Войчинский А. М., Лебедев О. Т., Юделевич М. А. Организационно-технологический базис и НТП. М., 1991. 210 с.

Поступила в редакцию 15 июля 2013 г.

**Стровский Владимир Евгеньевич** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: ief.em@ursmu.ru

**Косолапов Олег Вениаминович** – кандидат экономических наук, начальник управления «Оренбургнедра». 460000, г. Оренбург, Парковый проспект, 6. E-mail: nedra1958@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ

**А. В. Душин, М. Н. Игнатьева**

Раскрываются точки зрения исследователей на роль минеральных ресурсов в обеспечении условий для экономического роста. Рассматриваются ключевые моменты негативной и позитивной оценки этого явления. Обосновывается значимость минерально-сырьевого комплекса для экономики России с позиции оценки качества жизни в различных регионах и перспективы его использования.

**Ключевые слова:** минеральные ресурсы; экономический рост; тенденции; проблемы; перспективы.

Теме влияния минеральных ресурсов на экономический рост посвящено значительное количество работ. В целом среди представленных векторов-мнений выделяется два полюса: позитивный фактор роста и негативное влияние. На рис. 1 представлена обобщенная оценка природных ресурсов как фактора экономического развития в зависимости от длительности периода его воздействия.

Согласно классическим, неоклассическим, кейнсианским и неокейнсианским моделям экономического роста, начальный запас капитальных благ (к которым относятся и минеральные ресурсы), наряду с техническими знаниями и характеристиками рабочей силы на протяжении краткосрочного периода определяет уровень производственных возможностей, которыми располагает хозяйственная система.

Таким образом, в краткосрочном периоде минеральные ресурсы, безусловно, рассматриваются как позитивный фактор экономического роста.

В то же время большинство стран Африки и Южной Америки, обладающих существенными запасами минерального сырья, за редким исключением относятся к категории слаборазвитых стран. Наличие значительного природного богатства не является исчерпывающим или самодостаточным фактором экономического роста в долгосрочном периоде.

В связи с этим обратимся к работам, посвященным теме негативного влияния минеральных ресурсов на экономический рост. Например, Т. Гильфасон показывает, что в выборке 105 стран за период с 1985 по 1994 г. экономический рост и общий объем экспорта обратно пропорциональны экспорту природного сырья. По его данным, в том случае, когда доля производства сырьевых экспортных товаров в общем объеме экспорта стра-

ны возрастает на 25 процентных пункта (например, с 25 до 50 %), экономический рост на душу населения в долгосрочной перспективе замедляется на 0,5–1% в год, а доля всего экспорта (т. е. отношение экспорта товаров и услуг к ВВП) одновременно сокращается на 6 процентных пунктов [1]. Кроме того, для сырьевого экспорта характерны периодические подъемы (в большей степени, чем для других статей экспорта) в результате открытия и разработки новых ресурсов, что может приводить к росту реального обменного курса национальной валюты, тем самым препятствуя развитию других экспортноориентированных направлений. Экспорт сырьевых товаров, по-видимому, стимулирует экономику в меньшей степени, чем другие типы экспорта промышленных товаров и услуг.

Большое количество работ посвящено проблеме «голландской болезни» – вымыванию высокотехнологичных производств, сокращению их доли в экспорте и в национальной экономической системе в целом. Результатом «голландского синдрома» является уменьшение доли экспорта, связанной с обрабатывающей промышленностью, которая обычно в наибольшей степени способствует техническому прогрессу и диффузии инноваций. В работах Т. Гильфасона проведен анализ корреляционных зависимостей между средним отношением экспорта товаров и услуг к ВВП за период с 1965 по 1998 г. и долей сырьевого сектора в общей занятости по выборке из 162 стран. По результатам анализа сделан вывод о том, что корреляция является отрицательной и статистически значимой: когда доля природного капитала возрастает на 3 %, экспортный коэффициент (отношение экспорта к ВВП) снижается на 1 %, а когда доля занятости в сырьевом секторе возрастает на 5 % от одной страны к

другой при данном первоначальном доходе, доля инвестиций снижается почти на 1 %. Производство сырья в целом предъявляет также менее высокие требования к образованию по сравнению с другими сферами производства. Увеличение доли занятости в сырьевом секторе на 1 % сопровождается сокращением доли зачисленных в средние школы почти на 1 % по каждому континенту [2].

В целом анализ работ, посвященных теме негативного влияния минеральных ресурсов на экономический рост, позволяет выделить следующие ключевые моменты:

- стремление к получению ренты отвлекает усилия от производства и другой полезной деятельности; в тех случаях, когда государство является владельцем ресурса, попытки извлечения ренты побуждают производителей поддерживать тесные связи с властями в ущерб потребителям [3];

- коррупция, измеряемая по индексу «оценки коррупции», возрастает от одной страны к другой в соответствии с увеличением производства сырьевых товаров;

- демократия и правовое государство находятся в обратном соотношении с зависимостью от природных ресурсов в разных странах и в разные периоды [4].

Главный общий вывод, вытекающий из работ этого направления, – значительное природное богатство при отсутствии продуманного управления в долгосрочной перспективе замедляет экономический рост [5].

На другом полюсе мнений – работы, которые посвящены главным образом взаимосвязи экономического развития Соединенных Штатов Америки и освоения минеральных ресурсов. К началу Первой мировой войны США вышли на первое место в мире по производству практически всех основных видов минерального сырья: угля, железной руды, меди, свинца, цинка, серебра, вольфрама, молибдена, нефти, мышьяка, фосфатов, сурьмы, магнезита, ртути и соли – и занимали прочное второе место по золоту и бокситам. Проиллюстрируем эту динамику на примере развития черной металлургии XIX в. Согласно работе [6], относительное развитие железного дела в наиболее развитых в период 1865–1890 гг. странах видно из следующего сопоставления (1890–1865 гг., млн пуд.): Франция 107/81 = 1,3; Англия 520/342 = 1,6; Россия 46/19 = 2,5;

Германия 305/57 = 5,7; США 580/63 = 9,2. Примерно в тот же период – между 1880 и 1920 г., когда США заняли лидирующее положение в мире по производству промышленной продукции, – в их экспорте постоянно увеличивалась доля минерального сырья. В этот же период времени 9 из 20 отраслей (в том числе наиболее успешно функционирующие) опирались на интенсивное использование сырья. И это при том, что вплоть до 1800 г. США считались страной, бедной минеральными ресурсами. Переход к использованию минерального сырья традиционно считается одним из важных факторов индустриальной революции XVIII в., и хотя специалисты по истории техники признают тот факт, что Америка в первой половине XIX в. отставала в осуществлении этого перехода, значимость последующего прорыва США в добыве минерального сырья недооценена.

Не менее яркой иллюстрацией может служить пример развития минерально-сырьевого комплекса современного Китая, демонстрирующего ежегодно 10–12 %-ный рост национальной экономики, при этом не гнушающегося развитием собственного минерально-сырьевого комплекса и превратившегося за последнее десятилетие из нетто-импортера в нетто-экспортера большинства видов минерального сырья и продукции его передала.

Заслуживает отдельного рассмотрения отечественный опыт развития минерально-сырьевого комплекса и его влияния на экономику Российской Империи и СССР. Приято считать Урал главной сырьевой базой, оплотом индустриального развития России. Однако так было далеко не всегда. До начала индустриализации в СССР только в первой четверти XVIII в. промышленность Урала позволила России обеспечить внутренние потребности в чугуне и меди. К середине XIX в. промышленность Урала с архаичным оборудованием и технологиями не могла соперничать с индустриальными районами ведущих стран. Показательно, что для строительства железной дороги во второй половине XIX в., связавшей Урал с Европейской частью России, рельсы доставлялись из Англии [7]. При этом ни одна из многочисленных войн, которые вели Россия в XVIII–XIX вв., не ускорила развитие промышленности Урала принципиально. И совершенным контрастом выступает

развитие уральской промышленности начиная с 1920-х гг. Как отмечают П. Дэвид и Г. Райт [6], СССР в конце 1920-х и в 1930-е гг. осуществлял головокружительную программу разработки минерального сырья. В результате в 1926–1937 гг. были достигнуты темпы роста его добычи, вдвое превышающие самые высокие показатели по добыче минеральных ресурсов в США на протяжении всего XX в., относящиеся к периоду 1902–1917 гг. Согласно данным Е. А. Козловского за последний мирный год, в 1940 г. было произведено чугуна 15 млн т (в 4 раза больше, чем в 1913 г.), стали – 18,3 млн т (в 4,5 раза больше), добыто угля 166 млн т (в 5,5 раза), нефти – 31,1 млн т (в 3,5 раза). При этом значительно возросла доля восточных районов страны: по нефти – до 11,6 %, углю – до 35,9 %, железной руде – до 28,8 %, никелевой руде – до 85,5 %, медной руде – до 96,8 %, бокситам – до 49,9 %, цинку – до 44,8 %, свинцу – до 93 %. Во второй пятилетке, например, добыча вольфрама, никеля, сурьмы, олова, молибдена была организована с нуля, а в третьей пятилетке объем производства указанных металлов вырос, соответственно, в 11,3; 20; 6,5; 10,5 и 158 раз, алюминия – в 180 раз, производство фосфатов – в 7,6 раза [9].

В результате строительства новых железнодорожных линий, в том числе Турксиба, связавшего напрямую районы Сибири и Средней Азии, созданные на востоке страны мощности позволили к 1940 г. довести здесь добычу угля до уровня, в 1,7 раза превысившего добычу всей дореволюционной России, а по выплавке стали – в 1,4 раза. В 1940 г. производство средств производства промышленности в СССР выросло по сравнению с дореволюционным 1913 г. в 17 раз, а по отношению к 1920 г. – в 91 раз. Численность рабочих и служащих в народном хозяйстве СССР увеличилась за две с половиной предвоенные пятилетки почти в 3 раза: с 10,8 до 31,2 млн чел. [9].

Важно подчеркнуть, что в результате проведенных в предвоенные годы геологоразведочных работ значительное количество минеральных ресурсов было выявлено на Урале и в восточных районах страны. Наличие мощного тыла – заволжских территорий с их минерально-сырьевыми ресурсами, выявленными за годы предвоенных пятилеток, – обеспечило устойчивость поставок необ-

ходимого минерального сырья. В частности, уже в 1943 г. производство никеля превысило довоенный уровень в 1,3 раза, вольфрамовых концентратов – в 1,8 раза, олова – в 1,7 раза. В два раза, по сравнению с довоенной, возросла добыча угля в угольных бассейнах Урала – Кизеловском, Копейском. Обеспеченная всеми сырьевыми и энергетическими ресурсами, оборонная промышленность набирала темпы производства военной техники. Очевидно, что именно на эти годы приходится время наиболее интенсивного технического перевооружения страны, максимальные темпы ее индустриализации. Последний импульс экстенсивного роста наша страна получила в 60–70-х гг. при разработке новых огромных месторождений нефти и газа. Однако, когда возможности экстенсивного роста были исчерпаны, а факторы интенсивного роста действовать не начали, темпы роста в нашей стране начали неуклонно падать.

В большинстве случаев природные ресурсы продолжают рассматриваться как один из экзогенных факторов. Его действие определяется принципом убывающей отдачи, тогда как другие составляющие процесса экономического роста все больше трактуются как эндогенные, подчиненные принципу повышения отдачи. Авторы работы [6] напротив, показывают, что экспансия в области производства минеральных ресурсов в конце XIX в. воплотила многие черты, присущие современным экономикам, основанным на активном использовании знаний. Среди этих черт – положительная обратная связь инвестиций в развитие знаний; позитивное значение открытых, сделанных в одной отрасли, для развития других отраслей; взаимодополнимость открытых, сделанных в частном и государственном секторах, а также рост отдачи от масштабов производства. Таким образом, это означает, что только эффективное использование ресурсов ведет к экономическому росту. Исследователи, рассматривающие минеральные ресурсы как позитивный фактор экономического роста, указывают на необходимость их эффективного использования. Они подчеркивают важность параллельного, возможно, опережающего развития смежных отраслей, способствующего установлению максимально тесных связей между отраслями и в том числе между наукой, образованием и практикой.

Таким образом вопрос влияния национального минерально-сырьевого комплекса на экономический рост не имеет в экономической науке однозначного решения. С одной стороны, сырьевая моноспециализация промышленности приводит к снижению экономического роста и возрастанию политических рисков, с другой, – развитие минерально-сырьевого комплекса способно стать мощным трамплином для выхода на качественно новый уровень развития национальной экономики. Проведенные исследования, обобщение и анализ материалов позволяют автору полагать, что российский минерально-сырьевой комплекс способен стать источником долгосрочного экономического роста при соблюдении условия параллельного и/или опережающего развития смежных отраслей.

Российская Федерация располагает огромной и разнообразной минерально-сырьевой базой. На ее территории выявлены и разведаны тысячи месторождений минерального топлива и сырья угля, нефти, газа, торфа, термальных вод, руд черных, цветных и редких металлов, золота и алмазов, нерудных полезных ископаемых. РФ является мировым лидером по разведенным и оцененным запасам, а также прогнозным ресурсам целого ряда стратегических полезных ископаемых, играющих системообразующую роль в мировой энергетике, промышленности и жизнеобеспечении (природный газ, нефть, уголь, железные руды, калийные соли, апатиты). Вместе с тем распределение минеральных ресурсов по территории России крайне неравномерное. Кроме того, наблюдается дисбаланс в размещение мощностей по переработке минерального сырья относительно существующих и перспективных центров его добычи. Эти аспекты наибольшим образом определяют его сырьевую составляющую.

Анализ данных по субъектам РФ, вносящим наибольший вклад в разработку национального минерально-сырьевого потенциала позволяет сделать вывод о том, что между среднедушевым доходом в субъектах федерации и долей минерально-сырьевого комплекса в их ВРП существует прямая зависимость. Кроме того, наблюдается отрицательная корреляция между численностью населения региона и долей минерально-сырьевого комплекса в ВРП. Таким образом, в РФ наиболее зависящими от конъюнктуры минерального сырья регионами являются территории с наиболее высоким среднедушевым доходом и невысокой численностью населения. При этом высокая доля добывающего сектора в

ВРП фактически говорит об их сырьевой моноспециализации. Такая картина в условиях экономического кризиса грозит серьезными социальными проблемами в добывающих регионах. Это связано, в первую очередь, с невозможностью перелива избыточного трудового капитала в альтернативные отрасли промышленности и сферы услуг в связи с их неразвитостью и высокой зависимостью от базовых отраслей.

В целом, как следует из анализа:

1. Минерально-сырьевая база (МСБ) центральной промышленной части не покрывает перспективные потребности и в значительной степени отработана, однако до сих пор располагает значительными объемами разведанных запасов, находящихся в непосредственной близости от объектов инфраструктуры и потребителей. Первочередное вовлечение именно этих объектов в хозяйственный оборот соответствует стратегии, выбранной Роснедрами, разведка и отработка таких объектов, согласно их оценкам, позволяет достичь наиболее эффективного использования средств [10].

2. Значительные перспективы освоения связываются с минерально-сырьевым потенциалом пионерных территорий РФ и морского шельфа.

3. Недостаточная геологическая изученность Восточной части РФ. Многократный разрыв в геологической и геофизической изученности территорий Центральной и Восточной частей. Совокупная геологическая изученность страны, отвечающая современным требованиям, не превышает 40 %. Около 20 % территории России остаются белым пятном на геологических картах среднего масштаба;

4. Недостаточной является глубинная геолого-геофизическая изученность страны, которая служит основой для объемного геологического картирования и прироста ресурсного потенциала территории и континентального шельфа Российской Федерации. Остается низкой специальная изученность, не завершены государственные гравиметрические съемки масштаба 1 : 200 000. Недостаточные объемы финансирования геолого-съемочных работ ограничивают использование в их составе эффективных прогнозно-поисковых технологий и сдерживают формирование поискового задела в нераспределенном фонде недр. Общая региональная геологическая изученность территории страны и ее континентального шельфа составляет около 34 %. Из-за старения геологической информации и отставания выполняемых исследований от

современных требований происходит заметное ухудшение ее потребительских свойств. Имеют место стагнация и ухудшение всех аспектов проведения региональных работ: по качеству и объемам работ, научному, кадровому, техническому и технологическому обеспечению, а также по нормативно-правовому обеспечению и сопровождению.

5. Недостаточен перечень объектов для поисково-оценочных работ на слабо освоенных и территориях пионерного освоения. В результате катастрофического снижения финансирования геологического изучения недр в первой половине 1990-х гг. в РФ были нарушены последовательность и ритмичность воспроизводственных процессов МСБ. В частности, в период 1994–1997 гг. геолого-съемочные работы на территории субъектов РФ или проводились в минимальных объемах, или вообще не осуществлялись.

Сложившаяся система ценообразования и распределения госзаказа на ГРР снижает привлекательность последнего и приводит к оттоку квалифицированных кадров в частные компании. Уровень кадровой обеспеченности производства работ по региональному геологическому изучению составляет по отдельным регионам России не более 13 % от аналогичной обеспеченности передовых за-

рубежных стран. Дефицит квалифицированных геологов в системе Роснедр, РАН, в вузах, слабый приток молодых специалистов напрямую влияют на эффективность работ, угрожают преемственности и будущему геологических наук в России.

6. Для перспективных объектов в пионерных районах освоения даже без учета их экологической значимости выдвигаются более жесткие требования по качеству и количеству ожидаемых запасов. Этим требованиям соответствуют только единицы перспективных объектов недропользования в неосвоенных регионах, при условии оперативного подтверждения имеющихся геологических данных.

7. Слабая инфраструктурная освоенность восточной части РФ.

Для решения указанных проблем необходимо следующее:

- обеспечение эффективного воспроизведения МСБ в районах ее интенсивного освоения;
- реализация инфраструктурных проектов в районах нового освоения для обеспечения хотя бы простого воспроизведения МСБ;
- повышение эффективности использования ресурсов недр;
- преодоление разрыва в уровнях геолого-геофизической изученности между различными районами РФ.

*Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-И-7-2063 «Перспективные транспортные коридоры и минерально-сырьевые потоки в Тимано-Североуральском регионе: оценка сырьевого потенциала и социально-экономических эффектов» №ГР 01201268596*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гильфасон Т. Природа, энергия и экономический рост // Экономический журнал ВШП. 2001. № 4. С. 459–486
2. Gylfason, Thowaldur. Natural Resource and Economic Growth // European Economic Review. 2001, May.
3. Gelb A., Hillman A. L., Ursprung H. W. Rents and the Transition. Background Paríz, World Development Report, 1996.
4. Wantchekon L. Why do Resource Dependent Countries Have Authoritarian Governments? // Unpublished manuscript, Department of Political Science, Gale University, 2000.
5. Шумпетер Й. А. История экономического анализа: ВЗХТ / пер. с англ.; под ред. В. С. Автономова. СПб: Экономическая школа, 2004.
6. Дэвид П., Райт Г. Эффект роста отдачи и генезис изобилия ресурсов в Америке // Экономическая история. Ежегодник, 2000. М.: РОССПЭН, 2001. С. 609–655.
7. Скиндер А. И. Горнозаводское дело в России // Энциклопед. словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефроня.
8. Регионы России. Основные характеристики субъектов РФ, 2008: стат. сб. М.: РОССТАТ, 2008. 668 с.
9. Козловский Е. А. Геология: уроки великой войны // Промышленные ведомости. 2005. № 2.
10. Бережная Л. И., Соколова Т. В., Федоров С. И. Бюджетное обеспечение целей и задач государства в области недропользования // Минеральные ресурсы России. 2006. № 6. С. 24–28.

Поступила в редакцию 29 июля 2013 г.

**Душин Алексей Владимирович** – кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экономики и менеджмента. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: dushin.a@list.ru

**Игнатьева Маргарита Николаевна** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ВУЗЕ

**Э. В. Шорина, М. Н. Игнатьева**

В условиях свободного рынка конкурентоспособность вуза находится в прямой зависимости от качества оказываемых им образовательных услуг, что позволяет подготавливать конкурентоспособных молодых специалистов. В статье приводится авторское определение качества образования, уточняются подсистемы его структуризации, состав потребителей образовательных услуг. На основе систематизации принципов системы менеджмента качества предлагается их расширенный авторский вариант.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества; вуз; образовательная деятельность; потребители; принципы.

Конкурентоспособность предприятий в условиях свободного рынка напрямую зависит от качества выполняемых работ и услуг и является ключевой проблемой при обеспечении экономического развития [1], отсюда соблюдение требований международных стандартов ИСО серии 9000 рассматривается в настоящее время как одно из основных условий обеспечения конкурентных преимуществ хозяйствующего субъекта. Первое определение категории «качество» получила еще в трудах Аристотеля, позднее к ней обращались такие исследователи, как Р. Декарт, Дж. Локк, Т. Гоббс, И. Кант, Л. Фейербах, К. Маркс, Ф. Энгельс, Г. Гегель, В. Соловьев, Л. Карсавин, П. Струве и др. В настоящее время качество рассматривается как многоаспектная категория, причем каждый из аспектов предполагает свое понимание и содержательное наполнение. В частности, в экономике качество связывают в первую очередь с продукцией и услугами, и лишь в последнее время пришло осознание всеобщности качества и неразделимости управления и управления качеством. В целом эволюционное развитие научных подходов к оценке и управлению качеством характеризуют следующие тенденции:

- качество продукции → качество всех направлений деятельности организации;
- охват одной стадии жизненного цикла продукции → охват всех стадий жизненного цикла продукции;
- контроль качества продукции → всеобщее управление качеством;
- выявление отклонений от установленных требований → предупреждение отклонений;

– удовлетворение требований потребителя → предвосхищение потребностей.

Сущность категории «качество» однозначно не определена до сих пор, чаще всего она связывается с удовлетворением потребностей, с потребительской стоимостью, удовлетворением ожиданий потребителей. При этом в качестве объекта, обладающего качеством, могут выступать деятельность или процесс, продукция, организация и др. Последний вариант международного стандарта (МС) ИСО серии 9000 определяет качество как «степень, с которой совокупность собственных характеристик объекта выполняет требования».

Разнообразие трактовок качества характерно и для сферы образования (табл. 1).

Анализ табл. 1 показывает, что большинство авторов связывают качество образования лишь с результатом образовательного процесса и считают, что качество в этом случае рассматривается как степень удовлетворенности требований потребителей образовательных услуг к компетентностным характеристикам молодого специалиста. В ряде случаев в качестве результата образовательного процесса рассматривается степень овладения содержанием программы с целью формирования определенных профессиональных знаний и навыков [12]. Предполагается, что степень овладения программой определяет уровень компетенций, на формирование которых она нацелена, что свидетельствует об определенной идентичности рассматриваемых понятий.

Н. Р. Кельчевская [13] отмечает, что вуз работает одновременно на двух рынках – образовательных услуг и труда – и в соответ-

ствии с этим выделяет качество процесса обучения (образовательной услуги) и качество его результата (подготовки выпускника).

Для последнего времени характерна более широкая трактовка данного понятия, базирующаяся на системной оценке качества,

Таблица 1

**Трактовки категории «качество образования»**

Автор	Формулировка категории «качество образования»
«Всемирная декларация о высшем образовании для XXI века», принятая в 1998 г. на организованной ЮНЕСКО Всемирной конференции по высшему образованию Э. М. Коротков [2]	Качество в сфере высшего образования является многомерной концепцией, которая должна охватывать все его функции и виды деятельности: учебные и академические программы; научные исследования и стипендии; укомплектование кадрами; учащихся; здания; материально-техническую базу; оборудование; работу на благо общества и академическую среду
Б. В. Бойцов, Ю. В. Шленов, Ю. Крянев и др. [3]	Качество образования – комплекс характеристик компетенций и профессионального сознания, отражающих способность специалиста осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с требованиями современного этапа развития экономики, на определенном уровне эффективности и профессионального успеха, с пониманием социальной ответственности за результаты профессиональной деятельности
С. Е. Шишов, В. А. Кальней [4]	Определение уровня знаний и умений, умственного, физического и нравственного развития, которого достигли выпускники образовательного учреждения в соответствии с планируемыми целями
Д. В. Татьянченко, С. Г. Воровщиков [5]	Степень удовлетворенности ожиданий различных участников процесса от предоставляемых образовательным учреждением образовательных услуг
Н. И. Морозов [6]	В узком смысле слова – качество результатов образовательного процесса, т. е. качество образованности учащихся, качество знаний, умений, владение процедурами творческой деятельности, воспитанности и т. д. В широком смысле слова – качество образовательного процесса, качество реализации образовательного процесса и качество его протекания
С. Д. Ильинкова [7]	Качество образования рассматривается, с одной стороны, с позиции возможности самого образовательного учреждения предоставлять комплекс услуг в виде Госстандарта, с другой – потребностей личности и общества с позиции прогноза ее деятельности в будущем
М. Ю. Осипов [8]	Востребованность полученных знаний в конкретных условиях и применение их для достижения конкретных целей, включая повышение качества жизни
Л. Н. Суворова [9]	Качество высшего образования – это соответствие содержания, процесса и результата высшего образования тем требованиям, которые общество предъявляет к ним
Н. Ф. Растрогуева [10]	Качество профессионального образования – интегральная характеристика, определяемая совокупностью свойств, способствующих удовлетворению образовательных потребностей выпускников учреждений профессионального образования, отвечающих интересам общества и требованиям современного рынка труда
В. С. Сенашенко [11]	Качество образования характеризуется степенью соответствия профессиональных знаний, умений и навыков выпускников требованиям потребителей образовательных услуг

когда под объектом оценки понимается совокупность подсистем:  
– образовательный результат;

– образовательные процессы;  
– образовательная система или условия, которые должны соответствовать некоторым

нормам (требованиям, стандартам, ожиданиям и т. д.).

Авторы разделяют позицию перечисленных исследователей в отношении структуризации качества образования и считают наиболее целесообразным его рассмотрение в виде совокупности подсистем, в числе которых следует учитывать такие, как *образовательные процессы; потенциал образовательного учреждения; результат образования*.

Второй аспект, требующий уточнения, касается потребителей образовательных услуг. Традиционно к числу потребителей относят обучаемых в вузе (студентов), либо работодателей, либо общество (рынок труда, родители, студенты и т. п.) [14]. Этой же позиции придерживаются Л. Г. Горбунова, Н. А. Селезнева, А. И. Субетто, Г. А. Бордовский, А. А. Нестеров, С. Ю. Трапицын и др. В большинстве случаев к непосредственным потребителям относят государство и общество (родители, студенты и др.), или государство, бизнес, личность [15], или государство, работодателей и студентов. Естественно, что требования, ожидания цели потребителей в ряде случаев оказываются взаимоисключающими, что предполагает их согласование по поводу блага. Подобное согласование должно иметь место как на уровне всего общества, так и на уровне отдельных вузов.

Учитывая, что образовательная услуга является общественным благом, число лиц, заинтересованных в качестве образования, существенно расширяется. Так, в работе [16] в числе заинтересованных сторон рассматриваются: государство, органы управления, отраслевые министерства и ведомства, работодатели, образовательные учреждения, службы занятости, студенты. Авторы работы [17] в круг потребителей (абитуриенты, студенты, родители, предприятия и организации) включают Министерство образования и науки РФ, администрации субъектов федерации, совет ректоров вузов регионов, службы занятости, средства массовой информации, средние учебные и специальные учебные заведения, работников вуза.

Авторы статьи считают, что при оценке качества образования в вузе следует учитывать непосредственных потребителей: государство, работодателей и студентов. Со-

вокупность их согласованных требований, ожиданий, стандартов и т. д., предъявляемых к качеству образования, позволит формировать цели, содержание, процессы и результаты высшего образования. Качество в данном случае трактуется как позитивные изменения в потенциале, процессах и результатах высшего образования, характеризуемых близостью фактических оценочных показателей к планируемым. Таким образом, *качество высшего образования* в авторской интерпретации – это степень соответствия потенциала, процессов и результатов высшего образования предъявляемым к ним требованиям со стороны потребителей.

Обеспечение качества образования в вузе, как указывалось ранее, осуществляется с помощью внедрения управленческой инновации – МС ИСО 9000. Под системой менеджмента качества (СМК) вуза понимается система менеджмента для руководства и управления организацией применительно к качеству, т. е. совокупность организационной структуры вуза, документации (внутренних положений, порядков документированных процедур, методических указаний, рабочих инструкций), процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством. СМК вуза – это система управления вузом на основе общепринятых требований стандартов. В целом под СМК понимается *совокупность организационных, методологических и других процессов, мероприятий и работ, которые необходимо выполнить, чтобы иметь требуемый результат* [18].

Наличие СМК в вузе свидетельствует об обеспечении качества образования на постоянной основе, так как ее внедрение предполагает качественное управление ресурсами и процессами, персоналом и маркетингом. Стандарты СМК направлены в первую очередь на успешное руководство вузом и, соответственно, на его успешное функционирование, что становится возможным при реализации следующих восьми принципов:

1. Ориентация на потребителя;
2. Роль руководства в обеспечении работы системы качества;
3. Вовлечение работников в работу системы качества;

4. Процессный подход к менеджменту;
5. Системный подход к менеджменту;
6. Постоянное улучшение качества;
7. Принятие решений, основанных на фактах;
8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Указанные принципы отражают эволюционные изменения сущности научных подходов к управлению качеством (табл. 2) и основные положения новой парадигмы управления. Учитывая важность измерения качества с позиции его планирования, контроля, оценки эффективности, данные принципы, по мнению авторов, следовало бы дополнить требованием измеримости качества.

Все СМК строятся на основе определенной модели. Модель СМК – это совокупность принципов, методов, показателей и требований к различным аспектам и процессам деятельности организации, критериев, определяющих уровень совершенства этих процессов и методов их оценки, которые определяют все процессы деятельности вуза, направленные на достижение необходимых результатов по качеству [19]. Модель СМК – это инструмент, позволяющий управлять качеством с помощью постоянного выполнения следующих процедур:

- мониторинга системы (определение достигнутого уровня качества);
- анализа полученных результатов мониторинга (сравнения показателей с изначально заданными значениями);
- разработки и внедрения корректирующих мероприятий.

Как правило, на практике применяются уже опробованные и признанные заинтересованными сторонами модели.

При этом любой вуз может разработать собственную, независимую модель качества. Принципы, на основе которых построены упомянутые документы и модели, во многом совпадают, дополняют друг друга и отличаются только полнотой и глубиной охвата основных и ресурсных процессов организации. Большинство существующих моделей менеджмента качества основано на принципах модели всеобщего менеджмента качества (*TQM*). «Всеобщее руководство качеством (*Total Quality Management*) – это подход к ру-

ководству организацией, нацеленный на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения требований потребителей и выгоды для членов организации и общества» (МС ИСО 8402:1994). *TQM* базируется на восьми основных принципах:

- ориентация на потребительский запрос (основное внимание компании направлено на внешних и внутренних потребителей);
- лидерство руководителя (руководитель должен лично участвовать в обсуждении вопросов, связанных со сферой качества);
- вовлечение персонала (всеобщее участие позволит добиться улучшения качества работы на всех уровнях);
- процессный подход (процессы внутри и вне организации должны быть оптимизированы как цепочка необходимых действий для достижения самой главной цели – максимального удовлетворения потребителей и минимальной стоимости продукта/услуги для производителя);
- системное управление;
- постоянное улучшение в области качества;
- принятие решений, основанных на фактах;
- взаимовыгодные отношения с поставщиками.

СМК нацелена на решение следующих ключевых задач:

- достижение и поддержание качества образовательных услуг на уровне, обеспечивающем постоянное удовлетворение установленных или предполагаемых требований потребителя;
- обеспечение уверенности потребителей и других заинтересованных лиц в том, что требования к качеству предоставляемых университетом услуг будут достигнуты;
- обеспечение уверенности руководства организации и сотрудников в том, что требования к качеству продукции выполняются и происходит улучшение качества.

Систематизация принципов СМК вузов позволила предложить авторский расширенный вариант принципов:

- признание высокого качества высшего образования как одного из основных конкурентных преимуществ вуза;

– ориентация на внешних и внутренних потребителей, заинтересованных в хорошем качестве высшего образования, приоритетность требований потребителей;  
 – лидерство руководителя, его ответст-

венность за разработку и внедрение СМК в вузе;

– всеобщее участие персонала в обеспечении качества, четкое распределение прав и обязанностей среди сотрудников, понимание

Таблица 2  
Основные принципы СМК и основные положения управления качеством

Автор	Основные положения управления качеством	Принципы СМК							
		1	2	3	4	5	6	7	8
В. В. Бойцов	Выработка стратегии и критериев управления Наличие обратной связи Наличие резервов Учет роли человеческого фактора			+					
А. В. Гличев	Системный подход Эффективность системы управления качеством Мотивация в системах качества Подготовка персонала Измерение качества			+		+			
Г. Г. Азгальдов	Подход к качеству как к динамичному сочетанию отдельных свойств Признаки измерения качества Признание необходимости количественной оценки для планирования и контроля качества								
Д. С. Львов, Л. А. Долгих, И. А. Березанский, Ю. А. Зыков	Ориентация на народнохозяйственный экономический эффект Учет экономического эффекта для изготовителей и потребителей								
В. Н. Войтоловский и др.	Анализ затрат на качество Изыскание и реализация резервов Учет затрат								
В. М. Ларин	Комплексный подход к управлению качеством Организация обратной связи между проектированием, изготовлением и эксплуатацией продукции								
У. Деминг	Процессный подход, требующий статистических методов контроля Принятие решений, основанных на фактах Системный подход Постоянство цели Новая философия Уничтожение зависимости от массового контроля Отказ от практики закупки по самой низкой цене Улучшение каждого процесса Введение в практику подготовки и переподготовки кадров Учреждение лидерства Искоренение страхов Разрушение барьёров Отказ от пустых лозунгов Устранение произвольного установления заданий и количественных норм Работники должны иметь возможность гордиться своим трудом Поощрение стремления к образованию и совершенствованию Действия для осуществления измерений	+	+	+	+	+	+	+	

Автор	Основные положения управления качеством	Принципы СМК							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Дж. Джуран	Непрерывное улучшение качества, «петля качества»						+		
Ф. Кросби	Качество определяется как соответствие требованиям потребителя Качество достигается предупреждением Качество измеряется потерями от несоответствий требованиям	+							
А. Фейгенбаум	Ориентация на потребителя Согласованная работа всего коллектива Системный подход Контроль на всех стадиях жизненного цикла продукции	+		+		+			
К. Исиакава	Комплексное управление качеством Основа управления качеством – человек Ориентация на качество всего коллектива Необходимость перестройки мышления Управление, ориентирующееся на факты			+		+			+

каждым сотрудником требований и политики в области качества;

- защита интересов потребителей высшего образования через введение ответственности поставщиков за гарантию его качества;
- постоянное улучшение в области качества;
- процессный подход, предполагающий наличие цепочки необходимых действий для достижения главной цели;
- системный подход, предусматривающий управление системой взаимосвязанных процессов на всех стадиях научно-образовательной деятельности;

- создание действенных организационных структур по внедрению СМК;
- использование экономических методов управления для обеспечения качества образования;
- периодичность внешней оценки качества, прозрачность ее проведения;
- демонстрация качества как внутри страны, так и на международной арене;
- принятие решений, основанных на фактах;
- взаимовыгодные отношения с поставщиками.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бенделл Т. Наставники по качеству. М.: Стандарты и качество, 2000. 48 с.
2. Коротков Э. М. Управление качеством образования. М.: Академический проект; Мир, 2006. 320 с.
3. С чего начинается качество? / Б. В. Бойцов и др. // Высшее образование в России. 2000. № 1. С. 40–46.
4. Шишов С. Е., Кальней В. А. Мониторинг качества образования в школе. М., 1999. 352 с.
5. Татьянченко Д. В., Воровщиков С. Г. Развитие общеучебных умений школьников // Народное образование. 2003. № 8. С. 115–126.
6. Морозов Н. И. Критерии эффективности (качества) инклюзивного образования // Мир образования – образование в мире. 2011. № 4 (44). С. 123–132.
7. Ильенкова С. Д. Показатели качества образования. URL: <http://elitarium.ru>
8. Осипов М. Ю. Основные пути повышения качества высшего образования в России // Alma mater. 2011. № 3. С. 36–39.
9. Суворова Л. Н. Мониторинг качества профессионального образования в регионе // Alma mater. 2011. № 3. С. 14–17.
10. Растворгueva Н. Ф. Качество образования – залог конкурентоспособности выпускника // Высшее образование в России. 2009. № 1. С. 87–90.
11. О готовности вузов к «переходу» (круглый стол в редакции) // Высшее образование в России. 2011. № 3. С. 96–120.
12. Колесников А. В. Качество обучения: главное – удовлетворенность потребителя // Стандарты и качество. 2011. № 12. С. 82–85.
13. Кельчевская Н. Р. Формирование инновационной стратегии развития образовательных учреждений в системе «вуз–предприятия»: дис. ... д-ра экон. наук. Екатеринбург, 2004. 357 с.
14. Павленко К. В. Оценка качества образования в вузах: неоинституциональный подход // Высшее образование в России. 2009. № 11. С. 132–137.
15. Солонин С. И., Кортов С. В. Качество образования: проблемы и задачи измерения внутренней среды вуза

- // Университетское управление: практика и анализ. 2003. № 2(25). С. 64–69.
- 16. Формирование системы менеджмента качества вуза / В. В. Левшина [и др.]. URL: <http://www.quality21.ru/>
  - 17. Формирование и развитие СМК в вузе. URL: <http://www.health.elsevier.ru/attachments/editor/10.pdf>
  - 18. Коджешау М. А. Внедрение СМК в образовательных учреждениях РФ – принципы построения. URL: <http://quality.eup.ru/MATERIALY12/smk-vuz.htm>
  - 19. Концепция развития СМК ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». URL: <http://www.smk.sfu-kras.ru/node/13>

Поступила в редакцию 17 июля 2013 г.

**Шорина Элеонора Владимировна** – инженер по вопросам экспортного контроля. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: [shorina23@gmail.com](mailto:shorina23@gmail.com)

**Игнатьева Маргарита Николаевна** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКО-БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО РЕГИОНА НА РАЗВИТИЕ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И ИНТЕГРАЦИИ УРАЛА И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Бурцев И. Н., Бурцева И. Г., Душин А. В.

Рассмотрены перспективы транспортного развития Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона, проблемы освоения минерально-сырьевой базы, выделены сырьевые узлы для подготовки запасов, промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, строительства горнодобывающих и перерабатывающих производств в пределах будущих транспортных коридоров. Выполнена оценка очередности введения в хозяйственный оборот представленных инфраструктурных проектов. Приведены результаты оценки транспортной и инвестиционной инфраструктуры населенных пунктов, по территории которых пройдут будущие магистрали, представлены главные направления развития горнодобывающего комплекса Республики Коми. Выполнена оценка социально-экономической эффективности новых горнорудных проектов, результаты которой позволяют рекомендовать представленные варианты развития минеральных ресурсов Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона.

**Ключевые слова:** Тимано-Североуральско-Баренцевоморский регион; межрегиональное сотрудничество; транспортные коридоры; минерально-сырьевые ресурсы; инфраструктура; социально-экономическая эффективность.

Развитие межрегиональных связей – взаимодействий субъектов Российской Федерации – является важнейшим фактором экономической интеграции и поступательного развития регионов. Минерально-сырьевой потенциал, тенденции и динамика его освоения в значительной мере определяют характер и уровень межрегионального сотрудничества и экономической интеграции. Развитие горизонтальных связей между административными единицами РФ является одной из ключевых задач для обеспечения роста региональных и национальной экономических систем, решение которой позволяет совершенствовать экономическое пространство, обеспечить более высокий уровень экономической устойчивости региональных экономических систем. Одним из главных направлений развития горизонтальных связей между административными единицами Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона является добыча и переработка минерального сырья.

Минерально-сырьевой комплекс представляет собой один из самых важных и сложных межотраслевых производственных комплексов в экономике промышленного Урала и северо-запада РФ, он функционально связан со многими регионами России, продукция комплекса имеет преобладающее значение во

внешнеэкономической деятельности. На фоне созданной и эффективно функционирующей «вертикали» государственного управления в сфере воспроизводства и использования ресурсов недр актуальными остаются вопросы межрегионального взаимодействия, кооперации, стратегического планирования развития минерально-сырьевого комплекса на уровне межрегиональных объединений.

Тимано-Североуральско-Баренцевоморский геоэкономический регион, объединяющий территории Республики Коми, Ненецкого автономного округа, запад Ямalo-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, север Пермского края, характеризуется высоким потенциалом минерально-сырьевых ресурсов, освоение которых имеет принципиальное значение для развития экономики промышленного Урала и северо-запада России. В регионе сконцентрирована значительная часть российских запасов нефти, газа, угля, алюминия, хрома, марганца, титана, редких металлов, золота, барита, флюорита, кварцевого сырья. Некоторые из выявленных, разведанных или разрабатываемых в регионе месторождений одновременно представлены крупными и уникальными по масштабам объектами. Не случайно проблемы вовлечения минерально-сырьевой базы Тимано-Се-

вероуральского региона в крупномасштабное освоение с целью обеспечения потребностей промышленного производства Урала, северо-запада и России в целом неоднократно рассматривались на государственном уровне.

Так, различные мероприятия предусматривались в рамках Указа Президента Российской Федерации от 16 августа 1996 г. № 1196 «О мерах по развитию рудно-сырьевой базы металлургической промышленности Российской Федерации», постановлений Правительства Российской Федерации от 2 февраля 1996 г. № 90 «О мерах по улучшению использования производственного и природного потенциала Республики Коми»; от 26 апреля 1997 г. № 502 «Программа развития рудно-сырьевой базы металлургической промышленности (Программа «Руда»)», от 23 октября 1998 г. № 1237 «Об освоении месторождения бокситов Средний Тиман в Республике Коми и развитии алюминиевого комплекса Урала», соглашений между Республикой Коми и Свердловской областью: «О сотрудничестве в экономической и научно-технической областях» (от 24 октября 1997 г.), «О совместном развитии сырьевой базы черной и цветной металлургии Российской Федерации» и других документов, а также в рамках «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (утвержденной Председателем Правительства РФ В. В. Путиным) и «Долгосрочной государственной программой изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья» (с изменениями и дополнениями в соответствии с поручением Правительства РФ от 28 сентября 2007 года № ВЗ-П9-4722, Протоколом заседания Правительства Российской Федерации от 27 марта 2008 года № 12, утвержденной приказом Минприроды России от 16 июля 2008 г. № 151).

Одним из важных программных документов является Проект ФЦП «Комплексная программа поддержания и развития металлургических и других отраслей Уральского региона с использованием минерально-сырьевых ресурсов Республики Коми» (2000). Основные мероприятия этой программы в области сырьевого обеспечения предприятий черной и цветной металлургии, угольной

энергетики, электронной и оптической промышленности остаются актуальными и в настоящее время.

Проектом «Урал Промышленный – Урал Полярный» вовлечение в промышленное освоение природных ресурсов Тимано-Североуральско-Баренцевоморского георегиона напрямую не рассматривалось, но предполагалось в случае строительства широтных связок с Северной железной дорогой Троицко-Печорск–Сосьва–Агириш (410 км), Чум–Индига, Тиман–Индига (проект «Баренцкомур», 720 км). Следует отметить, что до проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный», фактически закрытого в настоящее время, предлагалась реализация более масштабного и обоснованного проекта комплексного промышленного освоения Приполярного и Полярного Урала на основе опережающего развития транспортной и энергетической инфраструктуры. Этот проект был поддержан администрациями Свердловской области, Пермского края, Ханты-Мансийского, Ямalo-Ненецкого, Ненецкого автономных округов и Республики Коми. Задачи геологического изучения недр были конкретизированы в проекте программы развития минерально-сырьевой базы Северного, Приполярного и Полярного Урала на 2006–2009 годы (программа «Полярный Урал»).

На основании решения Международной научно-практической конференции «Арктические перспективы, XXI век» (Нарьян-Мар, 16 июля 2009 г.), по заданию Совета по координации развития топливно-энергетического комплекса при полномочном представителе Президента Российской Федерации в Северо-Западном федеральном округе, ООО «ГКЦ Гекон» совместно с ИГ Коми НЦ УрО РАН и другими организациями разрабатывается «Программа развития минерально-сырьевых кластеров Печорского региона на период до 2030 года» («Программа освоения минерально-сырьевой базы углеводородов, углей и бокситов, развития транспортной и энергетической инфраструктуры Печорского региона»). Одним из результатов реализации этой программы должно стать создание механизма межрегионального сотрудничества в целях интегрированного развития минерально-сырьевых кластеров основных видов полезных

ископаемых на основе единого регионального инфраструктурного каркаса.

Одним из главных индустриально-инфраструктурных проектов является проект строительства железнодорожной магистрали «Белкомур», который реализуется сегодня как «Комплексная программа промышленного и инфраструктурного развития Республики Коми, Пермского края и Архангельской области». Проект отвечает стратегическим и геополитическим интересам России, обеспечивает транспортную связь регионов севера РФ, повышает эффективность маршрутов международных транспортных коридоров, способствует возрождению Северного морского пути, развитию северных морских портов Мурманска и Архангельска, обеспечивает социально-экономическое и промышленное развитие регионов [1, 2]. Инвестиционные проекты, включенные в Комплексную программу, характеризуются экономической взаимодополняемостью ресурсов. Это касается, например, увеличения производства бумаги на ОАО «Соликамскбумпром» (поставка наполнителя – осажденного карбоната кальция из Республики Коми), организации производства стекла на Пермском стекольном заводе (поставка кварцевых концентратов, доломита из Республики Коми) и на стекольном заводе в Республике Коми (поставка соды из ООО «Березниковский содовый завод»), получения пигментного диоксида титана на ОАО «ЯрегаРуда», ООО «Лукойл-Коми» (поставка хлора, производимого ООО «Сода-хлорат»), переработки титановых концентратов и шлаков на заводах Корпорации ВСМПО-АВИСМА.

Особое экономико-географическое положение в Тимано-Североуральско-Баренцевоморском геоэкономическом мегарегионе занимает Республика Коми. С одной стороны, она тяготеет функциональными политическими, социально-экономическими связями к северо-западу и странам Баренц-региона, а с другой является, безусловно, «уральской» республикой, поскольку с Уралом ее связывают не только наибольшая протяженность восточных границ (свыше 1000 км), но и, главным образом, важные экономические связи.

Стратегия развития экономики Респу-

блики Коми на ближайшую и долгосрочную перспективы будет основываться на использовании ее природно-ресурсного потенциала, в котором важнейшее место занимают минерально-сырьевые ресурсы. От масштабов и эффективности их освоения зависят современное состояние экономики республики, уровень жизни ее населения и перспективы дальнейшего устойчивого развития.

По оценкам социально-экономического потенциала субъектов Российской Федерации, выполненным Роснедрами и ВСЕГЕИ [3], Республика Коми занимает первое место по влиянию богатства недр на потенциал социально-экономического развития в Северо-Западном федеральном округе, опережая по этому показателю среднероссийский уровень в 1,5 раза. Оценка эффективности освоения минерально-сырьевой базы Республики Коми – 24,4 балла при среднем значении по СЗФО – 18,6 и по России – 21,8. Хотя потенциал для вовлечения минерально-сырьевой базы в хозяйственный оборот остается весьма значительным – сегодня так или иначе востребовано не более 60 % богатства недр республики.

Доля отраслей минерально-сырьевого комплекса в валовом региональном продукте составляет около 25 %, в объеме промышленного производства более 60 %, в доходах консолидированного бюджета – около 20 %.

В пределах Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона выделено более 30 перспективных зон, районов, узлов, площадей для подготовки запасов для промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, строительства горнодобывающих и перерабатывающих производств, из которых большая часть располагается на территории Республики Коми.

В связи с освоением природно-ресурсного потенциала, реализацией крупных федеральных и региональных программ по созданию и развитию промышленных производств и транспортной инфраструктуры определились основные направления формирования глобальных транспортных коридоров и связанных с ними минерально-сырьевых потоков. Эти коридоры и потоки дают важное инфраструктурное обеспечение развития меж- и макрорегиональных связей, экономической интеграции регионов Западной Сибири, Ура-

ла, Северо-Запада Российской Федерации, развитию сотрудничества со странами Европейского Сообщества.

Роль Республики Коми как будущего крупного промышленно-логистического узла на Севере Российской Федерации значительно возрастает. Если сегодня суммарные перевозки различных грузов через территорию Республики Коми составляют около 175 млн т различных грузов в год, в том числе угли – 11 млн т, бокситы – 2 млн т, нефть – 22 млн т, газ – 93 млрд м<sup>3</sup>, то к 2020 г. эти объемы возрастают как минимум втрое [4].

Предполагаемые транспортные магистрали сгруппированы нами по очередности строительства: объекты 1-й очереди (ближайшая перспектива), 2-й очереди (перспективные) и 3-й очереди ( дальняя перспектива). В границах будущих транспортных коридоров выделены следующие сырьевые узлы:

**1-я очередь (ближайшая перспектива)  
автомобильные дороги:**

– магистраль «Северо-Запад–Сибирь»–Санкт-Петербург–Котлас–Сыктывкар–Пермь–Ханты-Мансийск–Томск (в том числе строящийся участок Гайны–Кудымкар). В зону влияния магистрали включаются месторождения и перспективные площади Южно-Тиманского бокситорудного района (бокситы, каолинитовые глины), Сысольский сланценосный район (горючие сланцы);

– магистраль «Северо-Восток–Полярный Урал»–Сыктывкар–Воркута с подъездом к Нарьян-Мару и Салехарду (строящиеся участки Усинск–Харьяга–Нарьян-Мар, Ухта (Сосновогорск)–Салехард). В ближнем коридоре автодороги расположены следующие минерально-сырьевые узлы: Ижемский сланценосный район (Айювинское месторождение горючих сланцев с балансовыми запасами свыше 500 млн т), Южно-Тиманский бокситорудный район (бокситы Тимшеро-Пузлинской и Кедва-Вольской групп, каолинитовые глины), Ярегско-Водненский рудный узел (титан, редкие и редкоземельные металлы в Ярегском месторождении), Сюзельская и Пожняельская площади (стекольные пески), Тиманская площадь (химически чистые известняки и доломиты, каолинитовые глины, гипсы); Адзъвинский угленосный район (бурый уголь), Интинский угленосный геологический район (каменный уголь), Войкаро-Сынинский хромитоносный район (хромовые руды), Собско-Пальникский баритоносный район (бариты), Западно-Уральская меденосная зона (медь), Приполярноуральская кварцевая субпровинция (кварцевое и камнесамоцветное сырье), Кожимский рудно-россыпный район (золото, свинец, цинк), Воркутинский угленосный геологический промышленный узел, Хальмерьюсский угленосный геологический промышленный узел;

– автодорога Айкино-Кослан проходит в пределах Удорской площади (глины, строительный камень, месторождение стекольных песков Благоево), Яренского сланценосного района (Чим-Лоптюгское месторождение горючих сланцев с балансовыми запасами блока № 1 участка Чим Центральный 94,5 млн т, ресурсным потенциалом свыше 1 млрд т);

**железные дороги:**

– магистраль «Белкомур» (Пермь (Соликамск)–Сыктывкар–Архангельск). Основные сырьевые узлы, площади и зоны: Удорская площадь, Яренский сланценосный район, Четласский узел (редкие металлы, золото, алмазы, строительный камень), Западно-Притиманская площадь (каолинитовые глины, химически чистые известняки, цеолиты, природная сода), Сереговское месторождение каменной соли, Сысольский сланценосный район (горючие сланцы, глины, кварцевые стекольные пески);

**трубопроводный транспорт:**

– магистральный газопровод «Ямал–Европа». В его коридоре выделяются минерально-сырьевые зоны, районы и узлы: Ижемский сланценосный район, Южно-Тиманский бокситорудный район (бокситы, каолинитовые руды), Ярегско-Водненский рудный узел, Сюзельская и Пожняельская площади (стекольные пески), Адзъвинский угленосный район (бурый уголь), Интинский угленосный геологический промышленный район (каменный уголь), Войкаро-Сынинский хромитоносный район (хромовые руды), Собско-Пальникский баритоносный район (бариты), Западно-Уральская меденосная зона (медь), Приполярноуральская кварцевая субпровинция (кварцевое и камнесамоцветное сырье), Кожимский рудно-россыпный район (золото, свинец, цинк), Воркутинский угленосный ге-

олого-промышленный узел, Хальмерьюский угленосный геолого-промышленный узел), Яренгский сланценосный район (горючие сланцы, Чим-Лоптюгское месторождение горючих сланцев), Сереговское месторождение каменной соли.

#### **2-я очередь (перспективные)**

##### **автомобильные:**

– автомагистраль «Ухта – Урал Промышленный». Ухта–Троицко-Печорск–Соликамск–Пермь (участок Якша–Соликамск). Будущая автодорога пройдет по районам, на территории которых расположены: Южно-Тиманский бокситорудный район, Ижемская площадь (бокситы, каолинитовые глины), Черь-Вычегодская площадь (каолинитовые глины), Яргско-Водненский рудный узел, Ижемский сланценосный район), Верхне-Печорский соленосный бассейн (каменная и калийно-магниевая соли), Сюзельская площадь (стекольные пески).

#### **3-я очередь (далняя перспектива)**

##### **железные дороги:**

– проектируемая магистраль Сосновогорск – Индига (Баренцкому). В зону влияния этой магистрали попадают Среднетиманский и Южнотиманский бокситорудные районы (бокситы, каолинитовые глины, редкие металлы), Яргско-Водненский рудный узел (титан, редкие и редкоземельные металлы). Ижемский сланценосный район (горючие сланцы, фосфориты), Максаро-Пижемская площадь (Заостровское месторождение фосфатных бокситов, фосфориты, золото); Умбинско-Пижемский рудный узел (Пижемское титановое месторождение, золото, алмазы, редкие и редкоземельные металлы);

– широтный отрезок Троицко-Печорск – Сосьва – Агириш (Соликамск–Ивдель–Полуночное). В зоне влияния этой дороги находятся: Ижемский сланценосный район, Южно-Тиманский бокситорудный район, Яргско-Водненский рудный узел, Верхне-Печорский соленосный бассейн, Сюзельская и Пожняельская площади, Ижемская, Черь-Вычегодская площади;

– дорога Воркута–Усть-Кара имеет важнейшее значение для освоения месторождений каменных углей Воркутинского, Хальмерьюского угленосных геолого-промышленных районов, Коротаихинского и Карского

угленосных районов, Новоземельско-Пайхайской флюоритоносной провинции, Пайпудынского рудного узла (фосфор, золото, полиметаллы, редкие металлы).

Для населенных пунктов, по территории которых пройдут будущие транспортные магистрали, была выполнена оценка транспортной и инвестиционной инфраструктуры, которая проводилась с позиций количества строительных компаний и объема производства строительных материалов, а также по плотности и протяженности дорожной сети. Дополнительно были рассмотрены среднедушевые показатели по производству и передаче электрической и тепловой энергии [5]. Для оценки степени освоения территории социально-экономические показатели рассматривались в динамике с 1990 по 2010 г.

В большинстве районов Республики Коми плотность автодорог довольно низкая – до 20 км на 1000 км<sup>2</sup>. Наименьшая дорожная плотность наблюдается в районе городов Инты, Воркуты и Вуктыла – до 5 км на 1000 км<sup>2</sup>. Слабое автомобильное сообщение в Усть-Цилемском, Троицко-Печорском районах, в районах Усинска и Печоры, где плотность дорожной сети не превышает 10 км на 1000 км<sup>2</sup>. За последние десять лет значительно сократились объемы ввода автодорог. Если в 2000 г. в целом по республике было введено в действие более 180 км автодорог с твердым покрытием, то в 2010 г. – только 5 км. С 2002 г. не ведется строительство дорог в Интинском, Воркутинском, Троицко-Печорском и Княжпогостском районах. Заметно отстают сельские районы республики от городских округов по душевому производству, передаче и распределению электроэнергии, газа и воды. В большинстве районов, за исключением Княжпогостского и Удорского, этот показатель не превышает 6 тыс. р.

Транспортная сеть республики в последние годы практически не изменилась. В 2011 г. транспортную инфраструктуру представляли 1,7 тыс. км железнодорожных, 4,1 тыс. км внутренних водных судоходных путей общего пользования, 3,8 тыс. км газопроводов, 0,8 тыс. км нефтепроводов, 6,8 тыс. км автодорог общего пользования, из которых 85 % – дороги с твердым покрытием. В 2011 г. введены в действие 1,6 км вторых железнодорожных путей,

0,1 км магистральных нефтепроводов, 9,2 км автомобильных дорог с твердым покрытием.

По густоте железнодорожных путей и автомобильных дорог с твердым покрытием (общего пользования) республика находилась на одном из последних мест в России. Среди регионов Северо-Западного федерального округа наибольшей была плотность железнодорожных путей в Калининградской области (40,9 км). Меньше, чем по Республике Коми, этот показатель был только в Архангельской области (3 км). Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием в республике изменяется от 2 км в Инте до 61 км в Усть-Вымском районе. По данному показателю в 2010 г. Республика Коми находилась на последнем месте среди регионов Северо-Западного федерального округа и на 69-м месте в России. Проблема развития дорог и повышения их качества особенно характерна для сельской местности. В 2011 г. 38 % всех сельских населенных пунктов Республики Коми не имели связи по дорогам с твердым покрытием с сетью путей сообщения общего пользования.

Очевидно, что низкая транспортная доступность в регионе сдерживает приток инвестиций и является одним из главных факторов стагнации в развитии горнорудного сектора промышленного производства. Вместе с тем именно освоение сырьевой базы твердых полезных ископаемых может послужить толчком к диверсификации экономики региона.

Главными направлениями развития горнодобывающего комплекса являются организация устойчивой работы предприятий на подготовленных к эксплуатации месторождениях, а также формирование комплекса новых производств.

Локомотивами в развитии горнорудной промышленности может стать реализация новых крупных инвестиционных проектов, среди которых:

– комплекс промышленных предприятий по переработке бокситовых руд Среднего Тимана и Южного Тимана в составе действующего Средне-Тиманского бокситового рудника и глиноземного завода в Сосногорском районе. На Вежаю-Ворыквинском месторождении в Республике Коми сегодня добывается почти 40 % всех российских бокситов, в связи с постепенным закрытием шахт в Свердловской области эта доля будет возра-

стать, а основной центр переработки бокситов переместится в Республику Коми. В связи с этим в регионе проводятся работы по минералого-технологической оценке бокситов. В Институте геологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар) разработаны основы новой технологии переработки бокситов, позволяющие значительно расширить сырьевую базу глиноземного и огнеупорного производства за счет вовлечения в переработку низкокачественных высококремнистых и фосфатоносных бокситов. При тех же объемах выемки горной массы объемы боксита, отправляемого на переработку, возрастут на 10–25 %;

– горно-химический комбинат на базе Яргского нефтетитанового месторождения в Ухтинском районе. Освоение Яргского нефтетитанового месторождения, а в более далекой перспективе – Пижемского титанового месторождения остается главным ориентиром в создании отечественной отрасли производства и переработки титанового сырья. В результате исследований, проведенных ИГ Коми НЦ УрО РАН совместно с ООО «Лукойл-Нижегороднийнефтепроект», предложены новые технологические решения, предусматривающие переработку сложных лейкоксеновых руд по принципиально новой технологии, с утилизацией серной кислоты, образующейся при сжигании попутного высокосернистого газа на нефтегазовых месторождениях Тимано-Печорской провинции;

– комплекс сланцевых производств на базе Чим-Лоптугского (Удорский район) и Айювинского (Сосногорский район) месторождений горючих сланцев. Объем производства основной товарной продукции – сланцевого масла может составить 450–600 тыс. т на сумму 15–17 млрд р. Результатом промышленного освоения месторождений горючих сланцев может стать не только строительство крупных энерготехнологических комплексов с большим количеством смежных производств, но и появление в России новой сланцевой отрасли;

– строительство цементного завода на базе Бельгопского месторождения известняков и глин. На основе ресурсов известняков и глин Бельгопского месторождения планируется создание производства цемента мощностью 2,5 млн т/год. Блок химически чистых известняков (участок Бельгоп-4) разведен для

нужд целлюлозно-бумажной промышленности. На этих запасах возможна организация производства химически осажденного карбоната кальция мощностью 500 тыс. т и более;

– производство кварцевого концентрата на базе сырья месторождения Желанное, добыча жильного кварца на Лек-Елецком участке (Полярный Урал). Современный объем добычи кварца на месторождении Желанное составляет около 1000 т/год, и доля, занимаемая на российском рынке сырья для плавки и синтеза кристаллов, – около 30 %. В то же время наблюдается ежегодный рост потребления в 5–7 % в год, а емкость мирового рынка оценивается объемами от 40 до 60 тыс. т. На предприятии проведена существенная модернизация, и после привлечения стратегического партнера возможна организация добычи кварцевого сырья с 2013 г. в объеме 5000 т/год с доведением до 10 000 т/год;

– строительство стекольного завода на базе ресурсов стекольных кварцевых песков Сюзельской, Пожняельской площадей, Айкино-Жешартской группы месторождений. Внушительные ресурсы стекольных кварцевых песков, исчисляемые сотнями миллионов тонн, расположенные в экономически освоенных районах, наличие необходимых энергетических ресурсов и транспортной инфраструктуры определяют целесообразность строительства стекольного завода в Ухтинско-Сосновогорском промышленном районе. Попутным или самостоятельным направлением является производство пеностекла и других видов продукции.

К проектируемым среднемасштабным производствам относятся:

– организация углехимических производств по переработке угольных шламов в Интинском и Воркутинском районах, освоение Неченского и Шарьи-Заостренского месторождений бурых углей;

– организация производства химически осажденного карбоната кальция на базе месторождений химически чистых известняков в Ухтинско-Сосновогорском промышленном районе;

– производство магнезиальных вяжущих и магнезиальных металлургических флюсов на базе месторождений доломитов Княжпогостского района.

Выполненные оценки новых горнорудных проектов показали их высокую социально-экономическую эффективность (табл. 1).

Реализация предлагаемых горнорудных проектов позволит создать около 3 тысяч новых рабочих мест, существенно увеличит доходы бюджетов всех уровней, окажет стимулирующее воздействие на активизацию сопутствующих и обслуживающих производств – машиностроения, пищевой и легкой промышленности.

Что касается территории Северного и Приполярного Урала, то инфраструктурное развитие этой части рассматриваемого региона является наименьшим. Фактический отказ от реализации проекта «Урал промышленный – Урал Полярный» привел к консервации бюджетных средств, выделенных для геологического и инженерного изучения. Вместе с тем Северный и Приполярный Урал обладают значительным минерально-сырьевым потенциалом. Для переоценки выбраны наиболее изученные объекты различных видов твердых полезных ископаемых Северного и Приполярного Урала, представляющие интерес в плане их возможного промышленного освоения. Перечень объектов оценки представлен в табл. 2.

*Яны-Туринское железорудное месторождение.* На основании проведенных в ТЭО кондиций [6] исследований выбран вариант оконтуривания рудной зоны по бортовому содержанию железа – 20 %. Проектом освоения предполагается наличие транспортного коридора вдоль восточного склона уральской части ХМАО–Югры, наличие обогатительной фабрики. При этих условиях экономические показатели свидетельствуют об эффективности освоения месторождения. Яны-Туринское месторождение представляет промышленную значимость в случае комплексного освоения минерально-сырьевого потенциала Охтямского рудного узла.

*Тольинское и Оторынское буроугольные месторождения.* Переоценка осуществлена с учетом материалов ФГУП «ВНИГРИуголь», ОАО «Инженерный центр энергетики Урала», ОАО «Уралгипрошахт» и ФГБУН «Институт экономики УрО РАН» [7–10]. Освоение непосредственно лишь месторождений с доставкой товарной продукции до потребителей на

Среднем и Северном Урале экономически неэффективно. Проектом освоения Тольинского бурового месторождения предполагается строительство на борту карьера элек-

Таблица 1  
Социально-экономическая эффективность новых горнорудных проектов

Проект	Вид продукции	Годовой объем производства	Количество занятых, чел.	Бюджетная эффективность по уровням бюджетов, млн р.	
				федеральный	региональный
<i>Объекты освоения 1-й очереди</i>					
Освоение Айювинского месторождения горючих сланцев	Сланцевое масло зола сланцевая электроэнергия топливный газ	587 тыс. т 2,69 млн т 2,9 млн МВт·ч 439 млн м <sup>3</sup>	1300	9077	10345
Производство флюсов для металлургического производства на базе доломитового сырья	Обожженный доломит для металлургического производства	1-й вариант 100 тыс. т 2-й вариант 300 тыс. т	100 150	170 509	373 1180
Производство химически осажденного карбоната кальция	Химически осажденный карбонат кальция	100 тыс. т	100	850	845
Производство кирпича	Кирпич обжиговый	5 млн. шт	20	15	22
Производство керамзита разных фракций и керамзитобетонных блоков	Керамзит керамзитобетонные блоки	50 тыс. м <sup>3</sup> 800 тыс. шт	80	40	70
Производство сухих строительных смесей	Сухие строительные смеси	20 тыс. т	50	62	84
Производство пеноцеллита	Пеноцеллитовые блоки	50 тыс. м <sup>3</sup>	100	126	186
	Гранулированный пеноцеллит	50 тыс. м <sup>3</sup>	50	32	72
Производство пеностекла	Пеностекло	100 тыс. м <sup>3</sup>	150	197	1588
Производство магнезиальных вяжущих	Магнезиальный цемент	50 тыс. т	50	85	256
Фракционированный песок, щебень	Для производства сухих смесей	100 тыс. т	100	24	39
	Для фильтрации и пескоструйной обработки поверхностей	150 тыс. т	100	44	69
<i>Объекты освоения 2-й очереди</i>					
Добыча и переработка бурых углей на Неченском месторождении	Синтетическое жидкое топливо	135 тыс. л	300	1047	3143
	Термококс	100 тыс. т	100	167	497
Производство листового стекла	Листовое стекло	20 000 тыс. м <sup>2</sup>	150	3244	5972
Производство каустического доломита и стекломагнезитовых листов	Каустический доломит стекломагнезитовые листы	30 тыс. т 300 тыс. шт.	50	96	279

ростанции установленной мощностью 630 МВт, что потребует около 4 млн т угля в год. Ориентировочные технико-экономические показатели производства электроэнергии на

первоочередной электростанции электрической мощностью около 630 МВт на угле Тольинского и Оторынского месторождений определены для следующего варианта основного оборудования ТЭС: три энергоблока по 210 МВт с парогазовым циклом на основе пиролиза угля – 54,5 млрд р. Конечной продукцией проекта освоения, таким образом, будет электроэнергия, реализуемая промышленным потребителям (по ХМАО–Югре в 2011 г. установлен тариф 8,99 руб./кВт·ч). Особенностью такого представления проекта является значительный период времени строительства, даже с учетом параллельного строительства рудника и ТЭС выбранная технологическая схема потребует 71 мес. строительства, что неизбежно негативно отразится на динамике чистого дисконтированного дохода.

Себестоимость добычи угля на базе Оторынского буроугольного месторождения существенно (на 39 %) выше, чем на Тольинском. Был произведен вариативный расчет сценариев вовлечения Оторынского месторождения относительно Тольинского, на основе максимизации показателя ЧДД был выбран вариант вовлечения Оторынского буроугольного месторождения в хозяйственный оборот после освоения Тольинского месторождения. Вовлечение в хозяйственный оборот Тольинского и Оторынского месторождений целесообразно только в случае масштабного комплексного освоения Березовского района ХМАО–Югры, при этом размер инвестиций и срок их окупаемости (не менее 17 лет) определяет необходимость государственного участия в проекте освоения.

*Верхнетольинское проявление уран-ториевых руд.* Объект находится в Восточной части массива Мань-Хамбо. В основу оценки были положены данные отчета о НИР [11] и технико-экономические проработки ООО «Унипромедь инжиниринг». По содержанию урана руды массива Мань-Хамбо относятся к «бедным» (0,06 % U, проба 1) и «убогим» («отвальным») (0,005 % U, проба 2). В связи с этим основу технологии извлечения урана из руд Верхнетольинского проявления будет составлять кучное выщелачивание. Проведен-

ные расчеты экономической эффективности на данной стадии геологического изучения свидетельствуют, что Верхнетольинское проявление радиоактивных и редкоземельных руд представляет промышленный интерес (рентабельность инвестиций 38 %, срок окупаемости с учетом дисконтирования 10 лет) при условии решения вопроса реализации тория.

*Западное медно-цинковое рудопоявление.* Руды «Западного» комплексные, при их переработке предполагается получение трех видов концентратов: медного, цинкового и пиритного. Наряду с медью, цинком и серой в концентраты извлекается целый ряд попутных полезных компонентов. В качестве объекта-аналога в оценке принят Северная группа месторождений (Свердловская область). Несмотря на низкую рентабельность объекта, с экономической точки зрения все же главной проблемой проявления медно-цинковых руд «Западного» являются незначительные запасы и прогнозные ресурсы минерального сырья. При оценке эффективности освоения с дисконтированием денежных потоков получена отрицательная величина чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Срок окупаемости инвестиций при оценке без применения дисконтирования превышает допустимый (10 лет). Таким образом, рудопоявление «Западное» с представленными параметрами по величине запасов и содержанию меди и цинка по традиционным технологиям не может быть рекомендовано к промышленному освоению в настоящее время. Но рудопоявление может быть рекомендовано для дальнейшего геологического изучения на предмет возможного освоения по альтернативным технологиям.

*Усть-Манынское месторождение бентонитовых глин.* Усть-Манынские бентонитовые глины являются щелочноземельными, использование их в природном виде для приготовления буровых растворов неэффективно, а реализация непосредственно бентонитовой глины экономически нецелесообразна, поэтому рассмотрена организация производства модифицированного бентонитового

порошка. Расчеты выполнены для варианта производительности по готовой продукции 100 тыс. т глинопорошка для удовлетворения потребности нефтяных компаний Ханты-Мансийского автономного округа в целом. При переоценке использованы данные отчета «Технико-экономический расчет по разработке Усть-Манынского месторождения бентонитовых глин» [12]. Производство основных работ представляется вахтовым способом. Добыча глин и производство порошка будут производиться круглогодично. Транспортировка бентопорошка на прирельсовый базисный склад предполагается в зимний период.

При оценке проекта освоения Усть-Манынского месторождения бентонитовых глин ключевыми вопросами остаются вопросы обоснования цены реализации и обеспечения устойчивого спроса на продукцию будущего предприятия, поскольку на рынке тампонажных смесей и буровых растворов ХМАО–Югры в настоящее время действуют представители нескольких крупных производителей-конкурентов. Внутренняя норма доходности проекта 9,6 %. ЧДД проекта 1425 млн р. при ставке дисконтирования 15 %, индекс доходности – 1,11. В табл. 2 представлены укрупненные результаты переоценки перспектив-

Таблица 2

**Результаты переоценки перспективных объектов недропользования уральской части ХМАО–Югры**

Месторождение, рудопроявление	Проектная мощность по руде, млн т	Срок эксплуатации, лет	ЧДД, млн руб.	Срок окупаемости по ЧДД, лет	Индекс доходности
Тольинское	4,0	69	16344,96	17	1,14
Оторынское	4,0	58	46593,94	8	1,21
Яны-Турьинское	1,6	8	135,50	9	1,02
Западное	1	16	отрицательный	–	–
Верхнетольинское	2	14	771,43	11	1,22
Усть-Манынское	0,132	20	1425,07	19	1,11

ных объектов недропользования уральской части ХМАО–Югры.

Вовлечение в хозяйственный оборот большинства переоцененных перспективных объектов недропользования целесообразно только в случае масштабного комплексного освоения Северного и Приполярного Урала и только при условии создания новой транспортной и энергетической инфраструктуры, при этом размер инвестиций и срок их окупаемости определяют необходимость государственного участия в проекте освоения.

Осуществленная переоценка отдельных объектов минерально-сырьевого потенциала Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона подтвердила, что развитие данной территории не является самоцелью, оно подчинено общей стратегии развития России. Как показала переоценка, одним из наиболее острых вопросов является вопрос инфраструктурного развития и обеспечения

устойчивого спроса на продукцию добывающего сектора. Поэтому развитие Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона необходимо рассматривать с учетом развития горизонтальных региональных связей с соседними территориями и в соответствии со стратегическими приоритетами развития экономической системы России в целом и отдельных ее компонентов, с развитием смежных с добычей полезных ископаемых отраслей. Структурная модернизация промышленности, синхронизация программ развития транспортной и энергетической инфраструктуры и отдельных отраслей промышленности обеспечат формирование устойчивых минерально-сырьевых потоков и создание региональных пространственно-сопряженных перерабатывающих предприятий, что гарантирует развитие межрегионального сотрудничества и кооперации на новом уровне.

*Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-И-7-2063 «Перспективные транспортные коридоры и минерально-сырьевые потоки в Тимано-Североуральском регионе: оценка сырьевого потенциала и социально-экономических эффектов», № ГР 01201268596.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баренц-Линк. Концепция маркетинга и развития международного железнодорожного сообщения. Вартиус-Кочкома: Региональное объединение муниципалитетов Кайнуу, 2009. 56 с.
2. Презентация Комплексной программы промышленного и инфраструктурного развития Республики Коми, Пермского края и Архангельской области (проект «Белкомур»). URL: [http://www.belkomur.com/docs/present/Belkomur\\_22052011.pdf](http://www.belkomur.com/docs/present/Belkomur_22052011.pdf)
3. Богатство недр России. Атлас основных месторождений РФ. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 301 с.
4. Бурцев И. Н., Дмитриева Т. Е. Перспективы транспортно-индустриального развития // Атлас Республики Коми. М.: Феория, 2011. С. 283–284.
5. Статистический ежегодник Республики Коми: стат. сб. Комистат, 2010. 502 с.
6. Технико-экономическое обоснование разведочных временных кондиций и промышленной ценности Яны-Туринского железорудного месторождения / В. П. Пахомов [и др]. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. 77 с.
7. Геолого-экономическая переоценка угольных месторождений Сосьвинско-Салехардского бассейна». Екатеринбург. ФГУП «ВНИГРИуголь». 2007. ГР № 40-06-20/1.
8. Концепция развития энергетики Приполярного и Полярного Урала на базе местных углей Северо-Сосьвинских месторождений. 2727-09. ОАО «Инженерный центр энергетики Урала», 2007. Т. 4. 41 с.
9. Переоценка запасов Тольинского и Оторынского месторождений. 1684-ПЗ-6. Екатеринбург. ОАО «Уралгипрошахт», 2006. 45 с.
10. Балашенко В. В., Шестаков Ю. Н., Матафонов М. Э. Геолого-экономическая оценка целесообразности дальнейшего проведения геологоразведочных работ на бурые угли Северо-Сосьвинского угленосного района. Саранпауль, 1987.
11. Устинов А. А. Проведение работ по научно-аналитическому, информационному обеспечению в области недропользования в части твердых полезных ископаемых на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Отчет о НИР за 2006–2009. Ханты-Мансийск. 2009. ГР № 50-06-152/1. И nv. № 15408.
12. Технико-экономический расчет по разработке Усть-Манынского месторождения бентонитовых глин. Ханты-Мансийск: АОЭТ «Зап-Сиб-ЮКОС-Гео», Институт экономики УрО РАН. 1995. 30 с.

Поступила в редакцию 27 августа 2013 г.

**Бурцев Игорь Николаевич** – кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по научным вопросам. 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, 54, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. E-mail: [Burtsev@geo.komisc.ru](mailto:Burtsev@geo.komisc.ru)

**Бурцева Ирина Григорьевна** – кандидат экономических наук, учений секретарь. 167982, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, 26, Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера. E-mail: [burtseva@iespn.komisc.ru](mailto:burtseva@iespn.komisc.ru)

**Душин Алексей Владимирович** – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и менеджмента. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: [dushin.a@list.ru](mailto:dushin.a@list.ru)

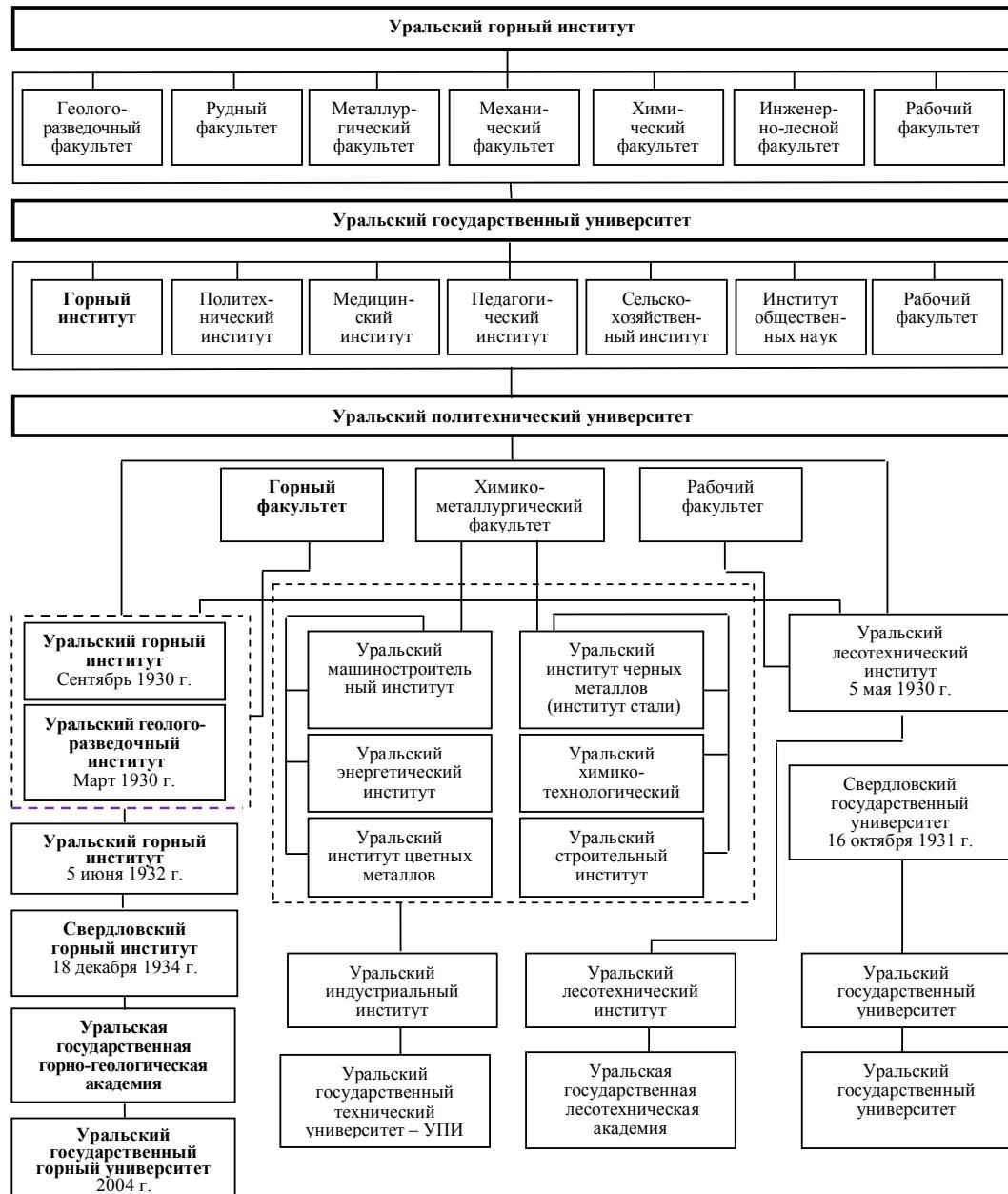
# ИСТОРИЯ УНИВЕРСИТЕТА

К СТОЛЕТИЮ УГГУ

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ УГИ–СГИ–УГИ–УГГА–УГГУ

Днем рождения Уральского государственного горного университета считается 3 (16) июля 1914 года. Тогда Император Российской Николай II утвердил закон об учреждении Екатеринбургского горного института.

В 1917 году был принят императорский закон «О принятии Екатеринбургского горного института под Высочайшее Его Императорского Величества покровительство и даровании сему учебному заведению наименования «Уральский горный институт Императора Николая II».



Уральский горный институт со времени своего основания пережил многочисленные преобразования, но благодаря неимоверным усилиям ученых, руководителей вуза и студенчества сохранил свой статус и по-прежнему является ведущим вузом нашей страны.

Историю развития УГГУ наглядно иллюстрирует хронологическая схема преобразования УГИ за прошедшее время.

## **Ректоры (директора) УГИ, УГГГА, УГГУ**

### *УРАЛЬСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ*

#### **Фон Веймарн Петр Петрович**

17.07.1879–02.06.1935 гг.

Ректор, 1917–1920 гг.

Профессор

#### **Матвеев Константин Константинович**

05.03.1875–21.12.1954 гг.

И. о. ректора, 9.07.1919–8.11.1919 гг.

Магистрант минералогии и геогнозии

#### **Келль Николай Георгиевич**

20.01.1883–22.12.1965 гг.

Ректор, 9.11.1919–19.06.1920 гг.

Горный инженер, доцент

#### **Маковецкий Александр Евменьевич**

21.11.1880–1939 гг.

Ректор, 20.06.1920–18.10.1920 гг.

Доктор инженерных наук, профессор

### *УРАЛЬСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ*

*в составе УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА*

#### **Келль Николай Георгиевич**

20.01.1883–22.12.1965 гг.

Директор, 19.10.1920–01.1921 гг.

Горный инженер, доцент

#### **Гапеев Александр Александрович**

19.08.1881–26.07.1958 гг.

Директор, декан горного факультета, 01.1921–1922 гг.

Профессор

### *ГОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ*

*в составе УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА*

#### **Гапеев Александр Александрович**

19.08.1881–26.07.1958 гг.

Декан, 1922 г.

Профессор

**Шубников Алексей Васильевич**

29.03.1887–27.04.1970 гг.

Декан, 1922 г.

Геолог

**Лазарев Леонид Александрович**

Декан, 1922–1925 гг.

*ГОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ*

*в составе УРАЛЬСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА*

**Соболевский Петр (Станислав) Константинович**

19.10.1868–04.03.1949 гг.

Декан, 1925–1927 гг.

Профессор

**Лазарев Леонид Александрович**

Декан, 1927–1930 гг.

*ГОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ*

*в составе ИНСТИТУТА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ*

**Лазарев Леонид Александрович**

Декан, 1930 г.

*УРАЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ*

**Аносов Семен Давидович**

Год рождения 1898

Директор, 7.06.1930–5.12.1931 гг.

Доцент

**Тягунов Аркадий Алексеевич**

Дата рождения 1.01.1883 г.

Директор, 1.09.1930–3.06.1931 гг.

**Юшков Иван Григорьевич**

Дата рождения 7.01.1892 г.

Директор 06.1931–08.1932 гг.

**Ярутин Петр Яковлевич**

Дата рождения 2.09.1895 г.

Директор, 09.1932–1934 гг.

Доцент, горный инженер

## *УРАЛЬСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ*

**Красносельских Александр Тихонович**

22.03.1899–15.01.1938 гг.

Директор, 1930 г.

**Павловский Иссаак Абрамович**

Сведений о где и месте рождения Павловского И. А.,  
а также никаких других сведений в архивном личном деле не имеется.

Директор, 11.12.1930–09.1931 гг.

**Ярутин Петр Яковлевич**

Год рождения 2.09.1895

Директор, 20.09.1931–04.03.1935 гг.

Доцент, горный инженер

## *СВЕРДЛОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ*

**Скороделов Илья Петрович**

1900–13.04.1938 гг.

Директор, 5.03.1935–3.11.1936 гг.

Доцент

**Павлов Федор Федорович**

27.12.1894–1967 гг.

И. о. директора, 4.11.1936–1.10.1937 гг.

Горный инженер (профессор с 1944 г.)

**Быховский Р. С.**

Нет сведений

**Руковищников Федор Федорович**

Дата рождения 25.02.1902 г.

И. о. директора, 15.05.1937–25.09.1937 гг.

Кандидат геолого-минералогических наук.

**Митраков Иван Иванович**

Год рождения 1905 г.

Директор, 26.09.1937–2.03.1939 гг.

Горный инженер

**Завьялов Николай Сергеевич**

1906–1943 гг.

Директор, 23.05.1939–10. 09.1942 гг.

Доцент

**Оглоблин Дмитрий Николаевич**  
11.09.1905–12.10.1968 гг.  
Директор, 23.06.1942–30.04.1947 гг.  
Профessor, доктор технических наук

**Толокнов Николай Николаевич**  
Дата рождения 04.1909 г.  
Директор, 08.09.1947–8.10.1952 гг.  
Доцент, кандидат технических наук

**Ратников Евгений Федорович**  
Дата рождения 05.1912 г.  
Директор, 08.10.1952–27.07.1960 гг.  
Доцент, кандидат технических наук

**Саковцев Глеб Павлович**  
09.11.1912–24.01.1985 гг.  
Ректор, 10.08.1960–13.11.1981 гг.  
Профessor, доктор геолого-минералогических наук

**Носырев Борис Александрович**  
10.05.1928–03.02.1998 гг.  
Ректор, 20.11.1981–20.11.1988 гг.  
Профessor, доктор технических наук

**УРАЛЬСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

**Дементьев Иван Васильевич**  
02.09.1932–05.03.2009 гг.  
Ректор, 3.02.1989–26.12.2002 гг.  
Профessor, кандидат технических наук

**УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Косарев Николай Петрович**  
Дата рождения 22.05.1953 г.  
Ректор, 27.12.2002 г.– н. вр.  
Профessor, доктор технических наук

*Поленов Ю. А., профессор кафедры геологии УГГУ,  
Шириханова Н. А., методист музея истории УГГУ*

## ABSTRACTS AND REFERENCES

### NATURAL SCIENCES

#### **Geological and geophysical background of revealing of copper and gold-ore mineralization in Verhnij-Tagil trough (the Middle Urals) / Kuzin A. V.**

Dislocated sediments of the Verhnij-Tagil trough are volcanic-sedimentary formations in the rear part of the island arc of the Devonian andesitic magmatism. They include copper ore deposits of skarn, massive sulfide and porphyry type, gold-ore objects as well. The anomalies, identified in the eastern part of the basin by the method of induced polarization, may be caused by sulphide mineralization, which opens up the prospects of finding of new deposits.

**Keywords:** copper ore deposit; andesite formation; electrical prospecting methods.

#### *References*

1. Kuzin A.V. Andesite formation of Tagil zone. Ekaterinburg: Ural State Mining University, 2009. 100 p.
2. Yazeva R.G. Andezitoide magmatism of the Urals: author's dis. Sverdlovsk, Ural Branch of the USSR Ac. Scs., 1989. 32 p.
3. Malakhova L.V. Barashinsky massif as a representative of the Middle Devonian gabro-granodiorite formation of Tagil trough in the Middle Urals // Yearbook -1971. Sverdlovsk: Institute of Geology and Geophysics, 1972. 21–24 p.
4. Malakhova L.V., Churilina N.S. Basaltic granitoids and their comagmatics in Tagil trough (the Middle Urals) // Questions of petrology of granitoids of the Urals. Sverdlovsk: Institute of Geology and Geophysics, USC USSR Ac. Scs, 1972. Collection. 2. 33–75 p.
5. Metallogeny series of geodynamic environments of island arcs / MNR, IMGRE, Geomap, RosGeo. Moscow, 1999. 436 p.

**Kuzin Aleksey Vasilievich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia. E-mail: kuzin-av@mail.ru

#### **Accessory mineralization of A-type granitoids from the basement of Tynyar area (eastern part of the Western-Siberian plate) / Erokhin Yu. V., Ivanov K. S., Hiller V. V.**

In the A-type granitoids of the pre-Jurassic basement of Tynyar area (eastern Khanty) accessory rare-metal-rare earth mineralization is distinguished – thorite, thorogummite, pitchblende, sinhizite-(Ce) and chevkinit-(Ce). It is a typomorphic one for the given alkaline acid rocks. Apparently, thorite and chevkinit and not preserved monazite were the primary accessory minerals of granite. In addition, in the granites of Tynyarsky area the usual accessory minerals – magnetite, zircon and fluorapatite are found.

**Keywords:** Western-Siberian megabasin; foundation; granites; accessory mineralization.

#### *References*

1. New data about the age and composition of the silicate magmatism in the east of the Khanty-Mansi Autonomous Area / Yu.N. Fedorov [et al.] // Bulletin of the subsoil user. 06.

No. 17. 19–24 p.

2. Ivanov K. S., Erokhin Yu. V. About the age of granitoids and “ancient” basement in the east of the Western-Siberian plate (the first U-Pb-data) // Doklady akademii nauk, 2011. Vol. 436. No. 5. 665–669 p.

3. The first information about the Early Proterozoic sialic basement in the east of the Western- Siberian platform (results of the study of Tynyarsky rhyolite-granite massif) / K. S. Ivanov [et al.] // Geology and Geophysics. 2012. Vol. 53. No. 10. 1304–1321 pp.

4. Minerals. Handbook. Silicates with single and dual silicon-oxygen tetrahedra. Ed. by E. M. – Bonshtedt-Kupletsky, N. N. Smolyaninov, F. V. Chukhrov. Moscow: Nauka, 1972. Vol. 3. Issue 1. 883 pp.

5. McDowell S. D. Chevkinite from the Little Chief Granite porphyry stock, California // Amer. Miner. 1979. Vol. 64. 721–727 pp.

6. Chevkinite-group minerals from sialic volcanic rocks of the East African Rift / R. G. Macdonald [et al.] // Miner. Magaz. 2002. Vol. 66. No. 2. 287–299 p.

**Erokhin Yury Viktorovich** – Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia. E-mail: erokhin-yu@yandex.ru

**Ivanov Kirill Svyatoslavich** – Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia. E-mail: ivanovks@igg.uran.ru

**Hiller Vera Vitalievna** – Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia. E-mail: hilvervit@mail.ru

### **Around vein phengite gumbrites of the central part of Shartash granite massif: structural details of metasomatic columns / Sustakov O. A.**

On the basis of studies of near-vein edging of 17 sulfide-quartz veins from the Shartash granite quarry by staining microcline with cobalt-nitrite and using quantitative mineralogical calculations, some details of the structure of metasomatic columns of phengite gumbrites have been characterized, making an addition to the description of previous researchers. Chloritization of biotite zone is regarded as the outer zone of the column gumbiteitization. In this zone and at the beginning of the intermediate zone some replacement of plagioclase by clay minerals is revealed, having taken place before the formation of sericite. The development of metasomatic microcline along plagioclase in the intermediate zone is described. There is a lack of carbonate in a number of veins and metasomatic columns. We consider the development of albite and quartz-carbonate in the inner microcline- sericite zone at the later stages of gumbite formation.

**Keywords:** Shartash massif, sulphide- quartz veins; phengite gumbite; metasomatic columns.

### *References*

1. Pribavkin S. V., Votyakov S. L. Amazonite-containing pegmatites of Shartash massif (the Middle Urals): mineralogy, petrogenesis // Notes of Ros.mineralogical Society. 2004. No. 4. 10–20 pp.
2. Grabezhev A. I. Metasomatism, mineralization and granite magmatism. Moscow: Nauka, 1981. 292 p.
3. Seredkin M. V. Metasomatite of gumbite formation of Gumbeysky ore field and Shartashsky massif, the Urals // Petrology. 2000. No. 3. 280–308 p.
4. Gumbite formation of the Urals / E.M. Spiridonov [et al.]. Moscow: Moscow State University, 1997. 100 p.

5. Grabezhev A. I. Features of granitoids beryllization of Shartash massif in the Middle Urals / Works of Geology and Geochemistry UFAN USSR. 1970. Issue. 86. 10–14 pp.
6. Sustavov O. A. Carbonate-free around vein metasomatite in granites of the central part of Shartashsky massif // Materials of the Ural Summer Mineralogical School-2000. Ekaterinburg: Ural state mining academy, 2000. 372–373 p.
7. Meyer Ch., Hemley V. Changes in near ore host rocks // Geochemistry of hydrothermal ore deposits. Moscow: Mir, 1970. 148–210 pp.
8. Robert F., Brown A.S. Archean gold-bearing quartz veins at the Sigma mine, Abitibi greenstone belt, Quebec // Econ. Geol. 1986. Vol. 81, No 3. 592–616 pp.
9. Sustavov O. A., Nokhrina N. N. Eysitization of granites in contacts of muscovite-carbonate veinlets in the central part of Shartashsky granite massif // News of Ural state mining academy. 2003. Issue 18. 74–78 pp.
10. Sustavov O. A., Pyankova K. I. Microcline -albite metasomatic rocks around veins in the central part of Shartashsky granite massif // Ural Mineralogical School -2005: Proceedings of All-Russia Scientific Conf. Ekaterinburg: Ural State Mining University, 2005. 148–149 p.

**Sustavov Oleg Anatolievich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia. E-mail: olsustavov@mail.ru

**The priority ranking of the environment tasks of mining production with the help of integral indicator of ecological hazard / Fadeichev A. F. , Tseitlin E. M., Flyagina E. V., Korobeinikova Yu. V., Reichert A. V.**

Mining production has a negative impact on all geospheres of the Earth. Existing methods for assessment of negative impact of mining on the environment do not provide sufficient completeness of all factors consideration. Application of the integral index of ecological hazards allow to optimize the negative impact of mining on the environment. The developed method takes into account the specific effects of the mineral raw materials complex .

**Keywords:** ecological hazard; environmental safety; integral indicator of environmental risk; assessment of ecological hazard.

*References*

1. Khokhryakov A.V., Fadeichev A.F. , Tseitlin E. M. Dynamics of the impact of Ural leading mining enterprises on the environment // News of the higher institutions. Mining Journal. No. 8., 2011. 44–53 p.
2. The dynamics of the negative impact on the environment at different stages of development of mining / A. F. Fadeichev [et al] // News of the higher institutions. Mining Journal. No. 1., 2012. 39–46 p.
3. Akimov V. A., Lesnykh V. V., Radayev N. N. Risks in nature, technosphere, society and economy. Moscow: Business Express, 2004. 352 p .
4. About the environment protection: Federal Act of January 10, 2002. N 7-FL, amended on 25.06.2012 .
5. Astakhov A. S., Dikolenko Ye. Ya., Kharchenko V. A. Environmental safety and efficiency of natural resources use. Moscow: Moscow State Mining University, 2006. 323 p.
6. Tseitlin Ye. M. Optimization of the negative impact of mining by the integral criterion for assessment of environmental hazards // Mining information – analytical bulletin (special issue). 2013. No. 6. 16 p.

7. Khokhryakov A. V., Fadeichev A. F., Tseitlin Ye. M. Application of integrated criterion for determining the environmental hazard of mining enterprises // News of the Ural State Mining University. 2013. No. 1. 25–31 p.

**Fadeichev Alfred Frantsevich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia. E-mail: alfred.fadeichev@m.ursmu.ru

**Tseytlin Evgeny Mikhailovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia. E-mail: tseytlin.e.m@gmail.com

**Flyagina Ekaterina Vladimirovna** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

**Korobeinikova Julia Vladimirovna** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

**Reichert Anna Vladimirovna** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

**Analysis and proposals for improving the wind loading of mine fans / V. N. Makarov, S. A. Gorbunov, T. A. Kornilova**

The authors propose a promising way to improve the aerodynamic loading and adaptability of local ventilation fans. Using the method of complex integration of the deduction theory, the method of conform reflection and the equations of Schwartz – Christoffel, the formula has been received for calculating of circulation on profiles of circular grating of vortex sources in corner points has been received. It is established that the vortex sources eliminate the flow branching in corner points of the profile, that is, they provide a smooth airflow, which significantly improves the aerodynamic loading and control of fans operation.

**Keywords:** fan, circulation, vortex chamber, aerodynamic design, wind loading, vortex sources; profiles circular grating, the method of conformal mapping.

#### *References*

1. Zolotykh S. S., Stekolscshikov, Denisenko S. I. The guide on design of combined ventilation of excavation sites and fields using gas-suction fan systems for mines of OJSC “Company “Kuzbassugol”. Kemerovo, 2000. 124 p.
2. Fomin V. I. Aerodynamic characteristics of a centrifugal fan with radial energy regulator // News of the Ural State Mining University. 2010. Issue 24. 111–114 p.
3. Patent 2430274, Russian Federation, MKI F 04 D 29/28. Radial vortex turbomachine / Kosarev N. P., Makarov N. V., Makarov V. N. Publ. in B.I. on 27.09.2011.
4. Patent 2390658 Russian Federation, MKI F 04 D 29/28. The impeller of centrifugal fan / Makarov N.V. Belov S.V., Fomin V. I. and others. No. 112791/06; appl. 02.04.08, published in B. I., 2010, Bull. No. 15.
5. Kosarev N. P., Makarov V. N. Mathematical models of aerodynamics of rotating circular grates of analytical profiles of arbitrary shape with a jet control by circulation. Ekaterinburg, the Ural State Mining University Publishing House, 2005. 93 p.
6. Schlichting G., Theory of a boundary layer. Moscow: Nauka, 1974. 687 p.

**Makarov Vladimir Nikolayevich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia. E-mail: Uk.intelnedra@gmail.com

**Gorbunov Sergei Andreyevich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

**Kornilova Tatyana Aleksandrovna** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

## **Substantiation of the strategy of determination of normal daily water inflow in selection of water draining equipment / S. A. Timukhin, A. V. Ugolnikov, A. V. Dolganov**

The value of normal daily water inflow into mine workings is the main determinant in designing of dewatering plants, and the choice of not only working pumps depends on it, but the whole complex of drainage equipment of mines, pits and, as a result, the efficiency of its operation too.

**Keywords:** mine drainage, pumping and piping system, the normal daily water inflow, mine drainage equipment, coefficient of water abundance.

### *References*

1. Popov V. M. Mine dewatering plants. 2nd edition, Rev. and add. Moscow: Nedra, 1983. 304 p.
2. Veselov A. I. Mine dewatering. Moscow: GNTI, 1956. 532 p.
3. Shevyakov L. D., Bredikhin A. N. Mine drainage. Moscow: GNTI, 1960. 356 p.
4. Nosyrev B. A. Pumping units of mines: aid for studies. Ekaterinburg: Ural state mining academy. 1997. 162 p.

**Timukhin Sergey Andreyevich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

**Ugolnikov Aleksandr Vladimirovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.  
E-mail: ugolnikov@yandex.ru

**Dolganov Aleksey Vladimirovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia. E-mail: av.dolganov@yandex.ru

## **To the question of substantiation of a rational step height in a multistep schemes of mine dewatering / A. V. Ugolnikov, D. S. Stozhkov, S. V. Dmitriev**

With deepening of mining operations to 1200-1600 meters, the drainage schemes may increase till 5–6 steps. Consequently, the analysis and substantiation of rational height of steps in such schemes becomes important, especially in conditions of watered deposits, in development of which the electricity consumption for pumping may reach half of its total consumption through the mine or pit.

**Keywords:** mine drainage; pumping and piping system; a multi-stage pumping; rational step height.

### *References*

1. Nechushkin G. M. State and problems of drainage in deep mines // Mine drainage of deep mines. Moscow: Nedra, 1967. 67–70 p.
2. Izyurov V. V. The choice of the optimum step height for dewatering stage of deep horizons of Kizelovsky basin mines // Mine drainage of deep mines. Moscow: Nedra, 1967. 79–81 p.
3. Mazurenko V. V. Research of a flowsheet of stage pumping of deep mines by sequential pump switching // Mine drainage of deep mines. Moscow: Nedra, 1967. 84–87 p.
4. Popov V. M. Mine drainage from deep horizons in conditions of Severo-Uralsky bauxite mines // Questions of mining electrical engineering. Moscow: Nedra, 1969. 55–62 p.

**Ugolnikov Aleksandr Vladimirovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.  
E-mail: ugolnikov@yandex.ru

**Stozhkov Dmitry Sergeyevich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.  
**Dmitriev Sergey Vladimirovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

### **Evaluation parameters of blastwaves in its interaction with elements of protection devices / Yu. V. Popov, S. A. Timukhin, V. F. Kopachev, E. M. Gorshkova**

The paper considers the questions of evaluation of gas-dynamic parameters of blastwave typical for the explosion of oversizes in open-cast mining. The results obtained may be used in calculation and substantiation of the design parameters of protective devices from rocks.

**Keywords:** strongpointexplosion, specificshockwave, dependenceofgas-dynamicparameters.

#### *References*

1. Popov Yu. V., Tarasov S. P., Gorshkova E. M. To the question of substantiation of parameters of aerodynamically active protective devices based on the consideration of quasi-potential flows in their grates: Materials of Int. scientific and practical conf. “Ural mining school to regions”. Ekaterinburg: Ural State Mining University., 2011. 381–382 p.
2. The protective device for destruction of oversized rocks: patent 101540 Russian Federation . No. IPC F42D 5/ 00; appl. 05.04.2010, publ. on 20.01.2011. Bull. 2.
3. The protective device for destruction of oversized rocks: patent. 107343 Russian Federation. No. IPC F42D 3/04; appl. 12.01.2011, publ. on 10.08.2011. Bull. 22.

### **Methods of triangle equalization / I. A. Shlemov, A. V. Galyanov**

A complete solution is presented of the problem of equalizing of triangle by the method of least squares and the simplified method which was developed by A. V. Galyanov .  
**Keywords:** equalization calculations, the triangle solving, the method of least squares, simplified method of equalization.

#### *References*

1. Galyanov A. V. Method of adjustment of triangle // Mine Surveying and subsoil use. 2013. No. 1. 61–62 p.
2. Bahurin I. M. Surveying course. Moscow: High School, 1962. 494 p.

**Shlemov Ivan Aleksandrovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: smeag@mail.ru

**Galyanov Aleksey Vladimirovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: sgimd@mail.ru

### **Innovation of technical basis of mining companies / V. E. Strovsky, O. V. Kosolapov**

The success of production activity is largely determined by its potential to the perception of innovative environment. In the article the concept of innovation and technical potential, the content of stages of the innovation process is revealed. The authors suggest a list of assessment indicators of innovation of the technical potential as well as their weighting factors to be considered while performing the finite integral evaluation.

**Keywords:** innovation, technical basis, innovation process, assessment.

## *References*

1. J. Schumpeter. The theory of economic development. Moscow: Progress, 1982.
2. Gamidov G. S., Kolosov V. G, Osmanov N. O. Fundamentals of innovation and innovation activity. St. Petersburg: Polytechnika, 2000. 306 p.
3. Glisin F. F., Loseva O. N. Trends in innovation activity of industrial enterprises in Russia // Innovations. 2003. No. 2/3. 59–60 p.
4. Laricheva Ye. A. Dual role of innovation // Management in Russia and abroad. 2004. No. 3. 22–26 p.
5. Economic statistics / G. M. Gurov [et al.] Moscow, 1983. 600 p.
6. Bagretsov N. D. Innovations as the basis for efficient development of industrial enterprises in the post-privatization period // Active state innovation policy – the basis of Russia's economic revival: Materials of the First District Conference. Ekaterinburg, 2001. 114–115 p.
7. Gokhberg L., Kuznetsova I. Innovation processes: trends and challenges // The Economist. 2002. No. 2 . 50–59 p.
8. Afendikov V. S., Dubrovsky Ye. M., Yasny V. K. About some features of development of research and development work in the coal industry abroad // Ugol' (Coal). 1994. No. three. 43-47 pp.
9. Voychinsky A. M., Lebedev O. T., Yudelevich M. A. Organizational and technological basis and STP. Moscow, 1991. 210 p.

**Stroovsky Vladimir Evgenyevich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.  
E-mail: ief.em@ursmu.ru

**Kosolapov Oleg Veniaminovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.  
E-mail: nedra1958@mail.ru

## **Impact of mineral resources on economic growth / A. V. Dushin, M. N. Ignatieva**

Different points of view of researchers are disclosed about the role of mineral resources in creating conditions for economic growth. Some key moments of negative and positive assessment of this phenomenon are considered. The importance of mineral raw material resources complex for the economy of Russia is substantiated from positions of the life quality assessment in different regions and also the prospects for its use.

**Keywords:** mineral resources; economic growth; trends; problems; prospects.

## *References*

1. Gylfason T. Nature, energy and economic growth // Economic Journal HPS. 2001. No. 4. 459–486.
- 2 . Gylfason, T. Natural resource and economic growth // European Economic Review. 2001, May.
- 3 . Gelb A., Hillman A. L., Ursprung H. W. Rents and the transition. Background Pariz, World Development Report, 1996.
- 4 . Wantchekon L. Why do resource dependent countries have authoritarian governments? // Unpublished manuscript, Department of Political Science, Gale University, 2000.
5. Schumpeter J. A. History of economic analysis: VZHT / translation from English, edited by V. S. Avtonomov. St. Petersburg: The School of Economics, 2004.
6. David P., Wright G. The effect of increasing returns and genesis of abundance of resources in America // Economic History. Yearbook, 2000. M.: ROSSPEN, 2001. 609–655 p.

7. Skinder A.I. Mining business in Russia // Encyclopedia Dictionary F.A. Brockhaus and I.A. Efron.
8. Regions of Russia. The main characteristics of subjects of Russian Federation, 2008: Stat. Moscow: Rosstat, 2008. 668 p.
9. Kozlovsky Ye.A. Geology: lessons of the Great War // Industrial news. 2005. No. 2.
10. Berezhnaya L. I., Sokolova T. V., Fedorov S. I. Budget provision of goals and tasks of the state in the field of subsoil use // Mineral Resources of Russia. 2006. No. 6. 24–28 p.

**Dushin Aleksey Vladimirovich** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.  
E-mail: dushin.a@list.ru

**Ignatieva Margarita Nikolayevna** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

### **The main positions of implementation of quality management system at higher schools / E. V. Shorina, M. N. Ignatieva**

In conditions of free market the competitiveness of higher schools is in direct dependence on the quality of educational services provided by them, allowing to train competitive young professionals. The article presents the author's definition of education quality, the subsystems of its structuring and details the composition of educational services consumers. On the basis of the principles of systematic quality management the extended author's version is suggested.

**Keywords:** quality management system; higher school; educational activity; consumers; principles.

#### *References*

1. Bendell T. Mentors in quality. M.: Standards and Quality, 2000. 48 p.
2. Korotkov E. M. Quality education management. Moscow: Academic Project, Mir, 2006. 320 p.
3. What does the quality begin with? / B. V. Boytsov [et al.] // Higher Education in Russia. 2000. No. 1. 40–46 p.
4. Shishov S. Ye., Kalney V. A. Monitoring the education quality at school. Moscow, 1999. 352 p.
5. Tatyanchenko D. V., Vorovshchikov S. G. Development of general education skills of schoolchildren // People's Education. 2003. No. 8. 115–126 p.
6. Morozov N.I. The efficiency criteria (quality) of inclusive education // The world of education – education in the world. 2011. No. 4 (44). 123–132 p.
7. Ilyenkova S. D. Indicators of Education Quality. URL: <http://elitarium.ru>
8. Osipov M. Yu. The main ways to improve the quality of higher education in Russia // Alma mater. 2011. No. 3. 36–39 p.
9. Suvorova L. N. Monitoring of the quality of vocational education in regions // Alma mater. 2011. No. 3. 14–17 p.
10. Rastorguyeva N. F. Quality of education is the key to competitiveness of graduates // Higher Education in Russia. 2009. No. 1. 87–90 p.
11. About the readiness of higher schools to “transition” (round table talk in editor's) // Higher Education in Russia. 2011. No. 3. 96–120 p.
12. Kolesnikov A. V. The quality of education: the main thing is customers' satisfaction // Standards and Quality. 2011. No. 12. 82–85 p.

13. Kelchevskaya N. R. Formation of innovative strategy of development of educational institutions in the system “university – enterprise”: authors’s dis. Ekaterinburg, 2004. 357 p.
14. Pavlenko K. V. Assessment of education quality at higher school: neoinstitutional approach // Higher Education in Russia. 2009. No.11. 132–137 p.
15. Solonin S. I., Kortov S. V. Quality of education: challenges and tasks of measuring the internal environment of higher school // University Management: practice and analysis. 2003. No. 2 (25). 64–69 p.
16. Formation of the quality management system of higher school / V. V. Levshina [et al.] URL: <http://www.quality21.ru/>
17. The formation and development of the quality management system at the university. URL: <http://www.health.elsevier.ru/attachments/editor/10.pdf>
18. Kodzheshau M. A. Implementation of QMS in educational institutions of the Russian Federation - the principles of organization. URL: <http://quality.eup.ru/MATERIALY12/smк-vuz.htm>
19. The concept of development of the Siberian Federal University. URL: [http:// www.smk.sfu-kras.ru/node/13](http://www.smk.sfu-kras.ru/node/13)

**Shorina Eleonora Vladimirovna** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.  
E-mail: shorina23@gmail.com

**Ignatieva Margarita Nikolaevna** – Ural state mining university, Ekaterinburg, Russia.

**Assessment of mineral resources impact of Timano-Severouralsky-Barents sea region  
On development of interregional cooperation and integration of the Urals and north-west of Russian Federation / Burtsev I. N., Burtseva I. G., Dushin A. V.**

The article considers the prospects for transport development of the Timan- Severouralsky - Barents Sea region and the problems of mineral resources development. The raw material sites are determined for accumulation of reserves, industrial development of mineral deposits, construction of mining and processing enterprises within future transport corridors. The assessment has been carried out of the succession of introduction of presented infrastructure projects into the economy circulation. The results are reported of evaluation of the transport and investment infrastructure of settlements, through the territory of which future highways will be constructed. The main directions of development of the mining complex of the Komi Republic are presented. The evaluation of the socio-economic benefits of new mining projects has been carried out, the results of which allow the authors to recommend the presented variants of development of mineral resources in Timan-Severouralsky-Barents Sea region.

**Keywords:** Timan-Severouralsky-Barents Sea region; inter-regional cooperation; transport corridors; mineral resources; infrastructure; social and economic benefits.

#### *References*

1. Barents-Link. The concept of marketing and development of international rail services. Vartius – Kochkoma 2009. Regional Association of municipalities of Kainuu, 2009. 56 p.
2. Presentation of the Complex Program of industrial and infrastructural development of the Komi Republic, Permsky Krai and the Arkhangelsk region (Project “Belkomur”) // [electronic resource]. URL: [http://www.belkomur.com/docs/present/Belkomur\\_22052011.pdf](http://www.belkomur.com/docs/present/Belkomur_22052011.pdf)

3. Natural Resources of Russia. Atlas of the main deposits of the Russian Federation. St. Petersburg: Publishing VSEGEI, 2008. 301 p.
4. Burtsev I. N., Dmitriyeva T. Ye. Prospects for transport and industrial development // Atlas of the Komi Republic. M. Fiori, 2011. 283–284 p.
5. Statistical Yearbook of the Komi Republic. 2010: Komistat, 2010. 502 p.
6. The feasibility study of exploration of temporary conditions and industrial value of Jana-Turinsky iron ore deposit / Pakhomov V. P. [et al]. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Institute of Economics, 2008. 77 p.
7. Geological report “Geological and economic re-evaluation of coal deposits of Sosvinsky Salekhard basin” (State registration No. 40-06-20/1). Ekaterinburg: FSUE “VNIGRIugol”, 2007.
8. The concept of development of power industry of Pre-Polar and Polar Urals on the basis of local coal deposits of Severo-Sosvinsky deposits. 2727-09. Vol. 4. JSC “Ural Power Engineering Center” 2007. 41 p.
9. Re-evaluation of reserves of Tolinsky and Otorinsky deposits. 1684- PZ- 6. Yekaterinburg. JSC “Uralgiproshah”, 2006. 45 p.
10. Balashenko V. N., Shestakov Yu. N., Matafonov M. E. Geological and economic assessment of the feasibility of further exploration works on lignite in Severo-Sovinsky coal-bearing area. Saranpaul, 1987.
11. Ustinov A. A. Research report “Work on scientific and analytical, information provision in the sphere of subsoil use for solid minerals on the territory of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra“ for 2006–2009. State. reg. No. 50-06-152/1. No. 15408. Khanty-Mansiysk. 2009.
12. Technical-economic calculation for development of Ust- Maninsky deposits of bentonite clays. Khanty-Mansiysk. AOET “Zap-Sib-Yukos-Geo”, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 1995. 30 p.

**Burtsev Igor Nikolayevich** – Institute of Geology, Komi Science Center, Syktyvkar, Komi republic, Russia. E-mail: Burtsev@geo.komisc.ru

**Burtseva Irina Grigoriyevna** – Institute of Social-economic problems of the North, Syktyvkar, Komi republic, Russia. E-mail:burtseva@iespn.komisc.ru

**Dushin Alexey Vladimirovich** – Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia. E-mail: dushin.a@list.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.** Аннотация должна быть развернутой, не менее 5–6 предложений.

**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 ( $^{\circ}\text{C}$  – градусы Цельсия и т. д.) набирают прямым шрифтом.

6. Физические единицы приводятся в системе СИ.

### **Графический материал**

Рисунки, карты, чертежи представляются в электронном и бумажном виде, в цветном и/или черно-белом исполнении. Изображения должны быть четкими, контра-

стными. Таблицы и схемы должны быть пригодными для правки. Таблицы и схемы, сканированные как изображения, не принимаются.

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.*

Перевод на англ. яз. *Удачиной Н. А.*

---

Подписано в печать 12.07.2013. Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 11,9. Тираж 500. Заказ № 2.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55055

Издательство ФГБОУ ВПО «УГГУ»  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Отпечатано в типографии  
ООО «Издательство УМЦ УПИ»  
620049, г. Екатеринбург, ул. Гагарина, 35 а, оф. 2