Учредитель

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

ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного горного университета

Научно-технический журнал



Scientific and technical journal

Issue 1(45)

2017

Уральский государственный горный университет

Ural State Mining University

Известия Уральского государственного горного университета 2017. вып. 1

News of the Ural State Mining University 2017, issue 1

Журнал выходит 4 раза в год

Published 4 times a year

Учредитель – Уральский государственный горный университет

Founded by Ural State Mining University

620144, Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 30, Kuibyshev str., 620144, Ekaterinburg, Russia

Известия Уральского государственного горного университета – рецензируемый научно-технический журнал, в котором находят отражение актуальные вопросы изучения, оценки и промышленного освоения минерально-сырьевых ресурсов Уральского региона и сопредельных территорий. В их числе проблемы геологии и разведки недр, геофизических исследований, горного дела и горной механики, экономики природопользования.

К публикации принимаются статьи на русском и английском языках.

Полнотекстовая версия журнала размещается в свободном доступе на нашем сайте и на платформе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) Российской универсальной научной электронной библиотеки. Более полная информация и правила оформления статей размещены на сайте журнала.

News of the Ural State Mining University is a peerreviewed scientific and technical journal, which reflects topical issues of the study, evaluation and commercial development of mineral resources of the Ural region and adjacent territories. These include problems of geology and subsoil exploration, geophysical studies, mining and mining mechanics, environmental economics.

We accept for publication articles in Russian and English languages.

The full-text version of the journal is in the public domain on the website of the journal http://iuggu.ru and in the database of the Russian Science Citation Index of the Russian Universal Scientific Electronic Library.

Website of the journal contains a detailed information about the journal, as well as guidelines for authors.

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», действующий с 1.12.2015 г.

Подписка на журнал осуществляется по каталогу Агентства «Роспечать» «Газеты. Журналы», подписной индекс 25145.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55055 от 14.08.2013

Редакционная коллегия

Главный редактор
Н. П. Косарев — д-р техн. наук, профессор
Заместитель главного редактора
О. Н. Грязнов — д-р геол.-минерал. наук, профессор

Ученый секретарь, редактор раздела «Юбилейные даты» Ю. А. Поленов — д-р геол.-минерал. наук, профессор

Ответственные редакторы по разделам

Науки о Земле: **А. Б. Макаров** — д-р геол.-минерал. наук, профессор *Технические науки*: **С. А. Тимухин** — д-р техн. наук, профессор *Экономические науки*: **М. Н. Игнатьева** — д-р экон. наук. профессор

Редакционный совет

Г. А. Боярских — д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

Н. Г. Валиев — д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

А. Ф. Вершков — д-р экон. наук, Алматы, Казахстан, Департамент геологии АО «Волковгеология»

Карстен Дребенштедт – д-р техн. наук, профессор, Фрайберг, Германия, Фрайбергская горная академия **Ю. В. Ерохин** — канд. геол.-минерал. наук,

Екатеринбург, Россия, Институт геологии и геохимии имени А. Н. Заварицкого УрО РАН

А. Н. Зотов – д-р техн. наук, профессор, Уфа, Россия, Уфимский государственный нефтяной технический университет

К. С. Иванов – д-р геол.-минерал. наук, Екатеринбург, Россия, Институт геологии и геохимии имени А. Н. Заварицкого УрО РАН

Г. Г. Кожушко – д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

С. В. Корнилков — д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Институт горного дела УрО РАН

В. А. Коротеев — академик РАН, д-р геол.-минерал. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Институт геологии и геохимии имени

А. Н. Заварицкого УрО РАН

3. М. Назарова – д-р экон. наук, профессор, Москва, Россия, Российский государственный геологоразведочный университет имени С. Орджоникидзе

В. Я. Потапов — д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

М. Н. Хальфин – д-р техн. наук, профессор, Новочеркасск, Россия, Южно-Российский государственный технический университет

Экспертный совет

А. М. Амдур — д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

А. Г. Баранников — д-р геол.-минерал. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

В. А. Гордеев — д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

H. B. Гревцев — д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

В. А. Душин — д-р геол.-минерал. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

Луиза Карстен – Dr, Ганновер, Германия

И. А. Садовенко – д-р техн. наук, профессор, Днепропетровск, Украина, Национальный горный университет

Евгений Стамбульчик – PhD,

Реховот, Израиль, Научно-исследовательский институт имени X. Вейцмана

В. Б. Сурнев — д-р физ.-матем. наук, профессор, Екатеринбург, Россия, Уральский государственный горный университет

Сергей Филиппов – Dr, Ганновер, Германия

Editorial staff

Editor-in-Chief
N. P. Kosarev, Dr, Professor
Deputy Editor-in-Chief
O. N. Gryaznov, Dr, Professor

Academic secretary, editor of anniversary section Yu. A. Polenov, Dr, Professor

Section editors

Earth Sciences: A. B. Makarov, Dr, Professor Engineering sciences: S. A. Timukhin, Dr, Professor Economic sciences: M. N. Ignat'eva, Dr, Professor

Editorial council

G. A. Boyarskikh, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

N. G. Valiev, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

A. F. Vershkov, Dr. Professor

(Almaty, Kazakhstan, Geology Department

in Uranium Exploration Company «Volkovgeologiia»)

Karsten Drebenshtedt, Dr., Professor

(Freiberg, Germany, Freiberg University of Mining and Technology)

Yu. V. Erokhin, PhD

(Ekaterinburg, Russia, Institute of Geology

and Geochemistry, Ural Branch of Russian Academy of Sciences)

A. N. Zotov, Dr, Professor

(Ufa, Russia, Ufa State Petroleum Technological University)

K. S. Ivanov, Dr, Professor

(Ekaterinburg, Russia, Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of Russian Academy of

Sciences)

G. G. Kozhushko, Dr, Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin)

S. V. Kornilkov, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Institute of Mining,

Ural Branch of Russian Academy of Sciences)

V. A. Koroteev, Member of the Russian Academy

of Sciences, Dr, Professor

(Ekaterinburg, Russia, Institute of Geology

and Geochemistry, Ural Branch of Russian Academy of

Sciences)

Z. M. Nazarova, Dr, Professor

(Moscow, Russia, Russian State Geological Prospecting University)

V. Ya. Potapov, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

M. N. Khal'fin, Dr, Professor

(Novocherkassk, Russia, South-Russian State

Polytechnical University)

Advisory council

A. M. Amdur. Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

A. G. Barannikov, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

V. A. Gordeev, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

N. V. Grevtsev, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

V. A. Dushin. Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

V. B. Surney, Dr. Professor

(Ekaterinburg, Russia, Ural State Mining University)

Luiza Karsten, Dr (Hannover, Germany)

I. A. Sadovenko, Dr. Professor

(Dnepropetrovsk, Ukraine, National Mining University)

Evgeny Stambulchik, PhD

(Rehovot, Israel, Weizmann Institute of Science)

Sergej Filippow, Dr (Hannover, Germany)

СОДЕРЖАНИЕ

В. Т. Дмитриев, Д. Р. Габидуллин, Г. А. Боярских,

А. О. Кочанов

CONTENTS

EARTH SCIENCES

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПЕТРОГЕОХИМИИ NEW DATA ON PETROGEOCHEMISTRY OF VOLCANIC 7 7 ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД СУХОЛОЖСКОГО РАЙОНА ROCKS OF SUKHOLOZHSKY AREA OF THE EAST SLOPE ВОСТОЧНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА И ИХ OF THE MIDDLE URALS AND THEIR GEODYNAMIC ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ INTERPRETATION Е. Н. Волчек, Е. А. Слободчиков, E. N. Volchek, E. A. Slobodchikov, В. Н. Огородников, Ю. А. Поленов, V. N. Ogorodnikov, Yu. A. Polenov, В. С. Червяковский V. S. Chervyakovskiy 14 COMPOSITION OF BASALTS FROM THE 14 COMPOSITION OF BASALTS FROM THE PRE-IURASSIC BASEMENT OF WESTERN SIBERIA PRE-IURASSIC BASEMENT OF WESTERN SIBERIA (WEST-TARKOSALINSKAYA AREA, YAMALO-NENETS (WEST-TARKOSALINSKAYA AREA, YAMALO-NENETS **AUTONOMOUS DISTRICT)** AUTONOMOUS DISTRICT) V. S. Ponomarev, Yu. V. Erokhin, K. S. Ivanov V. S. Ponomarev, Yu. V. Erokhin, K. S. Ivanov ПЕРВАЯ НАХОДКА ГОЯЦИТА В ДОЛОМИТ-THE FIRST DISCOVERY OF GOYAZITE 19 19 КВАРЦЕВЫХ ЖИЛАХБЕРЕЗОВСКОГО IN DOLOMITE-OUARTZ VEINS OF BEREZOVSKY ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ **GOLD DEPOSIT** С. Г. Суставов, Д. А. Ханин, Е. С. Шагалов S. G. Sustavov, D. A. Khanin, E. S. Shagalov STRUCTURAL AND CHEMICAL FEATURES OF POTASH STRUCTURAL AND CHEMICAL FEATURES OF POTASH 23 23 FELDSPARS FROM PEGMATITES OF THE LIPOVSKOE FELDSPARS FROM PEGMATITES OF THE LIPOVSKOE **VEIN FIELD (MIDDLE URALS) VEIN FIELD (MIDDLE URALS)** A. V. Zakharov, O. L. Galakhova A. V. Zakharov, O. L. Galakhova FORECASTING OF HYDROCARBON POTENTIAL WITH A 27 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НОВЫМ 27 ПОДХОДОМ К СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ NEW APPROACH TO SEISMIC INVERSION T. R. Akhmedov Т. Р. Ахмедов СКВАЖИННАЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА РАЗРЫВНЫХ WELL ELECTRICAL PROSPECTING OF DISJUNCTIVE 32 32 НАРУШЕНИЙ В РУДНЫХ ПОЛЯХ DISLOCATIONS IN THE ORE FIELDS В. М. Сапожников, К. М. Ермолаев V. M. Sapozhnikov, K. M. Ermolaev 37 ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИИ 37 SAFETY AND ORGANIZATION ISSUES OF RATIONAL РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ USE OF LANDS OF INDUSTRIAL CITIES IN AREAS OF ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ UNDERGROUND MINE WORKINGS INFLUENCE ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК M. E. Kolchina, V. E. Konovalov, N. V. Kolchina М. Е. Колчина, В. Е. Коновалов, Н. В. Колчина 44 СОВРЕМЕННЫЕ АНТРОПОГЕННЫЕ 44 MODERN ANTHROPOGENIC DEPOSITS AND THEIR ОТЛОЖЕНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ USAGE FOR THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ STATUS OF URBAN AREAS УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ A. A. Seleznev, I. V. Yarmoshenko, А. А. Селезнев, И. В. Ярмошенко, A. S. Savast'yanova, A. B. Makarov А. С. Савастьянова, А. Б. Макаров РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ 50 DEVELOPMENT OF EFFECTIVE OBSERVATION 50 METHODS OF GEOMECHANICAL PROCESSES IN НАБЛЮДЕНИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВНУТРЕННИХ INTERNAL DUMPS AND INTERPRETATION OF THEIR ОТВАЛОВ **RESULTS** Б. П. Голубко, А. В. Гальянов, А. Е. Банников B. P. Golubko, A. V. Gal'yanov, A. E. Bannikov ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ENGINEERING SCIENCES 55 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИН 55 PROSPECTS OF WELLS APPLICATION FOR ASSURANCE OF THE EMERGENCY MODES OF AIRING AND ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ПРОВЕТРИВАНИЯ И СПАСЕНИЯ ЗАСТИГНУТЫХ RESCUING PEOPLE CAUGHT IN AN ACCIDENT IN COAL АВАРИЕЙ ЛЮДЕЙ В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ MINE М. Г. Коряга, А. Н. Домрачев M. G. Koryaga, A. N. Domrachev УЧЕТ МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА ПРИ 59 ACCOUNTING FOR THE SCALE EFFECT IN DESIGNING 59 ПРОЕКТИРОВАНИИ PARAMETERS OF MINING TECHNOLOGY ПАРАМЕТРОВ ГОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ O. G. Latyshev, D. V. Prishchepa О. Г. Латышев, Д. В. Прищепа ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ УЗЛА ПОДКЛЮЧЕНИЯ CHOOSING A CONSTRUCTION OF JUNCTION POINT OF 62 62 РУДНИЧНЫХ ТУРБОМАШИН К КОЛЛЕКТОРУ MINING TURBOMACHINES AND A COLLECTOR

V. T. Dmitriev, D. R. Gabidullin, G. A. Boyarskikh,

A. O. Kochanov

- 65 ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМНО-НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОЛОТА О. Г. Блинков, С. Г. Фролов, С. А. Майоров
- 68 FIREPROOF CLEANING OF TANKS FROM OIL SEDIMENTS S. R. Rasulov
- 72 УЧЕТ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦПТ А. В. Семенкин

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- 76 ОЦЕНКА ПОЛНОТЫ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И. Г. Полянская, М. Н. Игнатьева, В. В. Юрак
- 84 СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ КАК ФАКТОР СЫРЬЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ПРОЕКТ «ПОЛЯРНЫЙ КВАРЦ»)

В. Г. Логинов, Р. Б. Рудаков, Н. Д. Коротеев

- 88 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ КАК ФАКТОР РОСТА ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА Д. С. Воронов, Н. В. Городнова, С. В. Придвижкин
- 94 ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ОСНОВА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

 М. С. Кубарев

 [In Russian, in English]

ИСТОРИЯ ГОРНОГО ДЕЛА НА УРАЛЕ

- 100 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УРАЛЕ В 20-30-Е ГОДЫ XX ВЕКА В. В. Филатов
- 104 ИСТОРИЯ ПОИСКОВ, РАЗВЕДКИ И ОСВОЕНИЯ ХРУСТАЛЕНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников

ИСТОРИЯ УГГУ

- 109 ЗДАНИЯ УРАЛЬСКОГО ГОРНОГО **А. Г. Шорин**
- 126 УРАЛЬСКИЙ ХИМИК Б. П. ПЕНТЕГОВ И ЕГО ВКЛАД В ДАЛЬНЕВОСТОЧНУЮ НАУКУ **Н. В. Хисамутдинова**

- 65 STUDY OF VOLUME-STRESSED STATE OF SUPPORTING ELEMENTS OF A BIT
 O. G. Blinkov, S. A. Mayorov, S. G. Frolov
- 68 FIREPROOF CLEANING OF TANKS FROM OIL SEDIMENTS S. R. Rasulov
- 72 ACCOUNTING FOR TIME FACTOR IN DETERMINING THE EFFICIENCY OF APPLICATION OF CCT COMPLEXES A. V. Semenkin

ECONOMIC SCIENCES

- 76 ASSESSMENT OF COMPLETENESS OF INSTITUTIONAL PROVISION OF ECOLOGICAL SAFETY OF NATURE MANAGEMENT FOR THE RUSSIAN FEDERATION AND THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

 I. G. Polyanskaya, M. N. Ignat'eva, V. V. Yurak
- 84 CREATING HIGH-TECH PRODUCTIONS AS A FACTOR OF RAW MATERIAL SECURITY ("POLAR QUARTZ" PROJECT)

 V. G. Loginov, R. B. Rudakov, N. D. Koroteev
- 88 ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING ENTERPRISES
 AS A FACTOR OF GROWTH OF THEIR
 COMPETITIVENESS IN CONDITIONS
 OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP
 D. S. Voronov, N. V. Gorodnova, S. V. Pridvizhkin
- 94 NATURAL POTENTIAL AS A BASIS FOR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TERRITORY

 M. S. Kubarev
 [In Russian, in English]

HISTORY OF MINING IN THE URALS

- 100 GEOPHYSICAL RESEARCH IN THE URALS IN THE 20-30 YEARS OF XX CENTURY V. V. Filatov
- 104 THE HISTORY OF PROSPECTING, EXPLORATION AND DEVELOPMENT OF THE CRYSTALLINE DEPOSITS OF THE MIDDLE AND SOUTHERN URALS

 Yu. A. Polenov, V. N. Ogorodnikov

HISTORY OF THE URSMU

- 109 BUILDINGS OF THE URAL MINING UNIVERSITY A. G. Shorin
- 126 URAL CHEMIST B. P. PENTEGOV AND HIS CONTRIBUTION TO THE FAR EASTERN SCIENCE N. V. Khisamutdinova

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 552.313:551.72 DDI 10.21440/2307-2091-2017-1-7-13

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПЕТРОГЕОХИМИИ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД Р. ПЫШМЫ (ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН СРЕДНЕГО УРАЛА) И ИХ ГЕОЛИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Е. Н. Волчек, Е. А. Слободчиков, В. Н. Огородников, Ю. А. Поленов, В. С. Червяковский

New data on petrogeochemistry of volcanic rocks of Sukholozhsky area of the east slope of the Middle Urals and their geodynamic interpretation

E. N. Volchek, E. A. Slobodchikov, V. N. Ogorodnikov, Yu. A. Polenov, V. S. Chervyakovskiy

The studied sections of Middle Paleozoic volcanoes are located within the eastern area of the Middle Urals, where thick strata of volcanogenic-sedimentary rocks is widespread, from the Silurian to Upper Carboniferous inclusively. Cut of the Devonian-Carboniferous rocks on the river Pyshma site attracts attention due to several factors. Metamorphosed volcanic and volcanic-sedimentary complexes of Middle Devonian and Early Carboniferous age developed relatively weakly here. The good preservation of the products of ancient volcanic eruptions allows us to estimate nature and tendency of the volcanic activity during this period. In addition, the studied territory has a well-known promising ore sites, and scientists already studied and described the petrographical composition and chemistry of the volcanic rocks from geological sections of the Pyshma River. Geochemical data on them were absent until recently. We obtained new petrogeochemical data on Middle Paleozoic volcanic rocks, including those containing scattered sulphide mineralization, from geological sections along the Pyshma River and its tributaries. Compared to the average ocean tholeites (N-MORB) studied basalts are enriched with large-ion elements (Rb, Ba, Sr, Th) and are depleted with highly charged elements (Ti, Nb, Ta, Zr, Hf). Their analysis showed that by the content of petrogenic and trace elements studied lithophilic volcanites are close to the island arc formations of modern tectonic environments. One can use conclusions on geodynamics in solving the problem about the nature of the mineralization manifested here. The most interesting in Sukholozhsky area is the Shatinsky ore station, where we identified iron pyrite and of copper-zinc mineralization with the industrial content, found layers of rubble ore, hematite rocks with inclusions of cupreous pyrite.

Keywords: Middle Paleozoic volcanic rocks; basalts; rhyolites; petrogeochemical data; cupreous-zinc mineralization.

Изученные разрезы среднепалеозойских вулканов расположены в пределах восточной зоны Среднего Урала, где широко развиты мощные толщи вулканогенноосадочных пород от силура до верхнего карбона включительно. Разрез девонско-каменноугольных пород на участке р. Пышмы привлекает внимание в связи с рядом обстоятельств. Здесь развиты относительно слабо метаморфизованные вулканогенные и вулканогенно-осадочные комплексы среднедевонского и раннекаменноугольного возраста. Хорошая сохранность продуктов древних вулканических извержений позволяет оценить характер и тенденцию вулканической деятельности за этот период времени. Кроме того, на изученной территории известны перспективные рудные участки. Петрографический состав и химизм вулканических пород из геологических разрезов р. Пышмы хорошо изучены и описаны. Геохимические данные по ним до недавнего времени отсутствовали. Авторами получены новые петрогеохимические данные по среднепалеозойским вулканическим породам, в том числе содержащим рассеянную сульфидную минерализацию, из геологических разрезов по берегам реки Пышмы и ее притоков. По сравнению со средними океаническими толеитами (N-MORB) изученные базальтоиды обогащены крупноионными элементами (Rb, Ba, Sr, Th) и обеднены высокозарядными элементами (Ti, Nb, Ta, Zr, Hf). Их анализ показал, что по содержанию петрогенных и редких литофильных элементов изученные вулканиты близки к островодужным образованиям современных геотектонических обстановок. Выводы по геодинамике могут быть использованы при решении вопроса о природе проявленной здесь минерализации. Наиболее интересным в Сухоложском районе является Шатинский рудный участок, где выявлена серноколчеданная и медисто-цинковая минерализации с промышленным содержанием, встречены слои с рудными обломками, гематитовые породы с включениями мелистого колчелана.

Ключевые слова: среднепалеозойские вулканические породы; базальты; риолиты; петрогеохимические данные; медисто-цинковая минерализация.

ерритория реки Пышмы расположена в пределах восточной зоны Среднего Урала, где широко развиты мощные толщи вулканогенно-осадочных пород от силура до верхнего карбона включительно. Разрез девонско-каменноугольных пород на участке р. Пышмы от устья р. Рефт до р. Шаты привлекает внимание в связи с рядом обстоятельств

(рис. 1). Здесь развиты относительно слабо метаморфизованные вулканогенные и вулканогенно-осадочные комплексы среднедевонского и раннекаменноугольного возраста. Хорошая сохранность продуктов древних вулканических извержений позволяет оценить характер и тенденцию вулканической деятельности за этот период времени [1–3]. Кроме того, на изученной территории известны перспективные рудные участки, на которых в 1960-1970-х гг. были проведены поисковые работы на медные руды и выделены площади с серноколчеданной и медисто-цинковой минерализацией [4, 5]. Вопрос о природе этой минерализации в последнее время обсуждается в литературе. Сульфидная минерализация наложена на весь разрез вулканогенных пород и рассматривалась ранее как проявление колчеданоносной базальт-риолитовой формации [5, 6]. Позднее в связи с получением данных по петрогеохимии метасоматитов Шатинского и Сухоложского рудопроявлений, абсолютному возрасту плагиориодацитов участка р. Шата, составившему 397 млн лет (U-Pb SHRIMP-II), а также установленным здесь незначительным признакам полиметаллической минерализации было высказано предположение о необходимости отнесения их к медно-порфировой группе [7].

Петрографический состав и химизм вулканических пород из геологических разрезов р. Пышмы хорошо изучены и описаны в ряде работ [5, 7–10]. Геохимические данные по ним до недавнего времени отсутствовали. Авторами получены новые петрогеохимические характеристики этих образований, в том числе вулканитов, содержащих рассеянную сульфидную минерализацию. Это позволило обсудить геодинамические обстановки их формирования и может быть использовано при классификации рудной минерализации. Аналитические исследования были про-

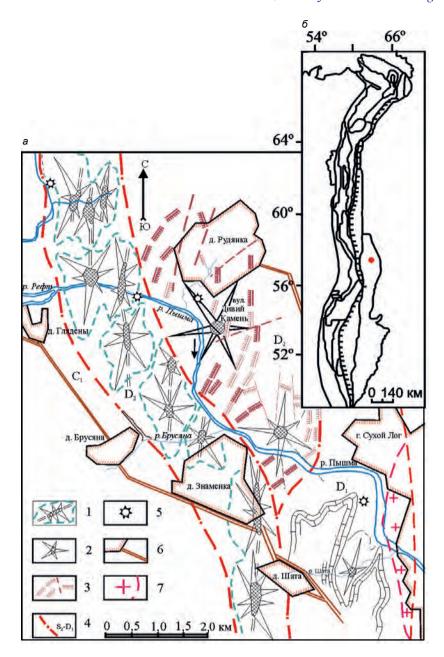


Рисунок 1. Разрез девонско-каменноугольных пород. а — схема размещения вулканических палеоструктур территории р. Пышмы [3]. 1 — вулканические структуры трещинного типа; 2 — вулканы центрального типа; 3 — структурно-тектонические элементы вулканических построек, выделенные по геофизическим данным; 4 — границы вулканогенных толщ и их возраст; 5 — вулканические жерла по данным К. П. Плюснина (1994); 6 — субвулканические тела риолитов; 7 — контуры деревень и автомобильные дороги; б — схема расположения изученной территории в структуре Урала [1].

ведены в лаборатории физических и химических методов исследования Института геологии и геохимии УрО РАН. Определение содержаний редких и редкоземельных элементов выполнялось на ICP MS анализаторе ELAN 9000. Данные по окислам получены рентгеноспектральным флуоресцентным методом на CPM-18 и на EDX- 900HS (Na $_{3}$ O).

Осадочные и магматические образования района изучались и картировались разными исследователями, что хорошо отражено в работе [2]. Важно отметить, что детальное изучение геологического строения описываемой территории неразрывно связано с многолетней историей Уральского государственного горного университета и именами преподавателей геологических специальностей, проводивших на расположенном здесь учебном полигоне практику для студентов-геологов [5, 8]. Специально вулканиты района изучали Т. В. Дианова [3], В. А. Коротеев и др. [9], В. Н. Огородников и др. [5].

Наибольший интерес в отношении геологического строения, состава и геодинамической позиции представляет палео-

вулкан Дивий Камень. Его возраст определен как средний девон D2 по эйфельской фауне в обломках известняков из туфоконгломератов и глыбовых туфов нижних горизонтов разреза. Остатки этого палеовулкана представлены сложной ассоциацией лав базальтов, андезибазальтов, андезитов, андезидацитов, дацитов, риодацитов. Широким распространением пользуются также туфы различного состава. Впервые наиболее полно эти образования были описаны в составе базальт-андезит-дацитриолитовой формации среднего девона [9]. В дальнейшем с учетом новых данных по геологии они были включены в состав эйфельско-раннеживетского базальт-андезит-дацитового комплекса [8].

Основание разреза этой вулканической постройки сложено шаровыми лавами базальтов и их туфами. Вверх по разрезу среди бомбово-глыбовых отложений распространены андезибазальтовые лавы с брекчиевидным строением кровли. Андезиты слагают лавовые потоки с признаками подушечного строения. В

разрезе широко распространены агломераты, брекчии, грубообломочные туфы, содержащие вулканические бомбы. Широкое развитие здесь получили субвулканические тела дацитов и риодацитов и даек долеритов.

Главные выходы вулканитов эффузивной фации сосредоточены в бортах русла р. Рудянки. Они представлены массивными и миндалекаменными базальтами и андезитами с порфировой структурой с плагиоклазом, реже пироксеном во вкрапленниках. Пироксен замещен серпентином, зональный плагиоклаз слабо пренитизирован, основная масса гиалопилитовая с буро-зеленым разложившимся стеклом. Отдельные потоки имеют признаки подушечного строения, что свидетельствует об их подводном происхождении. Лавовые фации занимают подчиненное положение относительно пирокластических.

Основным реликтом палеовулкана является скалистый массив Дивий Камень размером 220 × 55 м с отвесными склонами, расположенный на левом склоне р. Пышмы, в 400 м ниже устья р. Рудянки. В пределах массива породы преимущественно пирокластические (рис. 2, а, б). Это средне-крупнообломочные, кристаллокластические туфы андезибазальтового и андезитового составов. Обломки представлены андезитами с мелкопорфировой структурой и интерсертальной и гиалопилитовой основной массой с обилием разложенного бурого стекла. Также в обломках встречаются базальты с миндалекаменной, пемзовой текстурой,

с гломеропорфировой, порфировой структурой, с гиалиновой, гиалопилитовой, пилотакситовой, интерсертальной основной массой. Цемент преимущественно пепловый. На северном окончании массива туфы интенсивно карбонатизированы и сульфидизированы. Здесь же встречены толщи туфов среднего-кислого составов, состоящие из обломков андезитов и дацитов. В верхних частях массива обнажаются агломератовые туфы, содержащие включения шаровидных и сплюснутых вулканических бомб размером 0,1-0,3 м и глыб. Бомбово-глыбовые агломератовые туфы подстилают агглютинаты. Обломки лав агглютинатов представлены миндалекаменными андезибазальтами с порфировыми выделениями плагиоклаза и пироксена, мелкопорфировыми плагиоклазовыми андезитами, массивными порфировыми базальтами с пироксен-плагиоклазовыми вкрапленниками. Обломки имеют угловатую, округлую форму, наблюдаются подплавленные границы. Агглютинаты картируются на вершине скалы, спускаясь в средней части обнажения и образуя в пространстве концентрическое тело с падением внутрь скалы.

По скоплению грубообломочной сваренной пирокластики, бомбовых туфов, кластолав, небольших субвулканических тел здесь был намечен предполагаемый центр извержения [5, 9].

Массив сечется телами даек долеритов и андезитов. Мощность даек 0,5–1,2 м, контакты имеют зону закаливания. В южной части обнажения развиты субвулканические тела порфировых

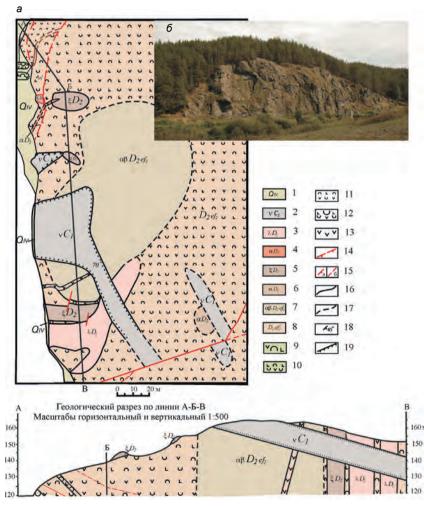


Рисунок 2. Массив Дивий Камень. а – геологическая карта и разрез массива; масштаб 1 : 500. Авторы Е. А. Слободчиков, Е. Н. Гарин, 1998 г. 1 – аллювиальные отложения; 2 – дайка долеритов; 3 – субвулканическое тело риолитов; 4 – дайка андезитов; 5 – субвулканическое тело дацитов; 6 – субвулканическое тело андезитов; 7 – агломератовые туфы жерловой фации; 8 – разнообломочные литокристаллокластические туфы; 9 – крупнообломочные литокристаллокластические туфы андезибазальтового состава; 10 – средне-мелкообломочные литокристаллокластические туфы андезибазальтового состава; 11 – мелкообломочные литокристаллокластические туфы андезибазальтового состава; 12 – мелкообломочные литокристаллокластические туфы андезибазальтового состава с редкими крупными обломками; 13 – андезиты; 14 – разрывные нарушения, надвиги; 15 – разрывные нарушения установленные (а), предполагаемые (б); 16 – установленные геологические границы; 17 – предполагаемые геологические границы; 18 – элементы залегания слоистости; 19 – зоны закаливания; 6 – массив Дивий Камень.

риодацитов и риолитов с фельзитовой бурой основной массой, которые далее на юг, на контакте со среднеобломочными туфами переходят в афировые. Этот контакт крутой, неровный, изгибается к реке и, по-видимому, вскрыт на плоскости обнажения эрозией. Об этом свидетельствуют три оставшихся останца туфов в средней части субвулканического тела как выступающие ксенолиты. Серпообразная форма фельзитового тела свидетельствует о его внедрении по кольцевому разлому [5]. Мощность порфировых риолитов около 6 м в нижней части обнажения. Афировые вулканиты представлены массивными плотными породами розовато-бурого цвета с сиреневатым оттенком флюидальной текстуры. Флюидальность имеет субвертикальную ориентировку вдоль контакта. Всю постройку рассекает мощное тело долеритов, имеющее субмеридиональное простирание, вследствие чего за счет продольного среза на плоскости обнажения занимает большую площадь на фронтальном срезе. Внедрение базальтовой лавы осуществлялось в систему пересекающихся трещин, поэтому в верхней части наблюдается усложнение контактов и формы самого тела. Породы имеют офитовую структуру, переходящую на контакте в диабазовую.

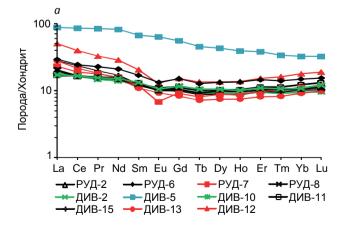
По геологическому строению (широкое развитие пирокластических фаций, наличие жерловых образований, субвулканических и дайковых тел), соотношению с осадочными отложениями предполагается, что формирование палеовулкана происходило в морских условиях на небольших глубинах или в пределах вулканических островов [5].

Полученные авторами петрогеохимические данные по вулканитам из разрезов левого берега р. Рудянки и массива Дивий Камень подтверждают широкий спектр их составов и позволяют охарактеризовать геохимически. Проанализированные образцы представлены базальтами, андезитами, дацитами и риодацитами. Для них характерна умеренно высокая суммарная щелочность, близкая к граничным значениям известково-щелочных и субщелочных серий. Это низкокалиевые породы с натриевым типом щелочности (K₂O/Na₂O - 0,2-0,4). По соотношению FeO/MgO все вулканиты относятся к известково-щелочной серии. По коэффициенту глиноземистости они являются умеренно- и высокоглиноземистыми (Al 0,8-2,7). Для долеритов даек характерны более высокие по сравнению с базальтами концентрации ТіО, (2,38 масс. % – малая дайка; 2,46 масс. % – большая дайка; 0,61 масс. % ТіО, в базальте р. Пышмы, от лога, ограничивающего с юга массив Дивий Камень; 0,41 масс. % TiO, в плагиопорфировом базальте р. Рудянки), FeO (15,38 масс. % – малая дайка; 2,46 масс. % – большая дайка; 12,11 масс. % – базальт р. Пышмы, 11,84 масс. % – плагиопорфировый базальт р. Рудянки) [11, 12]. Химический состав андезитов даек идентичен с составом лав. Сумма щелочных металлов в них составляет 5,9–7,3 масс. % при несколько более высоких значениях содержаний К₂О в андезитах лавовой фации. Для дацитов и риодацитов характерно увеличение содержаний оксида калия. Туфы по петрохимическому составу отвечают аниезитам.

Базальтам свойственны низкие содержания Ni (5–20 г/т), Cr (33–115 г/т).

Содержание РЗЭ в них низкое. В образце базальта, отобранного за логом у южного контакта массива Дивий Камень вниз по течению р. Пышмы, сумма РЗЭ составляет 34 г/т, в плагиопорфировом базальте р. Рудянки ∑РЗЭ 37 г/т, в андезите р. Рудянки – 51 г/т. В кислых породах по сравнению со среднеосновными общее содержание РЗЭ возрастает (72 г/т в риодаците). Спектры распределения РЗЭ для всех пород характеризуются преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми редкими землями и выраженным дефицитом европия (La/Yb 2,6-4,7; Eu/Eu* 0,7-0,9) (рис. 3, a), что типично для надсубдукционных вулканитов. Содержание Rb в базальтах низкое (3-8 г/т), содержание Sr колеблется в пределах 114-260 г/т. Породы характеризуются относительно стабильным содержанием Zr (35-46 г/т), отношение Zr/Y низкое, равное 3,2-3,5. Анализ распределения редких элементов, нормированных к примитивной мантии [13], показал, что составы среднеосновных вулканитов обеднены Та, Nb, Ti, Zr и обогащены Ba, Sr, Pb, что характерно для вулканитов островных дуг. Кривые распределения микроэлементов для дацитов повторяют в общих чертах кривые для пород среднеосновного состава, что может свидетельствовать об их генетической общности [14], но имеют менее глубокие Та и Nb минимумы и минимум Sr. Долериты имеют более высокие значения содержаний РЗЭ, Rb, Ba, Ті, Zr, Nb, чем базальты (рис. 3, a; 4, a).

Вулканиты, отобранные авторами ниже дер. Глядены, представлены базальтами, андезибазальтами, дацитами и риодацитами. Породы нормальной щелочности умеренно- и высококалиевые К-Na-типа (Na₂O + K₂O = 5–8 %, Na₂O/K₂O 0,6–2,8). По соотношению FeO/MgO и SiO₂ вулканиты относятся к известково-щелочной серии. Содержание РЗЭ в андезибазальтах низкое, вполне сопоставимо с его количеством в аналогичных по составу разностях палеовулкана Дивий Камень (Σ = 51–61 г/т). Характер распределения РЗЭ в них схож (рис. 3, δ). Среднеосновные вулканиты по сравнению с породами из других обнажений имеют более высокое содержание



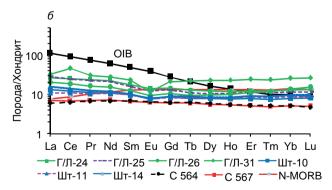


Рисунок 3. Графики распределения редкоземельных элементов в вулканических породах территории течения р. Пышмы. Содержания элементов нормированы к составу хондрита [7]. Здесь и далее: С 564, С 5716 — базальты докальдерного вулкана Прибрежный Южный Карымского вулканического центра Курило-Камчатской островной дуги по [8]. а — массив Дивий Камень: ДИВ-2 — туф базальтового состава; ДИВ-5 — долерит (основное тело); ДИВ-8 — риодацит (субвулканическое тело, грива сверху, около восточного контакта с долеритами); ДИВ-14 — туфолава; ДИВ-15 — андезит (дайка). Вниз по течению р. Пышмы от лога, ограничивающего с юга массив Дивий Камень: ДИВ-10 — базальт; ДИВ-11 — андезит; ДИВ-12 — риодацит; ДИВ-13 — дацит. Устье р. Рудянки, левый берег р. Пышмы: РУД-2 — андезит (павовый поток); РУД-6 — андезит с миндалинами; РУД-7 — риодацит (субвулканическое тело); РУД-8 — плагиопорфировый базальт (андезибазальт); б — р. Пышма ниже дер. Глядены: Г/Л-24; Г/Л-25 — дацит, Г/Л-26 — андезибазальт, Г/Л-31 — риодацит; р. Шата: Шт-10, Шт-11, Шт-14 — андезибазальт.

Сs (0,9–2,1), Rb (18–29 г/т), Ва (186–486 г/т). На графиках содержаний микроэлементов, нормированных по примитивной мантии [7], в вулканитах, отобранных ниже дер. Глядены, прослеживаются минимумы по Та и Nb, Ti, Zr (рис. 4, 6).

Авторами были проанализированы также вулканические образования из разрезов р. Шаты. Здесь выходят на поверхность горизонты туфопесчаников и туфоконгломератов, а также лавовые потоки базальтов, андезибазальтов, андезитов и их туфов с обломками известняков. Возраст этих образований принят как D2 на том основании, что на андезибазальтах и туфах залегают рифогенные известняки с фауной эйфеля. Кислые вулканиты представлены дацитами.

Сумма щелочных металлов во всех породах не превышает 5 % при содержаниях K_2 О 0,5–1,1. Это низкотитанистые, умеренно глиноземистые породы. Редкоэлементный состав базальтов и андезибазальтов характеризуется низкими концентрациями когерентных (8–15 г/т Ni, 16–19 г/т Cr, 30–35 г/т Co) и высокозарядных (0,8–1,1 г/т Nb, 1,3–2,1 г/т Hf, 40–58 г/т Zr, 9–15 г/т Y) элементов, что соответствует типичным островодужным толеитам. В отличие от них изученные вулканиты содержат больше Та. Содержание Rb в породах составляет 11–15 г/т, что выше, чем в аналогичных по составу образованиях палеовулкана Дивий Камень, Cs – 0,3–0,9 г/т, Ba – 120–141 г/т, Sr – 42–79 г/т. Содержание РЗЭ в них невысокое (Σ PЗЭ = 33–40 г/т). Графики распределения РЗЭ имеют форму, близкую к горизонтальной, со слабым отрицательным наклоном (LaN/YbN 1,2–1,6). Во всех породах проявлен дефицит европия (Eu/Eu* 0,85–0,87) (рис. 3, 6).

По сравнению со средними океаническими толеитами (N-MORB) изученные базальтоиды обогащены крупноионными элементами (Rb, Ba, Sr, Th) и обеднены высокозарядными элементами (Ti, Nb, Ta, Zr, Hf), что сближает их с базальтами островных дуг. Подобный характер распределение элементов-примесей и РЗЭ имеют базальты Карымского вулканического центра Курило-Камчатской островной дуги (рис. 3, 4) [15]. Долериты обладают высоким содержанием Ті и Zr на уровне внутриплитных базальтов типа ОІВ. В то же время по сравнению с ОІВ они обеднены Nb и Та и обогащены тяжелыми редкими землями (рис. 4, а).

Шатинский рудный участок – наиболее интересный в Сухоложском районе, где была выявлена серноколчеданная и медисто-цинковая минерализация с промышленным содержанием, встречены слои с рудными обломками, гематитовые породы с включениями медистого колчедана. На участке по р. Шате и Оруденелый лог в г. Сухой Лог и его окрестностях (рис. 5) имеется благоприятная геологическая обстановка: наличие афировых базаль-

товых эффузивов, субвулканических и жерловых тел дацитового и риолитового составов, интенсивная тектоническая нарушенность и гидротермальные изменения и рудная пирит-халькопиритовая минерализация в виде прожилковой вкрапленности, реже арсенопирит, галенит и другие рудные минералы (Дианова, 1974; Бурасов и др., 1978). Рудная минерализация встречена в поисковых и картировочных скважинах 517, 352, 324, 342, 321, 330, мощности рудных зон изменяются от 0,2 до 12 м (рис. 6). В скважинах 330, 321, 324 и 517, вскрывающих верхнюю часть субвулканического тела кварцевых риолитов, встречена в основном полиметаллическая минерализация: медь 0,07-0,16 %, цинк 0,31-1,57 %, свинец 0,05-0,7 %. В то же время скв. 342 и 348, пройденные к востоку и северо-востоку от скв. 324 в тех же сильно измененных кварцевых риолитах, на тех же глубинах, подсекли сплошной брекчированный пиритовый колчедан (342) и цинково-медную (сфалеритхалькопиритовую) вкрапленность (308). Скв. 308: медь 0,67 %, цинк 0,63 %, золото 0,7 г/т, серебро 60,2 г/т, скв. 342: медь 0,01 %, цинк 0,02 %. В более низких частях разреза по тем же скважинам 342, 324 и 352 характер рудной минерализации меняется. Медистые минералы халькопирит, борнит встречаются чаще, содержание меди на этих участках 0,18-0,32 %, цинка 0,01-0,22 %, свинца 0,05 %. В скв. 181 на глубине 15 м встречен обломок колчедана, в котором пирит составляет 75-80 %, халькопирит около 1 %, блеклая руда около 1 % в колломорфных выделениях.

Наличие подобного прожилково-вкрапленного оруденения отмечено в скв. 322 и 335, оно связано с порфиритами андезибазальтового состава и кварцевыми риолитами нижних горизонтов разреза (контрастная базальт-риолитовая формация). Скв. 335/435,7 – прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация: пирит 33–38 %, халькопирит 1–5 %, сфалерит, блеклая руда. Крупные выделения халькопирита до 2,2 мм встречены в ассоциации с пиритом. Содержание меди 0,13–0,3 %, цинка 0,28–0,48 %. По скв. 322: меди 0,09 %, цинка 0,25–3,14 %, свинца 0,19–0,7 %. Очень часто наблюдаются переходы сульфидной минерализации в гематит.

На протяжении 2 км к северу прослеживается цепочка геохимических аномалий. В пределах этой зоны скв. 236, 512, 244, 506 вскрыты гематитизированные породы, аналогичные скв. 322, 335. В этих же зонах отмечаются серицитизация и сульфидная вкрапленность. В скв. 304 встречены обломки и вкрапленность сульфидов на глубине 118,1–122,2; 147–157; 264,8–271,6 м.

Наличие *золото-мышьякового* оруденения отмечено в скв. 310 на глубине 58,6 м. Встречены два прожилка арсенопирита мощностью 0,2 м с интенсивной вкрапленностью пирита и халькопирита в окружающих породах. Арсенопирит – в виде ромби-

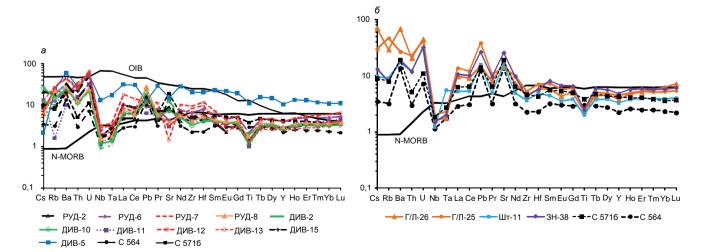


Рисунок 4. Графики распределения микроэлементов в вулканических породах территории течения р. Пышмы. *а,* δ – графики содержаний элементов, нормированных к составу примитивной мантии [7]. Условные обозначения см. на рис. 3.

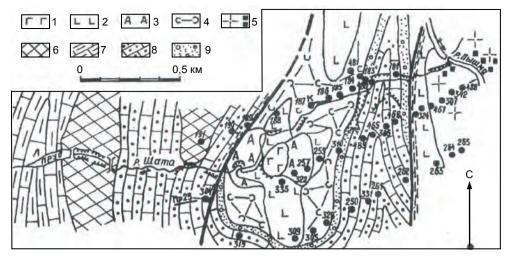


Рисунок 5. Схематический геологический план Шатинского рудного участка (Огородников и др., 2002, с использованием материалов Л. Г. Бурасова и др., 1973). 1 — миндалекаменные порфировые базальты; 2 — лавовые потоки андезибазальтов; 3 — агломератовые туфы прижерловой фации; 4 — псефитовые туфы андезибазальтового и базальтового состава; 5 — субвулканическое тело риолитов с контактовой зоной брекчий и сульфидной минерализацией; 6 — рифогенные известняки; 7 — отложения лагунной фации; 8 — рифогенно-аккумулятивные отложения; 9 — туфоконгломераты и туфопесчаники.

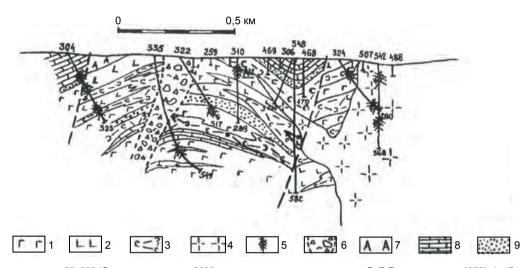


Рисунок 6. Разрез по линии 25+300 (Огородников и др., 2002, с использованием материалов Л. Г. Бурасова и др., 1973). 1 – базальты; 2 – андезибазальты; 3 – туфы различного состава; 4 – кварцевые риолиты; 5 – сульфиды; 6 – жерловые агглютинаты и лавобрекчии; 7 – агломератовые туфы; 8 – рифогенно-аккумулятивные известняки; 9 – туфоконгломераты и туфопесчаники

чески удлиненных кристаллов и их сростков размером 1–3 мм. Зона дробления сцементирована молочно-белым кварцем. Содержание меди 0,1 %, золота 3 г/т, серебра 0,8 г/т, мышьяка 0,43 %. В скв. 315 на глубине 103,1–107,4 м и 202,5–207,5 м содержание золота 0,1–0,4 г/т, серебра 0,6–1,6 г/т. В шлихах золото встречено по рекам Рефт, Брусяне, Шате, Пышме.

«Уральский» тип, к которому принадлежат большинство месторождений Южного и Среднего Урала, а также некоторые месторождения Кавказа, Калифорнии, Южных Аппалачей и Албании, определяется преобладанием продуктов серноколчедан-ной и пространственно совмещенных с ними продуктов медно-цинковоколчеданной стадий рудообразования при незначительном развитии барит-полиметаллических руд. Рудовмещающими являются контрастные и непрерывные комплексы базальт-риолитовой формации, характеризующиеся преобладанием базальтов над кислыми и средними породами и гомодромной схемой развития.

Таким образом, вулканические породы из береговых обнажений р. Пышмы обладают геохимическими характеристиками, типичными для островодужных образований. Долеритам свойственны смешанные геохимические признаки, признаки базальтов надсубдукционных и внутриплитных обстановок. Выводы по геодинамике могут быть использованы при изучении проявленной здесь сульфидной минерализации.

Работа выполнена в рамках Программ фундаментальных исследований № 14-23-24-27 Президиума РАН и Интеграционного проекта «Развитие минерально-сырьевой базы России...», руководитель проекта академик РАН В. А. Коротеев, и Президиума УрО РАН № 15-11-5-17. Кроме того, исследования частично финансировались по госзаданию ФАНО по теме 0393-2014-0022 «Геохимические факторы зарождения и эволюции эндогенных рудогенерирующих систем складчатых областей», руководитель доктор геол.-минерал. наук В. В. Мурзин.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Козин Б. П. Остатки палеозойских вулканов центрального типа на восточном склоне Среднего Урала // Вулканические образования Урала. Свердловск, 1968. С. 109–123.
- 2. Червяковский Г. Ф. Среднепалеозойский вулканизм восточного склона Урала. М.: Наука, 1972. 260 с.
- 3. Дианова Т. В. О некоторых фациях раннекаменноугольных вулканитов Восточной зоны // Палеовулканизм Урала. Свердловск, 1975. С. 99–107.
- 4. Огородников В. Н., Слободчиков Е. А., Поленов Ю. А. В краю потухших вулканов. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1997. 228 с.
- 5. Огородников В. Н., Поленов Ю. А., Сазонов В. Н. и др. Геологические маршруты по Сухоложскому и Каменскому полигонам. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. 296 с.

- 6. Свяжина И. А., Петров Г. А., Слободчиков Е. А. Палеомагнетизм, тектоника и геодинамика палеозоя среднеуральского фрагмента Восточно-Уральской мегазоны // Литосфера. 2008. № 4. С. 22–34.
- 7. Грабежев А. И., Коровко А. В. Потенциально промышленная Алапаевско-Сухоложская медно-порфировая зона (Средний Урал) // Литосфера. 2015. № 3. С. 79–92.
- 8. Душин В. А., Рыбалко В. А., К. Б. Алешин. Учебная геологосъемочная практика. Сухоложский полигон. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. 240 с.
- 9. Коротеев В. А., Дианова Т. В., Кабанова Л. Я. Среднепалеозойский вулканизм Восточной зоны Урала. Л.: Наука, 1979. 129 с.
- 10. Смирнов В. Н., Коровко А. В. Палеозойский вулканизм восточной зоны Среднего Урала // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование: сб. науч. тр. Екатеринбург, 2007. С. 395–420.
- 11. Волчек Е. Н., Нечеухин В. М. Особенности формирования восточного сегмента Уральского палеозойского орогена в условиях аккреции и коллизии // Литосфера. 2014. № 6. С. 45–52.
- 12. Волчек Е. Н., Огородников В. Н., Слободчиков Е. А., Червяковский В. С. Палеозойские вулканические постройки на востоке Среднего Урала и их петрогеохимия // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: сб. науч. статей. Пермь: ПГНИУ, 2015. Вып. 18. С. 185—191.
- 13. Sun S.-s., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes // Magmatism in the Oceanic Basins. Blacrwell, Oxford, 1989. P. 313–345. 14. Фролова Т. И., Бурикова И. А. Магматические формации современных геотектонических обстановок. М.: Изд-во МГУ, 1997. 320 с. 15. Гриб Е. Н., Леонов В. Л., Перепелов А. Б. Поперечная геохимическая зональность на примере Карымского вулканического центра // Вулканология и сейсмология. 2012. № 5. С. 25–40.

REFERENCES

- 1. Ogorodnikov V. N., Polenov Yu. A., Sazonov V. N., Shevalev V. P., Slobodchikov E. A., Dubeykovskiy S. G. 2002, *Geologicheskie marshruty po Sukholozhskomu i Kamenskomu poligonam* [Geological routes across Sukholozhsky and Kamensky polygons], Ekaterinburg, 296 p.
- Grabezhev A. I., Korovko A. V. 2015, Potentsial'no promyshlennaya Alapaevsko-Sukholozhskaya medno-porfirovaya zona (Sredniy Ural)

[Potentially indus-trial Alapaevsk-Sukholozhsky copper-porphyry zone (Middle Urals)]. *Litosfera* [Litosfera], no. 3, pp. 79–92.

- 3. Koroteev V. A., Dianova T. V., Kabanova L. Ya. 1979, *Srednepaleozoyskiy vulkanizm Vostochnoy zony Urala* [Middle Paleozoic Volcanism of the Eastern zone of Urals], Leningrad, 129 p.
- 4. Smirnov V. N., Korovko A. V. 2007, *Paleozoyskiy vulkanizm vostochnoy zony Srednego Urala* [Paleozoic volcanism of the eastern zone of Middle Urals]. *Geodinamika, magmatizm, metamorfizm i rudoobrazovanie*. *Sbornik nauchnykh trudov* [Geodynamics, magmatism, metamorphism and mineralization. Collection of scientific papers], Ekaterinburg, pp. 395–420.
- 5. Svyazhina I. A., Petrov G. A., Slobodchikov E. A. 2008, *Paleomagnetizm, tektonika i geodinamika paleozoya sredneural'skogo fragmenta Vostochno-Ural'skoy megazony* [Paleomagnetism, tectonics and geodynamics of the Paleozoic of the Middle Urals fragment of the East Ural megazone]. *Litosfera* [Litosfera], no. 4, pp. 22–34.
- 6. Volchek E. N., Necheukhin V. M. 2014, Osobennosti formirovaniya vostochnogo segmenta Ural'skogo paleozoyskogo orogena v usloviyakh akkretsii i kollizii [Features of formation of the eastern segment of the Ural Paleozoic orogen in terms of accretion and collision]. Litosfera [Litosfera], no. 6, pp. 45-52.
- 7. Volchek E. N., Ogorodnikov V. N., Slobodchikov E. A., Chervyakovskiy V. S. 2015, *Paleozoyskie vulkanicheskie postroyki na vostoke Srednego Urala i ikh petrogeokhimiya* [Paleozoic volcanic structures on the east of the Middle Urals and their petrogeochemistry]. *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Sb. nauch. statey. Perm. nats. issled. un-t.* [Problems of mineralogy, petrography and metallogeny. Collection of scientific articles. Perm National Research University], Perm', vol. 18, pp. 185–191.
- 8. Sun S.-s., McDonough W. F. 1989, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes. Magmatism in the Oceanic Basins, Oxford, pp. 313–345.
- 9. Frolova T. I., Burikova I. A. 1997, *Magmaticheskie formatsii sovre-mennykh geotektonicheskikh obstanovok* [Magmatic formations of modern tectonic envi-ronments], Moscow, 320 p.
- 10. Grib E. N., Leonov V. L., Perepelov A. B. 2012, *Poperechnaya geokhimicheskaya zonal'nost' na primere Karymskogo vulkanicheskogo tsentra* [Transverse geochemical zonation of the example of Karymsky volcanic center]. *Vulkanologiya i seysmologiya* [Journal of Volcanology and Seismology], no. 5, pp. 25–40.

Елена Николаевна Волчек, volchek@igg.uran.ru Василий Станиславович Червяковский, Институт геологии и геохимии УрО РАН Россия, Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, 15

Евгений Александрович Слободчиков, Виталий Николаевич Огородников, Юрий Алексеевич Поленов, fgg.gl@ursmu.ru Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Elena Nikolaevna Volchek, volchek@igg.uran.ru Vasiliy Stanislavovich Chervjakovskiy, Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Ekaterinburg, Russia

Evgeniy Aleksandrovich Slobodchikov, Vitaliy Nikolaevich Ogorodnikov, Yuriy Alekseevich Polenov, fgg.gl@ursmu.ru Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ БАЗАЛЬТОВ ИЗ ДОЮРСКОГО ОСНОВАНИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ЗАПАДНО-ТАРКОСАЛИНСКАЯ ПЛОЩАДЬ, ЯНАО)

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

Composition of basalts from the pre-Jurassic basement of Western Siberia (West-Tarkosalinskaya area, Yamalo-Nenets autonomous district)

V. S. Ponomarev, Yu. V. Erokhin, K. S. Ivanov

This paper presents the first results of study of mineralogical, petrological and geochemical composition of volcanites from pre-Jurassic basement of the West-Siberian megabasin near the West-Tarkosalinsk oil and gas deposit. West-Tarkosalinsk area is located on the territory of Purovsky region of Yamalo-Nenets Autonomous District of Tyumen region. Gubkinsky and Tarko-Sale are the towns nearest to the deposit. Volcanites of the well West-Tarkosalinsk 905 from the depth of 4362-4397 m have a small amount of dolerites present in the upper part of the section, which change to porphyritic basalts with depth. By chemical composition, the studied volcanites belong to moderate- and high calc-alkaline basalts and andesibasalts. The rocks have undergone post-magmatic transformation (formation of albite, replacement of volcanic glass with chlorite, development of the secondary carbonate, prehnite, titanite and pumpellyite) under the conditions of prehnite-pumpellyite facies (bottoms of the greenschist facies of metamorphism). Volcanites contain high concentration of (g / t) Ti (up to 8673), V (up to 275), Mn (up to 1304), Zn (up to 95), Sr (up to 231), Zr (up to 162), Ba (up to 397), Ce (up to 41). The content of rare earth elements in rocks is about 59–116 g / t. The trend of distribution of rare earth elements normalized to chondrite for basalts is characterized by a predominance of light lanthanide elements over heavy lanthanide elements and either a lack of (W-Tar 905 / 4396.56), or the presence of a weak negative Eu anomaly. E-MORB basalts have a similar distribution of rare earth elements, but at a lower content of light lanthanide elements. According to petrological and geochemical characteristics, the studied volcanites are similar to the basalts of Koltogorsky-Urengoysky rift of the West-Siberian megabasin.

Keywords: mineralogy; geochemistry; basalts; pre-Jurassic basement; West-Tarkosalinsk deposit; Western Siberia.

В работе приводятся первые результаты исследования минералогического и петролого-геохимического состава вулканитов из доюрского основания Западно-Сибирского мегабассейна в районе Западно-Таркосалинского нефтегазового месторождения. Западно-Таркосалинская площадь расположена на территории Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Ближайшими пунктами к месторождению являются города Губкинский и Тарко-Сале. Вулканиты из скважины Западно-Таркосалинская 905, вскрытые на глубине 4362-4397 м, характеризуются наличием небольшого количества долеритов в верхней части разреза, которые с глубиной меняются на порфировые базальты. По химическому составу исследуемые вулканиты относятся к умеренно- и высоко-калиевым известково-щелочным базальтам и андезибазальтам. Породы подверглись постмагматическому преобразованию (образование альбита, замещение вулканического стекла хлоритом, развитие вторичного карбоната, пренита, пумпеллиита и титанита) в условиях пренит-пумпеллиитовой фации (низов зеленосланцевой фации метаморфизма). В вулканитах отмечается повышенная концентрация (в г/т) Ti (до 8673), V (до 275), Mn (до 1304), Zn(до 95), Sr (до 231), Zr (до 162), Ba (до 397), Ce (до 41). Содержание редкоземельных элементов в породах 59-116 г/т. Тренд распределения редкоземельных элементов, нормированных на хондрит для базальтов, характеризуется преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми и либо отсутствием (W-Tap 905/4396,56), либо наличием слабой отрицательной европиевой аномалии. Близкое распределение редкоземельных элементов, но при меньшем содержании легких лантаноидов имеют базальты E-MORB. По петролого-геохимическим характеристикам исследуемые вулканиты имеют сходство с базальтами Колтогорско-Уренгойского рифта Западно-Сибирского мегабассейна

Ключевые слова: минералогия; геохимия; базальты; доюрский фундамент; Западно-Таркосалинское месторождение; Западная Сибирь.

tudy of the basalt complexes of pre-Jurassic basement of the West Siberian megabasin is a subject of a large number of publications [1, 2, 3-7, 8-10, 11-15, 16 and many others].

Triassic period is important for the understanding of the main events in the history of the formation of the West Siberian megabasin. By this time ended Late Paleozoic folding and granitization that consolidated Paleozoic complexes of the vast territory of the future megabasin. According to the ideas of the majority of Western Siberia researchers, during the Triassic, compression changed to sublatitudinal stretching accompanied by the emergence of system rifts or grabens [12, 17, 18 etc.]. According to widely known ideas of N. L. Dobretsov [19 et al.], on the territory of both Eastern and Western Siberia existed Late Permian-Triassic superplume, occurring mainly in the form of basaltic magmatism. Some researchers [20 and others] Justified the idea that the Early Triassic basalts of Western Siberia compose a single geodynamic type associated with the main folding in related orogens and called it synorogenic. Tholeitic magmatism of Middle and Late Triassic, according to these authors, was accompanied by a powerful arched uplift of the region-cataplatform arch-genesis. Then, as they say, there was a period of regional subsidence. V. F. Podurushin [21 etc.] proposed sufficiently complex constructions of the mantle pulses propagating like a geodynamic wave, leading to the emergence of structural parageneses of shift, as the cause of the formation of the graben system of Western Siberia.

The variety of ideas about the nature of the geodynamic Triassic formations of the Western Siberia shows that we cannot consider this problem fully studied. Apparently, the main reason for the ambiguous interpretation of the nature of the Triassic complexes of is that they are generally overlain by a thick sedimentary cover of Jurassic and younger sediments and uncovered by a limited number of boreholes, mostly drilled only to the upper edge of the Triassic formations. Therefore, due to the limited material for research it is important to study comprehensively all available core samples from the boreholes for the understanding of the geological structure of the pre-Jurassic basement of the West Siberian megabasin. Detailed analysis of these samples can significantly expand the base of reliable data on the deep structure and development of the territory.

In this paper, we present the first results of mineralogical and petrological-geochemical composition of the volcanites from pre-Jurassic basement of the West Siberian megabasin near West-Tarkosalinsk oil and gas deposit. West-Tarkosalinskaya area is located on the territory of Purovsk region of Yamalo-Nenets Autonomous District of the Tyumen region. The nearest towns to the deposit are Gubkinskiy and Tarko-Sale.

Borehole West-Tarkosalinskaya 905 find basalts and dolerites at a depth of 4362-4397 m. Above and below (prior to borehole bottom at 4507 m) the thickness of the basalts were uncovered volcanic tuffs of basic composition. Dolerite in small quantities appears only in the upper part of the section, further replaced by the porphyritic basalts.

Petrography and mineralogy of volcanites

Dolerites have porphyric, dolerite structure, massive texture. Mineral composition: plagioclase ≈ 45%; clinopyroxene ≈ 20%; carbonate \approx 13%; chlorite \approx 20%; titanite \approx 1%; ore mineral \approx 1%. Porphyry phenocrysts in the rocks occupy about 15% of the total volume and consist mainly of clinopyroxene with augite composition, with traces of chloritization through cleavage cracks. Phenocrysts size varies from 0.5 to 1 cm by elongation. The rocks have undergone intensive secondary changes.

Basalts have porphyric structure, massive texture. The rocks have undergone secondary changes in the form of chloritization and carbonation. The mineral composition of basalts: plagioclase ≈ 50 %; chlorite ≈ 20 %; clinopyroxene ≈ 10 %; carbonate ≈ 5 %; prehnite ≈ 5 %; pumpellyite ≈ 5 %; titanite (replaces titanomagnetite) $\approx 3-4$ %; apatite ≈ 1 %; ore minerals (chalcopyrite disseminations up to 1%).

Phenocrysts in the rock occupy about 10% of volume and consist mainly of plagioclase and clinopyroxene (Fig. 1). Clinopyroxene phenocrysts size varies from 2.5 to 7 mm in elongation, and plagioclase – up to 2 mm. The basis of rock is presented by elongated plagioclase



Figure 1. Basalt with grains of plagioclase and clinopyroxene. Photo of the cone of West-Tarkosalinskaya 905/4370.4. With the analyzer. Zoom 25x.

laths and clinopyroxene grains in chlorite aggregates. The size of the cross sections of plagioclase grains in the base does not exceed 0.75 mm in elongation; sectional shape is elongated-tabular. Plagioclase microliths make up 60 % of the baseline volume, completely immersed in chloritized volcanic glass. The grains of clinopyroxene in the basis are idiomorphic relating to plagioclase.

Clinopyroxene is transparent; it has a brownish color, with no expressed pleochroism. Frequently, in clinopyroxene grains there are simple twins to [010]. According to the microprobe analysis pyroxene refers to ferriferous augite (see Table 1, no. 1–9). The mineral contains significant amounts of impurities of aluminum (Al_2O_3 up to 2.5 wt. %), titanium (TiO_2 up to 0.8 wt. %), traces of sodium (Na_2O up to 0.3 wt. %) and manganese (MnO up to 0.5 wt. %). Clinopyroxene grains are shattered with many cracks, and at the edges are replaced by green aggregate of secondary minerals (with a predominance of chlorite and constant presence of pumpellyite and prehnite).

The plagioclase is transparent, sometimes has a polysynthetic twinning by albite law. By the composition, all the grains belong to the pure albite (see Table 1, no. 10-15), only one grain had an admixture of up to 1.1 wt. % CaO (probably remains of the primary plagioclase). Among other impurities, mineral contains only iron, characteristic of plagioclases from volcanites.

Titanite in basalt is presented by complete pseudomorphisms by skeletal crystals of primary titanomagnetite, and relicts of the ore mineral had not survived. Pseudomorphisms size up to 1 mm. The mineral has dark nacreous colors with the analyzer and has a brown color without the analyzer. No pleochroism. According to microprobe analysis one can quite confidently determine it as titanite (see Table 1, no. 16–20), even though it contains significant impurities of aluminum (Al₂O₃ up to 4.8 wt. %) and iron (FeO up to 2.9 wt. %). Since iron in the mineral can enter only in position of titanium (together with alumina), it most likely is included as a trivalent element.

Minerals of the basis came under intense change. Volcanic glass in the rock and boundary of the grains of clinopyroxene replaced by aggregates of chlorite. Without the analyzer, chlorite has a greenish color

Table 1. The chemical composition of minerals (in wt. %) of basalt (borehole W-Tar 905, depth 4370.4 m).

Nº	SiO,	TiO,	Al ₂ O ₃	Cr,O,	FeO	MnO	MgO	CaO	Na,O	K,O	Total
					Clinop	yroxene					
1	51,22	0,82	2,54	0,02	11,46	0,28	13,51	19,13	0,26	-	99,24
2	52,00	0,65	1,74	0,01	12,04	0,31	13,27	18,89	0,27	0,01	99,20
3	51,62	0,71	2,17	0,02	11,08	0,36	13,83	19,45	0,28	-	99,53
4	51,50	0,70	1,38	-	13,37	0,45	12,74	18,68	0,23	0,01	99,06
5	51,60	0,77	2,22	0,14	12,59	0,37	12,27	18,87	0,25	-	99,08
6	51,23	0,80	1,85	-	13,40	0,44	11,97	18,56	0,29	-	98,54
7	52,16	0,68	1,57	-	12,67	0,33	12,96	18,96	0,28	-	99,61
8	51,21	0,82	2,35	0,04	12,78	0,44	13,73	18,16	0,30	-	99,83
9	51,56	0,72	1,69	0,07	12,83	0,30	13,08	19,03	0,29	0,01	99,57
					Plagi	oclase					
10	68,38	-	19,60	0,04	0,14	-	-	0,31	11,83	0,02	100,32
11	67,32	-	19,73	0,01	0,38	0,03	0,04	1,13	11,15	0,02	99,81
12	68,08	0,05	18,21	0,07	0,15	0,07	0,09	0,27	12,17	0,02	99,18
13	68,40	0,02	18,52	0,23	0,20	-	0,04	0,10	11,61	0,03	99,15
14	68,10	-	19,21	0,36	0,08	0,06	0,02	0,16	11,43	0,01	99,42
15	68,79	-	19,34	0,10	0,12	-	-	0,17	11,73	0,09	100,34
					Tita	ınite					
16	29,61	36,37	2,47	0,24	2,01	-	0,01	28,40	0,03	0,01	99,15
17	30,29	34,98	2,64	0,06	2,63	-	0,01	28,81	0,02	0,01	99,45
18	30,28	34,98	2,44	0,06	2,65	-	0,02	28,58	0,01	0,01	99,03
19	29,84	35,22	4,76	0,01	1,26	0,02	-	28,69	0,06	0,07	99,93
20	30,89	33,41	4,93	0,66	1,43	-	0,08	27,94	0,06	0,01	99,41
					Chl	orite					
21	28,75	0,02	15,47	0,36	29,10	0,61	12,02	0,32	0,01	0,01	86,67
22	28,58	-	15,05	0,25	28,72	0,65	11,46	0,32	0,02	0,01	85,06
23	28,97	0,02	15,81	0,86	28,75	0,51	11,70	0,39	0,04	0,02	87,07
24	27,86	-	15,43	0,34	30,50	0,63	11,31	0,27	0,02	-	86,36
					Verm	iculite					
25	46,43	0,06	15,09	0,11	9,86	0,19	9,50	0,28	0,10	8,68	90,30
					Ferrypu	mpellyite					
26	39,03	0,04	20,16	0,20	10,59	0,19	3,42	18,29	0,02	0,02	91,97
					Prel	ınite					
27	43,30	0,03	22,50	0,21	2,28	0,10	0,50	26,96	0,03	-	95,91
28	43,09	0,03	22,80	0,06	1,97	0,03	0,45	27,48	0,02	0,02	95,95

Note: the analysis are conducted on the microanalyzer CAMECA SX 100 (IGG UB RAS, analyst V. V. Khiller).

Table 2. Chemistry (wt. %) and trace element (g/t) composition of volcanites (borehole W-Tar 905).

Elements	1	2	3	Elements	1	2	3
SiO ₂	44,99	50,03	47,75	Мо	0,17	0,26	1,38
TiO ₂	1,66	0,75	0,89	Ag	0,31	0,13	0,18
Al ₂ O ₃	15,35	15,86	15,98	Cd	0,02	0,02	0,08
$Fe_{2}^{2}O_{3}^{3}$ $P_{2}O_{5}$	9,55	4,77	6,14	Sn	1,74	0,79	0,98
P ₂ O ₅	0,36	0,17	0,18	Sb	0,20	0,18	0,10
MnŎ	0,21	0,18	0,18	Te	0,04	0,01	0,01
FeO	5,90	4,60	3,90	Cs	0,09	0,12	0,13
MgO	6,29	8,69	8,82	Ba	135,49	354,82	396,66
CaO	7,67	6,52	7,04	La	18,96	8,93	11,37
Na ₂ O	2,38	3,28	3,03	Ce	40,55	19,93	24,40
K₂Ô	0,99	0,98	1,25	Pr	5,14	2,59	3,18
Others	4,20	3,90	4,40	Nd	21,51	11,58	13,18
Total	99,55	99,73	99,56	Sm	4,99	2,63	3,14
Li	6,07	10,06	8,24	Eu	1,51	0,80	1,05
Be	0,88	0,35	0,77	Gd	5,60	3,10	3,49
Sc	32,03	36,47	30,78	Tb	0,89	0,48	0,56
Ti	8672,96	3891,44	4434,02	Dy	6,07	3,27	3,89
V	274,57	171,47	190,41	Ho	1,35	0,74	0,84
Cr	2,81	229,27	141,34	Er	4,09	2,25	2,60
Mn	1303,57	1081,08	1056,75	Tm	0,59	0,32	0,38
Co	30,90	31,27	29,00	Yb	3,95	2,10	2,50
Ni	13,38	61,72	61,97	Lu	0,63	0,32	0,39
Cu	79,13	45,33	55,16	Hf	4,19	2,05	2,41
Zn	94,74	50,68	58,55	Ta	0,83	0,37	0,50
Ga	18,14	9,82	12,85	W	0,81	0,35	0,58
Ge	1,55	0,98	1,15	Nb	10,15	4,87	5,81
Rb	16,83	26,40	34,31	Pb	5,90	1,41	3,39
Sr	84,22	231,20	189,04	Bi	0,03	0,02	0,03
Υ	34,75	20,01	21,64	Th	3,85	1,76	2,24
Zr	161,89	76,67	93,52	U	3,25	1,51	1,87

Note: analyses were carried out on the wave spectrometer XRF-1800 of SHIMADZU company and the mass-spectrometer ELAN 9000 (IGG UB RAS, FHMI laboratory). no. 1 – W-Tar 905/4370.4 basalt; 2 – W-Tar 905/4386.6 andesite-basalt; 3 – W-Tar 905/4396.56 basalt.

with well-manifested pleochroism from dark green (by Ng) to greenish-yellow (by Np). With the analyzer, it has an abnormal yellowish-green color. According to microprobe analysis chlorite it is characterized by stable chemical composition (see Table 1, no. 21–24) and refers to the magnesian chamosite with an admixture of MgO up to 12 wt. %. Other impurities of the chlorite are the traces of calcium, manganese and chromium. Chlorite aggregates constantly contain accumulations of prehnite and pumpellyite.

In the peripheral parts of chlorite clusters (particularly in the places of substitution of volcanic glass) we observed small (10–15 microns) foliated mica individuals. They pleochroate from dark brown to yellowish. According to microprobe analysis we quite confidently define it as hydrated biotite and vermiculite (see Table 1, no. 25). Apparently, during the replacement of volcanic glass with chlorite, potassium, sprayed within, concentrated in the form of an independent mineral.

Pumpellyite tends to clusters of chlorite and visually does not differ from it, also composes of massive dense aggregates of greenish color. We diagnosed it only by the results of microprobe analysis and quite confidently defined it as ferrypumpellyite (see Table 1, no. 26). The mineral contains up to 7.5 % water and most of the iron is composed of oxide form, thus, amount provided in the table seems lowered.

Prehnite creates its own cluster among the chlorite-pumpellyite aggregate, size of up to 50–100 microns, white. In the thin section it is pure, translucent, whitish, contains no other minerals. The microprobe analysis quite confidently defines it as the prehnite (see Table 1, no. 27–28), even though it contains a significant admixture iron (FeO up to 2.3 wt. %). Since iron in this mineral may be included only in the position of aluminum, then most likely it comes as a trivalent element.

Accessory apatite creates small prisms, up to 20–30 microns in length, transparent and without inclusions. Apatite grains are immersed in basis and rarely form inclusions in individuals of augite and plagioclase.

On the plagioclase and the basis carbonate sometimes develops, which essentially is dolomite. The basis always contains small patches of fine grains of sulfides, sizes of up to 50 microns. According to the EDS-consoles all sulfides correspond to chalcopyrite and do not contain any impurities. Dolerites and basalts undergone intensive chloritization and carbonation in a prehnite-pumpellyite facies, i. e., in the lower greenschist facies of metamorphism.

The chemical and microelement composition of volcanites

In the basalts from the borehole West-Tarkosalinskaya 905 one can observe significant secondary changes, chloritization and carbonation,

as evidenced by the high content of loss on ignition (at the level of 4-4.5%). Basalts contain high amounts of alumina (Al,O3 15.35-15.98 wt. %). By the content of $K_2O + Na_2O$, (3.37–4.28 wt. %) studied basalts belong to the rocks of normal alkalinity. At the same time, by the amount of K₂O (0.98–1.25 wt. %) studied basalts are medium and high potassic (Table 2). On the classification diagram TAS [22], two samples of basalt (W-Tar 905/4370.4 and W-Tar 905/4396.56) from the borehole West-Tarkosalinskaya 905 fall to the field of basalts with normal alkalinity (Fig. 2). One sample (W-Tar 905/4386.6) fell in the field of andesite-basalts. The volcanites have an increased concentration (g/t) of: Ti (up to 8673), V (up to 275), Mn (up to 1304), Zn (up to 95), Sr (up to 231), Zr (up to 162), Ba (up to 397), and Ce (up to 41). The content of rare earth elements in rocks is 59-116 g/t (Table 2). Trend of distribution of rare earth elements normalized to chondrite for basalts (Fig. 3) is characterized by a predominance of LREE over HREE and either lack (W-Tar 905 / 4396.56), or the presence of a weak negative Eu anomaly. E-MORB basalts have a similar distribution of rare earth elements, but at a lower content of LREE (primitive basalts enriched with elements of impurities).

By the nature of distribution of rare, scattered and rare earth elements basalts from the borehole West-Tarkosalinskaya 905 are close to the Permian-Triassic volcanites of Koltogorsk-Urengoy rift of the Western Siberia [11] (relatively closely located to the borehole SG-6, the distance between them is about 130 km, and a borehole Nikol'skaya 1 in the southern part of the said rift) and differ from basalts we previously studied for the Danilovskiy graben of Shaim region (our data) of the Western Siberia (basalts of Symoryahsk area) by lower contents of LREE and REE distribution trend.

Using discriminatory charts for reconstructing the geodynamic environments of basalts formation is widely spread. Pictures 4–6 show the discriminatory diagrams for basalts of West-Tarkosalinsk area. On the diagram Th–Zr/117–Nb/16 (Fig. 4) studied basalts and andesite-basalts fall into the field of island arc basalts. On the discriminatory diagram Th–Hf/3–Ta (Fig. 5) volcanites fall into the field of calc-alkaline volcanic arc basalts. The diagram Zr–Ti/100–Y₃ (Fig. 6) samples fall within the border area of calc-alkaline basalts and basalts of mid-ocean ridges.

Thus, the volcanite s from the borehole West-Tarkosalinskaya 905 uncovered at a depth of 4362–4397 m are characterized by the presence of a small amount of dolerites in the upper part of the section, which are replaced by the porphyritic andesite-basalts and basalts in the lower part of the section. The chemical composition of the studied volcanites belongs to the moderate- and high calc-alkaline basalts and andesite-basalts.

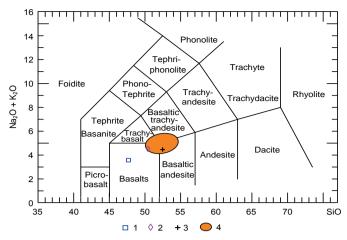


Figure 2. The classification diagram TAS [22] for basalts from the borehole West-Tarkosalinskaya 905. 1 - W-Tar 905/4370.4; 2 - W-Tar 905/4396.56; 3 -W-Tar 905/4386.6; 4 - Field of Triassic basalts of Symoryahsk area of Danilovskiy graben of Shaim district of Western Siberia.

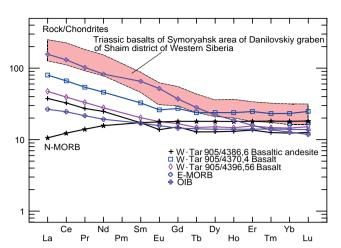


Figure 3. Distribution diagram of rare earth elements normalized to chondrite [24], in the volcanites from the borehole West-Tarkosalinskaya 905.

Hf/3

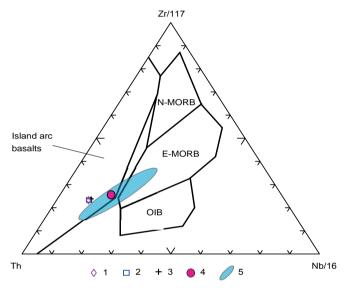
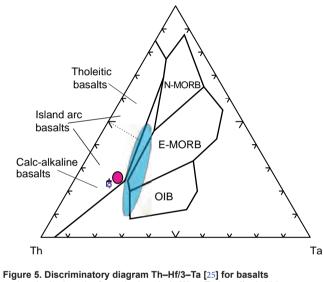


Figure 4. Discriminatory diagram Th-Zr/117-Nb/16 [25] for volcanites from borehole West-Tarkosalinskaya 905. Here and below in Figures 4-6. 1 W-Tar 905/4396.56 basalt; 2 - W-Tar 905/4370.4 basalt; 3 - W-Tar 905/4386.6 andesite-basalt; 4 - field of volcanites of Symoryahsk area of Shaim region of the Western Siberia; 5 - basalts from Tyumen borehole SG-6 [11]; N-MORB - basalts from mid-ocean ridges, E-MORB - basalts enriched with impurities, primitive basalts, OIB - basalts of oceanic islands



and andesite-basalts from the borehole West Tarkosalinsk 905.

Ti/100 Tholeitic Within-plate basalts basalts Mid-ocean ridge basalts Calc-alkaline basalts 7r

Figure 6. Discriminatory diagram of Zr-Ti/100-Y, [23] for basalts and andesite-basalts from the borehole West Tarkosalinsk 905.

The rocks have features of island-arc volcanites, as borehole as features characteristic of basalts enriched with elements of impurities (E-MORB). The study of rock mineralogy revealed that rocks have undergone postmagmatic transformation (formation of albite, volcanic glass replacement with chlorite, development of the secondary carbonate, prehnite, titanite and pumpellyite) under prehnite-pumpellyite facies (bottom greenschist metamorphic facies).

According to petrological and geochemical characteristics, studied volcanites are similar to basalts from adjacent Tyumen super-deep borehole, where along with tholeiitic basalts one can observe medium- and high-K calc-alkaline basalts differences that researchers attribute to the northern part of the Koltogorsk-Urengoy rift of Western Siberia [11 etc.].

This work was supported by the Russian Science Foundation (№ 16-17-10201).

REFERENCES

- 1. Al'mukhamedov A. I., Medvedev A. Ya., Kirda N. P., Baturina T. P. 1998, Triasovyi vulkanogennyy kompleks Zapadnoy Sibiri [Triassic volcanic complex of the Western Siberia]. Doklady Akademii Nauk [Doklady Earth Sciences], vol. 362, no. 3, pp. 372-377.
- 2. Bochkarev V. S. 2001, Vulkanogennye obrazovaniya triasa Zapadnoy Sibiri [The volcanic formation of the Triassic of West Siberia]. Trias Zapadnoy Sibiri [Triassic of the Western Siberia], Novosibirsk, pp. 70-79.
- 3. Dobretsov N. L., Kirdyashkin A. G., Kirdyashkin A. A. 2001, Glubinnaya geodinamika [Deep geodynamics], Novosibirsk, 409 p.

- 4. Ivanov K. P., Ivanov K. S., Fedorov Yu. N. 2007, *Geokhimiya triasovykh vulkanitov Zapadno-Sibirskoy plity (na primere tyrinskoyi serii)* [Geochemistry of the Triassic volcanic rocks of the West Siberian plate (based on the example of the Turin series)]. *Geodinamika, magmatizm, metamorfizm i rudoobrazovanie* [Geodynamics, magmatism, metamorphism and mineralization], Ekaterinburg, pp. 766–790.
- 5. Ivanov K. S., Fedorov Yu. N., Ronkin Yu. L., Erokhin Yu. V. 2005, Geokhronologicheskie issledovaniya fundamenta Zapadno-Sibirskogo neftegazonosnogo megabasseyna; itogi 50 let izucheniya [Geochronological studies of basement of the West Siberian petroleum megabasin; the results of 50 years of study]. Litosfera [Litosphere], no. 3, pp. 117–135.
- 6. Zhuravlev E. G. 1986, *Trappovaya formatsiya Zapadno-Sibirskoy plity* [Trappean formation of the West Siberian Plate]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geol.* [Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. Series geology], no. 7, pp. 26–32.
- 7. Kremenetskiy A. A., Gladkikh V. S. 1997, Nizkokalievye toleitovye bazal'ty indikator evolyutsii paleogeodinamicheskikh obstanovok i prognoza uglevodorodnogo syr'ya (po dannym Tyumenskoy skvazhiny SG-6) [Low-K tholeiltic basalts the evolution indicator of paleogeodynamic environments of and prediction of hydrocarbon raw materials (according to data from the borehole Tyumen SG-6)]. Geokhimiya [Geochemistry International], no. 6, pp. 609–617.
- 8. Medvedev A. Ya., Al'mukhamedov A. I., Kirda N. P. 2003, *Geokhimiya permotriasovykh vulkanitov Zapadnoy Sibiri* [Geochemistry of Permian Triassic volcanic rocks of West Siberia]. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], vol. 44, no. 1–2, pp. 86–100.
- 9. Kontorovich A. E., Surkov V. S. et al. 1994, *Neftegazonosnye basseyny i regiony Sibiri* [Oil and gas basins and regions of Siberia], Novosibirsk, vol. 2, 201 p.
- 10. Ivanov K. S., Kormil'tsev V. V., Fedorov Yu. N. et al. 2003, Osnovnye cherty stroeniya doyurskogo fundamenta Shaimskogo neftegazonosnogo raiona [The main features of the structure of pre-Jurassic basement of the Shaim oil and gas district]. Puti realizatsii neftegazovogo potentsiala KhMAO [Ways of realization of oil and gas potential of KhMAO], Khanty-Mansiysk, vol. 1, pp. 102–113.
- 11. Saraev C. V., Baturina T. P., Ponomarchuk V. A., Travin A. V. 2009, *Permotriasovye vulkanity Koltogorsko-Urengoyskogo rifta Zapadno-Sibirskoy geosineklizy* [Permian-Triassic volcanites of Koltogorsk-Urengoy rift West Siberian geosyneclise]. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], vol. 50, no. 1, pp. 4–20.
- 12. Surkov V. S., Trofimuk A. A., Zhero O. G., Kontorovich A. E., Smirnov L. V. 1982, *Triasovaya riftovaya sistema Zapadno-Sibirskoy plity, ee vliyanie na strukturu i neftegazonosnost' platformennogo mezozoysko-kaynozoyskogo chekhla* [Triassic rift system of the West Siberian Plain, its impact on the structure and oil and gas platform Mesozoic and Cenozoic cover]. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], no. 8, pp. 3–15.
- 13. Simonov V. A., Klets A. G., Stupakov S. I. 2008, Bazal'tovye kompleksy v fundamente Zapadno-Sibirskogo osadochnogo basseyna (dannye po skvazhine Mayzasskaya-1) [Basalt complexes in the basement of the West Siberian sedimentary basin (data for the borehole Mayzasskaya-1)]. Fundament, struktury obramleniya Zapadno-Sibirskogo osadochnogo basseyna i problemy neftegazonosnosti. Vserossiyskaya konferentsiya [Structural framing structure of

Владимир Сергеевич Пономарев, Юрий Викторович Ерохин, Кирилл Святославич Иванов, p123v@yandex.ru Институт геологии и геохимии УрО РАН Россия, Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, 15

- the West Siberian sedimentary basin, and oil and gas potential problems. All-Russian Conference]. Tyumen, pp. 197–201.
- 14. Simonov V. A., Klets A. G., Kovyazin S. V., Stupakov S. I., Travin A. V. 2010, *Fiziko-khimicheskie usloviya rannego plyumovogo magmatizma Zapadnoy Sibiri* [Physico-chemical conditions of the early plume magmatism of the Western Siberia]. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], vol. 51, no. 9, pp. 1277–1297.
- 15. Fedorov Yu. N. 2004, *Geologicheskoe stroenie i perspektivy neftegazonosnosti oblasti sochleneniya Pripolyamogo Urala i Zapadno-Sibirskogo megabasseyna. Avtoref. dis... kand. geol.-mineral. nauk* [Geological structure and petroleum potential of the junction area of Polar Urals and West Siberian megabasin. Abstract of the dissertation of the candidate of geol.-mineral. sciences]. Ekaterinburg, 28 pp.
- 16. Reichow M. K, Saunders A. D., White R. V., Al'mukhamedov A. I., Medvedev A. Ya. 2005, Geochemistry and petrogenesis of basalts from the West Siberian Basin: an extension of the Permo-Triassic Siberian Traps, Russia. Lithos, vol. 79, pp. 425–452.
- 17. Kontorovich A. E., Nesterov I. I., Salmanov F. K. et al. 1975, *Geologiya nefti i gaza Zapadnoy Sibiri* [Petroleum Geology of the Western Siberia], Moscow, 679 p. 18. Kulikov P. K., Belousov A. P., Latypov A. A. 1972, *Zapadno-Sibirskaya triasovaya riftovaya sistema* [Western Siberian Triassic rift system]. *Geotektonika* [Geotectonics], no. 6, pp. 79–87.
- 19. Dobretsov N. L. 1997, *Permsko-triasovye magmatizm i osadkonakoplenie v Evrazii kak otrazhenie superplyuma* [Permian-Triassic magmatism and sedimentation in Eurasia as a reflection superplume]. *Doklady Akademii Nauk* [Doklady Earth Sciences], vol. 354, no. 2, pp. 220–223.
- 20. Bochkarev V. S., Brekhuntsov A. M., Deshchenya N. P. 2005, *Geodinamicheskie obstanovki formirovaniya Zapadno-Sibirskogo basseyna i ego neftegazonosnost'* [Geodynamic conditions of formation of the West Siberian basin and its petroleum potential]. *Tektonika zemnoy kory i mantii. Materialy XXXVIII Tektonicheskogo soveshchaniya* [Tectonics of the Earth's crust and mantle. Materials of XXXVIII Tectonic Conference], Moscow, vol. 1, pp. 71–74.
- 21. Podurushin V. F. 2004, Geodinamicheskaya evolyutsiya fundamenta Zapadno-Sibirskoy plity v pozdneyi permi-triase [Geodynamic evolution of the base-ment of the West Siberian plate in the late Permian–Triassic]. Evolyutsiya tektonicheskikh protsessov v istorii Zemli [Evolution of tectonic processes in the Earth's history], Novosibirsk, vol. 2, pp. 80–83.
- 22. Le Bas M. J., Le Maotre R. W., Streckeisen A., Zanettin B. 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of Petrology, vol. 27, pp. 745–750.
- 23. Pearce J. A., Cann J. R. 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth Planetary Science Letters, vol. 19, pp. 290–300.
- 24. Sun S. S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Magmatism in Ocean Basins, London, pp. 313–345.
- 25. Wood D. A. 1980, The application of a Th–Hf–Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas on the British Tertiary Volcanic Province. Earth Planetary Science Letters, vol. 50, pp. 11–30.

Vladimir Sergeevich Ponomarev, Yuriy Viktorovich Erokhin, Kirill Svyatoslavich Ivanov, p123v@yandex.ru Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Ekaterinburg, Russia УДК 549.756:553 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-19-22

ПЕРВАЯ НАХОДКА ГОЯЦИТА В ДОЛОМИТ-КВАРЦЕВЫХ ЖИЛАХ БЕРЕЗОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С. Г. Суставов, Д. А. Ханин, Е. С. Шагалов

The first discovery of goyazite in dolomite-quartz veins of Berezovsky gold deposit

S. G. Sustavov, D. A. Khanin, E. S. Shagalov

The subject of study is a rare primary phosphate of strontium and aluminum – goyazite. Currently, in the Urals there are several findings of this mineral, which in varying degrees characterize this rare strontium phosphate. The paper contains a detailed description of the first discovered goyazite at the Berezovsky gold deposit. Flattened rhombohedral crystals of pinkish-red goyazite are growing on quartz crystals with the formation of induction surfaces of shared growth. Grains of goyazite occur as chains in beresites in the form of small chains. In the description of morphology, authors described in detail the simple forms that developed on the crystals, and their sculpture. The study of the chemical composition of the mineral showed that along with the main goyazite mineral, there are impurity minerals present – svanbergite and crandallite. In the related dolomite authors established typomorphic particulars of the chemical composition, reflecting the influence of surrounding rocks. Diffraction study shows that the exact diagnostics of the minerals in the group is possible only if their chemical composition is available. Authors calculated the parameters of elementary cell of the mineral and identified their specific parameters. All discoveries of previously found goyazite are confined to terrigenous rocks, greisens, pegmatites and carbonatites. This is the first occurrence of the mineral in hydrothermal gold deposit. The interrelation with the minerals surrounding goyazite shows its formation of the final stages of a second, quartz-pyrite mineral assemblage. Local and weak development of goyazite in quartz-dolomite veins, apparently, is due to the low content of strontium in the enclosing volcanic and sedimentary rocks, from which it was retrieved later by hydrothermal solutions. The work will serve to clarify the mineralogy and geochemistry of the classical gold deposit of the Urals.

Keywords: Berezovsky gold deposit; strontium and aluminum phosphate; goyazite; crandallite; svanbergite; beresite; dolomite-quartz vein; diffraction study; unit cell parameters.

Предметом исследования является редкий основной фосфат стронция и алюминия – гояцит. В настоящее время на Урале известно несколько находок этого минерала, которые в разной степени характеризуют этот редкий фосфат стронция. Работа посвящена детальному описанию впервые найденного на Березовском золоторудном месторождении гояцита. Уплощенные ромбоэдрические кристаллы розовато-красного гояцита нарастают на кристаллы кварца с образованием индукционных поверхностей совместного роста. Зерна гояцита встречаются в березитах в виде мелких цепочек. При описании морфологии детально охарактеризованы простые формы, развитые на кристаллах, и их скульптура. Изучение химического состава минерала показало, что наряду с основным гояцитовым в минерале присутствуют сванбергитовый и крандаллитовые примесные миналы. В сопутствующем доломите установлены типоморфные особенности химического состава, отражающие влияние окружающих пород. Дифракционное исследование показывает, что точная диагностика минералов в группе возможна только при наличии их химического состава. Рассчитаны параметры элементарной ячейки минерала и выявлены их специфические особенности. Все находки ранее найденного гояцита приурочены к терригенным породам, грейзенам, пегматитам и карбонатитам. В гидротермальном золоторудном месторождении минерал установлен впервые. Взаимоотношение с окружающими гояцит минералами показывает образование его на заключительных этапах второй, кварц-пиритовой минеральной ассоциации. Локальное и слабое развитие гояцита в кварц-доломитовых жилах связано, по-видимому, с убогим содержанием стронция во вмещающих вулканогенно-осадочных породах, из которых он извлекался в последующем гидротермальными растворами. Работа послужит для уточнения минералогии и геохимии классического золоторудного месторождения Урала.

Ключевые слова: Березовское золоторудное месторождение; фосфат стронция и алюминия; гояцит; крандаллит; сванбергит; березит; доломит-кварцевая жила; дифракционное исследование; параметры элементарной ячейки.

В первые гояцит $SrAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6$ был найден в алмазоносных галечниках провинции Гойяс в Бразилии в конце XIX в. и получил свое название по месту первой находки [1]. В группе плюмбогуммита, к которой относится гояцит, присутствуют близкие по составу горсейксит $BaAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6$, крандаллит $CaAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6$ и сванбергит $SrAl_3(SO_4)(PO_4)(OH)_6$, принадлежащие к структурному типу алунита [2]. Позицию стронция изоморфно могут занимать барий, кальций и легкие редкоземельные элементы. Находки гояцита приурочены к разным геологическим условиям – от терригенных пород, где он впервые был найден, до карбонатитов, грейзенов и пегматитов [1, 3].

На Урале гояцит впервые был установлен Н. В. Рентгартеном в нижнемеловых беликовых отложениях Троицко-Байновского месторождения каолинитовых глин. Позднее был описан в друзовой полости гранитного пегматита топазовой копи М. П. Мельникова в Ильменских горах [4, 5]. В последнее время находки этого достаточ-

но редкого минерала участились [6].

Березовское золоторудное месторождение является классическим объектом кварцево-жильного типа. Кварцевые жилы месторождения подразделяются на три формации: шеелитоносную (кварцевотурмалиновую), золотоносную (кварцево-карбонатно-сульфидную) и пирофиллитсодержащую (пирофиллит-турмалин-кварцевую). Жилы первой и второй формации имеют в пределах месторождения зональное распределение. Внутри зон в жилах развиты различные минеральные ассоциации: анкерит-кварцевая, кварц-пиритовая, полиметаллическая и карбонатная [7].

При изучении коллекции из Березовского месторождения, собранной начальником Центральной шахты Владимиром Ивановичем Коваленко, был встречен образец березита, рассеченный кварцевым прожилком. Совместно с единичными кристаллами кварца в прожилке отмечаются кристаллы зеленовато-желтого доломита. Наряду с основными минералами в жиле встречаются кристаллики гояцита и пирита. Вкрапленность пентагондодекаэдрических кристалликов пирита размером от 0,2–0,3 мм до 1 мм присутствует также в березите.

Кварц в жиле представлен длиннопризматическими водянопрозрачными кристалликами, наиболее крупные из них достигают в длину 12–15 мм, в поперечном сечении 4–6 мм. В огранении присутствуют грани гексагональной призмы и основных положительного и отрицательного ромбоэдров. На гранях гексагональной призмы наблюдается грубая горизонтальная штриховка. В основании крупных кристаллов кварца наблюдаются облачные включения тонкочешуйчатого серицита и единичные включения кристалликов пирита.

Гояцит в виде уплощенных ромбоэдрических кристаллов нарастает и частично врастает во внешние зоны индивидов кварца. На грани ромбоэдра кристалла кварца видны индукционные поверхности от выпавших индивидов гояцита. В огранении кристаллов присутствуют грани следующих простых форм: ромбоэдра r {10 $\overline{1}$ 2}, f {01 $\overline{1}$ 1}, n {20 $\overline{2}$ 1} и пинакоида c {0001} (рис. 1). Наибольшее развитие на кристаллах имеют грани ромбоэдра r и базопинакоида. Облик кристаллов близок к изометричному, несколько уплощен в базальной плоскости. Грани ромбоэдра f развиты незначительно и притупляют боковые вершины кристаллов в виде небольших прямоугольных или шестиугольных плоскостей.

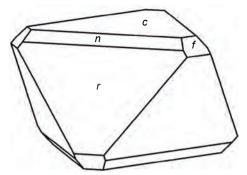
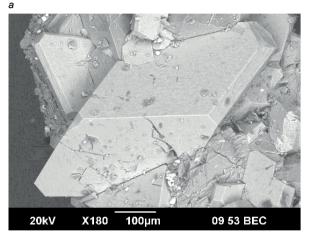


Рисунок 1. Форма кристалла гояцита.



лы гояцита нарастают на кристаллы кварца закономерно, подчеркивая ориентировку зальбандов жилы относительно силы тяжести. Индивиды гояцита прозрачны и имеют розоватокрасную окраску.

Наряду с кристаллами в призальбандовой части жилы в березите наблюдается вкрапленность зерен гояцита в виде коротких цепочек, иногда пересекающихся.

Доломит в жиле встречается двух типов. Первый – это мелкие бесцветные ромбоэдрические кристаллики, нарастающие на кварц и гояцит (рис. 3). Размер их не превышает 1 мм в поперечнике. В большинстве из них во внешней зоне кристалла наблюдается рассеянная вкрапленность пылевидного пирита. Кристаллы

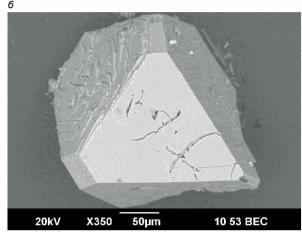


Рисунок 2. Кристаллы гояцита. a – нарастание искаженного кристалла гояцита на кварц и срастание с доломитом; δ – дефекты граней монокристалла гояцита. РЭМ-фото в отраженных электронах (прибор JSM-6390LV).

Грани ромбоэдра n развиты не на всех кристаллах. Они обычно присутствуют в виде узких прямоугольных плоскостей, притупляющих ребро между гранями ромбоэда r и пинакоида c. Неравномерное развитие простых форм на кристаллах гояцита приводит к четко выраженному удлинению некоторых кристаллов (рис. 2, а). Грани их наименее совершенны и покрыты тонкой комбинационной штриховкой. Крупные грани кристаллов гояцита содержат серповидные, щелевидные, слегка изогнутые полости, похожие на трещины разрыва, образование которых не совсем понятно, так как они не продолжаются на соседние грани (рис. 2, а, б). Возможно, они связаны с напряжениями, возникающими в растущем кристалле.

Грани кристаллов гояцита часто покрыты мелкими обломками кварца, пирита и чешуек слюды. Это свидетельствует о тектонических подвижках сразу после образования минералов в жиле и дробления их в призальбандовых областях. Кристал-

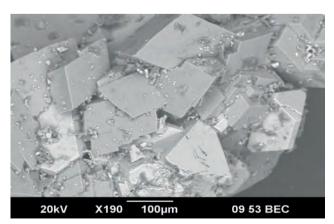


Рисунок 3. Ромбоэдрические кристаллы доломита первого типа нарастают на более светлые кристаллы гояцита. РЭМ-фото в отраженных электронах (прибор JSM-6390LV).

второго типа имеют зеленовато-желтую окраску. Представлены расщепленными, слегка изогнутыми ромбоэдрическими индивидами, образующими субпараллельные срастания. Грани подобных сростков, достигающие 1 см в поперечнике, обращенные в сторону себе подобных, имеют блочно-ромбоэдрическое строение. Размеры отдельных блоков при этом достигают 0,5–1,0 мм. Кристаллы второго типа, как правило, ориентированы осями второго порядка перпендикулярно к зальбанду жилы, что придает подобным сросткам кристаллов гребенчатую форму. На сколах кристаллов второго типа видно, что их окраска зональна, внутренние зоны белые, внешние зеленовато-желтые. В приповерхностных частях кристаллов второго типа наблюдаются включения мелкодробленого пирита. В основании некоторых из них встречаются единичные включения кристаллов гояцита.

Химический состав гояцита (табл. 1) изучен на кафедре минералогии геологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова на электронно-зондовом микроанализаторе Camebax SX 50 при ускоряющем напряжении 15 кВ и токе накала 30 мА (аналитик Д. А. Ханин). При определении состава гояцита и доломита использовались следующие стандарты: доломит: Mg – TILZ (тилазит); Ca – кальцит; Mn, Fe – (Mn, Fe)CO $_3$; Sr – SrSO $_4$; Y – YPO $_4$; Ba – BaSO $_4$; La – LaPO $_4$; Ce – CePO $_4$; Pr – PrPO $_4$; Nd – NdPO $_4$; Sm – SmPO $_4$: Eu – EuPO $_4$; Gd – GdPO $_4$; для гояцита: Na – CHKL (чкаловит); Mg – TILZ; Al, Cr – SPL (шпинель); P – KTiPO $_5$; S – BaSO $_4$; Ca – кальцит; Mn, Fe – (Mn, Fe)CO $_3$; Sr – SrSO $_4$; Y – YPO $_4$; La – LaPO $_4$; Pr – PrPO $_4$; Ce – CePO $_4$; Nd – NdPO $_4$; Sm – SmPO $_4$; Pb – VAN (ванадинит). Анализ гояцита выполнен с площадки 10 × 10 мкм в связи с неустойчивостью его в пучке.

Проведенный анализ минерала показывает, что в нем наряду с гояцитовым миналом, который является основным, присутствуют также сванбергитовый и крандаллитовый миналы. Наряду с этим химический состав гояцита осложнен примесями легких редких земель, содержание которых обычно не превышает 0,22

Таблица 1. Химический состав гояцита.

Компо- нент	1	4	5	6	7	9
SrO	24,19	23,92	23,51	24,86	23,50	23,52
CaO	0,29	0,06	0,09	0,05	0,18	0,05
Al_2O_3	30,98	30,84	30,34	31,48	30,78	30,91
P ₂ O ₅	28,39	29,38	29,08	28,98	28,74	29,90
ŚŌį̃	2,83	1,86	2,81	1,84	1,86	1,47
$\Sigma_{\text{TR,nerk}}$	0,06	0,20	0,21	0,06	0,11	0,22
Сумма	86,74	86,26	86,03	87,27	85,17	86,07

Примечание: 1 - MnO - 0.04, FeO - 0.05; 3 - FeO - 0.03; 4 - MnO - 0.02; 6 - FeO - 0.04; содержание H_2O – стехиометрическое:

$$\begin{array}{l} (Sr_{1,08}Ca_{0,02})_{1,10}Al_{2,82}(\bar{P}Q_4)[(PO_3OH)_{0,86}(SO_4)_{0,16}]_{1,02}(OH)_6 \\ (Sr_{1,08}Ca_{0,01})_{1,09}Al_{2,83}(PO_4)[(PO_3OH)_{0,94}(SO_4)_{0,11}]_{1,05}(OH)_6 \\ (Sr_{1,06}Ca_{0,01})_{1,07}Al_{2,78}(PO_4)[(PO_3OH)_{0,91}(SO_4)_{0,16}]_{1,07}(OH)_6 \\ Sr_{1,11}Al_{2,87}(PO_4)[(PO_3OH)_{0,90}(SO_4)_{0,11}]_{1,01}(OH)_6 \\ (Sr_{1,07}Ca_{0,01})_{1,08}Al_{2,86}(PO_4)[(PO_3OH)_{0,97}(SO_4)_{0,11}]_{1,02}(OH)_6 \\ Sr_{1,06}Al_{2,84}(PO_4)[(PO_3OH)_{0,97}(SO_4)_{0,09}]_{1,06}(OH)_6. \end{array}$$

мас. % и не влияет на формулу минерала. По сравнению с гояцитом Сафьяновского медноколчеданного месторождения в минерале на порядок меньше редких земель, отсутствуют примеси бария и фтора, но более высокое, в среднем в 2,5 раза, содержание сульфат-иона и присутствует примесь кальция [6].

Катионный состав доломита первого типа был определен микрозондовым анализом и показал присутствие наряду с видообразующими катионами (кальцием и магнием) изоморфные примеси (мас. %): FeO 1,7–6,1, среднее из семи определений 3,5, MnO 0,2–2,2/(7) 0,8 (в скобках указано количество измерений) и SrO 0,1–0,6/(3) 0,4. Состав примесей в доломите непостоянный и испытывает колебания. По сравнению с ранее изученным доломитом из сростка с самородным золотом он содержит меньше FeO, MnO, кроме этого, в некоторых участках в нем встречается примесь SrO [8].

Рентгеновское изучение минерала был проведено в рентгеновской лаборатории кафедры минералогии, петрографии и геохимии Уральского государственного горного университета. Первоначально минерал был диагностирован в пределах группы как

сванбергит, лишь в дальнейшем при определении химического состава было установлено, что сульфат-иона в нем достаточно мало и минерал относится к гояциту.

Рентгенограмма гояцита (табл. 2) достаточно хорошо соответствует эталонной. Вместе с тем из табл. 2 видно, что точная диагностика минерала этой группы только на основании дифракционной картины не всегда однозначна и имеет некоторую неопределенность. Это вызвано близостью межплоскостных расстояний одинаковых плоских сеток у разных минералов в группе. Кроме того, это связано с проявлением изоморфизма как в катионной, так и в анионной частях в пределах отдельных минералов.

Расчет параметров элементарной ячейки показал, что вхождение сванбергитового и крандаллитового минала в состав гояцита несколько понижает значение обоих параметров. Сравнение параметров гояцита Березовского и Ильменогорского месторождений, где состав не определялся, показывает заметно более низкое значение параметра $a_{\rm o}$. Сравнивая полученное значение параметра $a_{\rm o}$ у крандаллита, которое составляет 7,006 Å, можно видеть близость значений. По-видимому, минерал содержит какое-то количество крандаллитового минала, о чем свидетельствуют сами авторы, рассматривая инфракрасный спектр минерала [2, 4].

В заключение следует отметить, что образование гояцита в доломит-кварцевых жилах Березовского месторождения происходило как в самих жилах в виде хорошо образованных кристаллов, так и в призальбандовых частях жилы в виде маломощных прожилков в березитах. О времени образования можно косвенно судить по взаимоотношениям гояцита с окружающими минералами, которые свидетельствуют о кристаллизации его на заключительных этапах второй, кварц-пиритовой минеральной ассоциации. Локальное и незначительное развитие гояцита в кварц-доломитовых жилах связано, по-видимому, с убогим содержанием стронция во вмещающих вулканогенно-осадочных породах, экстрагированного в результате их проработки гидротермальными растворами.

Таблица 2. Рентгенограмма гояцита.

	Березовское месторождение				Гояцит [2]			Горсейксит JCPDS 19-535		
Int	d[Å]	Int	d[Å]	d[Å]	Int	hkl	d[Å]	Int	hkl	
7	5,78	6	5,74	5,72	100	101	5,73	90	101	
_	_	_	_	4,91	2	102	_	_	_	
6	3,53	6	3,42	3,51	90	110	3,52	80	110	
4	3,26	4	3,27	3,44	9	111	_	_	_	
_	<u>-</u>	1	3,06	_	_	_	_	_	_	
10	2,96*	10	2,97*	2,969	100	113	2,978	100	113	
2	2,86*	1	2,86*	2,858	13	202	2,855	30	202	
2	2,77*	7	2,77*	2,777	16	006	2,775	20	204	
3	2,45*	4	2,44*	2,454	14	204	2,449	30	115	
_	<u>-</u>	3	2,24	2,277	12	211	2,271	50	211	
8	2,21*	10	2,21*	2,215	55	212	2,215	60	212	
_	_	2	2,17*	2,180	8	116	_	_	_	
_	_	_	´—	2,026	6	300	2,021	30	300	
1	2,01*	_	_	2,011	10	214	2,013	30	314	
_	_,-	1	1,947	1,969	3	302		_	_	
5	1,901*	6	1,898*	1,905	45	303	1,905	70	303	
5	1,756*	4	1,753*	1,756	40	220	1,756	60	220	
_	_	1	1,714	1,717	5	208	_	_		
_	_	_	_	1,678	4	311	1,675	20	311	
_	_	_	_	1,672	2	223	_	_	_	
_	_	1	1,649	1,651	7	217	1,651	5	_	
2	1,642	2	1,633*	1,636	10	119	_	_	_	
_	-	_	_	1,605	3	10,10	_	_	_	
_	_	_	_	1,545	1	307	_	_	_	
1	1,507*	1	1,501*	1,506	8	315	1,510	10	315	
_	_	· -	_	1,495	8	402	-	_	_	
2	1,482*	2	1,480*	1,484	13	226	1,490	30	_	
4	1,459*	5	1,457*	1,461	9	20,10	-	_	_	
	: 7,017 + 0,002		= 7,011 ± 0,003		= 7,021 ± 0,0			a _o = 7,02		
	= 16,61 + 0,01	a _c	= 16,60 + 0,02		$= 16,64 \pm 0,$			$c_0 = 16,87$		

Примечание. Условия съемки: аппарат УРС-55; Feα+β-излучение; камера РКД 57,3 мм; U = 30 кВ, I = 10 мА; * – отражения, по которым рассчитаны параметры элементарной ячейки.

Авторы выражают благодарность Ф. З. Нурмухаметову за предоставленный материал для исследований и А. В. Чикаеву за внимательное отношение к работе.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Дэна Дж. Д., Дэна Э. С., Пэлач Ч. и др. Система минералогии. М.: ИЛ, 1954. Т. II, полутом 2. С. 246–249.
- 2. Bayliss P., Kolitsch U., Nickel E.H., Pring A. Alunite supergroup: recommended nomenclature // Miner. Mag. 2010. Vol. 74(5). P. 919–927.
- 3. Лиферович Р. П., Яковенчук В. Н., Пахомовский Я. А., Богданова А. Н. Гояцит из доломитовых карбонатитов Ковдорского массива // Зап. Всерос. минералогич. о-ва. М., 1997. Ч. СХХVI. С. 56–63.
- 4. Попов В. А., Корнилов Ю. Б. Первая находка гояцита в Ильменских горах // Минералы и парагенезисы минералов месторождений Урала. Свердловск, 1983. С. 26—28
- 5. Рентгартен Н. В. Гояцит в беликовых отложениях восточного склона Урала // ДАН СССР. 1948. Т. 60, N2 3. С. 429–431.
- 6. Притчин М. Е., Сорока Е. И., Молошаг В. П. и др. Находки гояцита в метасоматитах Сафьяновского медноколчеданного месторождения // Уральская минералогическая школа-2014. Екатеринбург: Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2014. С. 211–213.
- 7. Поленов Ю. А., Огородников В. Н., Бабенко В. В. Березовское золоторудное месторождение кварцево-жильного типа классический объект полихронного и полигенного генезиса // Литосфера. 2013. № 6. С. 39–53.
- 8. Суставов С. Г., Ханин Д. А., Шагалов Е. С. О находке крокоита в поздних золотоносных кварц-карбонатных жилах Березовского месторождения // Уральская минералогическая школа-2015. Екатеринбург: Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2015. С. 99–105.

REFERENCES

1. Dena Dzh. D., Dena E.S., Pelach Ch., Berman G., Frondel' K. 1954, Sistema

Сергей Геннадьевич Суставов, sustavov.s@ursmu.ru Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Евгений Сергеевич Шагалов,

shagalov@igg.uran.ru Институт геологии и геохимии им. Акад. А. Н. Заварицкого УрО РАН

Дмитрий Александрович Ханин, mamontenok49@yandex.ru Институт экспериментальной минералогии РАН Россия, Московская обл., Черноголовка, ул. Акад. Осипьяна, 4

mineralogii [Mineralogy system], Moscow, vol. 2, pp. 246-249.

- 2. Bayliss P., Kolitsch U., Nickel E. H., Pring A. 2010, Alunite supergroup: recommended nomenclature. Mineralogical Magazine, vol. 5(74), pp. 919–927.
- 3. Liferovich R. P., Yakovenchuk V. N., Pakhomovskiy Ya. A., Bogdanova A. N. 1997, Goyatsit iz dolomitovykh karbonatitov Kovdorskogo massiva [Goyazite from dolomitic carbonatites of the Kovdor massif]. Zapiski Vserossiyskogo mineralogicheskogo obshchestva [Notes of the All-Russian Mineralogical Society], Moscow, part SXXVI, pp. 56–63.
- 4. Popov V. A., Kornilov Yu. B. 1983, *Pervaya nakhodka goyatsita v II'menskikh gorakh* [The first discovery of goyazite in Ilmen mountains]. *Mineraly i paragenezisy mineralov mestorozhdeniy Urala* [Minerals and parageneses of the mineral deposits of the Urals], Sverdlovsk, pp. 26–28.
- 5. Rentgarten N. V. 1948, *Goyatsit v belikovykh otlozheniyakh vostochnogo sklona Urala* [Goyazite in the Belik sediments of the eastern slope of the Urals]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], vol. 60, no. 3, pp. 429–431.
- 6. Pritchin M. E., Soroka E. I., Moloshag V. P., Zamyatin D. A. 2014, Nakhodki goyatsita v metasomatitakh Saf'yanovskogo mednokolchedannogo mestorozhdeniya [Discoveries of goazite in metasomatites of Safyanovsky massive sulfide deposit]. Ural'skaya mineralogicheskaya shkola-2014 [Ural Mineralogical School 2014], Ekaterinburg, pp. 211–213.
- 7. Polenov Yu. A., Ogorodnikov V. N., Babenko V. V. 2013, Berezovskoe zolotorudnoe mestorozhdenie kvartsevo-zhil'nogo tipa klassicheskiy ob'ekt polikhronnogo i poligennogo genezisa [Berezovsky gold deposit of quartzvein type classical object of polychronous and polygenic genesis]. Litosfera [Litosfera], no. 6, pp. 39–53.
- 8. Sustavov S. G., Khanin D. A., Shagalov E. S. 2015, *O nakhodke krokoita v pozdnikh zolotonosnykh kvarts-karbonatnykh zhilakh Berezovskogo mestorozhdeniya* [On the discovery of crocoite in late auriferous quartz-carbonate veins of Berezovsky deposit]. *Ural'skaya mineralogicheskaya shkola-2015* [Ural Mineralogical School 2015], Ekaterinburg, pp. 99–105.

Sergey Gennad'evich Sustavov, sustavov.s@ursmu.ru Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia

Evgeniy Sergeevich Shagalov, shagalov@igg.uran.ru The Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry UB RAS

Dmitriy Aleksandrovich Khanin, mamontenok49@yandex.ru Institute of Experimental Mineralogy RAS Chernogolovka, Noginsk district, Moscow region, Russia УДК 549.651(470.5) DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-23-26

СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАЛИЕВЫХ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ ИЗ ПЕГМАТИТОВ ЛИПОВКИ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

А. В. Захаров, О. Л. Галахова

Structural and chemical features of potash feldspars from pegmatites of the Lipovskoe vein field (Middle Urals)

A. V. Zakharov, O. L. Galakhova

The authors studied structural and chemical properties of the potassium feldspars from different types of granitic pegmatites of Lipovskiy vein field, located 70 km northeast of Ekaterinburg city, in vicinity of the Lipovskoe village. These pegmatites gained worldwide fame at the beginning of the last century because of the active extraction of pink tourmalines (rubellites). For the study authors selected potassium feldspars from two types of granitic pegmatites – conventional and contaminated (desensitized granite veins were untested, as potassium feldspars are absent in them). According to the powder roentgenometry, orthoclase and intermediate microcline were only in normal granitic pegmatites, and intermediate and maximum microcline – in lithium-bearing contaminated veins. Microprobe analysis of the potassium feldspars also showed variability in their chemical composition from the structural ordering of minerals. Microclines and orthoclases from the ordinary pegmatites are enriched by sodium and depleted by cesium and rubidium, and potassium feldspars from the lithium-bearing veins, on the contrary, are depleted by sodium and enriched by rare alkaline elements. Authors established that at increase of the contents of Rb and Cs there is an increase of the degree of triclinity of the potassium feldspars, i.e. in substantially pure (maximum) microcline forms in the contaminated pegmatites of Lipovskiy vein field. An interesting fact is the drastic decrease in the number of perthite intergrowths of albite in a matrix of potassium feldspar from the contaminated pegmatites compared to conventional granite veins. In many samples of microcline from the contaminated pegmatites, perthite intergrowths.

Keywords: potassium feldspar; granitic pegmatites; Lipovskoe vein field; Middle Urals.

Изучены структурно-химические особенности калиевых полевых шпатов из разных типов гранитных пегматитов Липовского жильного поля, расположенного в 70 км северо-восточнее города Екатеринбурга и в окрестностях села Липовское. Данные пегматиты приобрели всемирную известность в начале прошлого века в результате активной добычи розовых турмалинов (рубеллитов). Для исследования отбирались калишпаты из двух типов гранитных пегматитов – обычных и контаминированных (десилицированные гранитные жилы не опробовались, так как в них калиевые полевые шпаты отсутствуют). По данным порошковой рентгенометрии установлено, что ортоклаз и промежуточный микроклин отмечаются только в обычных гранитных пегматитах, а промежуточный и максимальный микроклины – в литиеносных контаминированных жилах. Микрозондовый анализ калиевых полевых шпатов также показал изменчивость их химического состава от структурной упорядоченности минералов. Микроклины и ортоклазы из обычных пегматитов обогащены натрием и обеднены цезием с рубидием, а калиевые полевые шпаты из литиеносных жил, наоборот, обеднены натрием и обогащены редкими щелочными элементами. Установлено, что при нарастании содержаний Rb и Cs происходит увеличение степени триклинности калиевых полевых шпатов. т. е. в контаминированных пегматитах Липовского жильного поля формируется практически чистый (максимальный) микроклин. Интересным фактом является резкое снижение количества пертитовых вростков альбита в матрице калиевого полевого шпата из контаминированных пегматитов по сравнению с обычными гранитными жилами. Во многих образцах микроклина из контаминированных пегматитов пертитовые вростки визуально отсутствуют и, по всей видимости, слагают микропертитовые вростки.

Ключевые слова: калиевый полевой шпат; гранитные пегматиты; Липовское жильное поле; Средний Урал.

ranite pegmatite of the Lipovskoe vein field occurs on the eastern slope of the Middle Urals (70 km to the northeast of Ekaterinburg and 5 km to the west of the village of Lipovskoe). Pegmatite hosts the world famous and already finished Lipovskoe deposit of pink tourmaline (rubellite). Pegmatite occurs in the syncline structure located between three large granite massifs, namely Murzinskii (from the northwest), Aduiskii (from the southwest), and Sokolovskii (from the east) (Fig. 1). This syncline is composed of metamorphic rocks related to the Murzinskaya Formation (presumably of Proterozoic age) with the prevalence of various gneisses, schists and amphibolites [1, 2 and others]. This formation contains individual bodies of serpentinite and marble, which are usually tectonically alternating. With karst marbles and weathering crusts of serpentinites are connected to well-known and already spent deposit of silicate-nickel ores. Granite pegmatite are widely distributed within of the Lipovskoe vein field and are presented by three types of rare-metals – normal (chrysoberyl-beryl), desiliconized (plagioclasite) and contaminated (lithium bearing).

Despite the widespread of pegmatites in the area and their relatively good mineralogical knowledge [2, etc.; along with our numerous data] we proved that potassium feldspar as the main rock-forming mineral of normal and contaminated pegmatites, remains virtually unexplored.

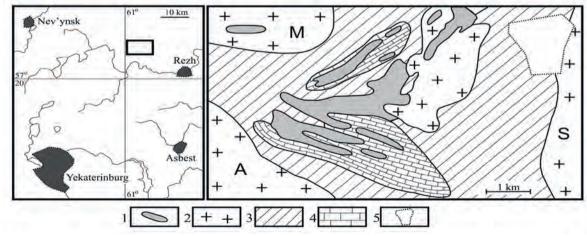


Figure 1. Geological scheme of the Lipovskoe vein field (modified after [1]). 1 – serpentinite; 2 – granite (A, Aduiskii massif; M, Murzinskii massif; S, Sokolovskii massif); 3 – gneiss and amphibolites; 4 – marble; 5 – contours of the Lipovskoe Village.

Various authors [2–4] mention microcline and orthoclase in granites and pegmatites of Lipovka, but without any diagnostic properties. The Lipovskoe vein field contains non-cavernous pegmatites with chrysoberyl in which orthoclase and miarolitic pegmatites are the rock-forming potassium feldspars, including the ones with a lithium mineralization, which, on the contrary, contain microcline [2]. We found it interesting to conduct a study of the structural and chemical

characteristics of potash feldspars in the normal and contaminated pegmatites of the Lipovskoe vein field (desiliconized pegmatite were not included in research, since they contain only plagioclases).

For X-ray analysis we selected 14 samples of potassium feldspars from normal and from contaminated pegmatites (see Table 1). We collected all samples from the large-sized samples of quartz-feldspar graphics and block area, excluding sampling from miarols and cavities.

Table 1. List of studied potassium feldspars samples indicating the sampling locations.

Nº	Number of sample	Minerals	Sample connection
1	2п/09	Orthoclase	Plain granite pegmatite, quarry number 6. Dumortierite vein. Major «graphics». Coordinates: N 57°26'30,5"; E 61°06'02,5"
2	18-1л/13	Microcline intermediate	Normal granite pegmatite, quarry number 6. Dumortierite vein. Small «graphics». Coordinates: N 57°26'30,5"; E 61°06'02,5"
3	18-2л/13	Microcline intermediate	Normal granite pegmatite, quarry number 6. Dumortierite vein. Block area. Coordinates: N 57°26'30,5"; E 61°06'02,5"
4	34-4ла/11	Orthoclase	Normal granite pegmatite, quarry number 6. Chrysoberyl vein. Major «graphics». Coordinates: N 57°26'32,6"; E 61°06'08,6"
5	61л/11	Orthoclase	Normal granite pegmatite, quarry number 7. Nameless vein. Small «graphics». Coordinates: N 57° 26'52,2"; E 61°06'50,9"
6	35л/11	Microcline intermediate	Normal granite pegmatite, quarry number 6. Nameless vein. Major «graphics». Coordinates: N 57°26'29,6"; E 61°05'57,9"
7	95л/11	Orthoclase	Normal granite pegmatite, quarry number 4-5. Nameless vein. Major «graphics». Coordinates: N 57°25'49,5"; E 61°05'44,6"
8	23-5л/11	Orthoclase	Normal granite pegmatite, quarry number 6. German vein. Major «graphics». Coordinates: N 57°26'29,1"; E 61°05'41,0"
9	58л/10	Microcline intermediate	Contaminated pegmatite, quarry number 6. Khitnichya vein. Block area. Coordinates: N 57°26'30,8"; E 61°06'00,1"
10	27л/13	Microcline maximum	Contaminated pegmatite, quarry number 6. Khitnichya vein. Block area. Coordinates: N 57°26'30,8"; E 61°06'00,1"
11	47-20л/11	Microcline intermediate	Contaminated pegmatite, quarry number 6. Khitnichya vein. Major «graphics». Coordinates: N 57°26'30,8"; E 61°06'00,1"
12	8-1л/12	Microcline maximum	Contaminated pegmatite, quarry number 6. Khitnichya vein. Block area. Coordinates: N 57°26'30,8"; E 61°06'00,1"
13	1л/15	Microcline intermediate	Contaminated pegmatite, quarry number 6. Collapsed Kuryatnik vein. Block area. Coordinates: N 57°26'30,1"; E 61°05'47,7"
14	7-2п/12	Microcline intermediate	Contaminated pegmatite, quarry number 6. Sibiryachka vein. Lepidolite quicklime. Coordinates: N 57°26'29,1"; E 61°05'41,0"

Color of potassium feldspar from normal pegmatites is usually white, often with yellowish, grayish or pinkish shades. All studied potassium feldspars of this pegmatite type contained perthite intergrowths of albite. Potassium feldspar in the lithium-bearing pegmatites is more colorful and usually has a yellowish or greenish-light-gray color. Samples of potassium feldspars in the lithium-bearing veins typically contain perthite intergrowths of albite, but one can often visually observe the following pattern: in the large crystals from the block areas size of perthite intergrowths decreases (up to their complete disappearance) as it approaches the central part of the pegmatite, i.e. to the lepidolite zone.

We performed of X-ray analysis of potassium feldspars using diffractometer XRD-7000 (Shimadzu) in the IGG UB RAS (analyst O. L. Galakhova); we used Cu-emission, operation mode of X-ray tube: voltage – 40 kV, current – 30 mA. In the studied potassium feldspars we determined the triclinic degree, by the known formula $\Delta \rho = 12,5 \times (d_{131} - d_{1-31})$, which for the monoclinic feldspars is equal to zero, and for the most ordered microclines is equal to one. The evaluation

of the structural condition of potassium feldspars is usually given by the content of aluminum in different T-positions. For pure potassium feldspars, one can make aluminum filling of these positions according to the formulas given in the well-known works [5 and others]. We can take values calculated using these formulas as the starting for clarification with the other structural parameters by the Rietveld method. We determined the degree of structural order of potassium feldspars using standard methods [6–8].

One can see the obtained results of X-ray analysis of potassium feldspar samples in Table 2. By analyzing the data, we can confidently say that the orthoclase appears only in the normal granitic pegmatites, and pure (maximum) microcline – in lithium-bearing contaminated veins. The intermediate microcline occurs in both types of pegmatites. For example, in the normal granitic pegmatite (dumortierite vein, quarry number 6) intermediate microcline composes fine quartz-feldspar graphics and blocky area, and a large quartz-feldspar graphic is already composed of orthoclase. In turn, for lithium-bearing veins we note interleaving of intermediate and maximum microcline. In

general, the there is a tendency of growth of the degree of triclinic potassium feldspars from normal pegmatites to lithium-bearing veins. An interesting fact is that the drastic decrease in the number of perthite intergrowths of albite in the potassium feldspar matrix from contaminated pegmatites compared to usual granite veins. In many samples of potassium feldspar from contaminated pegmatites, perthite intergrowths are visually absent and, apparently, compose microperthite intergrowths.

In terms of triclinic of potassium feldspar, we can partly determine its conditions of formation in granitic pegmatites. As we previously noted, in the later stages of magmatic process and in the post-magmatic conditions orthoclase turns into microcline or is metasomatically replaced by it [9]. Favorable for the formation of microcline is a slowed process of mineral growth at low temperatures and an abundance of volatile components [7, 10]. There is an assumption that the structural state of potassium feldspar may affect the acidity of the mineral medium [11].

In triclinic terms of potassium feldspar, we can draw some conclusions about the potential productivity of the granite pegmatite. Regardless of their age and formation belonging, orthoclases are the most characteristic for unproductive and poorly productive on the crystal raw materials pegmatites. In the primary areas of

productive pegmatites along with orthoclase, minimally triclinic and intermediate on the degree of triclinic potassium feldspars are the most common. Upon approaching the miarols and near-miarolitic areas, proportion of maximum microclines increases. In the miarols, crystals of potassium feldspars are typically less ordered, there often are orthoclases and minimally triclinic potassium feldspars, although some cases have maximum and intermediate microclines. Significant changes in fluid pressure, temperature and composition of the mineral medium contributed to formation in miarols of different in structural state potassium feldspars [12]. That is why we did not study the potassium feldspars from miarols of Lipovka granitic pegmatites.

The chemical composition of potassium feldspars is given in Table 3. There is a definite connection between the composition of potassium feldspars and their structural ordering. One can see that orthoclases contain larger sodium admixture than microclines and radiometric studies confirm this tendency. In general, the amount of minal albite in potassium feldspars from normal pegmatites varies within the range of 5–11%, and in potassium feldspars from contaminated veins albite content does not extend 3–5%. In addition, potassium feldspars from normal pegmatites contain virtually no admixtures of rubidium and cesium, and in microclines of contaminated pegmatites these impurities grow rapidly (total to 1–1.5 wt.% and can be considered as

Table 2. The results of X-ray analysis of potassium feldspar samples from pegmatites of Lipovka.

Number of sample	Potassium feldspar	Albite	Triclinic degree Δρ (±0,003)	t ₁ o (±0,01)	t ₂ 0	<i>t</i> ₁ <i>m</i>	t ₂ m
			Normal				
2л/09	69%	31%	0,293	0,599	0,053	0,295	0,053
18-1л/13	83%	17%	0,499	_	-	_	-
18-2л/13	48%	52%	-	_	-	_	-
34-4ла/11	64%	36%	0,269	0,579	0,060	0,302	0,060
61л/11	59%	41%	0,229	0,541	0,079	0,301	0,079
35л/11	81%	19%	-	_	-	_	-
95л/11	82%	18%	0,328	0,584	0,087	0,242	0,087
23-5л/11	67%	33%	0,269	0,569	0,070	0,291	0,070
			Contaminated				
58л/10	65%	35%	0,368	_	-	-	_
27л/13	68%	32%	0,898	0,949	0,014	0,023	0,014
47-20л/11	79%	21%	0,443	_	-	_	-
8-1л/12	75%	25%	0,875	_	_	_	-
1л/15	82%	18%	0,488	0,694	0,058	0,190	0,058
7-2л/12	89%	11%	0,658	0,797	0,039	0,125	0,039

Table 3. The chemical composition (wt.%) of potassium feldspars in pegmatites of Lipovka.

Pegmatites		Normal		Contaminated				
Nº	1	2	3	4	5	6	7	
SiO ₂	65,21	64,76	64,47	65,27	65,87	64,36	64,88	
TiO ₂	0,02	-	0,05	0,01	_	_	0,01	
Al_2O_3	18,11	17,94	17,88	18,79	18,57	18,29	18,01	
Cr ₂ O ₃	0,06	0,14	0,01	-	_	0,02	0,03	
FeO	0,02	0,03	0,01	_	0,01	-	_	
MnO	_	-	0,01	-	0,03	0,01	0,02	
MgO	0,01	_	0,01	_	0,01	_	_	
CaO	_	-	-	-	_	_	_	
Na ₂ O	1,21	1,05	0,58	0,32	0,47	0,28	0,52	
K₂O	14,59	14,88	15,46	15,79	15,41	15,83	15,45	
Rb₂O	0,04	0,02	0,09	0,23	0,22	0,61	0,55	
Cs ₂ O	0,04	_	-	0,11	0,10	0,08	0,16	
F	0,15	-	0,15	0,06	0,07	_	0,06	
Total	99,46	98,82	98,73	100,57	100,76	99,48	99,69	
Alb	11	10	5	3	4	3	5	

Note: the analyzes were carried out on microanalyzer CAMECA SX 100 in IGG UB RAS, analyst V. V. Khiller. Analyses 1–3 – normal granitic pegmatites (Analyses 1–2 – orthoclase, Dumortierite vein; Analysis 3 – intermediate microcline, Dumortierite vein), Analyses 4–7 – contaminated pegmatites (4–5 Analyses – intermediate microcline, Khitnichya vein; Analyses 6–7 – maximum microcline, lepidolite quicklime from Sibiryachka vein); Alb – Minal of albite.

rubidium, cesium containing microclines), moreover, in association with lepidolite and colored tourmalines.

Many researchers believe that the impurities of rubidium, cesium, barium and have a direct impact on the ordering of potassium feldspars structure. However, unfortunately, various scientists obtain conflicting results. For example, some argue that upon considerable enrichment of rubidium and cesium of potassium feldspar there appears a direct dependence of the growth of the monoclinic phase [13], i. e., feldspar passes into orthoclase. At the same time, according to V. E. Zagorskiy [11] in miarolitic pegmatites of Malkhan deposit, just the opposite takes place in potassium feldspars, with an increase in content of rubidium and cesium occurs an increase in on the triclinic degree of potassium feldspar, i.e. microcline forms. Our results for the potassium feldspars from Lipovka pegmatites are fully consistent with V. E. Zagorskiy data.

Thus, we studied the structural and chemical properties of potassium feldspars from different types of granitic pegmatites of the Lipovskoe vein field. According powder roentgenometry, we established that orthoclase and intermediate microcline are only in the normal granitic pegmatites, and the intermediate and maximum microclines are in lithium-bearing contaminated veins. Microprobe analysis of potassium feldspars also revealed variability of the chemical composition of the structural ordering of minerals. For example, potassium feldspars from normal pegmatites are enriched with sodium and are depleted with cesium and rubidium, and potassium feldspars from lithium-bearing veins – vice versa.

The authors thank the administration of Rezh state naturalmineralogical reserve (OSU inventories «Rezhevskoy») for research assistance. This article was prepared within the framework of the Comprehensive Program of UB RAS (project № 15-18-5-15).

REFERENCES

- 1. Emlin E. F., Vakhrusheva N. V., Kaynov V. I. 2002, Samotsvetnaya polosa Urala: Rezhevskoy gosudarstvennyy prirodno-mineralogicheskiy zakaznik. Putevoditel' [Ural semiprecious band: Rezhevskoy State Nature and Mineralogical Reserve. Guide], Ekaterinburg-Rezh, 156 p.
- 2. Pekov I. V., Memetova L. R. 2008, Mineraly granitnykh pegmatitov

Анатолий Владимирович Захаров, zakharov-zav@yandex.ru
Ольга Львовна Галахова,
Институт геологии и геохимии УрО РАН Россия, Екатеринбург,
ул. Академика Вонсовского, 15

Lipovki, Sredniy Ural [Minerals of Lipovka granitic pegmatites, Middle Urals]. Mineralogicheskiy al'manakh [Mineralogical Almanac], no.13, pp. 7-44

- 3. Zakharov A. V., Erokhin Yu. V. 2013, *Kadastr mineral'nykh vidov Lipovskogo rudnogo polya* [Cadastre of mineral species of Lipovka ore field]. *Vestnik Ural'skogo otdeleniya RMO* [Bulletin of the Ural Branch of Russian Mineralogical Society], no. 10, pp. 38–46.
- 4. Maleev V. P., Kudryashov A. M., Sychugov A. E., Biryukov V. V. 1960, *Otchet o rezul'tatakh geologorazvedochnykh rabot na Lipovskom mestorozhdenii silikatnykh nikelevykh rud* [Report on the results of exploration work on the Lipovka deposit of silicate nickel ores]. Artemovskiy, vol. 1–9.
- 5. Frank-Kamenetskiy V. A. 1983, *Rentgenografiya osnovnykh tipov porodoobrazuyushchikh mineralov* [Roentgenography of the main types of rockforming minerals], Leningrad, 359 p.
- 6. Afonina G. G. 1995, Opredelenie trenda Al/Si uporyadocheniya i kolichestva Al v tetraedricheskikh pozitsiyakh kalievykh polevykh shpatov po rentgenogrammam poroshka [Trend Detection of Al / Si ordering and the amount of Al in the tetrahedral positions of potassium feldspars for radiographs of powder]. Zapiski VMO [Zapiski RMO], vol. 124, no. 3, pp. 65–79.
- 7. Afonina G. G., Makagon V. M., Shmakin B. M. 1978, *Bariy- i rubidiysoderzhashchie kalievye polevye shpaty* [Barium and rubidium potassium feldspars], Novosibirsk, 110 p.
- 8. Kamentsev I. E., Smetannikova O. P. 1983, *Rentgenografiya osnovnykh tipov porodoobrazuyushchikh mineralov* [Radiography of the main types of rockforming minerals], Leningrad, pp. 245–255.
- 9. 2003, *Mineraly. Karkasnye silikaty* [Minerals. The framework silicates], Moscow, vol. 1, 583 p.
- 10. Senderov E. E. 1990, *Protsessy uporyadocheniya karkasnykh alyumosilikatov* [Processes ordering framed aluminosilicates], Moscow, 208 p.
- 11. Zagorskiy V. E. 2012, *Mineralogiya miarol v pegmatitakh Malkhanskogo mestorozhdeniya turmalina v Zabaykal'e: polevye shpaty zhily Sosedka* [Mineralogy of miarols in pegmatites of Malkhan tourmaline deposit in Transbaikalia: feldspars of Sosedka vein]. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], vol. 53, no. 6, pp. 683–697.
- 12. Peretyazhko I. S. 2010, *Protsessy obrazovaniya miarolovykh granitnykh pegmatitov. Avtoreferat na soiskanie uchenoy stepeni doktora geol.-min. nauk* [Processes of formation of miarolitic granitic pegmatites. Abstract for the degree of Doctor of geologo-mineralogical sciences], Irkutsk, 38 p.
- 13. Gordienko V. V., Kamentsev I. E. 1975, Vliyanie krupnykh kationov Rb i Cs na protsess uporyadocheniya kalinatrovykh polevykh shpatov [The impact of large cations of Rb and Cs in the process of ordering K–Na feldspars]. Mineralogiya i geokhimiya [Mineralogy and geochemistry], vol. 5, pp. 41–56.

Anatoliy Vladimirovich Zakharov, zakharov-zav@yandex.ru Olga L'vovna Galakhova Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Ekaterinburg, Russia УДК 550.834 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-27-31

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НА ОСНОВЕ НОВОГО ПОДХОДА К СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ

Т. Р. Ахмедов

Forecasting of hydrocarbon potential with a new approach to seismic inversion

T. R. Akhmedov

The article is devoted to forecasting of hydrocarbon potential of the geological section using seismic inversion. The aim of our research is to develop a new approach to the seismic inversion, to determine the place of projected well location. The article briefly reviews existing in the world practice methods of seismic inversion, among which AVO data inversion method stands out. All these methods have one drawback – using the data of well logging (WL) in the final stage of processing, and scientists consider that the processed seismic data has optimum quality. Even if it has a good quality, it is evident that its resolution is much lower. We eliminated these drawbacks in our approach, and we used WL data in the processing of seismic data in order to improve the signal/noise ratio. Software package "AZERI" processes and interprets materials of seismic prospecting and WL, as well as provides seismic inversion. This article contains a brief description of the developed algorithms and programs based on it, which we named "AZERI". The developed method of seismic inversion was applied on one of the areas of the Apsheron Peninsula of Azerbaijan. After showing the outline of studied area, we give the main results of the use of "AZERI". We divided studied cut to the upper part, including precipitation covering the Miocene sediments, and the lower part, covering zone of abnormally high pore pressure (AHPP), which includes Miocene deposits. for the upper part the areas where AR (apparent resistivity) is above 10 ohm-meters are high-resistant, and for the lower part these are the areas with AR higher than 2 ohm-meters(2). The obtained data leads to the conclusion that the most appropriate place for laying of the projected new well is the point of intersection of lines 132 and 368 of 3D seismic prospecting, since the interpretation of the seismic inversion data using PRIZMA package showed that the oil-bearing part of Kale suite at this point covers the depth interval of 4060–4115 m with total capacity of this interval bein

Keywords: 3D seismic prospecting; seismic inversion; vertical seismic profiling (VSP); acoustic logging (AL); abnormally high pore pressure (AHPP); interpretation; Oligocene; Miocene; Kalinskaya suite.

Статья посвящена прогнозированию нефтегазоносности на месте заложения проектируемой скважины по данным сейсморазведки 3D и ГИС. Указанная задача решена на площади Говсаны-Зых Апшеронского полуострова Азербайджана. Целью исследований является разработка нового подхода к сейсмической инверсии для определения места заложения проектируемой скважины. В статье дан критический анализ существующих методов прогноза, среди которых выделен AVO-анализ. Отмечается, что все они имеют один недостаток: данные геофизических исследований скважин (ГИС) используются в завершающей стадии обработки и считается, что обработанные сейсмические материалы имеют оптимальное качество. Даже если они имеют хорошее качество, очевидно, что их разрешающая способность намного ниже. Эти недостатки устранены на нашем подходе, вдобавок данные ГИС использованы также при обработке сейсмических данных с целью повышения отношения сигнал/помеха. Материалы сейсморазведки и ГИС обрабатываются и интерпретируются с применением пакета программ АЗЕРИ, где предусмотрена сейсмическая инверсия. Приводится краткое описание разработанных алгоритмов и программ, составленных на его основе. Методика сейсмической инверсии применена на одной из площадей Апшеронского полуострова Азербайджана, в статье даны основные результаты применения АЗЕРИ. Изучаемый разрез разделен на верхнюю часть, включающую осадки, покрывающие отложения миоцена, и нижнюю, охватывающую зону аномально высокого пластового давления (АВПД), куда входят и отложения миоцена. Для верхней части высокоомными считаются участки, где кажущееся удельное сопротивление выше 10 Ом м, для нижней части - участки с КС выше 2 Ом · м. Полученные данные привели к выводу, что самым оптимальным местом заложения проектируемой новой скважины является точка пересечения линий 132 и 368 сейсморазведки 3D, так как интерпретация данных сейсмической инверсии при помощи пакета PRIZMA показала, что нефтеносная часть калинской свиты в этой точке охватывает интервал глубин 4060–4115 м и суммарная мощность этого интервала около 15 м, а под этим интервалом отложения миоцена также нефтеносны.

Ключевые слова: сейсморазведка 3D; сейсмическая инверсия, вертикальное сейсмическое профилирование; акустический каротаж; аномально высокое пластовое давление; интерпретация; олигоцен; миоцен; калинская свита.

Ведение Определение места заложения новой скважины глубокого бурения является важнейшей задачей. В последнее время при определении места заложения очередной эксплуатационной скважины широко используются динамические характеристики сейсмических волн, а также атрибуты сейсмического волнового поля [1–4]. Существуют различные подходы к изучению неоднородности продуктивных отложений в межскважинном пространстве по данным сейсмических исследований как в Азербайджане, так и за рубежом [5–7]. Одним из распространенных в настоящее время интегральных новых подходов к

прогнозированию геологического разреза является способ AVO, который, как известно, основан на изучении зависимости амплитуд волн от расстояния источник—приемник. Аномалии AVO не позволяют получать абсолютные данные о скоростях волн и плотностях пород, но они используются для установления наличия коллекторов и углеводородов (УВ) в разрезе, так как для данного значения скорости разница коэффициентов отражения будет больше для коллекторов и флюидонасыщенных отложений, чем для неколлекторов и водонасыщенных пород [8-10].

Несмотря на то что аномалии AVO зависят от многих причин, применение этого способа прогнозирования коллекторов и УВ в межскважинном пространстве, особенно при работах на море и при изучении газовых месторождений в молодых неконсолидированных отложениях, позволило получить положительные результаты при последующем бурении примерно в 60 % случаев. Наряду с сейсмической инверсией способ AVO широко применяется на Западе, и соответствующее специализированное математическое обеспечение имеется практически во всех современных системах обработки и интерпретации сейсмических панных

Эффективность принятого решения зависит в основном от сложности эксплуатационных условий месторождения, от опыта и интуиции интерпретатора, т. е. человеческого фактора, и носит в большинстве случаев эвристический характер. Разные интерпретаторы могут прийти к совершенно отличающимся друг от друга заключениям. В связи с увеличением глубин пробуренных скважин большое значение имеет достоверность прогноза продуктивности проектируемой скважины [11] и возможной ее количественной оценки, но доминирует качественный подход, который не позволяет конкретно предсказать ожидаемый дебит проектируемой скважины.

Целью исследований является разработка способа определения места заложения проектируемой скважины на основе количественного метода оценки геолого-геофизических, петрофизических, эксплуатационных параметров целевых горизонтов, определения прогнозных значений этих параметров и их изменений по разрезу, оценки ожидаемого дебита проектируемой скважины.

Основные этапы работы пакета программ АЗЕРИ

Поставленная задача решена способом, названным авторами АЗЕРИ, применение которого требует деления месторождения на блоки с использованием данных геофизических исследований скважин (ГИС), сейсморазведки и геологии [2, 4, 12, 13]. В каждом блоке используются петрофизические, геологические, эксплуатационные данные всех скважин или части их вблизи предполагаемого места заложения проектируемой скважины, количество скважин не ограничено. Через эти скважины проводят линии, количество и направления которых не ограничены. Задаются координаты точки места расположения проектируемой скважины. Выделяются целевые горизонты по данным скважин, находящихся в эксплуатации. Количество горизонтов также не ограничено. После этого производят интерполяцию данных вдоль выбранных линий и направлений. Функция интерполяции зависит от геологического строения месторождения, и ее выбирают по данным сейсморазведки и (или) геологии (бурения). При интерполяции данных используют динамические параметры сейсмического волнового поля, сейсмическую инверсию с целью прослеживания литофациальной изменчивости отложений и выклинивания отдельных пластов и пропластков. Путем интерполяции между несколькими скважинами вдоль линий различного направления определяют геофизические, петрофизические, геологические, эксплуатационные параметры, включая ожидаемый дебит проектируемой скважины.

На начальном этапе разработки месторождения, когда количество скважин ограничено, например, если в наличии имеется только одна скважина, используется экстраполяция данных этой скважины до места заложения проектируемой скважины и определяются прогнозные значения искомых параметров. Часто выбираются линейные законы интерполяции и экстраполяции, так как можно принять, что в пределах несколько сот метров го-

ризонты плоские.

Все этапы обработки и интерпретации данных ГИС и сейсмических данных автоматизированы [5, 13], т. е. составлен пакет программ, который назван АЗЕРИ. В этот пакет входят следующие этапы и процедуры [14]:

- загрузка сейсмического профиля и его визуализация;
- определение и изменение параметров выдачи сейсмического профиля на экран дисплея: одновременно имеется возможность полной демонстрации сейсмического профиля на экране дисплея;
- изменение динамической выразительности сейсмических трасс;
- демонстрация отдельных фрагментов временного разреза на полном экране;
 - выделение и прослеживание сейсмических горизонтов;
 - ввод данных ГИС реперной скважины;
 - выбор целевой трассы;
 - включение в работу основных алгоритмов расчета;
- сохранение в памяти компьютера полученных результатов и их печать.

В основной алгоритм расчета программы входят следующие процедуры:

- сейсмическая трасса, выбранная около реперной скважины, данные ГИС этой же скважины, а также целевая сейсмическая трасса приводятся к одинаковому шагу дискретизации и одинаковому уровню;
- скважинные данные наносятся на сейсмический профиль и сейсмическая трасса, имеющая ту же самую координату, что и скважина, переводится в файл LAS и сохраняются в памяти компьютера;
- сейсмическая трасса, зарегистрированная около предполагаемой точки заложения будущей скважины, также перево-

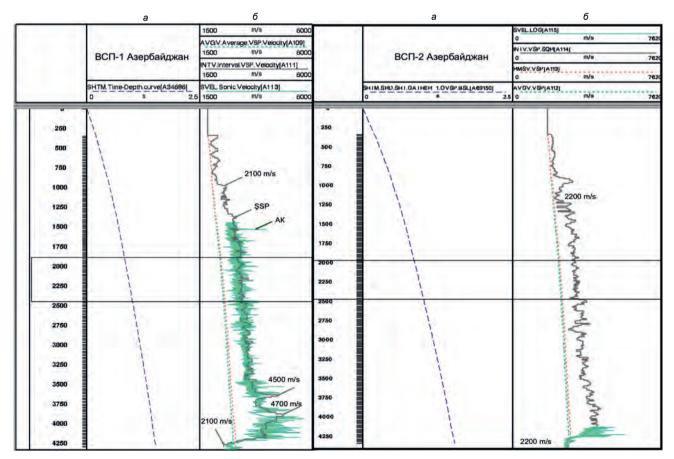


Рисунок 1. Вертикальный годограф – а и кривая интервальных скоростей, рассчитанных по данным ВСП с сопоставлением скоростной кривой АК, – б.

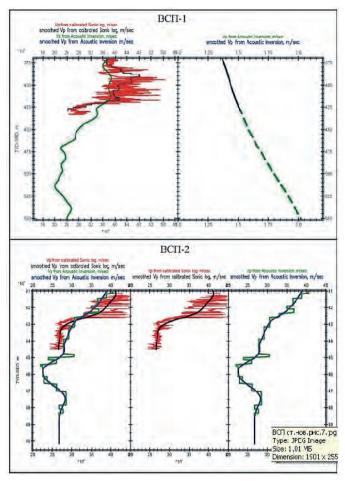


Рисунок 2. Инверсия ПАК данных ВСП-1 и ВСП-2.

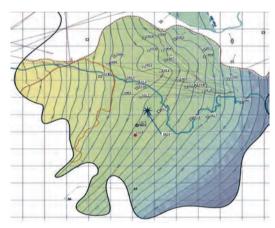


Рисунок 3. Место заложения проектируемой скважины № 1028 в восточной части месторождения Говсаны-Зых.

дится в файл LAS и сохраняется в памяти компьютера;

- рассчитывается коэффициент подобия между этими двумя сейсмическими трассами, и если расчетный коэффициент подобия больше или равен 0,5, исследования продолжаются;
- по данным ГИС реперной скважины, первой и второй сейсмических трасс, проводя некоторые преобразования, рассчитывают синтетические каротажные кривые проектируемой скважины, сохраняют в файле LAS и при желании визуализируют;
- применение пакета программ PETREL, GEOGRAPHIX или же PRIZMA для синтетических каротажных данных дает всю необходимую геолого-геофизическую информацию в месте заложения проектируемой скважины.

Разработанный пакет программ применен на нескольких

месторождениях Азербайджана на суше и в акватории Каспийского моря (Азербайджанский сектор). В качестве примера приводятся результаты исследований на месторождении Говсаны-Зых Апшеронской нефтегазоносной области Азербайджана.

Краткие сведения о площади исследований

Заключение так называемого «Контракта века» 20 сентября 1994 г. не ослабило внимания геологов и геофизиков к месторождениям суши, среди которых особо выделяется месторождение нефти Говсаны-Зых, разрабатываемое «РуссНефтью» совместно с Азербайджанской государственной нефтяной компанией. Несмотря на достаточно длительный срок эксплуатации, это месторождение удивляет своими запасами нефти. Здесь в данный момент разрабатываются четыре горизонта в калинской свите, низах продуктивной толщи (ПТ) нижнего плиоцена. Но в последнее время после проведения здесь скважинных исследований по вертикальному сейсмическому профилированию (ВСП) выявлена зона АВПД в подстилающих ПТ отложениях, приуроченных отложениям миоцена, и поэтому интерес к данному месторождению вновь повысился. ВСП в Говсанах проводились в двух скважинах: в 2010 г. ВСП-1 и в 2014 г. ВСП-2. ПАК-инверсия полученных данных в этих скважинах показала резкое падение значений скоростей в интервале глубин, соответствующих миоценовым отложениям (рис. 1).

Анализ скоростных кривых, полученных по данным ВСП ниже забоя исследуемой скважины и АК, показывает, что после значительного возрастания значений интервальных скоростей до 4500–4700 м/с на глубинах 3600–3800 м наблюдается резкое снижение их значений примерно до 2000 м/с на глубинах около 4250 м (ВСП-1), что соответствует значению скорости при глубине 1000 м (рис. 1), что подтверждается инверсией ПАК-данных ВСП-1 и 2 (рис. 2). Для определения геолого-геофизических и эксплуатационных параметров в разрезе на предполагаемом месте заложения проектируемой скважины использованы данные ГИС скважины № 1010 (здесь приводятся условные номера скважин) и куба сейсморазведки 3D (рис. 3).

Результаты применения пакета программ АЗЕРИ

Эти материалы обработаны и интерпретированы с применением пакета программ АЗЕРИ (рис. 4). Исследования проводились в следующей последовательности [15, 16]:

- 1. На основе применения данных ГИС скважины № 1010 составлен синтетический динамический сейсмический глубинный разрез;
- 2. Данные сейсморазведки 3D подвергаются сейсмической инверсии;
- 3. Был применен фильтр с целью выделения высокоомных участков разреза.

Перед применением фильтра вычислены коэффициенты подобия между реальной кривой ILD скважины № 1010 и вычисленными синтетическими кривыми [1]. Полученные результаты представлены в таблице.

Изучаемый разрез разделен на верхнюю часть, включающую осадки, покрывающие отложения миоцена, и нижнюю, охватывающую зону аномально высокого пластового давления (АВПД), куда входят и отложения миоцена. Если для верхней части высокоомными считаются участки, где КС (кажущееся удельное сопротивление) выше $10~{\rm Om\cdot m}$, то для нижней части таковыми являются участки с КС выше $2~{\rm Om\cdot m}$ [2].

Полученные данные привели к заключению, что самым оптимальным местом заложения проектируемой новой скважины является точка пересечения линий 132 и 368 сейсморазведки 3D, так как интерпретация данных сейсмической инверсии при помощи пакета PRIZMA показала, что нефтеносная часть калинской свиты в этой точки охватывает интервал глубин 4060–4115 м и суммарная мощность этого интервала около 15 м, а под этим интервалом отложения миоцена также нефтеносны (рис. 5).

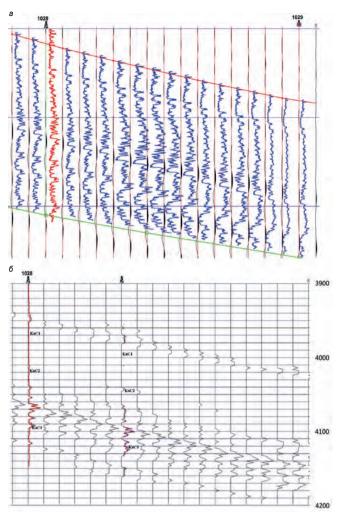


Рисунок 4. Синтетический сейсмический разрез вдоль линии, проходящей через скважины № 1025 и 1029, после сейсмической инверсии -a и тот же разрез после применения фильтра с целью выделения высокоомных участков (свыше 10 Ом·м) $- \delta$.

Выводы

Новизной способа является то, что впервые разработаны алгоритмы, на основе которых составлен пакет программ по обработке геолого-геофизических, петрофизических и эксплуатационных данных с целью прогнозирования важных, имеющих практическое значение, параметров геологической среды на месте заложения проектируемой скважины. Составленный пакет опробован на реальных материалах с применением компьютерной технологии. Коренное отличие способа от традиционного состоит в том, что определение места заложения эксплуатационной скважины превратилось здесь в обоснованную технологию, реализация которой разными интерпретаторами гарантирует очень близкие результаты, тем самым достигнута их повторяемость.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Ампилов Ю. П. Сейсмическая интерпретация: опыт и проблемы. М.: Геоинформмарк, 2004. 277 с.
- 2. Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем / пер. с англ. М.: Недра, 1982. 407 с.
- 3. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. 1996. Т. 166, № 11. С. 1145–1170.
- 4. Барышев Ю. А. Прогноз продуктивности терригенных коллекторов по динамическим параметрам отраженных волн на Верхнечонской площади // Геофизика. 2001. № 2. С. 27–32.
- 5. Кондратьев И. К., Бондаренко М. Т., Каменев С. П. Динамическая интерпретация данных сейсморазведки при решении задач нефтегазовой геоло-

Расчет коэффициента подобия между реальной кривой и вычисленными синтетическими кривыми.

Номер сейсми- ческих трасс	Абсциссы сей- смических трасс по профилю	Ординаты сей- смических трасс по профилю	Коэффициент подобия	
360	420412	4468978	0,9604	
361	420437	4468978	0,9737	
362	420462	4468978	1,0000	
363	420487	4468978	0,9413	
364	420512	4468978	0,9464	
365	420537	4468978	0,9480	
366	420562	4468978	0,9354	
367	420587	4468978	0,9321	
368	420612	4468978	0,9318	
369	420637	4468978	0,9280	
370	420662	4468978	0,9335	
371	420687	4468978	0,9287	
372	420712	4468978	0,9351	
373	420737	4468978	0,9387	
374	420762	4468978	0,9328	
375	420787	4468978	0,9246	
376	420812	4468978	0,9041	
377	420837	4468978	0,8791	
378	420862	4468978	0,8534	
379	420887	4468978	0,8391	

гии // Геофизика. 1996. № 5/6. С. 41–47.

- 6. Корягин В. В., Сахаров Ю. П. Математическое моделирование в сейсморазведке. М.: Наука, 1988. 160 с.
- 7. Митрофанов Г. М., Нефедкина Т. В., Бобрышев А. Н. и др. Использование ПРОНИ-фильтрации с целью выделения перспективных зон при разработке месторождений УВ // Геофизика. 2001. Спец. вып. к 50-летию Хантымансийскгеофизики. С. 92–100.
- 8. Воскресенский Ю. Н. Состояние и перспективы развития методов анализа амплитуд сейсмических отражений для прогнозирования залежей углеводородов // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. 2002. Вып. 4/5. 77 с.
- 9. Копилевич Е. А., Афанасьев М. Л. Новые возможности геологической интерпретации данных сейсморазведки // Геология нефти и газа. 2007. № 5. С. 11–19.
- 10. Никитин А. А. Теория и методы выделения слабоконтрастных объектов в геофизических полях // Геофизика. 2001. № 2. С. 9–18.
- 11. Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин: справочник / под ред. В. М. Добрынина. М., 1988. 386 с.
- 12. Ахмедов Т. Р. О геологической эффективности сейсморазведки при изучении неантиклинальных ловушек Азербайджана разного типа // Изв. УГГУ. 2016. № 3. С. 41–45.
- 13. Кондратьев О. К. Автоматизированные системы оценки качества сейсмограмм и волновых сейсмических разрезов ОГТ // Геофизика. 2002. Спец. вып. С. 3–12.
- 14. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. Обработка и интерпретация данных / под ред. д-ра физ.-мат. наук проф. А. В. Калинина. М.: Мир, 1987. 400 с.
- 15. Пустарнакова Ю. А., Ахметова Э. Р. Искусственная нейронная сеть как инструмент прогнозирования геологических параметров по сейсмическим атрибутам и данным бурения // Геофизика. 2002. Спец. вып. І. С. 117–120.
- 16. Characterizing fracture and matrix heterogeneities in tight gas fields // World Oil. 2007. P. 74–78.

REFERENCES

- 1. Ampilov Yu. P. 2004, *Seysmicheskaya interpretatsiya: opyt i problemy* [Seismic interpretation: experience and problems], Moscow, 277 p.
- 2. Aziz Kh., Settari E. 1982, *Matematicheskoe modelirovanie plastovykh sistem* [Mathematical modeling of reservoir systems], London.
- 3. Astaf'eva N. M. 1996, *Veyvlet-analiz: osnovy teorii i primery primeneniya* [Wavelet analysis: basic theory and applications examples]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Successes of physical sciences], vol. 166 no. 11, pp. 1145–1170.
- 4. Baryshev Yu. A. 2001, Prognoz produktivnosti terrigennykh kollektorov po dinamicheskim parametram otrazhennykh voln na Verkhnechonskoy ploshchadi [The productivity forecast of the terrigenous reservoirs by the dynamic parameters of reflected waves at the Verkhnechonsk area]. Geofizika [Russian Geophysics], no. 2, pp. 27–32.
- 5. Kondrat'ev I. K., Bondarenko M. T., Kamenev S. P. 1996, *Dinamicheskaya interpretatsiya dannykh seysmorazvedki pri reshenii zadach neftegazovoy geologii* [Dynamic interpretation of seismic data in solving problems of Petroleum

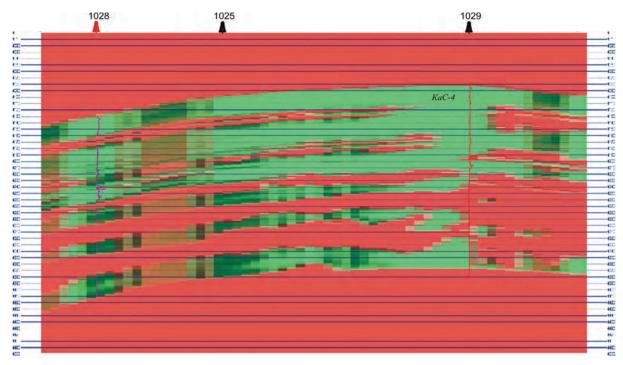


Рисунок 5. Сейсмическая инверсия данных сейсморазведки 3D: зеленым цветом окрашены нефтеносные интервалы.

Geology]. Geofizika [Russian Geophysics], no. 5-6, pp. 41-47.

- 6. Koryagin V. V., Sakharov Yu. P. 1998, Matematicheskoe modelirovanie v seysmorazvedke [Mathematical modeling in the seismic prospecting], Moscow. 7. Mitrofanov G. M., Nsfedkina T. V., Bobryshev A. N. et al. 2001, Ispol'zovanie Proni-fil'tratsii s tsel'yu vydeleniya perspektivnykh zon pri razrabotke mestorozhdeniy UV [Using Prony filtration to isolate promising areas in the development of hydrocarbon fields]. Geofizika. Spetsial'nyy vypusk k 50-letiyu Khantymansiyskgeofiziki [Russian Geophysics, Special edition for the 50th anniversary of JSC "Khanty-Mansiysk Geophysics"], pp. 92–100.
- 8. Voskresenskiy Yu. N. 2002, Sostoyanie i perspektivy razvitiya metodov analiza amplitud seysmicheskikh otrazheniy dlya prognozirovaniya zalezhey uglevodorodov [Status and prospects of development of seismic reflection amplitude analysis methods to predict hydrocarbon deposits]. Geologiya, metody poiskov, razvedki i otsenki mestorozhdeniy toplivno-energeticheskogo syr'ya [Geology, methods of prospecting, exploration and evaluation of deposits of fuel and energy raw materials], Moscow, vol. 4–5, 77 p.
- 9. Kopilevich E. A., Afanas'ev M. L. 2007, Novye vozmozhnosti geologicheskoy interpretatsii dannykh seysmorazvedki [New features of the geological interpretation of seismic data]. Geologiya nefti i gaza [Oil and gas geology], no. 5. 10. Nikitin A. A. 2001, Teoriya i metody vydeleniya slabokontrastnykh ob"ektov v geofizicheskikh polyakh [Theory and methods of allocation of low-contrast objects in the geophysical fields]. Geofizika [Russian Geophysics], no. 2, pp. 9–18.

Тофик Рашид оглы Ахмедов, akhmedov.tofik@bk.ru Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности Азербайджан, Баку, просп. Азадлыг, 20

- 11. Dobrynina V. M. 2003, *Interpretatsiya rezul'tatov geofizicheskikh issledovaniy neftyanykh i gazovykh skvazhin* [Interpretation of results of geophysical explorations of oil and gas wells], Moscow.
- 12. Akhmedov T. R. 2016, O geologicheskoy effektivnosti seysmorazvedki pri izuchenii ne antiklinal'nykh lovushek Azerbaydzhana raznogo tipa [On the geologic efficiency of seismic prospecting in the study of non-anticlinal traps of different types in Azerbaijan]. Izvestiya UGGU [News of the Ural State Mining University], pp. 41–45.
- 13. Kondrat'ev O. K. 2002, Avtomatizirovannye sistemy otsenki kachestva seysmogramm i volnovykh seysmicheskikh razrezov OGT [Automated quality assessment systems of seismograms and wave seismic sections CDP]. Geofizika, Spetsial'nyy vypusk [Russian Geophysics, Special issue], pp. 3–12. 14. Sheriff R., Geldart L. 1987, Seysmorazvedka. Obrabotka i interpretatsiya dannykh [Seismic exploration. Processing and interpretation of data], Moscow, 400 p.
- 15. Pustarnakova Yu. A., Akhmetova E. R. 2002, *Iskusstvennaya neyronnaya set' kak instrument prognozirovaniya geologicheskikh parametrov po seysmicheskim atributam i dannym bureniya* [Artificial neural networks as a tool for predicting the geological parameters on seismic attributes and drilling data]. *Geofizika*. *Spetsial'nyy vypusk* [Russian Geophysics, Special issue], pp. 117–120.
- 16. 2007, Wold Oil, Cahacterizing fracture and matrix heterogeneities in tight gas fields. Houston.

Tofik Rashid ogly Akhmedov, akhmedov.tofik@bk.ru Azerbaijan State University of Oil and Industry Baku, Azerbaijan УДК 550.837 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-32-36

СКВАЖИННАЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В РУДНЫХ ПОЛЯХ

В. М. Сапожников, К. М. Ермолаев

Well electrical prospecting of disjunctive dislocations in the ore fields

V. M. Sapozhnikov, K. M. Ermolaev

During exploration and prospecting works within the ore fields, the important objective is to identify disjunctive dislocation of the deep foundation, which are spatially associated with ore cluster. Effective is the areal study of the field of current source immersed in the well, serving as large installation with high research depth that allows capturing the largest elements of the ore fields' structures, including the major dislocations. Authors consider most informative the maps and graphs of the anomalous potential and its gradient, calculated by excluding the normal field one way or another. With the help of a mathematical model in the form of half-plane conductor, authors show how by areal or specialized negative anomalies of potential one can identify single dislocation or a group of similar objects. On example of the field results authors demonstrate the anomalous field of immersed power source, corresponding to two sub parallel zones of tectonic disturbances, which are spatially associated with ore deposits. It is significant that the anomalous effects from, verified by drilling, extensive disjunctive dislocations manifest more noticeably than from the local ore bodies. This once again confirms the conclusion about the need to study and take into account during interpreting of the anomalies not only of objects of "ore deposit" type, but also of no less important structural elements of the ore fields, including the disjunctive dislocations that often control the formation of deposits of various types.

Keywords: disjunctive dislocation; ore deposit; half-plane-conductor; immersed current source; abnormal potential.

При поисково-разведочных работах в пределах рудных полей важной задачей является выявление разрывных нарушений глубокого заложения, с которыми пространственно связаны рудные скопления. Эффективно площадное изучение поля погруженного в скважину источника тока как установки большого размера с высокой глубинностью исследования. позволяющее фиксировать наиболее крупные элементы структур рудных полей, в том числе крупнейшие дислокации. Наиболее информативны карты и графики аномального потенциала и его градиента, вычисленные путем исключения нормального поля тем или иным способом. С помошью математической модели в форме полуплоскости-проводника показано, как по площадным или профильным отрицательным аномалиям потенциала выявляются одиночное разрывное нарушение или несколько подобных объектов. На примере полевых результатов демонстрируется аномальное поле погруженного источника тока, соответствующее двум субпараллельным зонам тектонических нарушений, с которыми пространственно связаны рудные залежи. Показательно, что аномальные эффекты от подтвержденных бурением протяженных разрывных нарушений проявляются заметнее, чем от локальных рудных тел. Этот факт еще раз подтверждает вывод о необходимости изучения и учета при интерпретации аномалий не только от объектов типа «рудная залежь», но и от не менее важных структурных элементов рудных полей, какими в том числе являются разрывные нарушения, зачастую контролирующие образование месторождений различного типа.

Ключевые слова: разрывное нарушение; рудная залежь; полуплоскость-проводник; погруженный источник тока; аномальный потенциал.

Известно, что образование многих месторождений полезных ископаемых имеет термодинамическую природу. За счет глубинных источников в верхние слои земной коры по зонам деструкции поступали обогащенные полезными компонентами флюиды, которые в благоприятных по геомеханическим свойствам горных породах создавали скопления в виде рудных или нефтяных месторождений [1–3 и др.]. Результаты изучения физико-геологических моделей казалось бы совершенно разных по полезным компонентам месторождений руд и углеводородов свидетельствует об их удивительной схожести по многим структурным признакам. Залежи этих объектов сформировались, как правило, в хорошо проницаемых средах под литологическими экранами. У разведчиков недр бытуют такие понятия, как рудные и нефтяные столбы, фиксирующие корневые каналы соответствующих залежей.

Поэтому при изучении закономерностей формирования и размещения месторождений полезных ископаемых вопросу выявления тектонических нарушений глубокого заложения специалисты призывают уделять серьезное внимание. Во многих случаях именно геофизические методы позволяют обнаруживать и трассировать глубинные разломы, которые могут быть слабо проявлены в верхних слоях разреза. Например, в работе [4] А. М. Виноградов убедительно продемонстрировал важную роль разломов в формировании рудоносных зон Южного Урала.

Глубинные разломы часто проявляются в виде широких поясов с развитием в них интрузий различного масштаба и сравнительно узких линейных разрывных нарушений. Особый интерес представляют из них те, для которых характерны ветвистость, сопряженность с зонами метасоматических изменений окружающих горных пород и наличие малых интрузий типа даек. Пример рудного поля с сетью даек приведен в работе [5]. Считается, что такое сочетание геологических тел характерно для сред над глубинной крупной материнский интрузией, являющейся потенциальным поставщиком рудоносных растворов.

В практике рудной геологии принято считать, что в пределах рудных полей тектонические нарушения подразделяются на рудоконтролирующие, рудоподводящие и рудораспределяющие. По физическим свойствам разрывные нарушения представля-ют собой высокопроницаемые среды, к тому же часто насыщенные рассеянной сульфидной вкрапленностью. Вследствие этого данные тела могут быть на два порядка электропроводнее неизмененных горных пород, которые они пронизывают [4]. Поскольку эти достаточно протяженные по падению и простиранию объекты, подходящие к дневной поверхности, но плохо проявленные в корах выветривания и пластичных глинистых породах покровных отложений, контрастно выделяются на глубине, наиболее благоприятные предпосылки для их выявления имеют электроразведочные методы с большим радиусом исследований. Наиболее простым является метод заряда, предполагающий проведение площадной съемки потенциала поля погруженного в скважину источника тока. Как показано в [5-7], наиболее информативным является аномальное поле потенциала, выделенное тем или иным способом при обработке данных полевых измерений.

Теоретические модели

Для рассмотрения предпосылок обнаружения разрывных нарушений, имеющих часто пластинообразную форму, можно использовать простую модель полуплоскости-проводника. Решение задачи об аномальном потенциале $U_{\rm a}$ точечного источника A тока I в пространстве с удельным сопротивлением ρ в присутствии одиночной полуплоскости имеет вид [8]:

$$U_{\rm a} = -Q/\pi \, (R^{+} {\rm arctg} \, r^{-}/2L - R^{-} \, {\rm arctg} \, r^{+}/2L),$$
 (1)

где $Q=\rho I/4\pi$, $R^+=1/r_2+1/r_1$, $R^-=1/r_2-1/r_1$, $r^-=r_2-r_1$, $r^+=r_2+r_1$; r_1 , r_2 — расстояния до точки M измерений поля от источника A и его зеркального отражения в полуплоскости соответственно, $L=[\alpha(1-\cos\gamma)l(1-\cos\theta]^{1/2};\,\alpha,\,l$ — кратчайшие расстояния от A и M

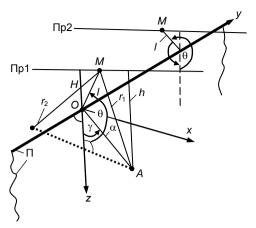


Рисунок 1. Модель полуплоскости Π и точечного источника тока A с примерами профилей измерения в цилиндрической системе координат с началом в точке O – проекции A на кромку полуплоскости

до кромки полуплоскости соответственно; γ , θ – соответственно полярные координаты точек A и M в цилиндрической системе координат с осью, совпадающей с кромкой полуплоскости (рис. 1).

В случае наличия дневной поверхности и полуплоскостипроводника, погруженной вертикально в полупространство с сопротивлением ρ при глубинах кромки полуплоскости H и источника тока A, решение (1) усложняется. Считается, что среда условно безграничная, но дополнительно вводятся в рассмотрение отображения в плоскости дневной поверхности полуплоскости и источника A. При расчетах начало координат иногда удобно переносить в проекцию источника A на дневную поверхность, так как при моделировании можно исследовать влияние нескольких полуплоскостей.

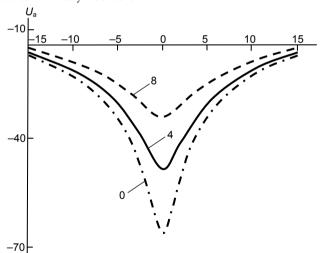


Рисунок 2. Пример графиков аномального потенциала над погруженной вертикальной полуплоскостью (H = 1) для трех положений источника тока ($x_a = 4$). Параметр кривых – глубина источника h.

но (случай, иллюстрированный также рис. 7). По нему видно, что наиболее четко экстремумом отрицательного потенциала проявляется ближняя к источнику тока модель разрывного нарушения. Параллельное ей, но более удаленное от источника тока моделируемое разрывное нарушение может быть обнаружено по локальной отрицательной аномалии, наложенной на аномальное поле от ближней модели.

Практический пример

Метод мелкомасштабного заряда, в котором изучается поле погруженного в скважину источника тока, позволяет оперативно исследовать большую площадь. На приведенном примере съемка потенциала выполнена на квадратном план-

Результаты расчетов аномального поля над погруженными полуплоскостью-проводником и источником тока, частично приведенные на рис. 2–6, позволяют сделать следующие выводы.

Присутствие полуплоскости проявляется симметричной отрицательной аномалией. На профилях, проходящих вкрест полуплоскости, максимальная аномалия наблюдается над кромкой полуплоскости. Хотя с погружением источника тока амплитуда аномалии уменьшается, относительная величина аномалии (относительно нормального потенциала $U_0 = 2Q/r_1$) увеличивается (рис. 3). Это свидетельствует о том, что скважинная электроразведка имеет преимущество перед ее наземным вариантом.

В простейшем случае, когда с помощью погруженной полуплоскости-проводника моделируется одиночное разрывное нарушение, оно фиксируется системой эллипсовидных изолиний отрицательного потенциала, оси которых соответствуют проекции кромки полуплоскости на плоскость наблюдений. Максимальная отрицательная аномалия наблюдается на уровне источника тока. Показательно, что с приближением источника к полуплоскости изолинии аномального поля становятся близкими к окружностям.

При наличии двух или более разрывных нарушений картина аномального поля усложняется из-за наложения эффектов от каждого из этих объектов. Примеры аномального поля при наличии двух погруженных полуплоскостей, моделирующих картины поля, когда разрывные нарушения пересекаются (рис. 5) или параллельны (рис. 6), дают представление о характере аномального поля в этих случаях.

В случаях сложного характера аномального поля его интерпретации помогут графики по профилям, прокладываемым через аномальные области. Например, на графике аномального потенциала, показанного на рис. 8, можно заметить присутствие двух моделей разрывных нарушений, расположенных параллель-

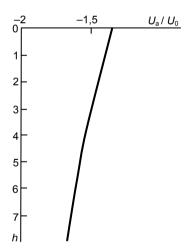


Рисунок 3. Пример зависимости относительной аномалии U_3 / U_0 для модели погруженной полуплоскости-проводника от глубины источника тока h (H = 1: 4)

шете с размером стороны 2,5 км при заземлении в скважине 85 Б. Исследования проводились на перспективном на медноколчеданное оруденение участке в Приполярном Урале. Измерения выполнялись по системе субпараллельных профилей с измерением потенциала поля пропускания тока и вызванной поляризации силами Уральской геолого-съемочной экспедиции.

Для интерпретации данных съемки сложного по характеру поля пропускания статистическим способом [7] выполнено вычисление аномального потенциала. Фрагмент плана изолиний и график аномального потенциала по одному из профилей приведены на рис. 8.

Как видно из этих материалов, в поле погруженного источ-

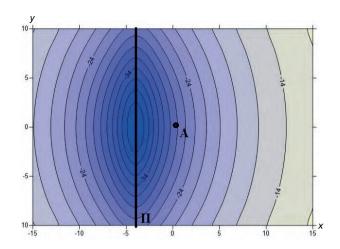


Рисунок 4. План изолиний аномального потенциала над погруженными полуплоскостью-проводником и источником тока $A; H = 1, h = 4, x_{\star} = 4.$

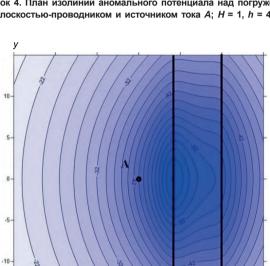


Рисунок 6. План изолиний аномального потенциала при наличии двух параллельных полуплоскостей-проводников

111

ника тока хорошо выражены отрицательные аномалии, которые связаны, по-видимому, с главными структурными элементами изучаемого комплекса горных пород. Ими являются тектонические разрывные нарушения, как показали результаты разведочных работ, имеющие рудоконтролирующее значение. Например, на геологическом разрезе (рис. 8, 6) видно, что локальное рудное тело сформировалось на продолжении трещинной зоны, являющейся ветвью глубинного разрывного нарушения II. Данные электрокаротажа подтверждают высокую электропроводность выделяемых на участке тектонических нарушений. Наиболее четко субмеридиональной отрицательной аномалией фиксируется тектоническое разрывное нарушение, условно обозначенное ТН І. С ним связано рудное тело в северной части планшета.

Две других локальных рудных залежи обнаружены в районе пересечения субмеридионального (ТН II) и субширотного нарушений. Вследствие наложения аномалий от этих объектов и из-за специфики способа выделения аномального поля их присутствие проявляется менее отчетливо, чем нарушение ТН І. Важно отметить, что помимо рудоконтролирующих тектонических нарушений в аномальном поле проявляются границы рудоперспективной площади. Так, на плане изолиний аномального потенциала заметен его рост в северном направлении, что

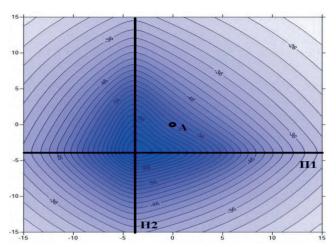


Рисунок 5. План изолиний аномального потенциала над двумя погруженными пересекающимися полуплоскостями-проводниками П1 и П2 и источником тока 4

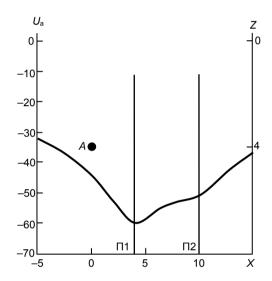


Рисунок 7. График аномального потенциала по профилю, проходящему над погруженным источником тока А вкрест двум параллельным полуплоскостям-проводникам П1 и П2

свидетельствует о снижении электропроводности массива горных пород. Такая картина типична для перехода от метаморфизованных к неизмененным горным породам, что свидетельствует о выходе из рудоперспективной зоны.

На изучаемой площади зафиксировано несколько слабых аномалий вызванной поляризации. Часть из них, но далеко не все соответствуют обнаруженным рудным залежам. В связи с этим напрашивается следующий методический вывод. Целесообразно на первом этапе мелкомасштабных поисковых работ откартировать с помощью скважинной электроразведки разрывные нарушения глубокого заложения, а затем выполнять детальные поиски, например методом ВП в скважинном или полевом варианте в окрестностях этих структурных элементов. Дело в том, что при применении метода ВП наиболее перспективно изучение градиента поля, причем возбуждающее поле должно быть ориентировано вкрест простирания аномалиеобразующего объекта. Предполагается, что при наличии данных мелкомасштабной съемки при детальной электроразведке будут соблюдены оптимальные условия для ее проведения.

Заключение

Результаты математического моделирования и практический опыт подтверждают перспективность выделения и интер-

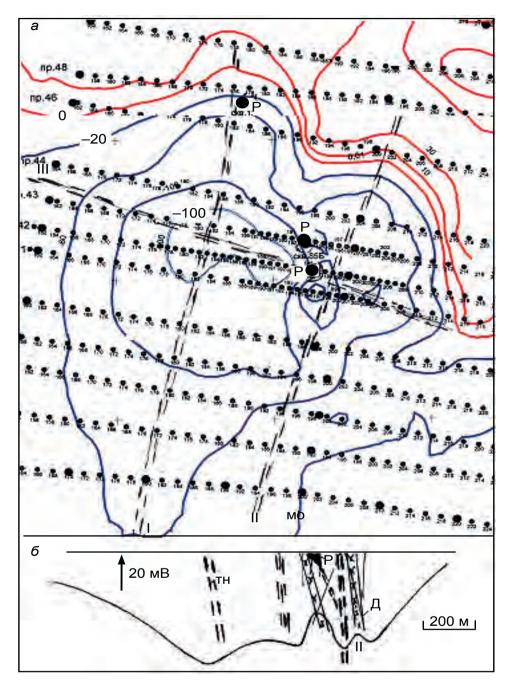


Рисунок 8. План изолиний – *а* и график – *б* аномального потенциала по разведочному профилю 42 на поисково-разведочном участке Западный (по Р. Ф. Гилазтдинову). ТН – разрывные тектонические нарушения, Р – рудные тела, Д – дайки.

претации аномального поля погруженного источника тока для изучения рудоносных структур. Ориентирование скважинной электроразведки только на обнаружение рудных залежей было в какой-то мере оправданным, когда велись поиски на небольших глубинах. Поиски глубокозалегающих объектов требуют учета различных признаков их возможного нахождения. Это участки горных пород со следами метасоматических изменений, системы малых интрузий в виде даек, разрывные тектонические нарушения глубокого заложения. Все эти объекты заметно нарушают однородность среды, являются достаточно крупными и, как показывает практика, могут быть обнаружены при мелкомасштабных исследованиях методами электроразведки. При этом наиболее благоприятные предпосылки существуют для применения скважинной электроразведки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Иванкин П. Ф. Морфология глубоковскрытых магматогенных рудных полей. М.: Недра, 1970. 288 с.
- 2. Ivanov K. S., Puchkov V. N., Fyodorov Yu. N., Erokhin Yu. V., Pogromskaya O. E. Tectonics of the Urals and adjacent part of the West-Siberian platform basement: Main features of geology and development // Journal of Asian Earth Sciences. 2013. Vol. 72. P. 12–24.
- 3. Мегеря В. М., Бембель С. Р., Бембель Р. М. Геосолитонная концепция образования месторождений углеводородов // Геофизика. 2001. Спец. вып. С. 50–53.
- 4. Виноградов А. М. Геополя и колчеданы Южного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 185 с.
- 5. Сапожников В. М., Ермолаев К. М., Ковтун Д. Б. Скважинная электроразведка пластинообразных малых интрузий в рудных полях // Изв. УГГУ. 2016. Вып. 3(43). С 46-49.
- 6. Семенов М. В., Сапожников В. М., Авдевич М. М. и др. Электроразведка рудных полей методом заряда. Л.: Недра, 1984. 216 с.

- 7. Виноградов А. М., Сапожников В. М. Алгоритмическое представление процесса интерпретации геополей // Изв. УГГУ. 2014. Вып.1(33). С. 5–11.
- 8. Сапожников В. М. Диск, полуплоскость и плоскость с вырезом, имеющие предельную или конечную электропроводность, в поле точечного источни-ка тока // Изв. УГГУ. Сер. геология и геофизика. 1996. Вып. 5. С. 111–115.

REFERENCES

- 1. Ivankin P. F. 1970, Morfologiya glubokovskrytykh magmatogennykh rudnykh poley [Morphology of deeply dissected magmatic ore fields], Moscow, p. 288.
- 2. Ivanov K. S., Puchkov V. N., Fyodorov Yu. N. et al. 2013, Tectonics of the Urals and adjacent part of the West Siberian platform basement; Main features of geology and development. Journal of Asian Earth Sciences, no. 72, pp. 12–24
- 3. Bembel' R. M., Megerya V. M., Bembel' S. R. 2001, *Geosolitonnaya kontseptsiya obrazovaniya mestorozhdeniya uglevodorodov* [Geo soliton concept of formation of hydrocarbon deposits]. *Geofizika, 50 let «Khantymansiyskgeofizika»* [Russian Geophysics, 50 years of JSC "Khantymansiyskgeofizika"], pp. 50–53.
- 4. Vinogradov A. M. 2004, Geopolya i kolchedany Yuzhnogo Urala [Geofields and

Вадим Михайлович Сапожников, elrswm@ursmu.ru Кирилл Михайлович Ермолаев, Уральский государственный горный универси¬тет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 pyrites of the Southern Urals], Ekaterinburg, 185 p.

- 5. Sapozhnikov V. M., Ermolaev K. M., Kovtun D. V. 2016, *Skvazhinnaya elektrorazvedka plastinoobraznykh malykh intruziy v rudnykh polyakh* [Borehole electric prospecting of small plate-like intrusions in the ore fields]. *Izvestiya UGGU* [News of the Ural State Mining University], no. 3(43), pp. 46–49.
- 6. Semenov M. V., Sapozhnikov V. M., et al. 1981, *Elektrorazvedka rudnykh poley metodom zaryada* [Electrical prospecting of ore fields by the method of charge], Leningrad, 216 p.
- 7. Vinogradov A. M., Sapozhnikov V. M. 2014, *Algoritmicheskoe predstavlenie protsessa interpretatsii geopoley* [Algorithmic presentation of the interpretation process of geofields]. *Izvestiya UGGU* [News of the Ural State Mining University], no. 1(33), pp. 5–14.
- 8. Sapozhnikov V. M. 1996, *Disk, poluploskost' i ploskost' s vyrezom, imeyushchie predel'nuyu ili konechnuyu elektroprovodnost', v pole tochechnogo istochnika toka* [Disc, half-plane, and plane with a cut having a finite limit or conductivity, in the field of the current source as a point]. *Izvestiya UGGU, seriya geologiya i geofizika* [News of the Ural State Mining University, Series Geology and geophysics], no. 5, pp. 11–115.

Vadim Mikhaylovich Sapozhnikov, elrswm@ursmu.ru Kirill Mikhaylovich Ermolaev, Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia УДК 504.03:622:332.74 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-37-43

ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

М. Е. Колчина, В. Е. Коновалов, Н. В. Колчина

Safety and organization issues of rational use of lands of industrial cities in areas of underground mine workings influence

M. E. Kolchina, V. E. Konovalov, N. V. Kolchina

The subject of research of this article are the issues of ensuring the safety of life of population and organization of the rational land management in cities, on whose territory are/were carried out the works on extraction of minerals, in the areas of influence of underground mine working - in dangerous anthropogenic areas. The purpose of research is to show that the resolution of these problems is possible only through a complex planning, based on the analysis and assessment of land condition (earth's surface) in the undermining areas and forecasts for their change. The article analyzes the methods and principles of land-use planning in the industrial cities of Russia and abroad, the problems of modern land use and development in Ural cities with undermined territories, and identifies the causes of these problems. Based on the diverse researches in the area of the negative impact of mining on land condition, cadaster(registration of real estate and areas with special conditions of use of the territories), land management, urban planning and economy of land use, authors prepared proposals to resolve the question of ensuring the safety of population life in dangerous technogenic areas and organization of the rational land use within the boundaries of these areas. In particular, ensuring the safety of human lives in such cities is possible through land-use planning in the areas of influence of underground mining, taking into account their level of danger, as well as the regulation of land use and development in these areas. For this, authors propose in the first place to locate the boundaries of technogenic areas of different danger level for the land use and development, and then develop a list of restrictions on land use and development, set restrictions on the rights of land plots located in these areas. Given that currently there are significant problems in Ural cities of Berezovsky, Berezniki, Krasnoturinsk and Solikamsk, special focus of this article is on the question of ensuring the safety of life of population on the built up areas - authors offer the complex of organizational and legal measures and activities. During the planning of usage of urban lands with undermined territories, one must take into account such a factor that the real estate (land plots and objects of capital construction) nowadays is the main source of local budget formation. In this regard, the article contains prepared proposals for the most efficient use of lands (land plots) on the undermined territories, and calculations confirm its viability. Authors conclude that ensuring the safety of life of the population and rational land management in the areas of influence of underground mining can be achieved through integrated planning (urban and economic planning) of land use.

Keywords: mining city; underground mine workings; deformation of earth surface; built-up areas; safety of life of the population; planning and regulation of land use; technogenic areas; danger index; rational land use.

Предметом исследования данной статьи являются вопросы обеспечения безопасности жизнелеятельности населения и организации рационального землепользования в городах, на территории которых велись и(или) ведутся работы по добыче полезных ископаемых, в зонах влияния подземных горных выработок – в опасных техногенных зонах. Цель работы – показать, что решение данных вопросов возможно только при комплексном планировании, основанном на анализе и оценке состояния земель (земной поверхности) в зонах подработки и прогнозах на их изменение. Проанализированы методы и принципы планирования использования земель в промышленных городах России и за рубежом, проблемы современного землепользования и застройки в уральских городах с подработанными территориями и выявлены причины этих проблем. На основании исследований в области негативного влияния горного производства на состояние земель, кадастра (учета объектов недвижимости и зон с особыми условиями использования территорий), землеустройства, градостроительства и экономики землепользования авторами подготовлены предложения по решению вопроса обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в опасных техногенных зонах и организации рационального землепользования в границах этих зон. В частности, обеспечение безопасности жизни людей в таких городах возможно посредством планирования использования земель в зонах влияния подземных горных выработок с учетом уровня их опасности, а также регулирования землепользования и застройки в этих зонах. Для этого предложено в первую очередь определить местоположение границ техногенных зон различного уровня опасности для землепользования и застройки, затем разработать перечень ограничений на землепользование и застройку, установить ограничения прав на земельные участки, расположенные в этих зонах. Учитывая, что сегодня уже имеются существенные проблемы в таких уральских городах, как Березовский, Березники, Краснотурьинск и Соликамск, особое внимание в статье уделено вопросу обеспечения безопасности жизнедеятельности населения на застроенных территориях – предложен комплекс организационно-правовых мер и мероприятий. Кроме того, отмечено, что при планировании использования земель городов с подработанными территориями необходимо учитывать и такой фактор, что недвижимость (земельные участки и объекты капитального строительства) сегодня является главным и основным источником формирования местных бюджетов. В связи с этим в работе подготовлены предложения по наиболее эффективному использованию земель (земельных участков) на подработанных территориях, жизненность которых подтверждена расчетами. В результате сделан вывод о том, что обеспечение безопасности жизнедеятельности населения и рациональное землепользование в зонах влияния подземных горных выработок могут быть достигнуты посредством комплексного планирования (градостроительного и экономического) использования земель.

Ключевые слова: горнодобывающие города; подземные горные выработки; деформации земной поверхности; застроенные территории; безопасность жизнедеятельности населения; планирование и регулирование использования земель; техногенные зоны; показатель опасности; рациональное землепользование.

а современном этапе развития общества, сложившихся земельно-имущественных и экономических отношений в сфере землепользования вопросы пространственной организации промышленных городов и поселков, на территории которых расположены опасные и особо опасные производственные объекты с соответствующим влиянием на окружающую среду и качество земель, звучат особенно остро. Как правило, в данных населенных пунктах присутствуют проблемы экологического и техногенного характера, которые ведут к проблемам жизнедеятельности населения и землепользования. Обеспечение безопасности в таких городах (поселках) и рационального землепользования требует особого подхода к планированию использования земель.

Согласно Закону «О землеустройстве», организация рационального использования земель населенных пунктов осуществляется в соответствии с градостроительной документацией. При территориальном планировании (в генеральных планах) и градорегулировании (в правилах землепользования и застройки) в промышленных городах в первую очередь решаются следующие задачи:

- создание функционально удобной и экологически безопасной среды обитания человека;
- организация эффективного землепользования и застройки.

В соответствии с сложившимися методиками и подходами в градостроительстве подготовка документации по территориальному планированию включает следующие основные этапы:

- сбор и систематизацию исходных данных о территории населенного пункта или отдельных его участков;
 - анализ и оценку современного использования земель;
- оценку состояния земель и другие аспекты, предусмотренные градостроительной оценкой территорий;
- составление прогнозов социально-демографического и социально-экономического развития населенного пункта;





Рисунок 1. Провалы в промышленных зонах. *а* – провал в промзоне г. Березники (Пермский край), 2007 г.; *б* – большой провал в г. Краснотурьинске (пос. Медный), 2005 г.

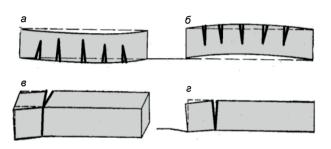


Рисунок 2. Виды деформаций коробки здания (по А. Г. Ройтману, 1987). a – прогиб; δ – выгиб; ε – кручение; ε – перекос.

- подготовку проектных предложений по использованию и застройке земель, охране окружающей среды;
- определение эффективности проектных предложений [1, 2].
 Данным вопросам посвящены труды крупных ученых в области теории и практики градостроительного проектирования
 Г. А. Малояна, А. Г. Лазарева и др.

Особую группу в списке промышленных городов составляют города, в границах которых находятся предприятия горнодобывающего комплекса (далее – горнодобывающие города). Разделение группы промышленных городов на центры добычи сырья, центры перерабатывающего и центры завершающего производства впервые предложил в 1970-х гг. видный советский ученый Ю. Г. Саушкин. Вопросам совершенствования классификации промышленных городов также посвящены работы автора данной статьи М. Е. Колчиной.

Наиболее проблематичными из всех горнодобывающих городов в части застройки и жизнедеятельности людей являются города, включающие в свои границы подземные горные выработки (далее – ПГВ), особенно старые, дореволюционные и довоенные.

Проблемы уральских городов, включающих подработанные территории, вызваны, в первую очередь, негативным влиянием ПГВ на земную поверхность, которое выражается в виде ее деформаций – плавных сдвижений (плавного оседания) или обрушений (провалов).

Провалы – наиболее опасное проявление ПГВ. Они могут иметь различную глубину и площадь. Например, зона обрушения шахты «Северопесчанская» на плане земной поверхности составляет эллипс длиной 1300 м и шириной 800 м, а глубина провала – 100 м. На шахтах Высокогорского ГОКа глубина провалов колеблется от 80 до 160 м [3]. Опасность провалов заключается в том, что их образование непредсказуемо во времени – невозможно предсказать ни начало, ни конец процесса. Образовавшаяся в 2007 г. на территории ОАО «Уралкалий» (промышленная зона г. Березники) огромная воронка глубиной 15 м и площадью 2500 м² к 2009 г. имела площадь, превышающую площадь футбольного поля. При этом процесс ее увеличения продолжается и сегодня [4].

На рис. 1 показаны провалы в промышленных зонах города Березники (Пермский край) и в городе Краснотурьинске (Свердловская область).

Образование провалов особенно опасно для застроенных территорий, на которых находятся здания жилого и общественно-делового назначения, а также объекты инженерно-транспортной инфраструктуры [5, 6].

Сдвижение горных пород на поверхности образует зону, в которой строительство зданий подвергается риску разрушения фундамента и коробки зданий [7, 8]. Основные виды неравномерных деформаций зданий показаны на рис. 2.

К сожалению, при застройке уральских горнодобывающих городов в довоенный и послевоенный периоды XX в. недостаточно уделялось внимания вопросам влияния ПГВ на земную поверхность и строения. Разработчики градостроительной документации далеко не всегда учитывали границы зон сдвижения горных пород и прогнозы по изменению качественного состояния земель в зонах влияния опасных ПГВ, что и привело к современным проблемам. Причиной таких ошибочных градостроительных решений, как уже неоднократно подчеркивалось авторами, явились:

- отсутствие достоверной и актуальной информации об источниках техногенной опасности и уровне опасности зон их влияния для городского землепользования и застройки;
- несовершенство градостроительного законодательства дореволюционной эпохи и советского периода [6].

В результате в таких уральских городах, как Березовский и Краснотурьинск (Свердловская область), Березники и Соликамск (Пермский край), у многоквартирных жилых домов и зданий общественного, социального и культового назначения, построенных в опасных зонах, наблюдаются деформации основных конструктивных элементов (фундаментов и стен), представляющие угрозу их пользователям, что видно на рис. 3.

Необходимо отметить, что обозначенные проблемы характерны сегодня в основном для России (Урала), где подземная добыча полезных ископаемых осуществляется уже более 300 лет. Тем не менее в Китае и Турции, в зонах влияния ПГВ также находятся крупные городские населенные пункты [9], соответственно данные проблемы могут коснуться и их. Как ни парадоксально, в Европе (Голландии, Германии, Франции и др.) с ее ограниченными земельными ресурсами в зонах влияния подземных выработок строительство гражданских объектов не ведется.

Таким образом, в горнодобывающих городах, где велись и(или) ведутся подземные горные работы, на первый план выступает такая задача, как обеспечение безопасности жизнедеятельности населения в зонах влияния техногенных факторов, решение которой основано на планировании использования





Рисунок 3. Трещины в стенах жилых зданий, вызванные деформациями земной поверхности. а — жилое здание в городе Березники; δ — жилое здание в городе Краснотурьинске.

Таблица 1. Значения показателей опасности (По) для ОКС, расположенных в зонах влияния опасных ПГВ.

Вид зоны	Показатель ФИ ОКО По		Вид деформаций земной поверхности	Виды зон сдвижения горных пород
Зоны особой техногенной опасности и риска (ЗОТО и ЗОТР)	7	60 и более	Опасные деформации земной поверхности	Расчетные зоны деформаций вокруг устьев стволов шахт Расчетные зоны свижений, образованные ПГВ особой опасности
Зоны повышенной техногенной опасности и риска (ЗПТО и ЗПТР)	5	30–60	Допустимые и предельные деформации земной поверхности	Расчетные зоны плавных сдвижений, образованные особо опасными ПГВ Расчетные зоны опасных сдвижений, образованные ПГВ повышенной опасности
Зоны условной техногенной опасности и риска (ЗУТОР)	3		Деформации земной поверхности, вызванные внешними факторами	Расчетные зоны плавных сдвижений, образованные ПГВ повышенной опасности Территории горных отводов

Таблица 2. Значения показателя опасности По в зависимости от типа зданий.

		Тип зданий		
Тип зоны	Многоэтажные капитальные	Малоэтажные капитальные	Малоэтажные некапитальные	Отсутствие зданий
3OTO/3OTP	7	6	5	4
ЗПТО/ЗПТР	5	4	3	2
ЗУТОР	3	2	1	0

и застройки земель с учетом границ зон влияния и уровня их опасности.

Решение вопроса обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, проживающего в горнодобывающих городах с подработанными территориями, предложено посредством ввода ограничений на использование земельных участков, расположенных в границах зон влияния ПГВ. Реализация данной задачи требует:

- информации об уровне опасности ПГВ;
- информации об уровне опасности зон влияния ПГВ для застройки;
- информации о местоположении границ зон различного уровня опасности [6].

Местоположение границ зон влияния ПГВ можно определить расчетным путем, используя методику выявления зон сдвижения земной поверхности, и практическими методами исследования, предложенными отечественными, немецкими, румынскими, турецкими, чешскими (индикативный метод) и другими специалистами [8–10].

Исследования в области сдвижения горных пород над выработанным пространством, а также анализ и оценка изменения состояния земной поверхности и объектов капитального строительства (далее – ОКС), расположенных в зонах влияния ПГВ, проведенные авторами, позволили выделить техногенные зоны различного уровня опасности и риска: зоны особой техногенной опасности и риска (ЗОТО и ЗОТР), зоны повышенной техногенной опасности и риска (ЗПТО и ЗПТР), зоны условной техногенной опасности и риска (ЗУТОР) [11]. Для данных зон

предложены соответствующие *показатели опасности* (По). Значения показателей опасности установлены исходя из технического состояния капитальных зданий, находящихся в зонах влияния ПГВ, где процессы деформации земной поверхности уже начались (города Березовский, Березники, Краснотурьинск). В табл. 1 приведены значения показателя По для зон, в которых многоквартирные жилые дома и другие объекты капитального строительства оказывают значительные статические нагрузки на земную поверхность.

Ограничения на использование земель, расположенных в техногенных зонах, выражаются в ограничении видов разрешенного использования земельных участков и в ограничении имущественных прав на них.

В частности, для ЗОТР и ЗОТО рекомендовано:

- 1) установить ограничения на имущественные права в отношении земельных участков и передавать их в пользование гражданам или юридическим лицам на правах аренды;
 - 2) проводить регулярные мониторинговые наблюдения;
 - 3) ввести ограничения на использование земельных участков;
- 4) установить запрет на строительство зданий и сооружений, технологически не связанных с добычей полезных ископаемых, данный запрет не противоречит требованиям градостроительного и горного законодательства, в том числе СНиП 2.01.09-2010. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах [12].

В ЗОТО целесообразно размещать парки, сады, открытые дом интерполяции.

В табл. 3 приведены значения По для наиболее распро-

Таблица 3. Значения показателей опасности По в зависимости от видов разрешенного использования земельных участков.

Номер	Вид разрешенного использования	Пока	затели опасности (П	0)
группы	земельных участков	3ОТО и ЗОТР	ЗПТО и ЗПТР	ЗУТОР
1	Земельные участки, предназначенные для размещения домов многоэтажной жилой застройки	7	5	3
2	Земельные участки, предназначенные для размещения домов индивидуальной жилой застройки	6–5	4–3	2–1
3	Земельные участки, предназначенные для размещения гаражей (одноэтажных) и автостоянок	6–5	4–3	2–1
4	Земельные участки, находящиеся в составе дачных, садоводческих и огороднических объединений	6–5	4–3	2–1
5	Земельные участки, предназначенные для размещения объектов торговли, общественного питания и бытового обслуживания	7–6	5–3	3–1
6	Земельные участки, предназначенные для размещения гостиниц	7–6	5–4	3–2
7	Земельные участки, предназначенные для размещения административных и офисных зданий, объектов образования, науки, здравоохранения, физической культуры и спорта, культуры, искусства, религии	7–6	5–4	3–2
9	Земельные участки, предназначенные для размещения производственных и административных зданий и т. д.	7–6	5–4	3–2

Примечание:

страненных в городах видов разрешенного использования земельных участков. спортивные площадки и другие свободные от застройки элементы, а в ЗОТР – открытые парковки автомобилей, открытые минирынки, что также не противоречит нормам градостроительного проектирования, указанным в СП 42.13330.2010. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*) [11, 12].

Планирование и организация использования земельных участков *на застроенных территориях* имеет некоторые особенности, связанные с опасностью проживания и другой деятельностью населения в опасных техногенных зонах и, соответственно, с заменой одного вида разрешенного использования на другой. Оно должно осуществляться в соответствии с предлагаемыми регламентами. Например, на застроенных территориях, расположенных в ЗОТО и ЗОТР, где уже начались деформации земной поверхности и(или) имеется вероятность образования провалов, рекомендовано:

- 1) периодически проводить техническое обследование зданий (сооружений);
- 2) осуществлять регулярный мониторинг земной поверхности и ОКС:
- 3) ввести ограничения на использование земельных участков и строений, т. е. видов разрешенного использования;
- 4) установить ограничения на имущественные права в отношении земельных участков, а также зданий, сооружений, по-

мещений, не подлежащих сносу [12].

Решения о капитальном ремонте или сносе непригодных для дальнейшей эксплуатации строений должны приниматься по результатам технической оценки состояния зданий и сооружений. Основанием для сноса ОКС должны служить:

- высокий физический износ (более 60 %);
- высокая вероятность опасности если более 30 % площади, занимаемой зданием, находится в ЗОТО и ЗОТР независимо от величины физического износа.

Комплекс организационно-правовых мероприятий, необходимый для обоснования управленческих решений в отношении зданий (сооружений), расположенных в техногенных зонах различной степени опасности и риска, а также результаты таких мероприятий показаны на рис. 4.

Таким образом, обеспечение безопасности жизнедеятельности населения в техногенных зонах, образованных ПГВ, решается посредством территориального планирования и градостроительного регулирования, основанного на изучении (мониторинге) состояния земной поверхности и состояния объектов капитального строительства в границах техногенных зон – зон негативного влияния ПГВ [12].

Вопросы организации рационального использования земель на подработанных территориях подразумевают решение как минимум двух задач: социальной и экономической.

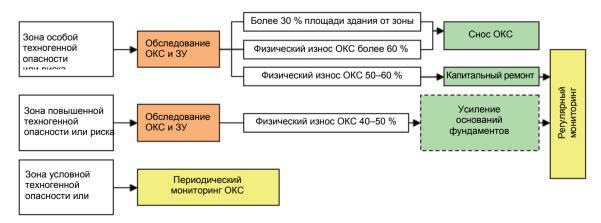


Рисунок 4. Комплекс мероприятий, рекомендуемых при реконструкции застроенных территорий, расположенных в зонах влияния опасных ПГВ.

^{1.} Виды разрешенного использования земельных участков приняты в соответствии с видами, применяемыми при кадастровой оценке земель населенных пунктов.

^{2.} Коэффициент опасности может увеличиваться при расположении выработок на более близком по вертикали расстоянии к земной поверхности.

Суть вопроса заключается в том, что вероятность образования провалов, ограничения на виды разрешенного использование земельных участков и ОКС, расположенных в техногенных зонах, а также ограничения имущественных прав на них существенно влияют на результаты кадастровой оценки земель и оценки рыночной стоимости недвижимости. В частности, учет негативного фактора ведет к уменьшению кадастровой стоимости земельных участков, следовательно, к уменьшению объема земельных платежей в местные бюджеты. Данный вопрос является краеугольным в экономике муниципальных образований, именно поэтому органы местного самоуправления долгое время не замечали, да и сейчас стараются не замечать существующие проблемы землепользования. При этом современная политика государства в области землеустройства, градостроительства и оценочной деятельности обязывает органы местного самоуправления предоставлять достоверную информацию обо всех факторах стоимости, в том числе о негативном влиянии ПГВ.

Для расчета объективной кадастровой стоимости земельных участков и ОКС, учитывающей негативное влияние ПГВ, авторами предложено ввести поправочный коэффициент стоимости Кс. Величина данного коэффициента должна соответствовать степени обесценивания земельных участков, т. е. быть обратной значению показателя опасности По. Для определения значений корректирующего (поправочного) коэффициента Кс предложена следующая формула:

$$Kc_{ir} = 1 - \frac{\Pi o_{ir}}{10},$$

где ${\rm Kc}_{ir}$ – коэффициент стоимости для i-й техногенной зоны и r-го вида разрешенного использования, ед.; ${\rm Пo}_{ir}$ – коэффициент опасности для i-й техногенной зоны и r-го вида разрешенного использования.

Таким образом, оптимальное (рациональное) решение по использованию земельных участков, расположенных в зонах влияния ПГВ, должно учитывать и уровень опасности зоны, и их объективную кадастровую стоимость. Только в этом случае оно будет удовлетворять и социальным требованиям – обеспечению безопасности землепользования и жизнедеятельности населения, и экономическим требованиям – эффективному использованию земельных участков.

Предложение по организации процесса планирова-

ния использования земель в зонах влияния $\Pi\Gamma B$ показано на рис. 5.

Подтверждение жизненности данного положения предложено рассмотреть на конкретном примере. Обоснование оптимального варианта землепользования в зонах влияния опасных ПГВ в городе Краснотурьинске приведено далее.

Условный земельный участок площадью 0,1 га расположен в районе пос. Медный, в кадастровом квартале 66:50:0529004, в границах «проектной зоны сдвижения», непосредственно над рудным телом. Квартал окружен объектами жилого, культурно-бытового, коммунального и складского назначения. Данную территорию можно отнести к зоне особого техногенного риска (ЗОТР), так как существенные деформации земной поверхности пока не выявлены. Современное использование участка – сельскохозяйственные угодья, что видно из рис. 6.

В соответствии с предложенными ранее вариантами землепользования в ЗОТР, а также в соответствии со сложившейся ситуацией возможны пять альтернативных видов разрешенного использования исследуемого земельного участка:

- 1 зона отдыха сквер;
- 2 открытый спортивный комплекс;
- 3 открытая автомобильная стоянка;
- 4 открытый минирынок;
- 5 открытая складская площадка.

Рекреационные и спортивные зоны относятся к территориям общего пользования, не имеющим кадастровой стоимости. Открытые автостоянки и минирынки, как правило, являются коммерческими объектами с достаточно высокой кадастровой стоимостью. Правовой режим использования земель в ЗОТР предполагает предоставление земельного участка юридическим и физическим лицам на правах аренды. Согласно Постановлению Правительства Свердловской области от 30.12.2011 № 1855-ПП и «Положению о порядке определения размера арендной платы…», размер арендной платы за земельные участки определяется в процентах от кадастровой стоимости земельного участка и рассчитывается по формуле:

$$A\Pi = \frac{KC \cdot C_T A\Pi \cdot Ky \cdot \Pi K}{100},$$

где АП – величина арендной платы в год, руб./год; КС – када-



Рисунок 5. Схема организации планирования использования земель в зонах влияния опасных ПГВ.



Рисунок 6. Фрагмент карты градостроительного зонирования города Краснотурьинска, совмещенный со схемой кадастрового деления.

стровая стоимость арендуемого земельного участка, руб.; СтАП – ставка арендной платы, утвержденная Правительством Свердловской области, %; Ку – коэффициент увеличения, ежегодно устанавливаемый Правительством Свердловской области; ПК – понижающий коэффициент, установленный Правительством Свердловской области.

Результаты расчета величины арендной платы при различном разрешенном использовании земельного участка приведены в табл. 4.

Сравнительный анализ результатов расчета арендной платы показал, что наиболее эффективным является 4-й вариант использования земельного участка – под минирынком (объектом торговли). Следовательно, данный вид землепользования является наиболее рациональным, так как одновременно обеспечивает безопасность территории, функциональную необходимость и экономическую эффективность.

Таким образом, экономическое планирование, основанное на сравнении вероятных величин арендных платежей и выборе наиболее эффективного варианта, уточняет и конкретизиру-

Таблица 4. Величина арендной платы для шести видов разрешенного использования земельного участка, расположенного в ЗОТР (г. Краснотурынск)

Номер варианта и группа разрешенного использования ЗУ	УПКС базовый, руб./м²	Коррек- тирующий Кс	УПКС новый, руб./м²	КС ЗУ с учетом Кс	Ставка АП, %	Величина АП, руб./год
Существующий вариант – 15 группа	0,19	_	-	190	190	36 1
1 вариант – сквер	_	-	_	_	-	_
2 вариант – 7 группа (спорт)	3028,06	0,7	2119,64	2 119 640	0,4	13 734
3 вариант – 3 группа (стоянка)	2232,13	0,6	1339,3	1 339 300	0,6	8 036
4 вариант – 5 группа (минирынок)	3473,10	0,7	2431,17	2 431 170	3,2	77 797
5 вариант – 9 группа (склад)	1002,04	0,7	701,68	701 680	2,5	17 542

ет вид разрешенного использования исследуемого земельного участка.

Вывод

Только единовременное решение вопросов территориально-пространственной организации подработанных территорий и вопросов экономики землепользования позволит достичь рационального использования земель в зонах влияния ПГВ горнодобывающих городов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Лазарев А. Г., Шеина С. Г., Лазарев А. А. и др. Основы градостроительства. Ростов н/Д: Феникс, 2004. 416 с.
- 2. Оленьков В. Д. Градостроительная безопасность. М.: ЛКИ, 2007. 104 с.
- 3. Славиковский О. В., Валиев Н. Г., Славиковская Ю. Г. Концептуальный подход к формированию технологии рекультивации техногенных пустот недр // Изв. вузов. Горный журнал. 2009. № 8. С. 88–95.
- 4. Константинова С. А., Чернопазов С. А., Чернопазов Д. С. Оценка геодинамической безопасности недр и земной поверхности на эксплуатируемых участках Верхнекамского месторождения калийных и калийно-магниевых солей // Изв. вузов. Горный журнал. 2009. № 8. С. 79–84.
- 5. Кузнецов М. А., Акимов А. Г., Кузьмин В. И. и др. Сдвижение горных пород на рудных месторождениях. М.: Недра, 1971. 224 с.
- 6. Коновалов В. Е., Колчина М. Е. Влияние подземных горных объектов на застроенные территории городов // Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений: труды III Междунар. конф. (г. Екатеринбург, 19–21 мая 2010 г.). Екатеринбург: УГГУ, 2010. С. 92–98.
- 7. Ройтман А. Г. Деформации и повреждения зданий. М.: Стройиздат, 1987. 160 с.
- 8. Marschalko M., Yilmaz I., Kristkova V., Fuka M., Kubecka K., Bouchal T. An indicative method for determination of the most hazardous changes in slopes of the subsidence basins in underground coal mining area in Ostrava (Czech Republic) // Environmental Monitoring and Assessment. 2013. Vol. 185, №1. P. 509–522.
- 9. Can E., Kuscu S., Mekik C. Determination of underground mining induced displacements using CPS observations in Zonguldak-Kozlu Hard Coal Basin // International Journal of Coal Geology. 2012. Vol. 89. P. 62–69.
- 10. Onica I., Marian D. Ground surface subsidence as effect of underground mining of the thick coal seams in the Jiu Valleu Basin $\prime\prime$ Archives of Mining

Sciences. 2012. Vol. 57, № 3. P. 547-577.

- 11. Колчина М. Е. Планирование использования земель городов, подработанных подземными горными выработками // Новые технологии: материалы VIII Всерос. конф. М.: РАН, 2011. С. 213–217.
- 12. Колчина М. Е. Правовое регулирование использования земель населенных пунктов в зонах влияния опасных подземных выработок // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений: сб. докл. II Междунар. науч.-практ. конф. (г. Екатеринбург, 3–4 апр. 2013 г.). Екатеринбург: УГГУ, 2013. С. 75–84.

REFERENCES

- 1. Lazarev A. G., Sheina S. G., Lazarev E. G. 2004, *Osnovy gradostroitel'stva* [Fundamentals of urban planning], Rostov, 416 p.
- 2. Olen'kov V. D. 2007, *Gradostroitel'naya bezopasnost'* [Urban planning safety], Moscow, 104 p.
- 3. Slavikovskiy O. V., Valiev N. G., Slavikovskaya Yu. G. 2009, *Kontseptual'nyy podkhod k formirovaniyu tekhnologii rekul'tivatsii tekhnogennykh pustot nedr* [The conceptual approach to the development of remediation technology of technogenic subsurface voids]. *Izv. vuzov. Gornyy zhurnal* [News of the Higher Institutions. Mining Journal], no. 8, pp. 88–95.
- 4. Konstantinova S. A., Chernopazov S. A., Chernopazov D. S. 2009, Otsenka geodinamicheskoy bezopasnosti nedr i zemnoy poverkhnosti na ekspluatiruemykh uchastkakh Verkhnekamskogo mestorozhdeniya kaliynykh i kaliyno-magnievykh soley [Evaluation of geodynamic safety of mineral resources and earth surface on maintained areas of Verkhnekamsk deposit of potassium and potassium-magnesium salts]. Izv. vuzov. Gornyy zhurnal [News of the Higher Institutions. Mining Journal], no. 8, pp. 79–84.
- Kuznetsov M. A., Akimov A. G., Kuz'min V. I., Panteleev M. G., Chernyshev M. F. 1971, Sdvizhenie gornykh porod na rudnykh mestorozhdeniyakh [Displacement of rocks on ore deposits], Moscow, 224 p.
- 6. Konovalov V. E., Kolchina M. E. 2010, Vliyanie podzemnykh gornykh ob'ektov na zastroennye territorii gorodov [Influence of underground mining facilities in built-up urban areas]. Proektirovanie, stroitel'stvo i ekspluatatsiya kompleksov podzemnykh sooruzheniy [Design, construction and exploitation of complexes underground structures], Ekaterinburg, pp. 92–98.
- 7. Roytman A. G. 1987, *Deformatsii i povrezhdeniya zdaniy* [Deformations and damage to buildings], Moscow.
- 8. Marschalko M., Yilmaz I., Kristkova V., Fuka M., Kubecka K., Bouchal T. 2013, Indikativnyy metod dlya opredeleniya zony sdvizheniya porod v zone otrabotannykh ugol'nykh plastov v ostrave (Chekhiya) [An indicative method for

determination of the most hazardous changes in slopes of the subsidence basins in underground coal mining area in Ostrava (Czech Republic)]. Environmental Monitoring and Assessment, no. 1(185), pp. 509–522.

- 9. Can Eray, Kuscu Senjl, Mekik Cetin 2012, *Izuchenie vliyaniya podzemnykh gornykh rabot na deformatsiyu zemnoy poverkhnosti pri pomoshchi GPS* [Determination of underground mining induced displacements CPS observations in Zonguldak-Kozlu Hard Coal Basis]. International Journal of Coal Geology, no. 89, pp. 62–69.
- 10. Onica Ilie, Marian Dacian 2012, Osedanie gruntov vsledstvie vyemki plastov bol'shoy moshchnosti v shakhtakh kamennougol'nogo basseyna Jiu (Rumyniya) [Ground surface subsidence as effect of underground mining of the thick coal seams in the Jiu Valley Basin]. Archives of Mining Sciences, no. 3(57), pp. 547–577.

Маргарита Евгеньевна Колчина, m.e.kolchina@mail.ru Владимир Ефимович Коновалов, vek-1951@mail.ru Наталья Владимировна Колчина, mail@kolchina.com Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

- 11. Kolchina M. E. 2011, *Planirovanie ispol'zovaniya zemel' gorodov, podrabotannykh podzemnymi gornymi vyrabotkami* [Planning of use of cities lands, undermined by the underground mine workings]. *Novye tekhnologii: materialy VIII Vserossiyskoy konf.* [New Technology: materials of VIII All-Russian Confl. Moscow. pp. 213–217.
- 12. Kolchina M. E. 2013, Pravovoe regulirovanie ispol'zovaniya zemel' naselennykh punktov v zonakh vliyaniya opasnykh podzemnykh vyrabotok [Legal regulation of use land of settlements in the areas of influence of dangerous underground workings]. II Mezhdunar. nauchno-prakt. konferentsiya «Innovatsionnye geotekhnologii pri razrabotke rudnykh i nerudnykh mestorozhdeniy» [Materials of Second Intern. Scient. Conference "Innovative geotechnology in the development of metallic and nonmetallic deposits"]. Ekaterinburg, pp. 75–84.

Margarita Evgen'evna Kolchina, m.e.kolchina@mail.ru Vladimir Efimovich Konovalov, vek-1951@mail.ru Natal'ya Vladimirovna Kolchina, mail@kolchina.com Ural State Mining University Ekaterinburg. Russia УДК 550.42/502.175 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-44-49

СОВРЕМЕННЫЕ АНТРОПОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А. А. Селезнев, И. В. Ярмошенко, А. С. Савастьянова, А. Б. Макаров

Modern anthropogenic deposits and their usage for the assessment of environmental status of urban areas

A. A. Seleznev, I. V. Yarmoshenko, A. S. Savast'yanova, A. B. Makarov

The comparative analysis of two types of recent anthropogenic sediments of urban territory was conducted. The sediments from local surface depressed zones of urban landscape and bottom sediments of anthropogenic water bodies were studied as environmental indicators. The study was conducted at the territory of Ekaterinburg (Russia). The sediments of local surface depressed zones of microrelief are represented by the sediments of puddles and surface mud. Puddle sediments are formed due to the bad urban environmental planning and management. The composition of puddle sediment is represented by the particles of soil, sand, peat, dust and small debris. Studied anthropogenic water bodies are the former open-cut mines flooded with atmospheric precipitations and fire ponds in the suburbs of the city. The composition of sediments of the water bodies is mainly represented by pulp. The correlation was studied between the heavy metals content in the sediments of local surface depressed zones of microrelief and in soils in the city. The similar origin of metals was found for the sediments of local surface depressed zones of microrelief and city soils. It was shown that the puddle sediments and soils in the city have the same association of heavy metals. Two association of heavy metals were found in the puddle sediments: typomorphic association (Mn and Co) and technogenic (Ni, Cu, Zn and Pb). The pH level does not affect the mobility of the metals in the puddle sediment. The characteristic geochemical association for heavy metals Mn-Zn-Ni-Cu-Pb-Co was found for sediments of local surface depressed zones of microrelief, bottom sediments of anthropogenic water bodies and soils in the city.

Keywords: recent anthropogenic sediments; sediments in local surface depressed zones of microrelief; bottom sediments; heavy metals; urban environment; environmental assessment.

Проведен сравнительный анализ двух типов современных антропогенных отложений как индикаторов экологического состояния урбанизированной территории: поверхностных отложений локальных понижений микрорельефа селитебных зон и донных отложений техногенных водоемов. Исследование проведено на территории города Екатеринбурга. Поверхностные современные антропогенные отложения локальных понижений микрорельефа представляют собой осадки и грязь из луж, формируются благодаря недостаткам планировки, техногенных процессов, нарушения стока атмосферных осадков и являются самой верхней частью отложений территорий города. Вещественный состав отложений представлен частицами почвы, песка, торфа, пыли и мелкого мусора. Обследованные техногенные водоемы представляют собой затопленные преимущественно за счет атмосферных осадков карьерные выработки и пожарные водоемы в коллек-тивных садах. Донные отложения в водоемах представлены в основном пеллагеном. Проведен корреляшионный анализ содержания тяжелых металлов в отло-жениях локальных понижений микрорельефа и почвах в городе и обнаружен обший генезис металлов в этих отложениях. Показано, что отложения и почвы в городе и за его пределами имеют общие ассоциации тяжелых металлов (ТМ). Обнаружены две ассоциации металлов в отложениях локальных понижений микрорельефа. Типоморфную ассоциацию составляют Mn и Co, – техногенную ассоциацию – Ni, Cu, Zn и Pb. Показано. что уровень рН не влияет на подвижность металлов в отложениях локальных понижений микрорельефа. Для отложений пониженных участков микрорельефа и донных отложений водоемов и почв города характерна геохимическая ассоциация тяжелых металлов Mn-Zn-Ni-Cu-Pb-Co.

Ключевые слова: современные антропогенные отложения; локальные понижения микрорельефа; донные отложения; тяжелые металлы; урбанизированная среда; оценка экологического состояния.

овременные антропогенные отложения на урбанизированных территориях представляют собой самый молодой слой; их можно характеризовать как самостоятельную фацию, представляющую собой в то же время и геохимический барьер. Они образуются в результате современных природно-антропогенных геологических процессов, эрозии почв и грунтов, инженерно-хозяйственной деятельности, постоянного перераспределения и аккумуляции осадочного материала в локальных зонах концентрирования. Изучению подобных образований урбанизированных территорий посвящены работы Ф. В. Котлова, Д. Ю. Здобина, С. А. Несмеянова, А. А. Каздыма, А. С. Шешнева, Е. М. Пашкина, О. Н. Грязнова, М. А. Глазовской, Е. Н. Огородниковой и др.

В настоящее время существует необходимость получения

более полной информации о распределении поллютантов, в том числе тяжелых металлов, при комплексной оценке экогеохимической обстановки на урбанизированных территориях. Особо актуальным является поиск новых методов геоэкологической оценки и индикаторов мониторинга загрязнения. Современные антропогенные отложения как среда накопления ТМ и геоиндикатор являются перспективным компонентом исследования при проведении эколого-геохимических исследований городских агломераций [1, 2]. Отметим, что при подобных исследованиях урбанизированных территорий в качестве объектов используются следующие типы современных отложений: донные отложения водоемов, грязь и пыль с городских территорий, отложения водосточной сети, различные грунты и почвы [3–8].

Авторами статьи на примере г. Екатеринбурга проведен сравнительный анализ двух типов современных антропогенных отложений, использующихся в качестве индикатора экологического состояния урбанизированной среды: отложений локальных понижений микрорельефа и отложений техногенных водоемов. Поверхностные современные антропогенные отложения локальных понижений микрорельефа, представляющие собой осадки и грязь из луж, формируются благодаря недостаткам планировки, техногенных процессов, нарушения стока атмосферных осадков и являются самой верхней частью отложений территорий города. В вещественном составе отложений фиксируются частицы почвы, песка, торфа, пыли и мелкого мусора. Формирование этого материала происходит на поверхности в пределах урбанизированного микроландшафта (территорий кварталов разных лет постройки). Их мощность варьируется в пределах территории кварталов и составляет в среднем 5 см. Время существования отложений - от нескольких месяцев до нескольких десятилетий. Содержание ТМ в них характеризует загрязнение территории, с которой происходят снос и накопление осадка. Отложения участвуют в долгосрочных процессах миграции и интегрируют загрязнение по времени за период существования микроландшафта и пространству в пределах городской территории. В городе Екатеринбурге содержание тяжелых металлов

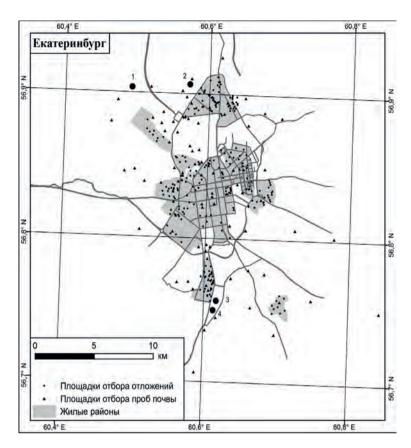


Рисунок 1. Расположение пробных площадок отложений локальных понижений микрорельефа, проб почв и обследованных водоемов (показаны цифрами 1, 2, 3, 4) на территории города Екатеринбурга.

в таких отложениях является информативным индикатором состояния урбанизированной среды. Накопление техногенного радиоактивного изотопа Cs-137 в отложениях позволяет оценить их возраст в микроландшафте городских территорий [9–12]. Анализ распределения тяжелых металлов и Cs-137 в отложениях дает возможность определять спектр загрязнителей территорий, проводить оценку годового поступления и фонового содержания поллютантов в компонентах окружающей среды.

Формирование техногенных водоемов в городе Екатеринбурге определяется преимущественно наличием карьерных выработок [13–15], некоторые водоемы имеют хозяйственное значение, являются пожарными водоемами в коллективных садах. Затопление водоемов происходило преимущественно за счет атмосферных осадков, реже за счет подземных вод. Донные отложения подобных водоемов представлены в основном пеллагеном. В отличие от донных отложений пресноводных водоемов в них верхнюю часть отложений составляют илистые образования, насыщенные водой, нижнюю – песчаные. Тяжелые металлы в донные отложения могут поступать при плоскостном смыве и атмосферных выбросах.

Отложения из локальных понижений микрорельефа отбирались по нерегулярной сетке в г. Екатеринбурге на селитебной территории в кварталах с многоэтажной жилой застройкой в полевые сезоны 2007–2010 гг. Расположение пробных площадок отложений локальных понижений микрорельефа на селитебных территориях, проб почвы, а также расположение обследованных водоемов в городе Екатеринбурга показано на рис. 1.

Характеристики площадей, с которых происходит накопление осадка, были схожими для всех объектов в разных микрорайонах – растительный покров и зеленые зоны, уклоны, наличие крыш домов, асфальта в микроландшафте. Оценивались

объем отложений, площадь, с которой происходит снос осадка, площадь локального пониженного участка микрорельефа, перепад высот. Отбор производили из верхнего пятисантиметрового горизонта, масса отобранных проб составляла 1,0–1,5 кг [12]. После пробоподготовки определялось содержание металлов методом масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной аргоновой плазме на масс-спектрометре ELAN-9000 фирмы Perkin Elmer (США).

Опробование донных отложений выполнено для четырех водоемов в разных частях города (два – в северной, два – в его южной части). В южной части города это затопленные глинистые карьеры, в северной части города один из водоемов располагается непосредственно на территории г. Екатеринбурга, второй – за ее пределами (пруд сада «Путеец», ст. Огородная). Опробование выполнялось в зимний период со льда щелевым пробоотборником. Опробовалась верхняя часть отложений – пеллаген. Определялся минеральный состав донных отложений. Получено среднее содержание металлов для обследованных водоемов. Техногенная ассоциация может включать металлы Cu, Zn, Pb, Ni, Co и Mn, распределение металлов в донных отложениях водоемов несет определенные различия в зависимости от их расположения на территории города [15].

Сравнение геохимических спектров отложений тяжелых металлов локальных понижений микрорельефа и донных отложений проведено с почвами городской территории из фонда данных ГУ «Свердловский ЦГМС-Р» за 2010 г. [16]. Пробы почв в городе отбираются каждые пять лет по нерегулярной сетке на 90 постоянных площадках по одинаковому регламенту в местах ненарушенного грунта; пробные площадки располагаются в скверах, парках, лесопарковых зонах, на удалении от селитебных зон. На территориях жилых кварталов города отбор проб почвы не

Таблица 1. Значения коэффициентов корреляции r_1 металлов в почвах города.

Металл	Pb	Mn	Ni	Cu	Zn	Со
Pb	1	-0,09	0,01	0,04	0,05	-0,06
Mn	-	1	-0,29*	-0,03	0,00	0,18
Ni	-	-	1	0,20	0,04	0,59*
Cu	-	-	-	1	0,33*	0,14
Zn	-	-	-	-	1	-0,15
Co	_	_	_	_	_	1

^{*}Корреляция статистически значима при p < 0.05.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции r_2 металлов в отложениях локальных понижений микрорельефа.

Металл	Mn	Со	Ni	Cu	Zn	Pb
Mn	1	0,59*	0,12	0,23*	-0,04	-0,03
Co	-	1	0,72*	0,38*	0,11	0,07
Ni	_	_	1	0,28*	0,16*	0,16*
Cu	_	_	-	1	0,59*	0,38*
Zn	_	_	-	-	1	0,36*
Pb	_	_	-	-	_	1

^{*}Корреляция статистически значима при p < 0.05.

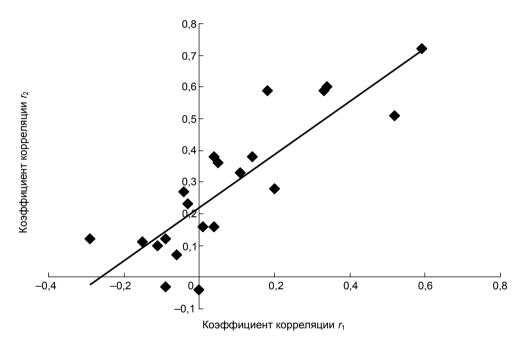


Рисунок 2. График зависимости коэффициентов корреляции $r_{_1}$ и $r_{_2}$.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между содержанием металлов и рН в отложениях.

Металл	Коэффициент корреляции	Среднее для слабокислой среды	Среднее для слабощелочной среды	p-значение (значимость различий между средними при $p < 0.05$)
Mn	r = 0.14; $p = 0.04$	744	835	0,11
Co	r = 0.31; $p < 0.01$	17	22	< 0,01
Ni	<i>r</i> = 0,23; <i>p</i> < 0,01	105	155	< 0,01
Cu	r = -0.15; $p = 0.03$	105	93	0,21
Zn	r = -0.2; $p < 0.01$	474	321	0,01
Pb	r = -0.17; $p = 0.02$	102	71	0,02

проводится. Фоновые пробы для г. Екатеринбурга отбираются на площадках в 50-60 км в юго-западном направлении за пределами территории города.

Для анализа связи содержания ТМ в отложениях и почвах в городе была составлена трехмерная корреляционная матрица.

В табл. 1 представлены значения коэффициентов корреляции $r_{_1}$ концентрации металлов в почвах города по данным [12].

Коэффициенты корреляции r_2 концентрации металлов в отложениях локальных понижений микрорельефа показаны в табл. 2.

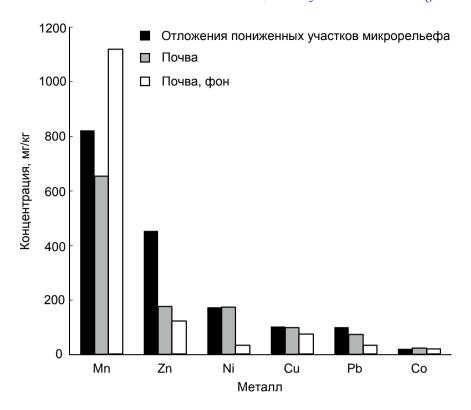


Рисунок 3. Распределение концентрации ТМ для отложений пониженных участков микрорельефа, почв на территории города и почв, отобранных на фоновых площадках в рамках мониторинга ГУ «Свердловский ЦГМС-Р».

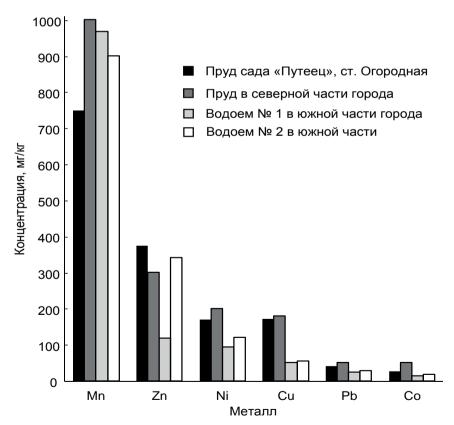


Рисунок 4. Ассоциация металлов для донных отложений четырех водоемов в городе Екатеринбурге.

Проведен корреляционный анализ коэффициентов корреляции r, и r, результаты анализа представлены на рис. 2.

Связь между r_1 и r_2 достоверно аппроксимируется линейной функцией вида y=0.22+0.84 х, $R^2=0.71$. Коэффициент корреляции r между коэффициентами корреляции r, и r, равен

0,84. Этот факт свидетельствует об общем генезисе металлов в отложениях локальных понижений микрорельефа и почвах.

Среда отложений локальных понижений микрорельефа в городе слабокислая и слабощелочная. Уровень рН составляет 6,13–8,78; среднее – 7,66; доля образцов со слабокислой средой –

12 %, со слабощелочной – 88 %. По результатам дисперсионного анализа средние значения рН отложений пониженных участков микрорельефа на разных типах литогенного субстрата значительно различаются. Обнаруживаются статистически значимые корреляционные связи концентраций Мп, Со, Ni Cu, Zn и Pb с рН в отложениях пониженных участков микрорельефа (табл. 3).

По результатам дисперсионного анализа среднее содержание Ni и Co, среднее логарифмов концентрации Pb и Zn в выборках значений pH со слабокислой и слабощелочной средой значительно различаются.

Геохимическая ассоциация металлов для отложений пониженных участков микрорельефа, почв на территории города и почв, отобранных на фоновых площадках в рамках мониторинга ГУ «Свердловский ЦГМС-Р», показана на рис. 3, где представлена средняя концентрация в исследуемых компонентах окружающей среды.

На рис. 4 показана геохимическая ассоциация металлов для донных отложений четырех водоемов.

Дисперсионный анализ связей металлов почв и отложений локальных понижений микрорельефа в городе в пределах разного литогенного субстрата выявил две генетические ассоциации. Первую, типоморфную ассоциацию, составляют Мп и Со. По-видимому, их накопление связано с процессами выветривания коренных пород и последующей миграцией металлов. Техногенную ассоциацию составляют Ni, Cu, Zn и Pb. Накопление этих элементов связано с техногенными источниками, такими как автотранспорт и промышленные предприятия. Щелочнокислотные свойства отложений также могут быть обусловлены в какой-то мере составом материнских пород.

Поскольку корреляционные связи между концентрациями металлов и рН слабые, то уровень рН не влияет на подвижность металлов в отложениях. Тем не менее, принимая во внимание, что катионогенные элементы образуют более растворимые соединения в кислых водах и менее растворимы в нейтральных и щелочных [17] и что доля образцов со слабокислой средой составляет лишь 12 %, в то время как со слабощелочной 88 %, можно полагать, что в большей части водосборных поверхностей городских ландшафтов перенос металлов происходит в нерастворимой форме в слабощелочной среде. В нерастворимой форме в отложения попадают Ni, Co и Mn. Однако наблюдаются значимо высокие концентрации Cu, Zn и Pb в слабокислой среде, что может свидетельствовать о существовании переноса этих металлов в растворимой форме, но доля ее незначительна.

Для отложений пониженных участков микрорельефа и почв города характерная геохимическая ассоциации металлов Mn–Zn–Ni–Cu–Pb–Co отличается от ассоциации металлов в фоновых пробах (Mn–Zn–Cu–Ni–Pb–Co). В то же время ассоциация металлов в фоновых пробах почв в целом соответствует ассоциации металлов в донных отложениях пруда в коллективном саду за пределами г. Екатеринбурга. В остальном же ассоциация металлов в почвах города, донных отложениях водоемов и отложениях пониженных участков микрорельефа на селитебных территориях города выглядит следующим образом: Mn–Zn–Ni–Cu–Pb–Co, что свидетельствует об общем генезисе металлов в этих компонентах городской среды.

Максимальные значения содержания металлов в донных отложениях фиксируются в водоемах, расположенных вблизи крупных промышленных предприятий. В пруду сада «Путеец» выявлены достаточно высокие концентрации Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, однако в целом уровни загрязнения здесь невысокие. Максимальная концентрация Мn характерна для донных отложений пруда в северной части города. Наиболее низкая концентрация металлов характерна для донных отложений водоемов в бывших карьерах Уктусского кирпичного завода.

Выводы

Использование различных видов современных антропогенных отложений для изучения проблем, связанных с современными экологически значимыми геохимическими процессами в среде обитания человека, позволяет получить дополнительную эколого-геохимическую информацию о долгосрочных процессах миграции и накопления тяжелых металлов.

Так, накопление Pb, Zn, Cu и Ni в отложениях локальных понижений микрорельефа связано с техногенными источниками, такими как автотранспорт и промышленные предприятия, в то же время Мп и Со имеют литогенное происхождение. Миграция элементов в отложения пониженных участков микрорельефа происходит в слабокислой и слабощелочной среде, однако уровень рН не является фактором, определяющим процессы переноса элементов.

Сравнительный анализ двух типов современных антропогенных отложений урбанизированной среды свидетельствует об общем генезисе металлов в отложениях водоемов и отложениях локальных понижений микрорельефа в городе. Сравнение геохимической ассоциации металлов в отложениях и почвах также показывает ее общее происхождение в этих компонентах городской окружающей среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 16-35-60044 мол_а_дк и 16-35-00129 мол_а.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Касимов Н. С. Экогеохимия городских ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1995. 327 с.
- 2. Экология города / под ред. Н. С. Касимова. М.: Научный мир, 2004. 624 с. 3. Wei B., Jiang F., Li X., Mu S. Spatial distribution and contamination assessment of heavy metals in urban road dusts from Urumqi, NW China // Microchemical Journal. 2009. № 93. P. 147–152.
- 4. Atiemo M. S., Ofosu G. F., Kuranchie-Mensah H., Tutu A. O., Palm N. D. M. L., Blankson S. A. Contamination Assessment of Heavy Metals in Road Dust from Selected Roads in Accra, Ghana // Research Journal of Environmental and Earth Sciences. 2011. № 3(5). P. 473–480.
- 5. Liu E., Yan T., Birch G., Zhu Y. Pollution and health risk of potentially toxic metals in urban road dust in Nanjing, a mega-city of China // Science of the Total Environment. 2014. No 476–477. P. 522–531.
- 6. Saeedi M., Li L. Y., Salmanzadeh M. Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons: Pollution and ecological risk assessment in street dust of Tehran // Journal of Hazardous Materials. 2012. № 227–228. P. 9–17.
- 7. Tang R., Ma K., Zhang Y., Mao Q. The spatial characteristics and pollution levels of metals in urban street dust of Beijing, China // Applied Geochemistry. 2013. № 35. P. 88–98.
- 8. Jordanova D., Jordanova N., Petrov P. Magnetic susceptibility of road deposited sediments at a national scale Relation to population size and urban pollution // Environmental Pollution. 2014. № 189. P. 239–251.
- 9. Seleznev A. A. Yarmoshenko I. V., Sergeev A. P. 137Cs in puddle sediments as timescale tracer in urban environment // Journal of Environmental Radioactivity.2015. № 142. P. 9–13.
- 10. Seleznev A. A., Yarmoshenko I. V. Study of urban puddle sediments for understanding heavy metal pollution in an urban environment // Environmental Technology & Innovation. 2014. № 12. P. 1–7.
- 11. Селезнев А. А., Ярмошенко И. В., Медведев А. Н. Оценка возраста загрязнения грунтов на урбанизированных территориях с использованием датирования по содержанию цезия-137 // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2014. № 4. С. 329–336.
- 12. Селезнев А. А. Эколого-геохимическая оценка состояния урбанизированной среды на основе исследования отложений пониженных участков микрорельефа (на примере г. Екатеринбурга): дис. ...канд. геол.-минерал. наук: 25.00.36: защищена 26.03.2015: утв. 01.07.2015. Екатеринбург, 2015. 141 с.
- 13. Макаров А. Б., Устюгова И. С., Захаров А. В. Минеральный состав и геохимические особенности донных отложений техногенных водоемов в юговосточной части г. Екатеринбурга // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского: сб. науч. ст. Пермь: ПГУ, 2010. Вып. 13. С. 316–321.
- 14. Макаров А. Б., Устюгова И. С. Техногенные водоемы городской агломерации города Екатеринбурга, их типизация и оценка загрязнения // Минералогия техногенеза-2009. Миасс: Ин-т минералогии УрО РАН, 2009. С. 83–85. 15. Макаров А. Б., Устюгова И. С., Щукин С. И. Донные отложения техногенных водоемов городской агломерации Екатеринбурга как индикатор загрязнения окружающей среды // Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Екатеринбург:

УГГУ, 2011. С. 82-84.

- 16. Ежегодник загрязнения почв городов Свердловской области токсикантами промышленного происхождения в 2010 году. Екатеринбург: Свердловский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями» (ГУ «Свердловский ЦГМС-Р»), 2011. 213 с.
- 17. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта, М.: Астрея-2000. 1999, 610 c.

REFERENCES

- 1. Kasimov N. S. 1995, Ekogeokhimiya gorodskikh landshaftov [Ecogeochemistry of urban landscapes], Moscow, 327 p.
- 2. Kasimov N. S. 2004, *Ekologiya goroda* [City ecology], Moscow, 624 p. 3. B. Wei, F. Jiang, X. Li, S. Mu. 2009, Spatial distribution and contamination assessment of heavy metals in urban road dusts from Urumgi, NW China. Microchemical Journal, no. 93, pp. 147–152.
- 4. M. S. Atiemo, G. F. Ofosu, H. Kuranchie-Mensah, A. O. Tutu, N. D. M. L. Palm, S. A. Blankson. 2011, Contamination Assessment of Heavy Metals in Road Dust from Selected Roads in Accra. Ghana, Research Journal of Environmental and Earth Sciences, no. 3(5), pp. 473–480. 5. E. Liu, T. Yan, G. Birch, Y. Zhu. 2014, Pollution and health risk of potentially
- toxic metals in urban road dust in Nanjing, a mega-city of China. Science of the Total Environment, no. 476-477, pp. 522-531.
- 6. M. Saeedi, L. Y. Li, M. Salmanzadeh. 2012, Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons: Pollution and ecological risk assessment in street dust of Tehran. Journal of Hazardous Materials, no. 227–228, pp. 9–17.
- 7. R. Tang, K. Ma, Y. Zhang, Q. Mao. 2013, The spatial characteristics and pollution levels of metals in urban street dust of Beijing, China. Applied Geochemistry, no.
- 8. D. Jordanova, N. Jordanova, P. Petrov, 2014. Magnetic susceptibility of road deposited sediments at a national scale Relation to population size and urban pollution. Environmental Pollution, no. 189, pp. 239–251.
- 9. Seleznev A. A., Yarmoshenko I. V., Sergeev A. P. 2015, 137Cs in puddle sediments as timescale tracer in urban environment. Journal of Environmental Radioactivity, no. 142, pp. 9-13.
- 10. Seleznev A. A., Yarmoshenko I. V. 2014, Study of urban puddle sediments for understanding heavy metal pollution in an urban environment. Environmental Technology & Innovation, no. 12, pp. 1–7.

 11. Seleznev A. A., Yarmoshenko I. V., Medvedev A. N. 2014, *Otsenka vozrasta*

zagryazneniya gruntov na urbanizirovannykh territoriyakh s ispol'zovaniem datirovaniya po soderzhaniyu tseziya-137 [Age assessment of soil pollution in urban areas with the use of dating by the content of cesium-137]. Geoekologiya. geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya Inzhenernava [Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology], no. 4, pp. 329–336.

12. Seleznev A. A. 2015, *Ekologo-geokhimicheskaya otsenka sostoyaniya*

- urbanizirovannoy sredy na osnove issledovaniya otlozheniy ponizhennykh uchastkov mikrorel'efa (na primere goroda Ekaterinburga). Dis. ... kand. geol.-min. nauk [Ecological-geochemical assessment of the state of the urban environment on the basis of studies of deposits depressed areas of micro topography (on the example of Ekaterinburg). Dissertation of the candidate of geological-mineralogical sciences], Ekaterinburg, 141 p.
 13. Makarov A. B., Ustyugova I. S., Zakharov A. V. 2010, *Mineral'nyy sostav i*
- geokhimicheskie osobennosti donnykh otlozheniy tekhnogennykh vodoemov Yugo-vostochnoy chasti g. Ekaterinburga [The mineral composition and geochemical characteristics of sediments of anthropogenic reservoirs in the South-eastern part of Ekaterinburg]. Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya pamyati P. N. Chirvinskogo: sb. nauch. st. [Problems of miner-alogy, petrography and metallogeny. Scientific Readings in Memory of Chirvinskiy P. N.: collection of scientific articles], Perm', vol. 13, pp. 316-321
- 14. Makarov A. B., Ustyugova I. S. 2009, Tekhnogennye vodoemy gorodskoy aglomeratsii goroda Ekaterinburga, ikh tipizatsiya i otsenka zagryazneniya [Anthropogenic reservoirs of urban agglomeration of Ekaterinburg, their typology and assessment of pollution]. Mineralogiya tekhnogeneza-2009: Nauchnoe izdanie [Mineralogy of technogenesis 2009: Scientific publication], Miass, pp. 83-85.
- 15. Makarov A. B., Ustyugova I. S., Shchukin S. I. 2014, Donnye otlozheniya tekhnogennykh vodoemov gorodskoy aglomeratsii Ekaterinburga kak indikator zagryazneniya okruzhayushchey sredy. Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. [Bottom sediments of anthropogenic reservoirs of urban agglomeration of Ekaterinburg as indicator of the environment pollution. Materials of the All-Russia scientific-practical conference], Ekaterinburg, pp. 82-84.
- 16. 2011. Ezhegodnik zagryazneniya pochv gorodov Sverdlovskoy oblasti toksikantami promyshlennogo proiskhozhdeniya v 2010 godu [Yearbook of polluted soils of cities of the Sverdlovsk region with toxicants of industrial origin in 2010], Ekaterinburg, 213 p.
- 17. Perel'man A. I., Kasimov N. S. 1999, Geokhimiya landshafta [Landscape geochemistry], Moscow, 610 p.

Андриан Анатольевич Селезнев, seleznev@ecko.uran.ru Илья Владимирович Ярмошенко, ivy@ecko.uran.ru Институт промышленной экологии УрО РАН Россия, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 20

Анастасия Сергеевна Савастьянова, an.savastianova@yandex.ru Уральский федеральный университет Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Анатолий Борисович Макаров, makarova211253@yandex.ru Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Andrian Anatol'evich Seleznev, seleznev@ecko.uran.ru Il'ya Vladimirovich Yarmoshenko ivv@ecko.uran.ru Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the RAS Ekaterinburg, Russia

Anastasiya Sergeevna Savast'yanova an.savastianova@yandex.ru **Ural Federal University** Ekaterinburg, Russia

Anatoliy Borisovich Makarov, makarova211253@yandex.ru **Ural State Mining University** Ekaterinburg, Russia

УДК 622.1.528.022.6 DDI 10.21440/2307-2091-2017-1-50-54

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВНУТРЕННИХ ОТВАЛОВ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Б. П. Голубко, А. Е. Банников, А. В. Гальянов

Development of effective observation methods of geomechanical processes in internal dumps and interpretation of their results

B. P. Golubko, A. V. Gal'yanov, A. E. Bannikov

The paper presents the developed method of instrumental observations over deformations of dump and the new mathematically founded method of field measurements. A basis of the presented method is linearly resection and indirect trigonometric leveling. This decreases twice or thrice time of conducting field meas-urements in comparison with traditional methods of geometrical leveling, and time of cameral data processing in electronic form. It allows one to capture full reference point position in space, and, given the large number of observed points, allows a deeper analysis of geodynamic processes of the dump. Using the observation station of areal type, shortened effective observation intervals and the measurement technique provided an opportunity to build three-dimensional models of the displacement velocity. It allowed determining locations of maximum shear rates in the area of mining and transport equipment location. As the main criterion for safety of mining operations authors accepted marginal inclination values of excavator working area, the longitudinal and transverse inclination of railway track. According to the calculated displacement velocity, model authors calculated locations of the manifestations of critical deformations of dump massif, and the time after which the platform will get a critical slope. The presented innovations in the observations of internal dump lay the foundation of a new monitoring concept of these dangerous technogenic objects, which will allow efficiently eliminating the effect of the negative features of geomechanical monitoring of internal dumps.

Keywords: observation station of areal type; reverse linear resection; indirect trigonometric leveling; areal graph of displacement velocities; shear velocity.

Представлена разработанная методика проведения инструментальных наблюдений за деформациями отвала и создана новая математически обоснованная методика полевых измерений. Представленный способ основан на линейно-угловой засечке и косвенном тригонометрическом нивелировании, благодаря чему сокращается в два-три раза время проведения полевых измерений по сравнению с традиционными методами геометрического нивелирования, время камеральной обработки данных в электронном виде. Способ позволяет фиксировать полное положение репера в пространстве и с учетом большого количества наблюдаемых пунктов проводить детальный анализ геодинамических процессов отвала. Использование наблюдательной станции площадного типа, укороченные эффективные интервалы наблюдений, методика измерений представили возможность построения трехмерных моделей по скоростям смещений. Это позволило определить места максимальных скоростей сдвига в зоне расположения горнотранспортного оборудования. В качестве основного критерия безопасности ведения горных работ были приняты предельные значения уклона рабочей зоны экскаватора, продольного и поперечного уклона железнодорожного пути. По расчетным моделям скоростей смещений были рассчитаны места проявления критических деформаций отвального массива и время, за которое рабочая площадка примет критический уклон. Представленные нововведения в наблюдениях внутреннего отвала закладывают основу новой концепции мониторинга этих опасных техногенных объектов, которая позволяет максимально эффективно устранить влияние отрицательных особенностей геомеханического мониторинга внутренних отвалов.

Ключевые слова: наблюдательная станция плошадного типа; обратная линейноугловая засечка; косвенное тригонометрическое нивелирование; плошадной график скоростей смещений; скорость савига.

ехнология отвалообразования горных пород сопряжена с повышенной опасностью. Процесс оседания горных пород зависит от их гранулометрического состава, параметров отвала, его основания, обводненности. Особое внимание заслуживает участок поверхности отвала в районе рас-

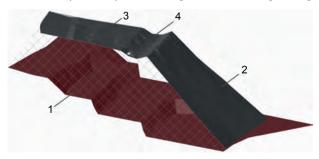


Рисунок 1. Трехмерная модель внутреннего отвала. 1 – основание отвала (борт отработанного карьера); 2 – откос отвала; 3 – поверхность отвала, место расположения горного оборудования; 4 – активная зона оседания.

положения горнотранспортного оборудования, обеспечивающего технологию отвалообразования. Это рабочая зона нахождения железнодорожного транспорта, экскаватора, бульдозера.

В данной статье объектом исследований является внутренний отвал ОАО «Ураласбест» (рис. 1). Маркшейдерский контроль геомеханического процесса проводится на поверхности отвала.

Методика проведения наблюдений была разработана в соответствии с современным взглядом на организацию геомеханического контроля открытых горных работ [1] с учетом международного опыта [2] и предусматривает требования:

- к конструкции наблюдательных сетей схеме и типу станции;
 - к методам производства измерений;
 - к точности проводимых измерений;
 - к способам обработки и интерпретации измерений.

Выбор способа инструментальных наблюдений обусловлен прежде всего целью наблюдений и требуемой точностью. Маркшейдерский геомеханический мониторинг подразумевает систематические наблюдения. Важным моментом в данном случае является сохранение наблюдательной станции. В активной зоне, где неизбежно присутствие горнотранспортного оборудования, сохранность рабочих реперов наблюдательной станции практически невозможна. Следовательно, разумным подходом в выборе методики мониторинга будет использование ее эффективности, которая обеспечит решение поставленной задачи при соблюдении следующих требований:

- использование штатного оборудования;
- минимальное количестве полевых исполнителей;
- минимальное время проведения полевых измерений;
- безопасность производства полевых работ;
- сведение к минимуму негативного влияния горнотехнологических факторов на сохранность наблюдательной станции.

В 2015 г. в связи с резким увеличением высоты внутреннего отвала, достижения отметки затопленных горизонтов отработанного карьера (рис. 2), ожидаемыми сильными оседаниями рабочей зоны отвала, развитие которых было зафиксировано ранее [3], неэффективным способом борьбы с фактором утраты реперов было принято решение об изменении методики мониторинга, подразумевающей увеличение периодичности проведения серий наблюдений с интервалом в один месяц, увеличение ко-

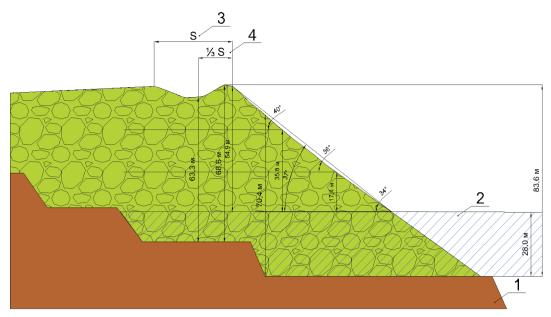


Рисунок 2. Фактический профиль отвала на наблюдаемом участке. 1 – дно карьера; 2 – уровень воды; 3 – зона оседания; 4 – зона интенсивного оседания.

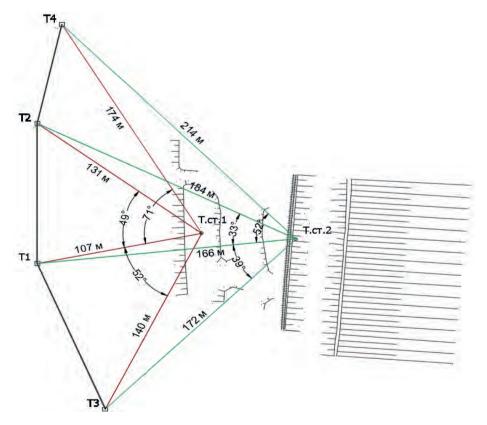


Рисунок 3. Схема обратных линейно-угловых засечек.

личества реперов площадной станции в наиболее активной зоне оседания до 20–40 шт., фиксирование полных смещений пунктов наблюдательной станции.

Методика полевых измерений также претерпела изменения – геометрическое нивелирование от изначальных исходных реперов проводится два раза в год и включает пункты, которые служат обоснованием для обратной линейно-угловой засечки – для контроля устоявшегося положения пунктов геодезической сети стущения (рис. 3); основной упор сделан на комбинацию засечки с полярным методом, с использованием инженерного тахеометра,

штативов с круглыми призмами и мини-призмы ровера, проводимых условно независимо дважды разными исполнителями.

Согласно данным «Таблица 3. Методические указания по наблюдениям...» [4], определенные преимущества линейно-угловых засечек по сравнению с другими методами были отмечены еще в 1980-х гг.: надежный контроль получения вектора смещения, минимальное число опорных пунктов – 2, получение всех составляющих вектора смещения. Высокая точность и современное программное обеспечение инженерных тахеометров позволяют положительно реализовывать предлагаемую методику. При выборе вида засечки было отдано предпочтение максимальному удобству проведения полевых измерений, минимальному времени проведения полевых работ, наименее трудоемким схемам измерений.

В методических указаниях отмечена целесообразность расчета точности определения малых величин смещения, которые поддаются интерпретации, также нужно исходить из реально возможной точности определения смещений современными методами и средствами измерений. Средняя квадратическая ошибка определения смещения mb не должна превышать $\pm 10-15$ мм, СКО определения положения реперов в одной серии наблюдений $m_{_{I(XY)}}=\pm 10$ мм, а ошибка определения относительного смещения реперов на 20-метровом интервале $\pm 5-7$ мм. При установлении наблюдениями скорости смещений более 0,1 мм/сут средняя квадратическая ошибка определения смещений не должна превышать ± 15 мм.

Предрасчет точности определения координат обратной линейно-угловой засечкой с двух, трех и четырех исходных пунктов велся в условной системе координат параметрическим уравниванием. В качестве параметров приняты плановые координаты определяемого пункта [3, 4].

В табл. 1 представлены результаты предварительного расчета точности определения планового положения для двух точек, с которых будут производиться дальнейшие измерения, при использовании двух, трех и четырех исходных пунктов (табл. 2). Схемы засечки обозначены на рис. 3. В качестве измерительного инструмента использовался инженерный тахеометр Leica TS06 с характеристиками СКО $m_{\beta} = 5$ ", $m_{l} = 1,5$ мм + 2 ppm.

Таблица 1. Зависимость СКО засечки от количества исходных пунктов.

Количество	СКО определения планов мм	
исходных пунктов	Т.ст.1	Т.ст.2
2	3,8	5,2
3	2,7	4,4
4	2,0	3,1

Определение высотных отметок рабочих реперов было выполнено косвенным тригонометрическим нивелированием от исходных пунктов дважды совместно с определением планового положения реперов наблюдательной сети. Формула имеет вид:

$$\Delta H_i = l_i \sin \delta_i - l_{i-1} \sin \delta_{i-1}.$$

Данная методика нивелирования была успешно опробована авторами ранее при построении опорных маркшейдерских сетей [5], также были изучены положительный опыт использования тригонометрического нивелирования из середины при наблюдениях за осадками сооружений [6], тригонометрическое нивелирование на профильных линиях [7], разработанные программы наблюдений тахеометром способом из середины [8].

Формулу определения СКО превышения методом косвенного тригонометрического нивелирования можно найти по стандартной формуле СКО функции от некоррелированных аргументов:

$$m_{i(m)} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\sin^2 \! \delta_{i-1} m_{l_{i-1}}^2 + \sin^2 \! \delta_{i} m_{l_{i-1}}^2 m_{l_{i}}^2 + \cos^2 \! \delta_{i-1} \left(\frac{m_{\delta}}{\rho} l_{i-1} \right)^2 + \cos^2 \! \delta_{i} \left(\frac{m_{\delta}}{\rho} l_{i} \right)^2 + 2 m_{\alpha}^2},$$

где δ_{i-1} , i – вертикальный угол при наведении на исходную и определяемую точку соответственно (в нашем случае δ в пределах 1°–6°, а следовательно, первыми двумя слагаемыми в формуле можно пренебречь); l_{i-1} , $_i$ – расстояния между исходным пунктом–тахеометром–репером; m_{δ} – ошибка измерения вертикального угла (равна $m_{\rm p}$); $m_{\rm j}$ – СКО измерения расстояний; тв – ошибка визирования на мини-призму ($m_{\rm g}$ = 0,7 мм); n – количество независимых измерений (в рассматриваемом случае n = 2).

Воспользовавшись законом распространения ошибки и продифференцировав уравнения смещений, можно найти СКО планового, вертикального и полного смещения реперов соответственно по формулам:

$$\begin{split} m_{\xi_k} &= \sqrt{m_{i(XY)_k}^2 + m_{i(XY)_{k-1}}^2}, m_{\eta_k} &= \sqrt{m_{i(H)_k}^2 + m_{i(H)_{k-1}}^2}, \\ m_{b_k} &= \sqrt{m_{i(XYH)_k}^2 + m_{i(XYH)_{k-1}}^2} &= \sqrt{\frac{m_{\xi_k}^2}{1 + \left(\eta/\xi\right)^2} + \frac{m_{\eta_k}^2}{1 + \left(\xi/\eta\right)^2}}, \\ m_{b_k(\xi \circ \eta)} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{m_{\xi_k}^2 + m_{\eta_k}^2}, \end{split}$$

где k,k-1 – последняя и предыдущая серии наблюдений (если методика в сериях не изменялась, то значения СКО можно принять равными); m_b – принимают либо за большее из СКО планового и высотного смещения, либо рассчитывают исходя из условия равенства величин смещения $\xi \approx \dot{\eta}$ (при вертикальном угле вектора смещения δ , близком к 45°).

В сводной табл. 2 представлены расчеты СКО смещений для наиболее слабой точки при точках стояния № 1 и № 2 и использования двух, трех и четырех исходных пунктов.

Проведенный предварительный расчет точности предлагаемой методики определения полных смещений реперов наблюдательной станции подтверждает полное соответствие требованиям маркшейдерских инструкций и методических указаний.

Технология отвалообразования обеспечивается железнодорожным транспортом и экскаваторами ЭКГ-8И, формирующими берму безопасности и борт отвала.

Производя геодинамический анализ результатов наблюдений, в качестве основного критерия безопасности ведения горных работ приняли предельные значения уклона рабочей зоны экскаватора, продольного и поперечного уклона железнодорожного пути [9]. Допустимый уклон рабочей площадки ЭКГ-8И, руководствуясь СНиП 2.05.07–91, необходимо принять равным 4о. На железнодорожных путях карьеров, руководствуясь ЦП-774, можно применять руководящий уклон 40 ‰, при использовании тяговых агрегатов – не круче 60 ‰, предельный поперечный уклон составляет ~100 ‰, на прямых участках разрешено содержать путь по уровню с возвышением на 6 мм одной рельсовой нити над другой с соответствующим уклоном ~4 ‰. Такие значения уклонов будут обеспечивать необходимый уровень безопасности ведения горных работ.

Таблица 2. Зависимость СКО положения репера и определения его смещений от количества исходных пунктов.

			СКО	положения	я наиболее с	лабого пу	нкта и опре	еделения с	его смеще	ний, мм		
Количество исходных пунктов			T.c	т.1					7	Г.ст.2		
	$m_{(XY)}$	<i>m</i> _(H)	$m_{_{\xi}}$	$m_{_{ m \eta}}$	<i>m</i> _{b(ξ≈η)}	$m_{_b}$	$m_{(XY)}$	m _(H)	$m_{_{\xi}}$	$m_{_{\eta}}$	$m_{b(\xi \approx \eta)}$	$m_{_b}$
2	3,3	2,8	4,7	4,0	4,4	4,7	4,2	3,2	5,9	4,5	5,2	5,9
3	2,8	2,6	4,0	3,7	3,8	4,0	3,7	3,0	5,2	4,2	4,7	5,2
4	2,4	2,5	3,4	3,5	3,4	3,4	3,0	2,8	4,2	4,0	4,1	4,2

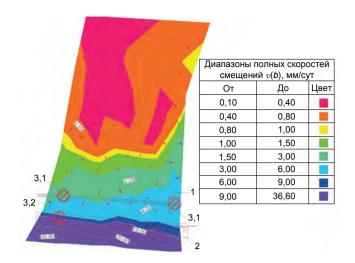


Рисунок 4. Площадной график скоростей полных смещений 22-й серии наблюдений. 1 — подъездные железнодорожные пути; 2 — рабочая площадка ЭКГ-8И; 3,1; 3,2 — места максимальных скоростей сдвига для железнодорожных путей и экскаватора, время критических деформаций 29 и 37 сут, соответственно.

Для максимальной информативности интерпретации данных и эффективного устранения фактора утраты реперов недостаточно сокращения интервалов наблюдений до одного месяца, необходимого для фиксирования изменения положения на-блюдательного пункта в рабочей зоне. Из-за технологии отвалообразования, активной стадии оседания отвала рабочая площадка под экскаватор регулярно выравнивается, что неминуемо ведет к полной утрате пунктов наблюдательной станции. Следовательно, по результатам проведения серий интервалы эффективных наблюдений могут отличаться в несколько раз. Отсюда можно сделать рациональный вывод о том, что абсолютные значения смещений в геодинамическом анализе крайне неинформативны и оперировать необходимо скоростями смещений.

Авторы статьи рассмотрели опыт применения современных компьютерных технологий при анализе результатов наблюдений за деформациями главного корпуса обогатительной фабрики «Распадская» [10], в котором был применен программный продукт СREDO Расчет деформаций 1.01. Результатом приведенного анализа явились деформационная поверхность и трехмерная модель осадок. Также были рассмотрены методики построения цифровых моделей осадок для анализа деформационных процессов промышленных сооружений с использованием геостати-

Определение времени критического деформирования в наиболее слабых участках площадной станции *T*^н, сут.

Серия наблюдений	C ₂₂	C ₂₄	C_{25}
Подъездные железнодорожные пути	29	45	37
Рабочая площадка ЭКГ-8И	48	65	65

стических методов на примере Барнаульской ТЭЦ-2, Ленинградской АЭС [11].

Для построения площадных графиков скоростей смещений авторами был применен универсальный программный продукт фирмы Autodesk – AutoCAD Civil 3D. Поверхности строились методом треугольников (TIN-поверхность) по плановым координатам и взятым вместо высотных отметок значениям скоростей смещений. Так как скорости смещений определены на конкретных реперах с определенной точностью, TIN-поверхность, построенная по таким значениям, будет независима от ошибки интерполирования значений на участках с утраченными реперами – в отличие от построения TIN-поверхности как разности поверхностей

по высотным отметкам, что было подтверждено в предыдущих научно-исследовательских работах на данном отвале.

В полученных пространственных моделях были отмечены существующий рельеф в виде уступов отвала, трещины, расположение железнодорожных путей и рабочей зоны экскаватора.

В предлагаемой методике анализа геодинамических процессов на пространственной модели определяется скорость сдвига, либо, другими словами, скорость изменения уклона рабочей зоны экскаватора и железнодорожные пути с максимальным значением на наблюдаемом участке. Физический смысл представлен далее.

Сдвиг – это отношение разности полных смещений соседних реперов к расстоянию между этими реперами по нормали к направлению их смещения. При несовпадении направлений смещений реперов выбирают наиболее характерное для исследуемого участка прибортового массива направление смещения. Формула расчета сдвига:

$$\gamma = \frac{b_{n+1} - b_n}{m},$$

где m – расстояние между реперами по нормали к направлению смещения, м.

Поделив обе части на временной интервал между сериями наблюдений t, получим формулу скорости сдвига:

$$v_{\gamma} = \frac{v_{b_{n+1}} - v_{b_n}}{m}.$$

Можно сделать вывод о том, что угол между горизонтом и плоскостью треугольника TIN-поверхности, построенной по скоростям смещений, физически будет соответствовать скорости изменения этого угла во времени. Иными словами, на предложенных 3D-моделях графически можно определить наибольшую скорость изменения уклона в рабочей зоне экскаватора и железнодорожных путей в определенной серии наблюдений (рис. 4).

По полученным данным можно произвести расчет предполагаемого времени, за которое рабочая площадка в наиболее слабом месте исследуемого участка изменит свой уклон до критических значений для принятого оборудования и транспорта:

$$T^{H} = \frac{\angle i}{v_{y_{\text{max}}}} = \frac{\tan \angle \theta}{v_{y_{\text{max}}}},$$

где T^{H} – время деформирования борта, необходимое для достижения критического значения уклона, сут; \angle i, $\angle\theta$ – допустимый уклон, либо угол наклона площадки соответственно; $v_{\gamma(\text{max})}$ – максимальная скорость сдвига на наблюдаемом участке рабочей зоны.

Время критического деформирования было рассчитано при допустимых уклонах железнодорожных путей 4‰, площадки под экскаватор – 70 ‰, результаты приведены ниже.

В представленной статье была пересмотрена концепция проведения геомеханического мониторинга наблюдений за деформациями отвала. Математически обоснована и успешно применена новая методика проведения полевых измерений, основанная на линейно-угловой засечке и косвенном тригонометрическом нивелировании. Время проведения полевых измерений с учетом большого количества реперов и сложного рельефа прибортовой площадки отвала по сравнению с традиционными методами геометрического нивелирования сокращается в два-три раза. Существенно экономится время камеральной обработки данных в электронном виде. Методика позволяет фиксировать положение репера по трем координатным осям, что дает возможность прово-

дить более глубокий анализ геодинамических процессов отвала.

Использование станции площадного типа, укороченные эффективные интервалы наблюдений, новая концепция анализа и интерпретации посредством построения площадных графиков скоростей смещений позволяют максимально устранить влияние отрицательных особенностей геомеханического мониторинга внутренних отвалов: частая утрата реперов в рабочей зоне отвала, ведение наблюдений только верхней площадки отвала.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Ташкинов А. С., Таюрский А. А, Мироненко А. Т. Организация геомеханического контроля в условиях открытых горных работ // Вестник КузГТУ. 2007. № 2. С. 39–41.
- 2. Palamar A.Yu., Laufer D. D. Analysis of methods of predicting pit walls and waste dumps stability // Computer science, information technology, automation. 2015. № 1. P. 2–5.
- 3. Банников А. Е., Голубко Б. П. Разработка методики наблюдений за геомеханическими процессами внутренних отвалов // Уральская горная школа регионам: Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. С. 290–291.
- 4. Банников А. Е., Голубко Б. П. Оценка точности маркшейдерско-геодезического обеспечения при строительстве высотных инженерных сооружений и методы ее повышения // Изв. УГГУ. 2013. № 2(30). С. 31–34.
- 5. Голубко Б. П., Банников А. Е. Разработка и внедрение новых методик измерений при создании подземных маркшейдерских опорных сетей // Маркшейдерия и недропользование. 2015. № 2(76). С. 56–59.
- 6. Никонов А. В. Опыт применения тригонометрического нивелирования с использованием электронных тахеометров для наблюдения за осадками сооружений // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 1, №1. С. 78–86.
- 7. Щерба О. С. Методы тригонометрического нивелирования при маркшейдерских наблюдениях на профильных линиях // Вестник ЮУрГУ. Сер. Строительство и архитектура. 2011. № 16. С. 53–55.
- 8. Уставич Г. А. Рахымбердина М. Е. Разработка программ наблюдений тахеометром на нивелирной станции способом из середины // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 1, № 1. С. 163–168.
- 9. Голубко Б. П., Яковлев В. Н., Кощеев И. С. Маркшейдерский контроль за геомеханическим процессом внутренних отвалов вскрышных пород // IVth International geomechanics conference. Varna, Bulgaria, 2010.
- 10. Новоселов Д. Б. Самбурский Д. В. Применение современных компьютерных технологий при обработке и анализе результатов наблюдений за деформациями зданий и сооружений // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. Т. 1. № 2. С. 39—43.
- 11. Басаргин А. А. Анализ деформаций фундаментов промышленных сооружений с применением геостатистических методов // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012. Т. 1, № 1. С. 201–205.

REFERENCES

1. Tashkinov A. S., Tayurskiy A. A., Mironenko A. T. 2007, Organizatsiya geomekhanicheskogo kontrolya v usloviyakh otkrytykh gornykh rabot

Борис Павлович Голубко, golubko.b@mail.ru Антон Евгеньевич Банников, bannikovaesun@mail.ru Алексей Владимирович Гальянов, sgimd@mail.ru Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

- [Organization of geomechanical monitoring in conditions of open cast mining]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik of Kuzbass State Technical University], no. 2, pp. 39–41.
- 2. Palamar A. Yu., Laufer D. D. 2015, Analysis of methods of predicting pit walls and waste dumps stability. Computer science, information technology, automation, no. 1.
- 3. Bannikov A. E., Golubko B. P. 2015, Razrabotka metodiki nablyudeniy za geomekhanicheskimi protsessami vnutrennikh otvalov [Development of observation techniques for the geomechanical processes of internal dumps]. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Ural'skaya gornaya shkola regionam» [International scientific-practical conference "Ural Mining School to regions"], pp. 290–291.
- 4. Bannikov A. E., Golubko B. P. 2013, Otsenka tochnosti marksheyderskogeodezicheskogo obespecheniya pri stroitel'stve vysotnykh inzhenernykh sooruzheniy i metody ee povysheniya [Evaluation of the accuracy of surveyorgeodetic provision in the construction of high-rise engineering structures and methods of its increase]. Izvestiya UGGU [News of the Ural State Mining University], no. 2(30), pp. 31–34.
- 5. Golubko B. P., Bannikov A. E. 2015, Razrabotka i vnedrenie novykh metodik izmereniy pri sozdanii podzemnykh marksheyderskikh opornykh setey [Development and implementation of new measurement techniques in creating underground mine surveying backbones]. Marksheyderiya i nedropol'zovanie [Mine surveying and subsurface use], no. 2(76), pp. 56–59.
- 6. Nikonov A. V. 2013, Opyt primeneniya trigonometricheskogo nivelirovaniya s ispol'zovaniem elektronnykh takheometrov dlya nablyudeniya za osadkami sooruzheniy [Experience of using trigonometric leveling by using electronic tacheometers for monitoring construction precipitation.]. Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia], no. 1, vol. 1.
- 7. Shcherba O. S. 2011, Metody trigonometricheskogo nivelirovaniya pri marksheyderskikh nablyudeniyakh na profil'nykh liniyakh [Trigonometric leveling methods during mine surveying observations on core lines]. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura [Proceedings of South Ural State University. Series: Construction and Architecture], no. 16, pp. 53–55.
- 8. Ustavich G. A., Rakhymberdina M. E. 2013, Razrabotka programm nablyudeniy takheometrom na nivelirnoy stantsii sposobom iz serediny [Development of observer programs using tachymeter on the leveling station by the middle way]. Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia], no. 1, vol 1. 9. Golubko B. P., Yakovlev V. N., Koshchev I. S. 2010, Marksheyderskiy kontrol' za geomekhanicheskim protsessom vnutrennikh otvalov vskryshnykh porod [Surveying control of geomechanical processes of internal overburden dumps]. IVth international geomechanics conference.
- 10. Novoselov D. B., Samburskiy D. V. 2014, Primenenie sovremennykh komp'yuternykh tekhnologiy pri obrabotke i analize rezul'tatov nablyudeniy za deformatsiyami zdaniy i sooruzheniy [The application of modern computer technology in the processing and analysis of the results of observations over deformations of buildings and constructions]. Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia], no. 2, vol. 1.
- 11. Basargin A. A. 2012, Analiz deformatsiy fundamentov promyshlennykh sooruzheniy s primeneniem geostatisticheskikh metodov [Analysis of the deformation of foundations of industrial facilities using geostatistical methods]. Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia], vol. 1.

Boris Pavlovich Golubko, golubko.b@mail.ru Anton Evgen'evich Bannikov, bannikovaesun@mail.ru Aleksey Vladimirovich Gal'yanov sgimd@mail.ru Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 622.861 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-55-58

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ПРОВЕТРИВАНИЯ И СПАСЕНИЯ ЗАСТИГНУТЫХ АВАРИЕЙ ЛЮДЕЙ В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ

М. Г. Коряга, А. Н. Домрачёв

Prospects of wells application for assurance of the emergency modes of airing and rescuing people caught in an accident in coal mine

M. G. Koryaga, A. N. Domrachev

The article provides an analysis of the chronology of accidents, indicating the imperfection of the system of emergency protection of coal mines. Authors determined the time of retrieval of personnel to the surface and operative localization of arisen fire or consequences of explosion. The most pressing problem in case of accidents with the long period of development and the risk of blocking of emergency exits is to rescue personnel of mine, especially when time of retrieval to the surface exceeds the time of protective effect of self-rescuer. Authors also set a number of objectives for rescue of the personnel in an emergency and determined estimated time of retrieval of worker with self-rescuer to a surface in a normal mine atmosphere. The article presents the most likely scenarios for mine personnel in case of an unexpected development of the accident. If coal mine has a station of switching to reserve self-rescuers (SSRS) then it becomes possible to reach the surface in a time exceeding the time of the protective effect of the self-rescuer, but upon leaving the SSRS personnel falls under the shock wave effect or other damaging factors that form in the process of accident development. Chronology of mining accidents shows that if rescuers have not managed to eliminate the source of fire or explosion effects of methane-air mixture in the first hours of the accident, in the next 24 hours the situation would only get worse. Authors considered the rescue of mine personnel by the means of collective rescue of personnel or refuge chambers. One can find the review of commercially available models of refuge chambers, as well as their main technical characteristics. Authors propose a variant of extending the functionality of the refuge chamber and substantiate the integration of advanced drilling technologies in the emergency protection system of the mine of modern technological level.

Keywords: accident; mine rescue; refuge chamber; well.

Приведен анализ хронологии аварий, свидетельствующий о несовершенстве системы противоаварийной защиты угольных шахт. Определено время вывода персонала на поверхность и оперативную локализацию возникшего пожара или последствий взрыва. В свете этого наиболее актуальной проблемой при воз-никновении аварий с длительным периодом развития и опасностью блокирования запасных выходов является спасение персонала шахты, особенно когда время выхода на поверхность превышает время защитного действия самоспасателя. Поставлен ряд задач для спасения персонала в аварийной ситуации. Определено расчетное время выхода рабочего, включенного в самоспасатель, на поверхность в нормальной атмосфере шахты. Приведены наиболее вероятные варианты событий для персонала шахты в случае непредвиденного развития аварии. Отмечено, что если имеется пункт переключения в резервные самоспасатели (ППРС), то обеспечивается возможность выхода на поверхность за время, превышающее время защитного действия самоспасателя, но по выходу из ППРС персонал попадет под действие ударной волны или других поражающих факторов, формирующихся в процессе развития аварии. Хронология аварий в шахтах показывает, что если не удалось ликвидировать очаг возгорания или последствия взрыва метано-воздушной смеси в первые часы аварии, то в последующие 24 часа ситуация только ухудшается. Рассмотрено спасение персонала шахты средствами коллективного спасения персонала (ПКСП) или камерами-убежищами. Произведен обзор серийно выпускаемых моделей камер-убежищ. Приведены их основные технические характеристики. Предложен вариант расширения функциональных возможностей камеры-убежища. Обоснована интеграция перспективных буровых технологий в систему противоаварийной защиты шахты современного технического уровня.

Ключевые слова: авария; шахта; спасение; камера-убежище; скважина.

расследования причин аварий в период 2004–2010 гг. (взрывов метано-воздушной смеси, угольной пыли и пожаров) свидетельствуют о несовершенстве системы противоаварийной защиты угольных шахт [1].

Анализ хронологии аварий показывает, что время на вывод персонала на поверхность и оперативную локализацию воз-никшего пожара или последствий взрыва составляет в среднем 60 мин, после чего события развиваются для шахты катастрофически. При этом на этапе ввода в действие ПЛА все сложнее становится определить причину и локализовать место возникновения аварии.

План ликвидации аварий (ПЛА) на шахте всегда предусматривает случай, когда шахтер будет двигаться из наиболее удаленной точки шахты, включившись в изолирующий самоспасатель [2].

В свете этого наиболее актуальной проблемой при возникновении аварий с длительным периодом развития и опасностью блокирования запасных выходов является спасение персонала шахты, особенно когда время выхода на поверхность превышает время защитного действия самоспасателя.

Руководству шахты для спасения персонала в аварийной ситуации и локализации и ликвидации аварии на начальной стадии необходимо решить ряд задач:

- 1. Определить время выхода из наиболее удаленной точки шахты рабочего, включившегося в изолирующий самоспасатель;
- 2. В случае, если время защитного действия самоспасателя не обеспечивает выход на поверхность или свежую струю воздуха, предусмотреть расположение средств коллективной защиты персонала в шахте;
- 3. Создать условия для сосредоточения находящихся в шахте членов вспомогательных горноспасательных команд (ВГК) и формирования из них отделений, способных при наличии необходимого оснащения быстро и эффективно локализовать аварию на начальной стадии.

В инструкции по составлению ПЛА [3] указано, что «...если расчетное время выхода работника от рабочего места до ближайшей свежей струи при пожаре составляет более 30 минут, проводится непосредственный вывод всех работников, занятых



Рисунок 1. Модуль ППРС.

на данном рабочем месте, включенных в самоспасатели. Время, полученное при выводе работников (зачет по последнему), увеличивается в 1,43 раза. Для случаев пожара в выработках с наибольшей пожарной нагрузкой (выработки, оборудованные ленточными конвейерами) повышающий коэффициент k принимается равным 2».

На практике при расчете применяется наибольший коэффициент, равный 2. Учитывается также то, что есть модели самоспасателей с временем защитного действия 50 мин.

Таким образом, время выхода рабочего, включенного в самоспасатель, рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{\tiny H. a}} k \leq T_{\text{\tiny 3. H. C}}$$

где $T_{_{\mathrm{u},\mathrm{a}}}$ – время выхода рабочего в самоспасателе в чистой атмосфере шахты, мин; k – повышающий коэффициент, равный 2; $\mathrm{T}_{_{\mathrm{3.д.c}}}$ – время защитного действия самоспасателя, мин.

Соответственно $T_{_{\mathbf{q}},\mathbf{a}}$ определяется:

$$T_{_{\text{Y, a}}} \leq T_{_{_{3, \Pi, C}}}/k,$$

В случае времени защитного действия самоспасателя 50 мин время выхода из наиболее удаленной точки шахты в незадымленной атмосфере должно составлять не более 25 мин.

Если за это время рабочие успевают выйти на поверхность, то подземные средства коллективной защиты персонала не требуются.

Основная проблема может возникнуть в случае, кода работники не успевают выйти на поверхность или доходят только до выработки со свежей струей воздуха.

Во-первых, в случае непредвиденного развития аварии этой свежей струи воздуха может уже и не быть.

Во-вторых, как отмечено ранее, 60 мин – это время, после которого авария может начать развиваться катастрофически, и время, близкое к истечению времени защитного действия самоспасателя.

Пожар, переходящий во взрыв метана и угольной пыли, или серия взрывов метано-воздушной смеси (МВС) создаст ударную волну [4], распространяющуюся по выработкам со скоростью, близкой к скорости звука.

Если имеется пункт переключения в резервные самоспасатели (ППРС), то обеспечивается возможность выхода на поверхность за время, превышающее время защитного действия самоспасателя, но по выходу из ППРС персонал попадет под действие ударной волны или других поражающих факторов, формирующихся в процессе развития аварии.

Кроме того, серийно производимые пункты переключения в резервные самоспасатели не могут обеспечить долговременную защиту персонала в случае пожара или затопления шахты.

ППРС [5] предназначен только для защиты людей от воздействия вредных факторов рудничной атмосферы при переключении работников шахт в резервные самоспасатели в аварийных ситуациях (рис. 1).

ППРС имеет модульную конструкцию. Модули между собой соединяются герметично, концевые модули имеют герметично закрывающиеся двери. В одном модуле располагается 15 изолирующих самоспасателей. Пункт оснащен запасным литровым баллоном со сжатым кислородом для аппарата искусственного дыхания.

Хронология аварий в шахтах [6, 7] показывает, что если не удалось ликвидировать очаг возгорания или последствия взрыва МВС в первые часы аварии, то в последующие 24 часа ситуация только ухудшается. Задымление, распространение пожара, (повторные) взрывы МВС и угольной пыли отрезают подходы горноспасателей к оставшимся под землей людям.

Из этого следует вторая задача, которую необходимо решить руководству шахты или проектирующей организации на стадии создания проекта предприятия – это определение мест расположения пунктов коллективного спасения персонала (ПКСП) или камер-убежищ.

В документах по безопасности, надзорной и разрешительной документации в угольной промышленности четко прописаны требования только для тупиковых выработок шахт, разрабатывающих пласты угля, склонные к внезапным выбросам угля (породы) и газа.

В тупиковых выработках протяженностью более 500 м передвижные спасательные пункты должны устанавливаться в 80–100 м от забоя, остальные средства коллективной защиты персонала располагаются так же, как и ППРС.

В настоящее время камеры-убежища серийно выпускаются только иностранными производителями, в России работы пока находятся в стадии формирования технических требований и нормативной базы.

Австралийская компания Mine ARC Systems [8] выпускает целый модельный ряд бункеров-убежищ. Разработаны и производятся модели высотой от 1,1 до 2,2 м. Масса таких передвижных модулей колеблется от 11 до 20 т, вместимость от 8 до 24 человек. Система жизнеобеспечения имеет запас воздуха в баллонах, климатическую установку, систему регенерации кислорода и аккумуляторное обеспечение электроэнергией. Необходимо отметить, что управление таким модулем не является полностью автоматизированным. Оно состоит более чем из 15 операций, выполняемых находящимися внутри шахтерами.

На рис. 2 показан бункер-убежище для выработок высотой до 1,2 м.

Американская компания Strata world wide [9] разработа-



Рисунок 2. Бункер-убежище, модель LowSeamCoalSAFECSLS-54119-ECB.



Рисунок 3. Бункер-убежище Strata world wide.

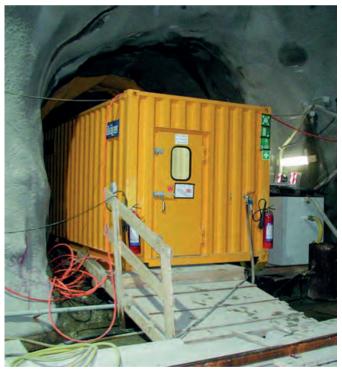


Рисунок 4. Камера-убежище компании Dräger.

ла модельный ряд подземных убежищ различного назначения: надувное изолирующее убежище, бункер-убежище, модульное бункер-убежище и пункт переключения в резервные самоспасатели.

Бункер-убежище и его модульная модификация оснащены системой жизнеобеспечения, имеют запас воздуха в баллонах, климатическую установку, систему регенерации кислорода и аккумуляторное обеспечение электроэнергией. На рис. 3 показан бункер-убежище Strata world wide.

Пункт переключения в резервные самоспасатели Strata world wide комплектуется запасом продувочного воздуха в баллонах, комплектом изолирующих самоспасателей и опционально изолирующими респираторами.

Компания Dräger [10] производит камеры-убежища со сроком пребывания до 48 ч. В комплект камер входят запас воздуха в баллонах, климатическая установка, система регенерации кислорода, аккумуляторное обеспечение электроэнергией, химический туалет, запас воды и продуктов.

На рис. 4 показана такая камера-убежище. Все рассмотренные камеры-убежища обеспечивают защиту персонала шахты в случае аварии. Продолжительность и характер защиты определяются их конструктивными особенностями.

Они отвечают предъявляемым к ним требованиям по защите и автономному жизнеобеспечению укрывшегося персонала шахты, но имеют один общий недостаток – отсутствие внешнего источника воздуха.

Необходимость в обеспечении вентиляции камеры-убежища воздухом, подаваемым через скважину, дает возможность поддерживать через эту же скважину связь, подачу воды и продуктов отрезанным под землей шахтерам, что в свою очередь дает дополнительное время для проведения спасательных работ. Кроме того, такая камера практически соответствует требованиям действующего и разрабатываемых уставов ВГСЧ к подземной базе для ведения аварийно-спасательных работ (п. 319 [4]). С учетом благоприятных условий хранения оборудования и средств экипировки такая камера может быть заранее укомплектована резервными респираторами, аппаратами искусственной вентиляции легких, и т. д., что позволяет использовать ее как пункт сосредоточения, формирования и дооснащения отделений из отдельных членов ВГК, а также как подземную базу для ведения работ профессиональными горноспасателями.

Следовательно, наиболее перспективным является строительство подземной камеры-убежища в виде изолированной выработки с пробуренной в нее с поверхности скважины [11, 12].

В такую выработку-убежище при необходимости может быть пробурена скважина большого диаметра [13], позволяющая выполнить спуск-подъем спасательной капсулы для доставки людей непосредственно на поверхность. В случае необходимости скважина большого диаметра позволяет обеспечить нагнетательное проветривание с использованием временной вентиляторной установки на поверхности как при создании камеры выравнивания давления, так и реализации дополнительных аварийных вентиляционных режимов в соответствии с оперативным планом (планами) ликвидации аварии.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что интеграция перспективных буровых технологий в систему противоаварийной защиты шахт современного технического уровня способна не только обеспечить защиту персонала в аварийной ситуации, но и повысить эффективность ведения аварийно-спасательных работ как на начальной, так и на последующих стадиях локализации и ликвидации аварии.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Годовые отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2004–2012 гг. URL: http://arch.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_slujby/
- 2. Правила безопасности в угольных шахтах: ПБ 05-618-03. Сер. 05. Вып. 11. М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2013. 184 с.
- 3. Инструкция по составлению планов ликвидации аварий на угольных шахтах. Сер. 05. Вып. 20. 2-е изд., исправл. М.: 3AO «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2015. 120 с.
- 4. Устав военизированной горноспасательной части (ВГСЧ) по организации и ведению горноспасательных работ на предприятиях угольной и сланцевой промышленности: утв. Минтопэнерго Рос. Федерации и Госгортехнад-

зором России 27.06.97. М., 1997. 197 с.

- 5. Пункт переключения в резервные самоспасатели ППРС. URL: http://www.kezsb.ru
- 6. Авария на шахте «Ульяновская»: слишком высокая цена дешевого угля. URL: http://industrial-disasters.ru/disasters/shahta-ulyanovskaya-2007
- 7. Хронология первых трех дней аварии на шахте «Распадская» в 2010 году. URL: http://ria.ru/spravka/20120509/641892887.html
- $8. \ Coal Mining Mine ARC Coal SAFE. \ URL: http://www.minearc.com/category/coal-mines.$
- 9. Strata Worldwide: Камеры-убежища. URL: http://www.strataworldwide.com/chambers
- 10. Dräger Россия. Спасательные системы и укрытия. URL: http://www.draeger.com/sites/ru_ru/Pages/Applications/Advisor.aspx?navID=1581
- 11. Черепов А. А., Ерусланов А. П., Ярош А. С., Кузнецов Д. А., Сергеев О. А., Мусинов С. Н. Безопасность подземного персонала, застигнутого чрезвычайной ситуацией: концепция и пути решения проблемы // Уголь Кузбасса. 2015. № 6 (046) С. 72–76.
- 12. Коряга М. Г., Исаченко А. А. Вентиляционные скважины большого диаметра и перспективы их применения для спасения застигнутых аварией людей в условиях угольной шахты // Наукоемкие технологии и использование минеральных ресурсов. 2016. № 2. С. 493—496.
- 13. Китайских горняков подняли из-под завалов через месяц после обрушения шахты. URL: https://lenta.ru/news/2016/01/29/china/

REFERENCES

- 1. Godovye otchety o deyatel'nosti Federal'noy sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru v 2004–2012 gg. [Annual reports on the activities of Federal Service for Ecological, Technological and Nuclear Supervision in 2004-2012 years]. Available at: http://arch.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_slujby
- 2. 2013, Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti ugol'nykh shakhtakh «Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh» (PB 05-618-03) [Federal rules and regulations in the field of industrial safety of coal mines "Safety rules in coal mines" (PB 05-618-03)], Moscow, series 05, vol. 11, 184 p.
- 3. 2015, Instruktsiya po sostavleniyu planov likvidatsii avariy na ugol'nykh shakhtakh [Instructions on drawing up plans for the elimination of accidents in

coal mines], Moscow, series 05, vol. 20, 120 p.

- 4. 1997, Ustav voenizirovannoy gornospasatel'noy chasti (VGSCh) po organizatsii i vedeniyu gornospasatel'nykh rabot na predpriyatiyakh ugol'noy i slantsevoy promyshlennosti [The Charter of the paramilitary mine rescue brigade in organizing and conducting of rescue works in the coal and oil shale industries], Moscow, 197 p.
- 5. Punkt pereklyucheniya v rezervnye samospasateli PPRS [Station of switching to reserve self-rescuer SSRS]. Available at: http://www.kezsb.ru
- 6. Avariya na shakhte «Ul'yanovskaya»: slishkom vysokaya tsena deshevogo uglya [The accident at the mine "Ulyanovsk": too high price of cheap coal]. Available at: http://industrial-disasters.ru/disasters/shahta-ulyanovskaya-2007
- 7. Khronologiya pervykh trekh dney avarii na shakhte "Raspadskaya" v 2010 godu [Chronology of the first three days of the accident on "Raspadskaya" mine in 2010]. Available at: http://ria.ru/spravka/20120509/641892887.html
- 8. Coal Mining minearc coalsafe. Available at: http://www.minearc.com/category/coal-mines
- 9. Strataworldwide: Kamery ubezhishcha [Strataworldwide: refuge chambers]. Available at: http://www.strataworldwide.com/chambers
- 10. Dräger Rossiya. Spasatel'nye sistemy i ukrytiya [Dräger Russia. Rescue systems and shelters]. Available at: http://www.draeger.com/sites/ru_ru/Pages/Applications/Advisor.aspx?navID=1581
- 11. Cherepov A. A. et al. 2015, Bezopasnost' podzemnogo personala, zastignutogo chrezvychaynoy situatsiey: kontseptsiya i puti resheniya problemy [Safety of underground personnel caught in emergency: Concept and workarounds]. Ugol' Kuzbassa [Kuzbass Coal], no. 6(46), pp. 72–76.
- 12. Koryaga M. G., Isachenko A. A. 2016, Ventilyatsionnye skvazhiny bol'shogo diametra i perspektivy ikh primeneniya dlya spaseniya zastignutykh avariey lyudey v usloviyakh ugol'noy shakhty [Ventilation wells of large diameter, and the prospects for their use for rescue of people caught in the accident in a coal mine]. Naukoemkie tekhnologii i ispol'zovanie mineral'nykh resursov [Science intensive technologies of development and usage of mineral resources], no. 2, pp. 493–496.
- 13. Kitayskikh gornyakov podnyali iz-pod zavalov cherez mesyats posle obrusheniya shakhty [Chinese miners lifted out of the rubble a month after the collapse of the mine]. Available at: https://lenta.ru/news/2016/01/29/china

Михаил Георгиевич Коряга, R7080@ya.ru Алексей Николаевич Домрачёв, domrachev@zaoproxy.ru Сибирский государственный индустриальный университет Россия, Новокузнецк, ул. Кирова, 42 Koryaga Mikhail Georgievich, R7080@ya.ru Aleksey Nikolaevich Domrachev, domrachev@zaoproxy.ru Siberian State Industrial University Novokuznetsk, Russia УДК 622.278 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-59-61

УЧЕТ МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ ГОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

О. Г. Латышев, Д. В. Прищепа

Accounting for the scale effect in designing parameters of mining technology

O. G. Latyshev, D. V. Prishchepa

Designing the parameters of technology of development of mineral deposits is based on rock properties, usually determined in laboratory conditions on the samples of small volume. When considering the processes involving significant amounts of rock one should account for the scale effect. Applied to strength characteristics of rocks, this effect consists in nonlinear decrease in strength with an increase in volume, and its assessment bases on the statistics of extreme values determined by the probability nature of crack distribution by size. Based on the method of fluorescent inspection, authors studied the characteristics of the fracture structure of rocks. Authors found out that Cauchy distribution describes the probability characteristics of cracks. Taking into account the parameters of this distribution, authors suggest the equation of scale effect, which takes into account the heterogeneity of fractured structure of rocks. One can find the results of experimental studies showing adequacy of the proposed method for evaluating the scale effect. The results allow evaluating strength of the rock mass of various volumes in designing the processes of mining technology.

Keywords: observation station of areal type; reverse linear resection; indirect trigonometric leveling; areal graph of displacement velocities; shear velocity.

Проектирование параметров технологии разработки месторождений полезных ископаемых базируется на свойствах горных пород, определяемых, как правило, в лабораторных условиях на образцах малого объема. При рассмотрении процессов, охватывающих значительные объемы породного массива необходимо учитывать масштабный эффект. Применительно к прочностным характеристикам пород он заключается в нелинейном снижении прочности с увеличением объема, и его оценка основывается на статистике экстремальных значений, определяемой вероятностным характером распределения трещин по размерам. В работе на основе люминесцентного метода дефектоскопии изучены характеристики трещинной структуры скальных пород. Установлено, что вероятностные характеристики трещин описываются распределением Коши. С учетом параметров данного распределения предложено уравнение масштабного эффекта, учитывающего неоднородность трещинной структуры пород. Приведены результаты экспериментальных исследований, показывающих адекватность предложенного способа оценки масштабного эффекта. Полученные результаты позволяют оценивать прочность породного массива различного объема при проектировании процессов горной технологии.

Ключевые слова: горные породы; трешинная структура; масштабный эффект; способ оценки.

юбые процессы горной технологии связаны с разрушением породного массива. В связи с этим основной характеристикой является прочность горных пород, которая входит практически во все расчеты по проектированию параметров большинства процессов горной технологии. Однако повсеместно прочностные характеристики определяются на малых по размеру образцах в лабораторных условиях. Поэтому при расчетах реальных параметров горной технологии, охватывающей достаточно большие объемы, необходимо учитывать масштабный эффект.

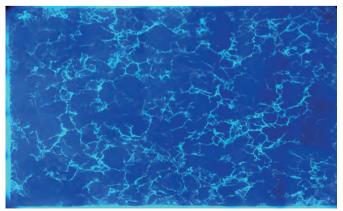


Рисунок 1. Микротрещины образца туфа Североуральских месторождений

Масштабный эффект проявляется в зависимости свойств тел от их объема. При этом с увеличением объема прочность нелинейно снижается, асимптотически приближаясь к некоторому пределу σ_{\min} . Известно довольно много способов учета мас-штабного эффекта, отличающихся как общим подходом к проблеме, так и видом уравнений эффекта [1, 2]. Необходимо найти более общую процедуру учета масштабного эффекта.

Общепризнано, что масштабный эффект имеет вероятностную природу. В соответствии с теорией Гриффитса [3] разрушение тела определяется наличием наиболее слабого звена – развитием «магистральной» трещины. В соответствии с теорией академика М. А. Садовского [4] породный массив представляет собой самоподобную иерархическую структуру. В простейшем случае каждый уровень иерархии i определяется путем удвоения длины каждого структурного элемента. Это свидетельствует об инвариантности геометрии трещин в горных породах относительно масштаба рассмотрения. Тогда можно переносить результаты исследований трещин на микроуровне на мезо- и макроуровень. В связи с этим изучение трещиноватости горных пород на образцах дает ценную информацию о трещинной структуре породных массивов.

На основе разработанного авторами люминесцентного метода дефектоскопии горных пород выполнены исследования трещинной структуры представительных горных пород Урала [5]. В качестве примера на рис. 1 приведена электронная фотография образца туфа с выявленной под микроскопом системой трещин.

Для оценки распределения трещин выделены интервалы их размеров с логарифмическим шагом и определено количество трещин в каждом интервале. Графическое представление данной процедуры для 6 образцов туфа представлено на рис. 2.

Следующей задачей является оценка закона распределения трещин и его параметров. При условии, что количество трещин в горной породе велико, и они распределены независимо и случайно, плотность распределения трещин по размерам можно описать уравнением Коши [6]:

$$F(l) = \exp\left\{-\left(l/U\right)^{-\alpha}\right\},\,$$

где U, α – параметры распределения.

Для указанных ранее данных параметры распределения: $\alpha = 1,83;\ U = 912.$ График распределения показан на рис. 3.

Коэффициент вариации опытных данных от полученных по уравнению Коши составляет 2,3 %.

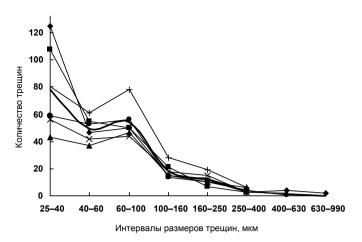


Рисунок 2. Распределение трещин по размерам в образцах туфа (жирной линией указано среднее содержание трещин каждой фракции).

Полученные данные являются базой вероятностно-статистического подхода к оценке влияния масштабного эффекта на прочность горных пород. Как правило, данный подход сводится к статистике экстремальных значений [7], основные положения которой можно представить в следующем виде:

- для любого материала при данном напряженном состоянии существует определенная функция вероятности его разрушения;
- любой по объему материал состоит из n первичных элементов (элементарных объемов), закон распределения прочности которых известен;
- материал считается разрушенным тогда, когда разрушается хотя бы один первичный элемент из всей совокупности.

Развивая данный подход, В. Т. Глушко [8] использовал закономерности распределения трещин и критерий хрупкого разрушения А. Гриффитса. В предположении, что количество трещин в массиве велико и их распределение по размерам описывается уравнением Коши, им обосновано уравнение масштабного эффекта в виде:

$$\sigma_V = \sigma_{\min} + \beta / V^{1/k},$$

где σ_V – прочность образца данного объема V; $\sigma_{\min} = \mu + \beta (-\ln P)^{1/k}$ – показатель, характеризующий минимальное статистически вероятное значение частного результата прочности при $V \to \infty$, соответствующее прочности неограниченного массива; β – параметр масштабного фактора, имеющий размерность напряжения; k – коэффициент однородности горной породы; P – принятый уровень значимости.

При расчетах процессов горного производства требуется оценить степень снижения прочности пород за счет масштабного эффекта. Эту величину предлагается определять уравнением:

$$\lambda = \sigma_{V} / [\sigma] = \lambda_{0} + m/V^{1/k}, \qquad (1)$$

где [σ] – прочность породы, определяемая в лабораторных экспериментах на образцах; λ_0 – предельное снижение прочности при $V \to \infty$; m – параметр масштабного фактора.

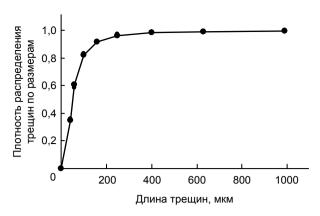


Рисунок 3. Интегральная функция распределения трещин по размерам.

Указанные величины определяются параметрами распределения прочности конкретных пород. Методика их определения дается в работе [9]. Анализ баз данных по прочности пород Урала, имеющихся на кафедре шахтного строительства УГГУ, позволил установить уравнения масштабного эффекта для изучаемых пород. Так, для горных пород Североуральских бокситовых месторождений параметры уравнения (1):

- порфириты: $\lambda_0 = 0.40$; m = 1.14; k = 3.22;
- вулканогенно-обломочные породы: $\lambda_{_0} = 0.31; m = 1.21; k = 3.48;$
 - известняки: $\lambda_0 = 0.29$; m = 1.285; k = 3.69;
 - бокситы: $\lambda_0 = 0.61$; m = 0.71; k = 2.05.

Для проверки применимости данной методики оценки масштабного эффекта была выполнена серия экспериментов по определению прочности при сжатии светло-серого известняка на кубических образцах разного объема. Результаты представлены в таблице.

Приведенные данные показывают хорошую сходимость опытных и расчетных величин прочности – относительное расхождение не превышает 10 %. Такую точность следует считать приемлемой, а уравнения масштабного эффекта достаточно адекватными для скальных пород Урала.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Койфман М. И. Скоростной комплексный метод определения механических свойств горных пород // Механические свойства горных пород. М.: Издво АН СССР, 1963. С. 73–84.
- 2. Чирков С. Е. Влияние масштабного фактора на прочность углей. М.: Наука, 1969. 151 с.
- 3. Griffith A. A. The theory of rupture // Proc. Ist Int. Congr. Appl. Mech. Delft, 1924. P. 55–63.
- 4. Садовский М. А., Голубева Т. В., Писаренко В. Ф., Шнирман М. Г. Характерные размеры горной породы и иерархические свойства сейсмичности // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1984. № 2. С. 3–15.
- 5. Латышев О. Г., Корнилков М. В. Исследование трещинной структуры горных пород как фрактального объекта. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 156 с.
- 6. Глушко В. Т., Кирничанский Г. Т. Инженерно-геологическое прогнозирование устойчивости выработок глубоких угольных шахт. М.: Недра, 1974. 176 с.
- 7. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. М.: Мир, 1965. 452 с.
- 8. Глушко В. Т., Борисенко В. Г. Инженерно-геологические особенности железорудных месторождений. М.: Недра, 1978. 254 с.

Масштабный эффект для известняков.

Прочность при сжатии, МПа							
Объем образцов, см ³	Количество образцов	Размер грани куба, см	опытн	ая	расчетная	Отклонение, %	
			$\sigma_{_{min}}-\sigma_{_{max}}$	[σ]	$\sigma_{_{\!\scriptscriptstyle V}}$		
8	12	2,0	69–141	113	114	0,9	
1	10	1,0	105–257	179	177	1,1	
64	5	4,0	71–99	87	79	10,1	
408	3	7,4	46–64	58	60	3,3	

9. Латышев О. Г. Разрушение горных пород. М.: Теплотехник, 2007. 672 с.

REFERENCES

- 1. Koyfman M. I. 1963, *Mekhanicheskie svoystva gornykh porod* [Mechanical properties of rocks], Moscow, pp. 73–84.
- 2. Chirkov S. E. 1969, Vliyanie masshtabnogo faktora na prochnosť ugley
- [Influence of the scale factor on the strength of coal], Moscow, 151 p.
 3. Griffith A. A. 1924, The theory of rupture. Proceedings of the first International Congress for Applied Mechanics, Delft, pp. 55–63.
- 4. Sadovskiy M. A., Golubeva T. V., Pisarenko V. F., Shnirman M. G. 1984, Kharakternye razmery gornoy porody i ierarkhicheskie svoystva seysmichnosti [The characteristic dimensions of the rock and hierarchical properties of seismicity]. Izv. AN SSSR. Fizika Zemli [Proceedings of the USSR Academy. Physics of the Solid Earth], no. 2, pp. 3–15.

Олег Георгиевич Латышев, gtf.shs@ursmu.ru Дмитрий Вячеславович Прищепа, Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

- 5. Latyshev O. G., Kornilkov M. V. 2015, *Issledovanie treshchinnoy struktury gornykh porod kak fraktal'nogo ob'ekta* [Study of fracture structure of rocks as a fractal object], Saarbrücken, 156 p.
- 6. Glushko V. T., Kirnichanskiy G. T. 1974, Inzhenerno-geologicheskoe prognozirovanie ustoychivosti vyrabotok glubokikh ugol'nykh shakht [Engineering and geological forecasting of sustainability of workings in deep coal mines], Moscow, 176 p.
- 7. Gumbel' E. 1965, *Statistika ekstremal'nykh znacheniy* [Statistics of extreme values], Moscow, 452 p.
- 8. Glushko V. T., Borisenko V. G. 1978, *Inzhenerno-geologicheskie osobennosti zhelezorudnykh mestorozhdeniy* [Geotechnical characteristics of iron ore deposits], Moscow, 254 p.
- 9. Latyshev O. G. 2007, Razrushenie gornykh porod [Destruction of rocks], Moscow, 672 p.

Oleg Georgievich Latyshev, gtf.shs@ursmu.ru Dmitriy Vyacheslavovich Prishchepa, Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia УДК622.673.001 DDI 10.21440/2307-2091-2017-1-62-64

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ УЗЛА ПОДКЛЮЧЕНИЯ РУДНИЧНЫХ ТУРБОМАШИН К КОЛЛЕКТОРУ

В. Т. Дмитриев, Д. Р. Габидуллин, Г. А. Боярских, А. О. Кочанов

Choosing a construction of junction point of mining turbomachines and a collector

V. T. Dmitriev, D. R. Gabidullin, G. A. Boyarskikh, A. O. Kochanov

Authors consider three original variants of construction of a junction point of turbomachine and collector. Junction points look like tees and include both straight sections of constant cross section and diffusers, and lead-in arc-shaped elements. The criteria for comparison is value of the coefficient of local aerodynamic resistance. This article presents the expressions for determining the optimal geometric characteristics of inlet branches and diffusers, ensuring a minimum local resistance of each of the proposed tees. One can also see minimum values of resistance coefficients for different angles between the axes of inlet branches and collector. In order to assess combined influence of joints on the loss of energy flow in the air duct authors introduced the concept of reduced coefficient of local resistance. The article contains factors that reduce the accuracy of theoretical calculations due to the lack of experimental data on aerodynamics of air-conducting tract. Authors also calculated the theoretical values of reduced coefficients of local resistance of air ducts equipped with different junction points of compressors, giving the possibility of approximate determination of energy costs of the connecting elements.

Keywords: compressor; turbo machine; air duct; junction point; tee; aerodynamic resistance; local resistance.

Рассматриваются три оригинальных варианта конструкции узла присоединения турбомашины к коллектору. Узлы присоединения имеют вид тройников и включают в себя как прямолинейные участки постоянного сечения и диффузоры, так и дугообразные подводящие элементы. Критерием для сравнения является величина коэффициента местного аэродинамического сопротивления. Получены выражения для определения оптимальных геометрических характеристик подводящих патрубков и диффузоров, обеспечивающих минимальное местное сопротивление каждого из предложенных тройников. Найдены минимальные величины коэффициентов их сопротивления при различных углах между осями подводящих патрубков и коллектора. С целью оценки совместного влияния узлов на потери энергии потока в воздуховоде введено понятие приведенного коэффициента местного сопротивления. Отмечены факторы, снижающие достоверность теоретических расчетов вследствие недостаточности экспериментальных данных по аэродинамике воздухопроводящего тракта. Вычислены теоретические значения приведенных коэффициентов местного сопротивления воздуховодов, оснащенных различными узлами присоединения компрессоров, дающие возможность ориентировочно определить затраты энергии в присое-

Ключевые слова: компрессор; турбомашина; воздуховод; узел присоединения; тройник; аэродинамическое сопротивление; местное сопротивление.

В последние 50 лет трубопроводный транспорт нашел широкое применение как в промышленности, так и при обслуживании населенных пунктов. Только в России протяженность магистральных трубопроводов достигла более 70 тыс. км.

В связи с этим появился целый ряд научных работ, где предлагаются пути сокращения энергетических потерь при транспортировании жидких и газообразных сред [1–3] и кон-

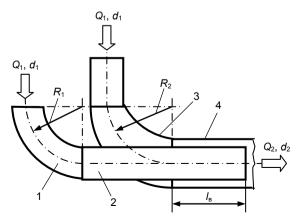


Рисунок 1. Схема тройника. 1 – подводящий патрубок; 2 – прямолинейный участок; 3 – диффузор с дугообразной осью; 4 – коллектор.

структивное совершенствование элементов транспортных систем [4, 5].

С использованием методики по определению гидравлических сопротивлений [1], уточненных рабочих характеристик рудничных турбомашин [2], влияния степени турбулентности на гидравлическое сопротивление в трубках [3], опыта проектирования гидравлических сетей [4], метода косвенного определения потерь давления в проточной части турбомашины [5] произведен выбор конструкции узла подключения рудничных турбомашин к коллектору.

В работе [6] предложена конструкция узла подключения рудничной турбомашины к коллектору в виде тройника (рис. 1), обладающего низким гидродинамическим (аэродинамическим) сопротивлением.

Тройник содержит диффузор, в данном случае с криволинейной формой. В его входное отверстие диаметром d_1 поступает текучее, например сжатая жидкость от одной из турбомашин, а выходное отверстие переходит в коллектор диаметром d_2 . Другой насос подает текучее через плавно изогнутый подводящий патрубок и прямолинейный участок трубы внутрь коллектора. Диаметры подводящего патрубка и прямолинейного участка равны d_1 .

В связи с тем что в работах о турбомашинах информация об определении гидродинамического (аэродинамического) сопротивления диффузоров с непрямолинейной осью отсутствует, то влияние прямолинейного участка 2 на поток входящего в диффузор в коллектора можно определить эмпирически.

Для уменьшения величины гидравлических потерь предложена конструкция тройника (рис. 2).

Преимущество приведенного тройника обусловлено формулами, приведенными далее.

В соответствии с [1] оптимальное отношение радиуса подводящего патрубка к диаметру его сечения определяется формулой

$$\left(\frac{R_1}{d_1}\right)_{\alpha=0} = 41.8\sqrt[3]{\left(\frac{\sin\delta}{\delta}\right)^2},$$

где δ – угол (рис. 2).

Далее определяем оптимальные параметры диффузора и его сопротивления.

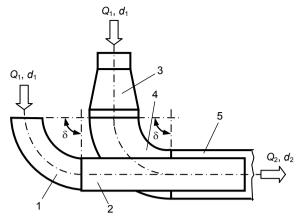


Рисунок 2. Вариант конструкции тройника. 1, 4 – подводящие патрубки; 2 – прямолинейный участок; 3 – диффузор; 5 – коллектор.

Согласно [2], коэффициент сопротивления конического диффузора

$$\xi_{\text{к.д}} = 3,2 \text{ tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt[4]{\text{tg} \frac{\alpha}{2}} \left(1 - \frac{F_1}{F_2} \right)^2 + \frac{0,0025}{\sin \frac{\alpha}{2}} \left[1 - \left(\frac{F_1}{F_2} \right)^2 \right],$$

где F_1 , F_2 – площадь сечения.

Переведя размеры угла α в радианы, получим:

$$\xi_{\text{к.д}} = 3.2 \left(\frac{\alpha_{\text{рад}}}{2}\right)^{1,25} \left(1 - \frac{F_1}{F_2}\right)^2 + \\ + 0.0025 \left(\frac{\alpha_{\text{рад}}}{2}\right)^{-1} \left[1 - \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2\right].$$

Взяв первую производную от $\xi_{\kappa,\pi}$ по переменной $\alpha_{pag}/2$, приравняем ее к нулю и получим уравнение

$$4\left(\frac{\alpha_{\text{рад}}}{2}\right)^{2,25} \left(1 - \frac{F_1}{F_2}\right)^2 - 0,0025 \left[1 - \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2\right] = 0,\tag{1}$$

решение уравнения (1) дает оптимальный угол раскрытия

$$\left(\alpha_{\rm pag}\right)_{\rm out} = 2 \left\{6, 25 \cdot 10^{-4} \left\lceil 1 - \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2 \right\rceil \left(1 - \frac{F_1}{F_2}\right)^{-2} \right\}^{0,444}.$$

Значения оптимальных углов раскрытия и соответствующие минимальные коэффициенты сопротивления ($\xi_{\rm k, \, n}/{\rm min}$ для различных отношений площадей сечения приведены в табл. 1.

С учетом результатов расчетов параметров тройника по приведенным формулам предложен вариант тройника (рис. 3).

Параметры патрубка не зависят от очередности присоединения турбомашин к коллектору (при равных подачах насосов все патрубки одинаковые).

Диффузор 1 служит для увеличения площади сечения коллектора перед входом в него подводящего патрубка 2 (рис. 3). Для обеспечения равенства средних скоростей потока в коллекторе и на выходе из прямолинейного участка 4 необходимо вы-

Таблица 1. Углы раскрытия и коэффициенты сопротивления оптимальных диффузоров

Попомото			F ₁ /F ₂		
Параметр	0,75	0,67	0,5	0,33	0,25
α _{onτ}	10° 18'	8° 53'	7° 04'	5° 53'	5° 24'
$(\xi_{\kappa,\mu})_{min}$	0,022	0,032	0,051	0,080	0,105

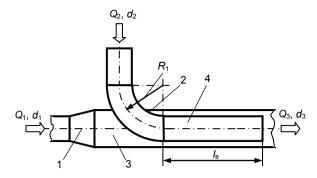


Рисунок 3. Вариант тройника с вводом подводящего патрубка в коллектор. 1 – диффузор; 2 – подводящий патрубок; 3 – коллектор; 4 – прямолинейный участок.

полнить соотношение:

$$\frac{4Q_1}{\pi(d_3^2 - d_2^2)} = \frac{4Q_2}{\pi d_2^2}; d_3 = d_2 \sqrt{1 + \frac{Q_1}{Q_2}},\tag{2}$$

где радиус R_1 и угол раскрытия диффузора имеют оптимальные значения, обеспечивающие минимальные коэффициенты гидродинамического (аэродинамического) сопротивления подводящего патрубка 2 и диффузора.

Патрубок 2, как и в тройнике по [1], представляет собой препятствие потоку в коллекторе, в его конструкции учтены зависимости, приведенные в формуле (2). Кроме того, при соединении с коллектором очередной турбомашины сечение коллектора увеличивается на площадь подводящего патрубка, диаметр же подводящего патрубка остается неизменным.

Для оценки величины потерь мощности потока, обусловленных местными сопротивлениями, следует сложить затраты мощности на преодоление каждого местного сопротивления в отдельности. Сравнение же различных сетей по данному фактору целесообразно осуществлять с помощью приведенного коэффициента местных сопротивлений сети.

Рассмотрим пример. К коллектору (рис. 4), имеющему N узлов присоединения, из которых первый (обозначен позицией 1) представляет собой подводящий патрубок, а остальные позиции от 2 до N – тройники, параллельно подключены п турбомашин. Очевидно, что n = N.

Затраты мощности на преодоление местных сопротивлений

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{n} Q_{i} \xi_{i} \rho_{i} \frac{v_{i}^{2}}{2} = \xi_{\text{np}} \rho \frac{v^{2}}{2} Q,$$
 (3)

где Q_i – расход текучего в i-м элементе; ξ_i – коэффициент сопротивления i-го элемента; $\xi_{\rm np}$ – приведенный коэффициент местных сопротивлений; ρ_i , ν_i – плотность и скорость воздуха на входе в i-й элемент; ν , Q – скорость и расход на выходе коллектора.

Полагаем, что плотность текучего в сети изменяется незначительно, поэтому $\rho_i = \rho;$ утечки отсутствуют, следовательно,

 $Q = \sum_{i=1}^{n} Q_{i}$. В результате преобразований выражения (3) получается формула для определения ξ_{uv} :

$$\xi_{\rm np} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i v_i^2 \xi_i}{Q v^2}.$$

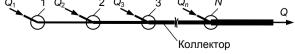


Рисунок 4. Схема параллельного подключения n турбомашин к коллектору

Определим значения приведенного коэффициента сопротивления сетей с тремя вариантами тройников: с диффузором, имеющим дугообразную ось, описанным в [1] (вариант 1); с коническим диффузором и подводящим патрубком по рис. 2 (вариант 2); с подводящим патрубком постоянного сечения по рис. 3 (вариант 3).

Исходные данные:

- количество турбомашин n = 4;
- первая турбомашина присоединена к коллектору подводящим патрубком (позиция 1 на рис. 2), остальные – посредством тройников;
 - углы $\delta = 30^{\circ}$ (на рис. 2 показаны $\delta = 90^{\circ}$);
- соотношения размеров присоединительных элементов оптимальные:
 - производительность каждой турбомашины равна Q_1 . Результаты этих вариантов следующие:

Вариант 1.

Величина приведенного коэффициента местных сопротивлений для данного варианта: $\xi_{\rm mol}=0.143.$

Вариант 2.

Для варианта 2 получаем: $\xi_{\text{mp2}} = 0,0895 \approx 0,090$.

Вариант 3.

В представленных ранее расчетах для варианта 3 приведенный коэффициент местных сопротивлений $\xi_{ms} = 0,131.$

Приведенный коэффициент местных сопротивлений сети варианта 2 в 1,46 раза ниже, чем варианта 3, и в 1,59 раза ниже, чем варианта 1. Использование подводящего патрубка оптимального радиуса R_2 и оптимального конического диффузора с углом раскрытия α , обеспечивающих минимальное сопротивление, даст, во-первых, минимизацию аэродинамического сопротивления пары элементов 3–4, во-вторых, достаточную уверенность в расчетных значениях коэффициентов сопротивления.

Сравнительно низкое сопротивление пары конический диффузор–подводящий патрубок является результатом того, что диффузор уменьшает скорость среды на входе в патрубок в F_2/F_1 (т. е. в 2, 3 и 4 раза), а потери энергии в патрубке – в $(F_2/F_1)^2$ (т. е. в 4, 9 и 16 раз).

Выводы

Анализ приведенных расчетов показывает, что использование узлов подключения компрессоров к коллектору, выполнен-

Владимир Трофимович Дмитриев, Геннадий Алексеевич Боярских, Gennadiy. Boyarskih@m. ursmu.ru Динар Радикович Габидуллин, Артём Олегович Кочанов, Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

ных по рис. 2, обеспечивает наименьшие затраты мощности на преодоление местных сопротивлений.

Расчеты показывают, что наименее энергозатратным вариантом является второй.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М. О. Штейнберга. М.: Машиностроение, 1992. 671 с.
- 2. Тимухин С. А. К вопросу о трактовке и уточнении рабочих характеристик рудничных турбомашин // Изв. УГГУ. 2011. Вып. 25/26. С. 96–100.
- 3. Рахматуллин Ш. И. Влияние степени турбулентности и частоты турбулентных пульсаций на гидравлическое сопротивление круглой трубы // Нефтяное хозяйство. 2006. № 11. С. 110–111.
- 4. Племенов В. А. О некотором подходе к проектированию коллекторно-дренажных и других гидравлических сетей // Экологические системы и приборы. 2005. № 1. С. 33–34.
- 5. Тимухин С. А., Молчанов М. В., Долгих Д. С. Метод косвенного определения потерь давления в проточной части проектируемой турбомашины // ГИАБ. 2015. № 6. С. 164–167.
- 6. Косарев Н. П., Дмитриев В. Т., Дмитриев С. В. Обоснование схем включения рудничных турбомашин при их параллельной работе // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 6. С. 58–62.

REFERENCES

- 1. Idel'chik I. E. 1992, *Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam* [Hydraulic resistance manual], Moscow, 671 p.
- 2. Timukhin S. A. 2011, K voprosu o traktovke i utochnenii rabochikh kharakteristik rudnichnykh turbomashin [On the question of the interpretation and clarification of performance characteristics of mine turbomachines]. Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta [News of the Ural State Mining University], no. 25–26, pp. 96–100.
- 3. Rakhmatullin Sh. I. 2006, Vliyanie stepeni turbulentnosti i chastoty turbulentnykh pul'satsiy na gidravlicheskoe soprotivlenie krugloy truby [Influence of the degree of turbulence and the frequency of turbulent fluctuations on the flow resistance of a circular pipe]. Neftyanoe khozyaystvo [Oil Industry], no. 11, pp. 110–111.
- 4. Plemenov V. A. 2005, O nekotorom podkhode k proektirovaniyu kollektornodrenazhnykh i drugikh gidravlicheskikh setey [On an approach to the design of drainage and other hydraulic nets]. Ekologicheskie sistemy i pribory [Ecological Systems and Devices], no. 1, pp. 33–34.
- 5. Timukhin S. A., Molchanov M. V., Dolgikh D. S. 2015, *Metod kosvennogo opredeleniya poter' davleniya v protochnoy chasti proektiruemoy turbomashiny* [The method of indirect determination of pressure losses in the flow part of the projected turbomachine]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining informational and analytical bulletin], no. 6, pp. 164–167.
- 6. Kosarev N. P., Dmitriev V. T., Dmitriev S. V. 2012, Obosnovanie skhem vklyucheniya rudnichnykh turbomashin pri ikh parallel'noy rabote [Justification of schemes of inclusion of mine turbomachinery during their parallel operation]. Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal [News of the Higher Institutions. Mining Journal], no. 6, pp. 58–62.

Vladimir Trofimovich Dmitriev, Gennadiy Alekseevich Boyarskikh, Gennadiy Boyarskih@m.ursmu.ru Dinar Radikovich Gabidullin, Artem Olegovich Kochanov, Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia УДК 622.24 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-65-67

ВОЗМОЖНОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ШАРОШЕЧНОГО ДОЛОГА

О. Г. Блинков, С. Г. Фролов, С. А. Майоров

Study of volume-stressed state of supporting elements of a bit

O. G. Blinkov, S. G. Frolov, S. A. Mayorov

The article presents results of the study of volume-stressed state of the supporting elements of bit by using polarization-optical method of stress analysis. In order to improve bit design one requires accurate and complete information about the stressed state of its basic elements. Authors applied the technology of "freezing" (fixation) the stress-strain state of the model of considered construction of elements of roller-cone drill bits. Polarization-optical method used for determining the stresses in the bit support is particularly effective in the study of stress concentration for the selection of the optimal shape, size and mass of structures during their design. Using this information one can increase reliability of the basic elements by reducing stress in areas of its concentration. The developed method of research on the "frozen" models gives an overall picture of the stress state of bit elements under axial load. In this case, the tangential stresses in the structure is insignificant, however, the maximum meridional stresses exceeding the yield point occur in the 1st leg in a zone of connection with the cone pin. In this zone elastic-plastic deformations occur, the value of which one can reduce, for example, by increasing the coupling radius of respective surfaces.

Keywords: tri-cone drill bit; elastic-plastic deformations; stress-strain state.

Представлены результаты исследование объемно-напряженного состояния опорных элементов долота с применением поляризационно-оптического метода исследования напряжений. Для совершенствования конструкции долота необходима точная и полная информация о напряженном состоянии его основных элементов. Применена технология «замораживания» (фиксирования) напряженнолеформированного состояния молели рассматриваемой конструкции элементов шарошечных буровых долот. Поляризационно-оптический метод, примененный для определения напряжений в опоре долота, особенно эффективен при исследовании концентрации напряжений для выбора оптимальной формы, размеров и массы конструкций при их проектировании. Используя полученную информацию, можно повысить надежность основных элементов путем снижения напряжений в зонах их концентрации. Разработанная методика исследований на «замораживаемых» моделях позволяет получить общую картину наряженного состояния элементов долота при осевой нагрузке. При этом тангенциальные напряжения в конструкции незначительны, однако максимальные меридиональные напряжения, превосходящие предел текучести, возникают в первой лапе в зоне соединения с цапфой. В этой зоне возникают упруго-пластические деформации, величина которых может быть уменьшена, например, путем увеличения радиуса сопряжения соответствующих поверхностей.

Ключевые слова: трехшарошечное долото; упруго-пластические деформации; напряженно-деформированное состояние.

ля совершенствования конструкции шарошечного долота необходима точная и полная информация о напряженном состоянии его основных элементов. Используя такую информацию, можно повысить надежность основных элементов долота путем снижения напряжений в зонах их концентрации.

Из традиционных методов исследования можно выделить наиболее распространенные: метод тензометрирования [1, 2], реализуемый при стендовых испытаниях долот, и метод конечных элементов, применяемый при создании математических моделей долот [3] и в качестве основы различных САD/САЕ систем, используемых при проектировании шарошечных долот [4, 5]. Однако эти методы не позволяют получить достаточную картину объемно-деформируемого состояния. Отсутствие такой информации в настоящее время не позволяет дать обоснованную оценку прочности элементов долота, а также приступить к решению вопроса оптимизации металлоемкости конструкции.

Такая задача наиболее полно может быть решена с применением поляризационно-оптического метода исследования напряжений с применением технологии «замораживания» (фиксирования) напряженно-деформированного состояния модели рассматриваемой инструкции [6, 7]. Этот метод, в отличие от тензометрии, представляющей информацию для отдельных точек, позволяет на доступных моделях из оптически чувствительного материала при действии различных нагрузок с при-

менением несложного оборудования получить общую картину распределения напряжений на поверхности и внутри объема модели, определить направления и величины напряжений для всех точек.

Поляризационно-оптический метод, примененный для определения напряжений в опоре долота, особенно эффективен при исследовании концентрации напряжений для выбора оптимальной формы, размеров и массы конструкций при их проектировании.

В качестве объекта испытаний было выбрано трехшарошечное долото диаметром 215,9 мм с герметизированной опорой, оснащенное твердосплавными зубками для бурения средне-мягких абразивных пород с промывкой забоя, как наиболее распространенный представитель долот, в опоре которого имеются все типы подшипников (качения – замковый шариковый, качения – роликовый и скольжения – концевой подшипник).

При просвечивании среза на оптической установке поляризованным светом получают картину интерференционных полос, по которой определяют напряжения в объемной модели в плоскости среза.

С учетом сложности конфигурации конструкции трехшарошечного долота, размеров переходных поверхностей в зонах концентрации напряжения, чувствительности оптического материала и приборов масштаб геометрического подобия модели выбран равным 1,5, а все полученные результаты скорректированы согласно этому масштабу.

В качестве материала, из которого была изготовлена модель трехшарошечного долота, была принята эпоксидная смола ЭД-16 (для неплотных узлов ЭД-20) с отвердителем – полиэтиленполиамином (ПЭПА).

При проведении экспериментов для принятых в работе случаев температура замораживания T_3 , оптические постоянные (цена полосы модели) $\sigma_0^{1,0}$ и модули упругости E, определенные в ходе работы, равны:

- для лапы и насадок $\sigma_0^{1,0}=480~{\rm H/m}$ на полосу, $E=25,5~{\rm M\Pi a}$;
- для шарошек и их вооружения, всех подшипников $\sigma_0^{1,0}=460~{\rm H/m}$ на полосу, $E=26,0~{\rm M\Pi a}$.

После изготовления элементов модели, сборки (склейки) долото подвергалось осевой нагрузке с осевым давлением 315 Н и было заморожено. После указанных процедур, согласно представленной на рис. 1 схеме, по всему корпусу долота были выполнены 11 срезов. Анализ срезов, расположенных перпен-

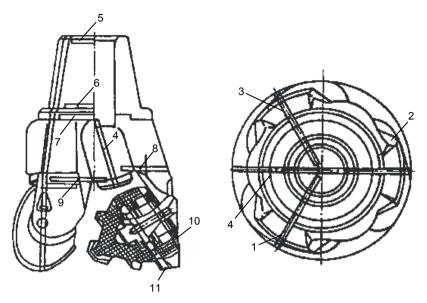


Рисунок 1. Схема расположения срезов в модели трехшарошечного долота.

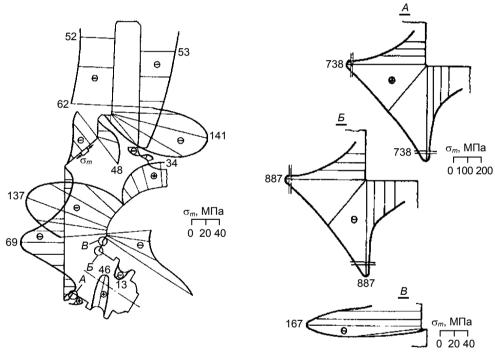


Рисунок 2. Эпюра напряжений по срезу 1 корпуса трехшарошечного долота.

дикулярно к оси долота, позволил определить тангенциальные нормальные напряжения срезов, расположенных вдоль оси долота – осевые нормальные напряжения.

При проведении анализа изучено напряженное состояние элементов трехшарошечного долота по всем указанным сечениям. На рис. 2, 3 приводятся результаты распределения напряжений в сечении 1 по оси цапфы и по оси шарошки.

Наибольшими напряжениями в корпусе долота и в шарошках являются осевые, которые по абсолютной величине превосходят тангенциальные, действующие в поперечных сечениях.

Картины полос интерференции в срезах позволяют установить, что основными областями концентрации напряжений являются зона перехода от цапфы к лапе и основания зубьев в шарошках.

В зонах A, \mathcal{B} , \mathcal{B} (рис. 2) высокая концентрация напряжений возникает вследствие изгиба цапфы относительно лапы. Эпюры

напряжений для всех этих зон представлены на рис. 2. В зоне *В* напряжения сжимающие и их максимальная величина равна 167 МПа. Сжимающие напряжения действуют и в зоне *Б*. Однако здесь уровень напряжений высокий. В этой зоне максимальное значение напряжений равно 887 МПа, что превышает предел текучести материала лапы. Таким образом, в данной зоне возникают упруго-пластические деформации.

В зоне A максимальные значения напряжений меньше (738 МПа), однако здесь напряжения являются растягивающими, и в процессе работы долота могут возникать трещины.

Таким образом, из проведенного исследования можно заключить:

- разработанная методика исследований на «замораживаемых» моделях позволяет получить общую картину напряженного состояния элементов долота при осевой нагрузке;
 - тангенциальные напряжения в конструкции незначитель-

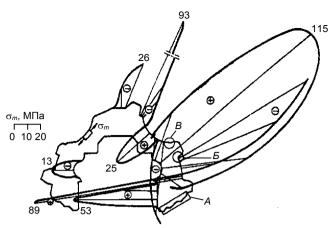


Рисунок 3. Эпюра напряжений по срезу 1 шарошки долота.

ны, однако максимальные меридиональные напряжения, превосходящие предел текучести, возникают в первой лапе в зоне основания цапфы, что соответствует данным, полученным в работе [8] из результатов моделирования напряженно-деформированного состояния долота. В этой зоне возникают упруго-пластические деформации, величина которых может быть уменьшена, например, путем увеличения радиуса сопряжения соответствующих поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Трушкин О. Б. Показатели и параметры работы долот при стендовом бурении // Нефтегазовое дело. 2006. № 1. URL: http://ogbus.ru/article/pokazatelii-parametry-raboty-dolot-pri-stendovom-burenii
- Naganawa S. Feasibility study on roller-cone bit wear detection from axial bit vibration // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2012. Vol. 82/83. P. 140–150.
- Rashidi B., Hareland G., Wu Z. Performance, simulation and field application modeling of rollercone bits // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2015. Vol. 133. P. 507–517.
- 4. He W., Chen Y., He J., Xiong W., Tang T., Oujang H. Spherical contact

mechanical analysis of roller cone drill bits journal bearing // Petroleum. 2016. Vol. 2, Issue 2. P. 208–214.

- 5. Симисинов Д. И., Шестаков В. С., Афанасьев А. И. Моделирование напряженно-деформированного состояния одношарошечного бурового долота с раздельной конструкцией корпуса // Изв. вузов. Горный журнал. 2015. № 7. С 22–26
- 6. Барвинок В. А, Бикбулатов И. К., Блинков О. Г. и др. Современные шарошечные долота, проблемы их совершенствования и повышения надежности. Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2000. 190 с.
- 7. Блинков О. Г., Мосеев Д. А. Современные шарошечные долота. Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2000. 66 с.
- 8. Боярских Г. А., Симисинов Д. И. Ретроспективный анализ исследований и предпосылки обеспечения надежности бурового инструмента // Изв. вузов. Горный журнал. 2009. № 7. С. 58–65.

REFERENCES

- 1. Trushkin O. B. 2006, *Pokazateli i parametry raboty dolot pri stendovom burenii* [Indicators and parameters of the drill bit during bench drilling]. *Neftegazovoe delo* [Oil and Gas Business]. no. 1.
- 2. Shigemi Naganawa, 2012, Feasibility study on roller-cone bit wear detection from axial bit vibration. Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 82–83, pp. 140–150.
- 3. Behrad Rashidi, Geir Hareland, Zebing Wu, 2015, Performance, simulation and field application modeling of rollercone bits, Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 133, pp. 507–517.
- 4. Wei He, Yang Chen, Junchao He, Weiling Xiong, Tong Tang, Hao OuYang, 2016, Spherical contact mechanical analysis of roller cone drill bits journal bearing, Petroleum, vol. 2, no. 2, pp. 208–214.
- 5. Simisinov D. I., Shestakov V. S., Afanas'ev A. I. 2015, Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya odnosharoshechnogo burovogo dolota s razdel'noy konstruktsiey korpusa [Simulation of stress-strain state of the single-roller cone drill bit with separate casing design]. Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal [News of the Higher Institutions. Mining Journal], no. 7, pp. 22-26.
- 6. Barvinok V. A., Bikbulatov I. K., Blinkov O. G., Gladkikh V. N., Ishchuk A. G., Moseev D. Yu., Torgashov A. V. 2000, *Sovremennye sharoshechnye dolota, problemy ikh sovershenstvovaniya i povysheniya nadezhnosti* [Modern roller cone bits, problems of their improvement and reliability], Samara, 190 p.
- 7. Blinkov O. G., Moseev D. A. 2000, *Sovremennye sharoshechnye dolota* [Modern roller cone bits], Samara, 66 p.
- 8. Boyarskikh G. A., Simisinov D. I. 2009, Retrospektivnyy analiz issledovaniy i predposylki obespecheniya nadezhnosti burovogo instrumenta [Retrospective analysis of research and prerequisites of ensuring the reliability of drilling tool]. Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal [News of the Higher Institutions. Mining Journal], no. 7, pp. 58–65.

Олег Геннадьевич Блинков,

е-mail: blinkovog@gmail.com Уральский Федеральный университет им. Первого Президента России Б. Н. Ельцина Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Сергей Георгиевич Фролов, prorector_uch@ursmu.ru Станислав Анатольевич Майоров, Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Oleg Gennad'evich Blinkov, e-mail: blinkovog@gmail.com Ural State Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin Ekaterinburg, Russia

Sergey Georgievich Frolov, prorector_uch@ursmu.ru Stanislav Anatol'evich Mayorov, Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia УДК 537.21:66 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-68-71

БЕЗОПАСНАЯ ОЧИСТКА РЕЗЕРВУАРОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

С. Р. Расулов

Fireproof cleaning of tanks from oil sediments

S. R. Rasulov

Cleaning of tanks from sediments is dangerous and labour-consuming work. Various methods and technological schemes can be applied for it. The results of the investigations of improvement of cleaning technology of oil tanks are shown in the work. The applied technology of cleaning of oil tanks is based on the use of oil diluter containing 0,001 % mass quantity AII-A3Y-1 antistatic additives. The tests showed high efficiency of developed cleaning method. For chemical-mechanized cleaning of tankers, barges, tanks and other reservoirs from various oil products residues washing agents presenting compositions of synthetical surface-active substances with electrolyte additives have been developed. The recommended method of removal of oil absorbed nonorganic sediment from oil reservoirs allows to exclude manual labour, reduce danger of formation of explosive and toxic atmosphere, create conditions providing full relaxation of statistic electricity charges in cleaning works, and also to exclude damages of the equipment which are used in mechanical cleaning. The given cleaning technology of oil tanks from bottom sediments has been recommended to industrial implementation. The suggested technology won't influence negatively on the demineralization quality if quantity of mixed solvent doesn't exceed 5–7 % the quantity of fresh oil received by the plant. The suggested method was tested in the process of cleaning of 5000 m3 (PBC-5000) capacity vertical steel tank from bottom sediments with 0.000 % mass antistatic additive oil in Dubendi transfer oil farm of main oil pipelines PA.

Keywords: tanks; vapour; oil products; bottom sediments; steaming; electrization; antistatic additives.

Очистка резервуаров от отложений – опасная и трудоемкая работа, в процессе которой используются различные методы и технологические схемы. В данной работе представлены результаты улучшения очистительной технологии резервуаров нефти. Используемая технология очистки нефтяных резервуаров основы-вается на использовании нефтяного разбавителя, состоящего из 0,001 % массовой доли антистатической составляющей АП-ЛЗУ-1. Тестирование показывает эффективность разрабатываемого метода очистки. Для химико-механической очистки резервуаров, емкостей, танкеров от различных нефтяных продуктов были рас-СМОТРЕНЫ СОСТАВЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ С ЭЛЕКТРОЛИтическими составляющими. Рекомендуемый метод очистки от нефтяных абсорбированных неорганических отложений позволяет исключить ручное вмешательство, уменьшает возможность образования вредных и токсичных для атмосферы веществ, создает условия, обеспечивающие ослабление зарядов статического электричества в очистительных работах, а также исключает повреждения оборудования, подвергаемого механической очистке. Данная очистительная технология рекоменауется к инаустриальному применению, не имеет негативного влияния на качество деминерализации. Данный метод был тестирован в процессе очистки стального танкера емкостью 5000 куб. м от донных отложений с 0,001 %массовой долей антистатической составляющей нефти в терминале Дубенди ПО Магистральных нефтепроводов.

Ключевые слова: резервуар; очистка; нефтепродукты; донные отложения; пропарка; электризация; антистатические присадки.

leaning of tanks and reservoirs from oil contaminants and also carrying out repair works are sometimes followed by explosions and fires.

Problem of fire safety in cleaning, repair, reconstruction and dismounting of oil reservoirs is actual for all spheres of national economy consuming oil products and having reservoirs for their storage. In connection with it review of problem state on the basis of published home and foreign scientific works is given and also the results of experimental investigations carried out on this problem are shown in the article [1].

After draining oil and oil products and disconnecting tanks from the technological scheme often produce removing of combustible vapour and gases by natural or mechanical ventilation.

Natural ventilation time depends on stored oil product type, capacity and forms of the tank, meteorological conditions and in most cases it is 1–3 days [2].

More effective method of tank degassing in comparison with natural ventilation (aeration) is forced ventilation.

In spite of usability both aeration and forced ventilation, in the practice these methods are not deeply studied processes.

In most cases sediments are accumulated in the bottom, sometimes they also cover tank walls. In the presence of residue in the form of liquid or mud on the tank walls are undesirable.

Before the beginning of repair works heavy residues must be removed out of the tank or inhibited against combustion or explosion. In using process water vapour for cleaning tanks from combustible products special precautions must be taken.

To avoid excessive pressure inside the reservoir it is necessary to provide corresponding speed of removal water vapour and evaporating volatile products out of the tank.

Special attention should be given to the measures against accumulation of static electricity charges, which can appear in rapid water vapour jet, especially at its impact against an obstacle.

It is necessary to mention that earthing must be used independently from the application other protection means from statistic electricity charges. At the same time it should be meant that earthing only partially provides safety of various operations connected with appearance of statistic electricity charges. It mainly prevents external charges. In practice deposits from non electricity conducting substances (sediments, film, resin) often appear on the surface and inside of metallic apparatus walls of the tanks and pipelines, in this case earthing becomes ineffective, but in its presence false thought about reliability and safety is formed, as the process of charge accumulation "flowing" out of the liquid on the equipment walls is broken down and charge dispersal process in the liquid is stopped. Thus earthing doesn't remove emergence of statistic electricity charges inside tanks. Majority of the explosions take place from the charges inside the reservoir in reliable earthing of the equipment. In connection with it earthing only partially provides safety of operations with dielectrics. That's why simultaneously with earthing it is necessary to use other means of removing statistic electricity charges.

Oil and oil products containing tanks are sometimes cleaned by washing with water and water solutions of the chemicals. The quality of cleaning especially without use of chemical washing means depends on mechanical force of jet blow and degree of water-heating [3–7]. Water channel must have necessary discharge and pressure at the sprinkle, providing efficient washing the farthest point of inside space of the reservoir, and the water must be heated. Manual and even ordinary carriage channels with 28–32 mm diameter and with carry of spray not exceeding 30 m are useless for cleaning of big tanks.

In flushing of tanks and reservoirs with high pressure water sprays, especially in collision with solid surfaces and water sprays sprin-kling formation of statistic electricity charges is possible that was proved with experimental investigations of many scientists. Investiga-tions showed conditions for statistic electricity formation are created in water flow containing alien additives or particles with small electroconductivity. Potential of electric field increases in heating water over 60 °C. Investigators from Shell Company came to such conclusions.

Thus flushing with cold water without chemicals and creating powerful compact sprays are less effective. Flushing with powerful hot water sprays with chemicals is fire explosive. If steaming or mechanized

cleaning doesn't provide removal all residues, final cleaning of the tank is realized manually. Manual cleaning can be important in the case if the tank doesn't have residues on the walls, but it is impossible to pump out all residual sludge with spades. It is very difficult and dangerous work.

In carrying out these works additional measures must be taken against people's poisoning with toxic products and also burns in the case of ignition of combustible steams over the surface of the removed sludge [8]. To exclude necessity of a worker presence inside the reservoir and mechanization of labour consuming works in cleaning reservoirs from sludge end corrosive products TB of AzSRI has de-veloped constructions of portable small hydraulic monitor and hydraulic elevator. Thick layer of deposits in the bottom of the tanks in some cases running 10-15 tons considerably complicates the work of oil gathering and goods stocks. Such deposits make difficult discharge of settled water into canalization, and sometimes it becomes practically impossible and only part of water settled in the bottom discharges data of product water content percent distorts. Deposits in the tanks are caused as a result of errors in oil quantity measurement. As a result of a big quantity of deposit accumulation in the oil tanks their useful capacity is reduced sharply.

For chemical-mechanized cleaning of tankers, barges, tanks and other reservoirs from various oil products residues washing agents presenting compositions of synthetical surface-active substances with electrolyte additives have been developed.

However in spite of high efficiency of their application for cleaning of oil reservoirs purification works in the ports of many coun-tries refuse to take flushing waters containing surface active substances in connection with the increase of requirements to environment protection. Maximum accepted concentrations of SAS (surface active substances) in the water reservoirs have been determined as 0,1–0,2 qr/m³, but working concentrations in the washing solutions are more than 1000 qr/m³. As it was above mentioned formation of high charges of statistic electricity is possible in cleaning tanks with high pressure jets.

Considering actuality of the problem of preventing statistic electricity charges accumulation and advantages of application statistic electricity charges and antistatic additives, at the Institute of Petrochemical Processes named after Y. Mamedaliev of Academy of Sciences of Azerbaijan Republic chromazote containing complex antistatic additive $\Lambda\Pi$ - Λ 34-1[9] has been developed.

Mentioned additive natural oil acids are gets from chrome salts basis. Getting of these salts in their turns is performers by the following scheme:

$$3RCOONa + Cr(CH_3COO)_3 \rightarrow (RCOO)_3Cr + 3CH_3COONa.$$

Reaction is performed in hydrocarbon environment with purpose of excluding inorganic anion. In other wise case dissolution of oil products is difficulted.

Finely additive natural oil acid of chrome salt C16-18 is contained from olefins derivative with ratio 1:1 mol.

Antistatic additive A Π - Π 3Y-1 was tested as an addition to easily ignited liquids used as flushing liquids. Washing process of components of pumps, compressors and other oil equipment is labour-consuming and dangerous and it takes much time.

In the repairing workshops equipment are washed and components (sleeve, conductors, valve units and others) are cleaned in the open bath. The components are dipped into various oil products (petrol, kerosene diesel engine) and cleaned with tampon. In the cleaning process flushing liquid vapouring influences harmfully on respiratory organs and skins of the hand, causes dryness and eczema, pollutes working place and creates big fire danger.

In the testing process washing components were hung from the special hooks welded in the mixer. Flushing liquid was poured into the mixer (kerosene with special electrical conductivity capacity 8,1 pSm/m) into which 0,001% mass antistatic additive was injected.

Injection of antistatic additive allowed bringing special electroconductivity capacity of the fluid to 5600 pSm/m, which is considerably higher than the value (250 pSm/m) enough for providing safety in any operations with easy ignitable fluids [10–12]. High cleaning level of contaminated components was achieved due to high speeds of flushing fluid mixing.

Duration of the washing process was 10–15 minutes. Discharge liquid flowing through the filters is cleaned and can be used for components washing again. The deposit samples from various oil tanks of the Republic regions have been chosen to carry out investigations. These samples have been subjected to the analyses on the content of water, mechanical additions and organics. The results of the analyses are given in Table 1.

As it is shown from the given table the main part of the sediments (–90°) are hydrocarbons (organics), which is a valuable raw material for petro-chemical industry and is liquidated by thousands tons irrevocably at present. As a solvent of bottom sediments burning kerosene of "Azerneftyag" production association (PA) and diesel fuel containing 0,001% mass antistatic additive A Π - Π 3Y-1 are used. All equipment were earthed safely. During carrying out of the experiment 3 kg sediment was replaced into the reservoir and was con-densed in the bottom of the reservoir with special tamper. Then a solvent and antistatic additive A Π - Π 3Y-1 were put into the reservoir. The quantity of the additive was taken so that special capacity of electroconductivity of the solvent was no less 250–300 pSm/m and it would provide full fire safety of the cleaning process.

Intensive mixing of solvent with sediment was provided by circulation according to "reservoir with sediment + pump + heat exchanger + reservoir with sediment" scheme.

The investigation was carried out at 40°, 50° and 60°C temperatures. From the experiments carried out on experimental installation we can conclude that the best time (130–145 min) of cleaning was obtained at 50–60°C temperature in 1:3 weight coorelation of sediment to solvent (Table 2). The results of the cleaning both in burning kerosene and diesel fuel containing 0,001% mass antistatic additive A Π -JI3Y-1 are at the same level.

In increasing the temperature of cleaning process observed increase of special electro conductivity capacity of washing

Table 1. The results of analyses of deposit samples additions of various oil fields.

Sample N		Density, gr/m³		Content			
	Name of the product and its sampling place		Temperature, °C	Water, %	Mechanical additions, %	Organics, %	
1	"Neft Dashlari" oil field (Dyubendi oil tank farm)	0,91	57,0	13,4	4,1	82,5	
2	"Binagadi oil" OGEE Binagadi oil field	0,97	57,5	9,1	3,6	87,3	
3	"Balakhani oil" OGEE Balakhani oil field	1,02	55,0	11,6	2,3	86,1	
4	"Azerneftyag" refinery fuel oil	1,6	81,5	4,4	6,9	88,7	
5	Baku Heydar Aliyev refinery, fuel oil	1,03	80,5	7,0	8,4	84.6	

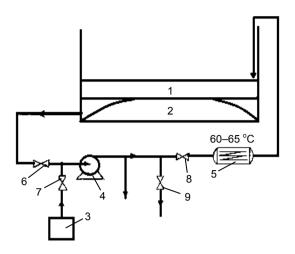


Figure 1. Scheme of reservoir cleaning from oil sediments. 1 – oil with additive; 2 – sediment; 3 – oil tank; 4 – circulating pump; 5 – heatexchanger; 6–9 – stop valve.

composition is favorable to fire safety raise.

The recommended method of removal of oil absorbed nonorganic sediment from oil reservoirs allows to exclude manual labour, reduce danger of formation of explosive and toxic atmosphere, create conditions providing full relaxation of statistic electricity charges in cleaning works, and also to exclude damages of the equipment which are used in mechanical cleaning.

Besides it using the described method of cleaning other advantages can be achieved depending on the character of technological process used in oil refinery.

Thus, if ordinary technology considers mixing of non-conditional oil products with the oil flowing to refining directed to demineralization then the solvent containing sediment would be demineralized before repeated refining. The suggested technology won't influence negatively on the demineralization quality if quantity of mixed solvent doesn't exceed 5–7% the quantity of fresh oil received by the plant. The suggested method was tested in the process of cleaning of 5000 m³ (PBC-5000) capacity vertical steel tank from bottom sediments with 0,000 % mass antistatic additive oil in Dubendi transfer oil farm of main oil pipelines PA.

Washing of bottom sediments was carried automatically without man presence in the tank according to "tank-pump-heat exchanger-tank" scheme with following pumping mixture of bottom sediments with oil into main oil pipeline keeping quality of the oil transported on the pipeline (Fig. 1).

The tank was cleaned off the oil of "Neft Dashlari" field. The height of bottom sediments was 35 sm. Content of sediments included 78,5

% organic substances, 7,4 % water and 14,1 % mechanical additions. After pumping oil into the tank till 300 sm level 0,001% mass antistatic additive A Π - Π 3V-1 was injected for providing fire safety of cleaning process and full relaxation of formed static electricity charges.

Special capacity electro conductivity of the oil reached 3400 pSm/m which was many times more than required rate (250 pSm/m) providing full fire explosion safety using fuel fluids.

High circulation speeds were supplied by the pumps LHC-30-360 and LHC-300-420. The pump and heatexchanger were placed on the flat ground near a cleaned tank out of dyking considering all fire prevention requirements.

By the selection of samples in every 30 minutes necessity of pumping out of the oil mixed with bottom sediments and pumping down clean oil with antistatic additive was determined for carrying out further cleaning.

Pumping out the mixture of the oil with bottom sediments to the main pipeline of Dyubendi transfer oil farm of main pipelines PA with simultaneous mixing of oil in the correlation calculated beforehand and providing conservation of oil quality in the pipeline was carried out by technological pump.

Cleaning of 130 m³ quantity oil sediment in the tank was carried out for 12 hours without preparatory work time which was 4 hours.

The mixed oil didn't lose its trade quality.

Solution of the statical electricity charge diversion problem at above mentioned cleaning method is increases job's safety, which is performed by service staff.

Besides it, this method of cleaning is prevents to fuel loss and pollution of environment due to utilization of reservuar.

The tests showed high efficiency of the developed cleaning method and it was recommended to wide industrial implemention. The above method uses only for cleaning of basins of oil and oil products.

REFERENCES

- 1. Ignat'eva M. N. 2015, The evolution of relations in system "Society–nature" // News of the Ural State Mining University, no. 1 (37). pp. 56–62.
- 2. Bogoslovskiy V. N. 1989, Heating and ventilation. Part 2. Ventilation. Moscow. 3. Shene I. V., Khokhryakov B. G., Bokalov S. I. 2001, Technology of bottom sediments washing in the PBC type tanks. Pipeline Oil transporting. Enclosure.
- no. 12. pp. 2–5. 4. Novikova N. V. 1972, Investigation of cleaning process, no. 36.
- 5. Alexandrov V. N., Galkanov V. A., Mastobaev B. N. and others. 2001, Improvement of transformation of data accumulation of oil deposits in large capacity tanks. Oil industry, no. 2. pp. 70–72.
- Kononov O. V. Analysis and characterization of existing ways of combating oil sediments containers // History of science and technology. 2010. no. 6. P. 60–68.
- 7. Rasulov S. R. 2010, Ways of the prevention of explosion fire danger of oil refining and petrochemical industrial plants. Oil processing and Petrochemistry, no. 8, pp. 33–40.
- 8. Volkov O. M. 1975, Fire and explosion prevention in cleaning repair of the tanks. Transport and store of oil and oil products. Moscow, no. 6.
- 9. Abbasov V. M., Isaev A. Y. and others. Author's certificate of SSSP

Table 2. The results of experiments of reservoir cleaning from sediments with various solvents containing antistatic additive AΠ- Λ34-1.

	Sediments, kg	Solvent				Charge half	
Experiment #		name	quantity, kg	Temperature, °C	Special conductivity capacity, pSm/m	dispersing time, t _g , sec.	Cleaning time, min
1	3	Kerosene with 0,001% mass additive	9	40	2510	0,0047	410
2	3	-//-	9	50	2630	0,0045	345
3	3	-//-	9	60	2830	0,0042	130
4	3	-//-	12	40	2500	0,0048	240
5	3	-//-	12	50	2690	0,0045	155
6	3	-//-	12	60	2740	0,0043	320
7	3	Diesel fuel with 0,001% mass additive	9	40	5430	0,0022	425
8	3	-//-	9	50	5520	0,0021	360
9	3	-//-	9	60	5810	0,0020	335
10	3	-//-	12	40	5390	0,0022	230
11	3	-//-	12	50	5480	0,0021	170
12	3	-//-	12	60	5620	0,0021	145

N1078925.

Zakharchenko V. V. 1977, Electrization of fluids and its prevention. Moscow.
 1977, Statistic electricity of chemical industry. Edited by M. M. Satin. Moscow.

12. Abbasov V. M., Ismailov T. A., Abdullayeva N. R., Rasulov S. R. 2009, Additives for higher electro conductivity of diesel fuels. The Azerbaijan oil industry. no. 12. pp. 63–65.

Сакит Рауф оглы Расулов, rasulovsakit@gmail.com Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности Азербайджан, Баку, просп. Азадлыг, 20 Sakit Rauf ogly Rasulov, rasulovsakit@gmail.ru Azerbaijan State University of Oil and Industry Baku, Azerbaijan

УЧЕТ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦПТ

А. В. Семёнкин

Accounting for time factor in determining the efficiency of application of cyclic-and-continuous technology complexes

A. V. Semenkin

Earlier studies on the efficiency of the use of different equipment of cyclic-and-continuous technology (CCT) (conveyor, crushing, rattling, etc.) for any quarries do not have a general idea of the preferred conditions of use of CCT systems in various mining and technical conditions. In this regard, the aim of this paper is to establish the dependences of change in the CCT systems cost from major mining and technical conditions (annual capacity, lifting height and form of the rock mass), taking into account the time factor. Their analysis will allow substantiating the rational conditions for the use of these complexes in comparison with the base variant – excavator-automobile complex. This article describes accounting of the time factor in the analysis of exploitation options for complexes of cyclical and cyclic-and-continuous technology (CCT) for open cast mining of solid minerals deposits. Author considers the excavator-automobile complex EAC) as a complex of cyclical technology. Accounting for the time factor takes place during the calculation of the exploitation cost of CCT and EAC complexes. The study substantiates optimization period and reduction factors (discount rate) of capital and operating costs. The reduction coefficient of capital costs takes into account the rise of equipment price over time, which is mainly due to the inflationary processes. In calculations, this ratio is equal to 1.06. The peculiarities of exploitation of various equipment stipulate the reduction coefficient of operating costs. Based on the operating experience of mining transportation equipment for quarries, reduction coefficient for dump trucks with carrying capacity of 45 and 80 tons in calculations is 1.2 and 1.15, respectively, and for crushing, conveyor and excavating equipment it is 1.06. By graphic dependences of the cost changes on the example of complexes usage in the development of bedrock overburden author established that at the same tendencies of relative unit costs change for the current year and for the discount

Keywords: excavator-automobile complex; cyclic-and-continuous technology complex; time factor; costs reduction (discounting).

Выполненные ранее исследования по эффективности использования различного оборудования циклично-поточной технологии (ЦПТ) (конвейерного, дробильного, грохотильного и др.) для каких-либо карьеров не позволяют составить общее представление о предпочтительных условиях применения комплексов ЦПТ в различных горнотехнических условиях. В связи с этим целью данной работы является установление зависимостей изменения затрат на комплексы ЦПТ от основных горнотехнических условий (годовая производительность, высота подъема и вид горной массы) с учетом фактора времени. Их анализ позволит обосновать рациональные условия применения этих комплексов в сравнении с базовым вариантом экскаваторно-автомобильного комплекса. В статье рассмотрен учет фактора времени при анализе вариантов эксплуатации комплексов цикличной и циклично-поточной технологии (ЦПТ) открытых горных работ при отработке месторождений твердых полезных ископаемых. В качестве комплекса цикличной технологии рассмотрен экскаваторно-автомобильный комплекс (ЭАК). Учтен фактор времени при расчете затрат на эксплуатацию комплексов ЦПТ и ЭАК. В результате проведенных исследований обоснованы период оптимизации и коэффициенты приведения (норма дисконта) капитальных и эксплуатационных затрат. Коэффициент приведения капитальных затрат учитывает удорожание оборудования с течением времени, что в основном определяется инфляционными процессами. В расчетах этот коэффициент принят равным 1,06. Коэффициент приведения эксплуатационных затрат обусловлен особенностями эксплуатации различного оборудования. На основании опыта эксплуатации горнотранспортного оборудования карьеров коэффициент приведения для автосамосвалов грузоподъемностью 45 и 80 т в расчетах принят равным 1,2 и 1,15 соответственно, а для дробильного, конвейерного и экскаваторного оборудования 1,06. По графическим зависимостях изменения затрат на примере использования комплексов при разработке скальных вскрышных пород установлено, что при одинаковой тенденции изменения удельных относительных затрат на расчетный год и дисконтированных последние существенно увеличиваются. При этом интенсивность повышения относительных дисконтированных затрат на комплексы ЦПТ ниже, чем на ЭАК. Для комплексов ЦПТ дисконтированные затраты в рассмотренных условиях увеличиваются в 1.5–1.7 раза, а для ЭАК в 1,7–2 раза. Результаты исследований будут использованы в дальнейшем при обосновании предпочтительных условий применения комплексов ЦПТ, а также будут полезны для работников горнодобывающих предприятий, научноисследовательских и проектных организаций.

Ключевые слова: экскаваторно-автомобильный комплекс; комплекс цикличнопоточной технологии; фактор времени; приведение (дисконтирование) затрат.

иклично-поточная технология является энергои ресурсосберегающей при разработке глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых. Поэтому для более широкого применения необходимо научное обоснование рациональных условий использования комплексов этой технологии.

До настоящего времени было проведено множество работ по сравнению различных видов транспорта. Выполненные ранее исследования, основанные на частных примерах оценки эффективности ЦПТ в сравнении с базовым вариантом (автомобильным, железнодорожным или другим видом транспорта), исследования эффективности и области применения различных типов конвейеров на открытых разработках, не позволяют достаточно обоснованно оценить рациональные условия применения комплексов указанной технологии [1].

Одним из основных критериев оценки эффективности применения того или иного вида транспорта являются удельные эксплуатационные и капитальные затраты.

В результате исследований [2] по установлению зависимостей изменения эксплуатационных и капитальных затрат на перевозку горной массы при использовании комплексов ЦПТ и ЭАК получены расчетные значения затрат на перемещение руды и скальных вскрышных пород для различных условий гипотетического железорудного карьера.

На основе экономико-математической модели [3] определены затраты комплексов ЦПТ при годовой производительности карьера 5, 10, 20, 30 млн т/год и высоте подъема скальной горной массы конвейерным транспортом 100–600 м. Высота подъема горной массы сборочным автотранспортом от забоя до перегрузочного пункта принята равной 80 м. При производительности карьера 5–20 млн т/год в соответствии с рекомендациями [4] приняты экскаваторы с вместимостью ковша 5 м³ и автосамосвалы грузоподъемностью 45 т. При производительности 30 млн т/год приняты экскаваторы с вместимостью ковша 10 м³ и автосамосвалы грузоподъемностью 80 т. Для дробления горной массы выбраны различные типы дробильных установок в комплексах ЦПТ, опыт использования подобного дробильного оборудования в конкретных условиях описан в [5, 6].

Для расчета затрат и выбора оборудования ЭАК за основу принята экономико-математическая модель, изложенная в [4]. По данной модели были проведены расчеты при тех же

производительностях карьера и высоте подъема скальной горной массы автосамосвалами 180–680 м. Автосамосвалы и экскаваторы приняты такие же, как и при использовании комплекса ЦПТ.

В связи с ограниченным доступом к информации, являющейся коммерческой тайной предприятий, расчеты сделаны в ценах на 1 января 1998 г. Для дальнейшего анализа затраты переведены в относительные единицы. Это дает возможность ориентироваться в затратах текущего времени с допущением, что они увеличиваются по всем статьям расходов пропорционально с одинаковым коэффициентом удорожания. При переводе общих затрат по отдельным статьям расходов в относительные единицы за 100 % приняты общие капитальные затраты при разработке скальных вскрышных пород с применением ЭАК при высоте подъема горной массы 180 м и производительности карьера 5 млн т/год. При переводе удельных затрат в относительные единицы за 100 % приняты капитальные удельные затраты при разработке скальных вскрышных пород для упомянутого варианта.

Расчеты капитальных и эксплуатационных затрат при использовании комплексов ЦПТ и ЭАК выполнены без учета затрат на разнос борта. Это связано с тем, что при размещении дробильно-конвейерного комплекса (ДКК) на конечных бортах карьера для образования площадок под дробильно-перегрузочные пункты (ДПП) необходимо производить разнос бортов карьера. В последнее время в ИГД УрО РАН разработаны технологические схемы расположения ДПП на временно нерабочих участках практически без разноса борта карьера. А стационарные траншеи (полутраншеи) под установку конвейерных линий проходятся с максимальным совмещением их основания с наклонными предохранительными бермами, заменяющими участки горизонтальных предохранительных берм [7].

По затратам на расчетный год возможно определение рациональных условий применения комплексов ЦПТ и ЭАК, но при этом следует учитывать срок окупаемости больших капитальных затрат на комплекс ЦПТ за счет меньших эксплуатационных издержек. Этот срок окупаемости представляет отношение разницы в капитальных затратах между комплексами ЦПТ и ЭАК к разнице в эксплуатационных затратах между ЭАК и ЦПТ. Очевидно, что комплексы ЦПТ имеют предпочтительное применение в условиях, когда капитальные затраты на них меньше затрат на ЭАК. Также будет эффективным использование комплексов ЦПТ в условиях, когда положительная разница в капитальных затратах между комплексами ЦПТ и ЭАК окупается в течение одного года за счет разницы в эксплуатационных затратах между комплексами ЭАК и ЦПТ.

Исследования показали, что при производительности карьера 5 млн т/год и высоте подъема горной массы 100 и 600 м разница в капитальных затратах между вариантами использования комплексов ЦПТ и ЭАК окупается за счет разницы в эксплуатационных затратах за 0,6 года. В других случаях, когда капитальные затраты на комплексы ЦПТ выше капитальных затрат на ЭАК, разница в этих затратах погашается не более чем за 0,5–0,6 года. При равенстве капитальных затрат на комплексы ЦПТ и ЭАК эффективность комплексов ЦПТ очевидна.

В случаях, когда положительная разница в капитальных затратах окупается за какой-либо период больше года, возникает некоторая неопределенность в оценке эффективности рассматриваемых комплексов. Эта неопределенность устраняется, если за критерий эффективности принять сумму удельных капитальных и эксплуатационных затрат, рассчитанных за период оптимизации. Для этого необходимо все затраты за период оптимизации привести к одному моменту времени. Рекомендуется принимать период оптимизации от 7 до 20 лет [8]. Для дисконтирования необхо-

димо действительные затраты каждого года умножить на соответствующий коэффициент приведения прошлых или будущих лет (в зависимости от того времени, когда были сделаны затраты). Основой для приведения стали значения капитальных и эксплуатационных затрат на расчетный год при использовании комплексов ЦПТ и ЭАК.

При анализе вариантов с применением комплексов ЦПТ и ЭАК на большие периоды разница в затратах существенна в первые годы, затем эта разница сводится к минимуму. Поэтому за период оптимизации принят срок службы автосамосвалов, равный в среднем восьми годам [9], как вид оборудования, имеющий наименьший срок службы. В качестве момента приведения выбран последний год периода оптимизации. Для анализа использовано среднее значение затрат за период оптимизации.

Следует иметь в виду, что коэффициенты приведения затрат, обусловленные особенностями эксплуатации разного оборудования, могут отличаться своей величиной. Как свидетельствует практика, эксплуатационные затраты на автомобильный транспорт ежегодно повышаются. Так, в условиях АК АЛРОСА коэффициент удорожания 1 т · км транспортной работы для разных моделей автосамосвалов в течение 5 лет изменяется в интервале 1,81-2,63. Это определяет ежегодный коэффициент увеличения эксплуатационных затрат в пределах 1,13-1,21 [4]. Этот коэффициент учитывает изменение затрат в связи с ежегодным снижением производительности из-за износа автосамосвалов, изменения расстояния транспортирования в соответствии с перемещением забоев в карьерном пространстве, с удорожанием запасных частей для проведения ремонтов из-за инфляции и по другим причинам, в том числе связанным с организацией производства. При приведении относительных удельных эксплуатационных затрат с применением комплексов ЦПТ и ЭАК для автосамосвалов грузоподъемностью 45 и 80 т принят коэффициент приведения, равный 1,2; 1,15 соответственно.

Эксплуатационные затраты на другое оборудование комплексов ЦПТ и ЭАК - экскаваторы, дробильное и конвейерное - могут повышаться главным образом из-за инфляции. Это обусловлено тем, что, как показывает практика, годовая производительность рассматриваемого оборудования в течение длительного периода времени мало изменяется при проведении плановых ремонтов в соответствии с регламентами заводов-изготовителей. В отдельные промежутки времени производительность экскаваторов может изменяться незначительно в связи с меняющимися условиями экскавации горной массы в забоях. Но годовую производительность экскаваторов можно считать практически постоянной. Дробильное и конвейерное оборудование в течение длительного периода времени является стационарным и перерабатывает весь объем горной массы, поступивший со сборочного автомобильного транспорта. Несмотря на неравномерность часовой, суточной, месячной производительности конвейера, годовая является постоянной на уровне плановых заданий. Поэтому при приведении затрат для экскаваторов, дробильного оборудования и дробильно-конвейерного комплекса принят коэффициент приведения, равный коэффициенту инфляции.

Дисконтирование капитальных затрат к последнему году оптимизации показывает их стоимость в будущем. Коэффициент их приведения должен учитывать удорожание оборудования в связи с инфляцией. В расчетах коэффициент приведения принят равным коэффициенту инфляции 1,06.

По полученным результатам были построены графики (рис. 1) изменения приведенных (дисконтированных) относительных удельных затрат в зависимости от высоты подъема горной массы при разных годовых производительностях комплексов с использованием ЭАК при разработке скальных вскрышных пород и использованием комплекса ЦПТ с традиционным ленточным конвейером.

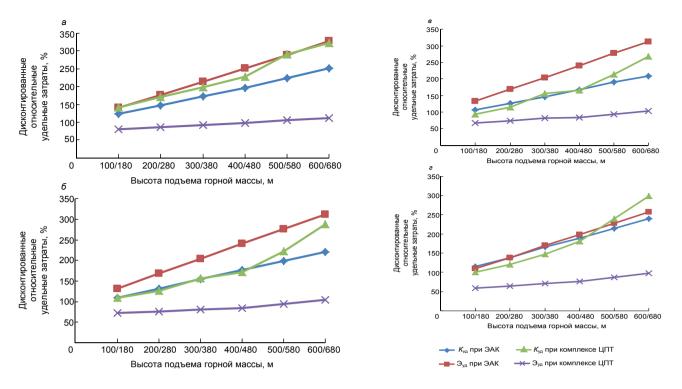


Рисунок 1. Графики изменения дисконтированных относительных удельных затрат при разработке вскрышных пород в зависимости от высоты подъема горной массы. *а* – при годовой производительности комплексов 5 млн т/год; *в* – при годовой производительности комплексов 10 млн т/год; *в* – при годовой производительности комплексов 20 млн т/год; *в* – при годовой производительности комплексов 30 млн т/год. В числителе – высота подъема горной массы конвейером в комплексе ЦПТ. Высота подъема горной массы автосамосвалами от забоя до перегрузочного пункта в комплексе ЦПТ составляет 80 м. В знаменателе – высота подъема горной массы автосамосвалами в ЭАК.

В результате выполненных исследований установлено, что относительные удельные дисконтированные затраты и на расчетный год имеют одинаковую тенденцию изменения – они увеличиваются с ростом высоты подъема горной массы и снижаются с ростом годовой производительности. Но дисконтированные капитальные и эксплуатационные затраты значительно выше по сравнению с затратами на расчетный год. Так, с использованием комплексов ЦПТ и ЭАК дисконтированные капитальные затраты по сравнению с затратами без приведения выше в 1,2 раза на каждых 100 м на высоте подъема 100-600 м и производительности от 5 до 30 млн т/ год. При использовании комплекса ЦПТ дисконтированные эксплуатационные затраты по сравнению с эксплуатационными затратами без приведения с производительностью карьера от 5 до 20 млн т/год и высоте подъема горной массы 100 и 600 м выше в 1,7 и 1,6 раза соответственно. При производительности 30 млн т/год и высоте подъема 100 и 600 м - в 1,6 и 1,5 раза. При применении ЭАК дисконтированные эксплуатационные затраты по сравнению с эксплуатационными затратами без приведения с производительностью карьера от 5 до 20 млн т/год и высотой подъема горной массы 100 и 600 м увеличились в 1,9 и 2 раза. При производительности 30 млн т/год и высоте подъема 100 и 600 м – в 1,7 раза.

Обоснованы коэффициенты приведения (норма дисконта) капитальных и эксплуатационных затрат с учетом срока и опыта эксплуатации оборудования сравниваемых комплексов ЦПТ и ЭАК на карьерах. Так, для автосамосвалов грузоподъемностью 45 и 80 т принят коэффициент приведения 1,2; 1,15 соответственно. Для экскаваторов, дробильного и конвейерного оборудования принят коэффициент приведения, равный коэффициенту инфляции, так как их годовую производительность можно считать постоянной. На капитальные затраты влияние оказывает в основном инфляция. Коэффициент инфляции принят равным 1,06.

Дисконтирование (приведение) затрат позволяет оценивать эффективность применения комплексов ЦПТ и ЭАК по суммарным капитальным и эксплуатационным затратам, что несомненно уточнит рациональные условия применения этих комплексов в сравнении с оценкой предпочтительных условий применения раздельно по капитальным и эксплуатационным затратам с учетом срока окупаемости разницы в капитальных затратах за счет меньших эксплуатационных затрат на оборудование комплексов ЦПТ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Кармаев Г. Д. Исследование эффективности и областей применения различных типов конвейеров на открытых разработках: дис. ... канд. техн. наук. Свердловск, 1978. 188 с.
- 2. Семенкин А. В. Изменение расчетных затрат при разработке карьера с применением экскаваторно-автомобильного комплекса и комплекса циклично-поточной технологии // Проблемы недропользования. 2015. № 3. С. 59–66.
- 3. Кармаев Г. Д., Глебов А. В. Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. 296 с.
- 4. Кулешов А. А. Мощные экскаваторно-автомобильные комплексы карьеров. М.: Недра, 1980. 317 с.
- 5. Agafonov Y., Suprun V., Pastikhin D., Radchenko R. Problems and prospects of cyclic-and-continuous technology in development of large oreand coalfields // Proceeding of the 12th International Symposium Continuous Surface Mining. Aachen: Springer, 2014. P. 437–445.
- 6. Graber G. Advancement of mobile conveying solutions for IPCC and waste handling operations // In-Pit Crushing and Conveying: International Mining (13–15 October, 2013). Cologne, Germany, 2013.
- 7. Яковлев В. Л., Смирнов В. П., Берсенев В. А. Устройство дробильно-конвейерных комплексов на глубоких карьерах. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2003. 42 с.
- 8. Васильев М. В., Яковлев В. Л., Демкин В. Б. и др. Выбор вида карьерного транспорта (методика). М.: Недра, 1973. 192 с.
- 9. Ложечко Л. Б., Щербина А. А., Павленко Г. И., Глебов А. В., Кармаев Г. Д. Рациональный срок эксплуатации карьерных самосвалов // Проблемы карьерного транспорта: материалы IX междунар. науч.-практ. конф. (9–12 окт. 2007 г.). Екатеринбург: УрО РАН, 2008. С. 117–122.

REFERENCES

- 1. Karmaev G. D. 1978, Issledovanie effektivnosti i oblastey primeneniya razlichnykh tipov konveyerov na otkrytykh razrabotkakh: dis. ... kand. tekhn. nauk [Research of efficiency and field of applications of different types of conveyors at open cast mining: thesis of candidate of technical sciences], Sverdlovsk, 188 p.
- 2. Semenkin A. V. 2015, *Izmenenie raschetnykh zatrat pri razrabotke kar'era s primeneniem ekskavatorno-avtomobil'nogo kompleksa i kompleksa tsiklichno-potochnoy tekhnologii* [Changing the estimated costs in the development of quarry by using excavator-automobile complex and cyclic-and-continuous technology complex]. *Problemy nedropol'zovaniya* [Problems of subsoil use], no. 3, pp. 59–66.
- 3. Karmaev G. D., Glebov A. V. 2012, *Vybor gorno-transportnogo oborudovaniya tsiklichno-potochnoy tekhnologii kar'erov* [Selection of mining equipment with cyclic-and-continuous technology for quarries], Ekaterinburg, 296 p.
- Kuleshov A. A. 1980, Moshchnye ekskavatorno-avtomobil'nye kompleksy kar'erov [Powerful excavator-automobile complexes for quarries], Moscow, 317 p.
 Agafonov Y., Suprun V., Pastikhin D., Radchenko R. 2014, Problems and

Александр Владимирович Семёнкин,

a.semenkin92@mail.ru Институт горного дела УрО РАН Россия, Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58

- prospects of cyclic-and-continuous technology in development of large ore- and coalfields. Proceeding of the 12th International Symposium Continuous Surface Mining, Aachen, pp. 437–445.
- 6. Graber G. 2013, Advancement of mobile conveying solutions for IPCC and waste handling operations. International Mining. In-Pit Crusher and Conveying 13–15 October 2013, Cologne.
- 7. Yakovlev V. L., Smirnov V. P., Bersenev V. A., 2003, *Ustroystvo drobil'no-konveyernykh kompleksov na glubokikh kar'erakh* [The structure of crushing and conveyor complexes in deep quarries], Ekaterinburg, 42 p.
- 8. Vasil'ev M. V., Yakovlev V. L., Demkin V. B., Slavinskiy V. S., Popov V. Yu., Serebrennikov K. N., Popov V. M., Konyukhov L. V., Vorob'ev G. P. 1973, *Vybor vida kar'ernogo transporta (metodika)* [Choosing the type of quarry transport (methodology)], Moscow, 192 p.
- 9. Lozhechko L. B., Shcherbina A. A., Pavlenko G. I., Glebov A. V., Karmaev G. D. 2008, *Ratsional'nyy srok ekspluatatsii kar'ernykh samosvalov* [Rational lifetime of dump trucks]. *Problemy kar'ernogo transporta: materialy IX mezhdunarod. nauchno-prakt. konf. 9–12 okt. 2007 goda* [Problems of career transport: materials of IX International Scientific Conference. October 9–12, 2007], pp. 117–122.

Aleksandr Vladimirovich Semenkin,

a.semenkin92@mail.ru Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Ekaterinburg, Russia

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 33.338.001.36 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-76-83

ОЦЕНКА ПОЛНОТЫ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

И. Г. Полянская, М. Н. Игнатьева, В. В. Юрак

Assessment of completeness of institutional provision of ecological safety of nature management for the Russian Federation and the Republic of Kazakhstan

I. G. Polyanskaya, M. N. Ignat'eva, V. V. Yurak

Focus of this study is on assessing the levels of institutional provision of ecological security of natural management of the Russian Federation and the Republic of Kazakhstan, which are the key countries of the "Arctic regions—Central Asia" transport corridor, in order to identify problems in this field and substantiate ways to improve domestic institutions of nature management.

The article assesses scrutiny of the problem of determining the institutional provision of ecological safety of natural management, substantiates the urgency of research of this problem, defines and clarifies the conceptual apparatus of the study. One can find improved author's methodical approach to assessing completeness of institutional provision of ecological safety of natural management, approved in conditions of the Russian Federation and the Republic of Kazakhstan. Authors outline the basic directions of institutional provision of ecological safety and levels of its regulation. Among the directions are the legislative and normative-legal, integration and design, organizational, financial and economic. Number of management levels is set at four: international, federal, interstate and regional.

The assessment proved that the average levels of institutional provision of ecological safety of natural management in Russia and Kazakhstan are close enough; it indicates a certain degree of consistency and continuity of the development of institutional support of the countries in the field of ecological safety of process of natural management. The government can the results of this study to improve the effectiveness of ecological safety management in the sphere of nature management, what, ultimately, will contribute to ensuring the human rights in regard to favorable environment and reduce the risk of exacerbation of ecological crisis.

Keywords: ecological safety; institutional provision; theory of fuzzy sets; methodology; assessment; nature management.

Исследование посвящено оценке уровней институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования Российской Федерации и Республики Казахстан, являющихся ключевыми государствами исследуемого транспортного коридора «Арктика-Центральная Азия», в целях выявления проблем в данной области и обоснования направлений совершенствования отечественных институтов природопользования. В статье оценена изученность проблемы определения институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования, обоснована актуальность исследований данной проблематики, определен и уточнен понятийный аппарат исследования. Усовершенствован авторский методический подход к оценке полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования, апробированный в условиях Российской Федерации и Республики Казахстан. Обозначены основные направления институционального обеспечения экологической безопасности и уровни ее регулирования. К числу направлений отнесены: законодательное и нормативно-правовое, интеграционно-проектное, организационное и финансово-экономическое. Количество уровней управления установлено в размере четырех: международный, федеральный, межгосударственный и региональный. По результатам оценки оказалось, что средние уровни институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования в России и Казахстане достаточно близки, это свидетельствует об определенной степени сопоставимости и преемственности развития институционального обеспечения стран в сфере экологической безопасности процесса природопользования. Результаты настоящего исследования могут быть использованы органами власти в целях повышения эффективности управления экологической безопасностью в сфере природопользования, что в конечном счете будет способствовать обеспечению прав человека в отношении благоприятной окружающей среды и снижению риска обострения экологического кризиса.

Ключевые слова: экологическая безопасность; институциональная обеспеченность; теория нечетких множеств; методика; оценка; природопользование.

тенсивным использованием природно-ресурсного потенциала природных экосистем, поставил человечество перед необходимостью контроля самого процесса природопользова-

ния в целях его рационализации, что подтверждают исследования [1, 2]. Одной из важнейших задач государственной политики в области экологического развития является формирование эффективной системы управления в области обеспечения экологической безопасности [3]. Эффективность функционирования механизмов государственного управления экологической безопасностью при природопользовании напрямую зависит, с одной стороны, от степени реализации определенных законодательством эколого-правовых актов, а с другой - от разработки и принятия новых формальных правил [4-6], способствующих устранению сформировавшихся проблем и диспропорций, в том числе на пересечении самого процесса природопользования и его экологической составляющей. Иными словами, от уровня институциональной обеспеченности, под которой понимается состояние институциональных основ экологической безопасности, в первую очередь, формальных правил, формирующих «способность выполнять функции, решать проблемы, а также ставить и достигать цели» [7].

Процесс актуализации формирования изучаемого транспортного коридора «Арктика–Центральная Азия», исследуемого в качестве объекта, становится остро необходимым в связи со сложной геополитической обстановкой, складывающейся в современном мире, а также с уже сформировавшейся институциональной средой международных взаимоотношений России с зарубежными странами. В данных условиях на повестку дня выходит вопрос о создании и развитии транспортных коридоров [8–10], с помощью которых может быть обеспечен налаженный и четко отрегулированный пропуск потоков природных ресурсов, необходимым условием которого является соблюдение требований и правил экологической безопасности.

Несмотря на широкое использование термина «экологическая безопасность», данное понятие до сих пор является предметом обширных дискуссий как в доктринально-экономическом и юридическом словаре, так и в догмах права. К примеру, Н. Г. Жаворонкова предлагает рассматривать экологическую безопасность в сфере природопользования «... как возможность комплексного подхода к охране окружающей среды, жизненной среды обитания человека, экономических и экологических интересов при возможности и необходимости гармонизации отраслевых, территориальных (региональных), социально-экономических и иных интересов при долгосрочном планировании и функционировании производств» [11]. Со своей стороны, авторы считают, что экологическая безопасность не может являться «возможностью комплексного подхода к окружающей среде», данную функцию несут скорее механизмы обеспечения экологической безопасности, и придерживаются в данном отношении определения «состояние защищенности».

С догматической точки зрения и сравнительного правоведения в основополагающих экологических актах России и Казахстана понятия экологической безопасности близки по содержанию. Под экологической безопасностью в Российской Федерации в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» понимается состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. В Экологическом кодексе Республики Казахстан под экологической безопасностью понимается состояние защищенности жизненно важных интересов и прав личности, общества и государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

Понятие «экологическая безопасность» присутствует практически во всех нормативных актах экологического законодательства, однако не содержит самостоятельного значения (при условии, что обладает им), в отличие от понятия «охрана окружающей среды» [11-13]. В отношении прочтения данного термина авторы придерживаются Экологического кодекса Республики Казахстан, учитывая его четкую и ясную правовую категорию как права человека, в то время как в законе РФ словосочетание «жизненно важные интересы человека» является спорным по своей сути и в высшей степени субъективным. В сложившейся ситуации можно констатировать, что процесс разработки и обоснования концепции экологической безопасности, ее системы в целом и отдельных положений как составляющих институциональной обеспеченности только начался. Следствием этого явилось то, что вопросы оценки текущего уровня институционального обеспечения экологической безопасности в целях повышения эффективности государственного регулирования природопользования в принципе находятся в зачаточном состоянии. В связи с этим данное исследование является попыткой оценить и сравнить между собой уровни институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования Российской Федерации и Республики Казахстан для выявления проблем и формулировки векторов совершенствования отечественных институтов.

Теоретико-методологической основой исследования явились теории смежных отраслей знаний: общая теория эффективности и институциональная экономическая теория. На сегодняшний день приверженцами институциональной экономической теории являются Е. Балацкий, Т. Веблен, Т. Гоббс, В. Гребенников, Э. Дюркгейм, В. Зотов, Р. Капелюшников, Г. Б. Клейнер, Дж. Коммонс, В. И. Маевский, В. Макаров, У. Митчелл, А. Нестеренко, Д. Норт, А. Олейник, В. Полтерович, О. С. Сухарев,

Дж. Ходжсон, А. Шаститко, Т. Эггертсон и др. Исследованием методологии оценки эффективности менеджмента занимаются такие отечественные и зарубежные ученые, как Р. Акофф, И. Г. Ансофф, И. А. Баев, Ю. Бригхем, А. Н. Головина, В. В. Ковалев, Ф. Котлер, А. А. Куклин, М. Мескон, Б. З. Мильнер, В. М. Семенов, Е. А. Стоянова, А. Стрикленд и др. При выполнении исследования были использованы общенаучные методы исследования, методы теории нечетких множеств, сравнительный анализ, методы экономического анализа и методы экспертных оценок.

Управление любым процессом так или иначе требует контроля и оценки его эффективности, над разработкой и исследованиями способов, методов и подходов к которой трудятся ученые не одного поколения. Тем не менее само понятие эффективности менеджмента до сих пор остается сложной и многогранной категорией, включающей в себя огромное количество факторов, обусловленных в том числе и спецификой управляемого процесса. В настоящее время сущностные характеристики эффективности управления неразрывно связывают с концепциями эффективности управления, рассматриваемыми как в русле исторического развития экономической мысли: начиная от административноорганизационного подхода и заканчивая комплексным, так и в качестве отдельных теоретических направлений в зависимости от объекта исследования. Наиболее полная характеристика обозначенных концепций приведена в работах Н. А. Климова, И. Г. Минервина. М. В. Грачева [14].

Так, приверженцами административно-организационной концепции, основывающейся на рассмотрении эффективности производства в качестве основного критерия эффективности управления, являются Т. Хэйман, У. Скотт [14, 15]. Примером реализации данной концепции может служить марксистская политическая экономия, которая рассматривает эффективность управления в качестве эффективности производства, порой отождествляя их или выделяя последнее в качестве доминирующего критерия эффективности управления.

В научных трудах ученых, развивающих социально-психологическую концепцию (К. Арджирис, Р. Кунц, Т. Хэйман, У. Скотт), подчеркивается роль социально-психологических факторов в обеспечении эффективности управления организациями, рассматриваемыми в качестве социальных систем. Данная концепция является теоретическим базисом процесса управления персоналом различных организаций.

Яркий представитель комплексного подхода Р. Акофф рассматривает эффективность управления в качестве возможности достижения целевых функций организации и их оптимизации в условиях быстрого реагирования на изменения окружающей среды, при этом используя социально-психологические целевые показатели совместно с производственными, «неявно учитывая максимизацию прибыли и захват рынков, стабильность и внедрение новшеств, экспансию и смягчение социальных последствий деятельности и т. п.» [14]. Эта же концепция легла в основу такой теоретической школы, как «экономикс».

Таким образом, многообразие подходов в оценке эффективности управления связано с объектом исследования, с целью исследования, с идентификацией используемых критериев и показателей. В связи с этим с учетом комплексного подхода, в рамках настоящего исследования в качестве показателя эффективности экологической безопасности природопользования был выбран уровень полноты институциональной обеспеченности как некоторого удовлетворительного показателя, расчет которого предлагается осуществлять на основе разработанной ранее авторской методики [16–18], базирующейся на теории нечетких множеств [19]. В качестве основных направлений институционального обеспечения экологической безопасности природо-

¹ Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2002. № 2. Ст. 133.

² Экологический кодекс Республики Казахстан. Закон РК № 212-III от 9 января 2007 г. URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30085593#pos=1;-307

Таблица 1. Классификатор балльного разбиения инструментов по уровню соответствия эталону.

Показатель			Критерий разбиения	a <i>j</i>	
TIONASATEJIB	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Оценка в баллах	1–2	3–4	5–6	7–8	9–10

Таблица 2. Оценка институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России и Казахстана на всех уровнях управления.

	Инструменты институциональной обеспеченности, баллы							
Уровни управления <i>і</i>	Законодательный и нормативно-правовой $X_{\scriptscriptstyle 1}$	Интеграционно- проектный $X_{_{2}}$	Организационный $X_{_3}$	Финансово-экономический $X_{\scriptscriptstyle 4}$				
Международный (I)	X ₁₁	X ₂₁	X ₃₁	X ₄₁				
Россия	8	8	9	7				
Казахстан	9	9	9	9				
Федеральный (II)	X ₁₂	X_{22}	X ₃₂	X_{42}				
Россия	7	8	8	8				
Казахстан	9	6	8	9				
Межгосударственный (III)	X ₁₃	X ₂₃	X ₃₃	X_{43}				
Россия	8	8	8	8				
Казахстан	8	8	8	8				
Региональный (IV)	X ₁₄	X_{24}	X ₃₄	$X_{_{44}}$				
Россия	7	7	6	6				
Казахстан	6	6	6	6				

пользования России и Казахстана были обозначены:

- законодательное и нормативно-правовое;
- интеграционно-проектное;
- организационное;
- финансово-экономическое.

Данные направления, согласно разработанной методике, в рамках теории нечетких множеств выступают в качестве факторов $X_1,\,X_2,\,X_3,\,X_4$ для оценки полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности. Формирование институциональной обеспеченности экологической безопасности осуществляется для различных уровней управления, которые авторами были идентифицированы как:

- международный (I);
- федеральный (II);
- межгосударственный (III);
- региональный (IV).

Если международный, федеральный и региональный уровни не требуют дополнительной расшифровки и представляют собой характеристику направлений институционального обеспечения на соответствующей названию уровня основе, то межгосударственный уровень нуждается в пояснении. Выделение данного уровня обусловлено объектом исследования – транспортным коридором «Арктика–Центральная Азия», в котором, как уже было обозначено ранее, ключевыми государственными единицами выступают РФ и Республика Казахстан. В связи с этим межтосударственный уровень управления экологической безопасностью природопользования в рамках данного исследования характеризует собой институциональную оболочку в сфере обеспечения экологической безопасности непосредственно между Россией и Республикой Казахстан.

При оценке полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России и Казахстана на всех уровнях управления в рамках транспортного коридора «Арктика–Центральная Азия» были приняты во внимание и использованы следующие аспекты:

- институциональная обеспеченность экологической безопасности природопользования по всем основным направлениям имеет одинаковую значимость; следовательно, их весомость составит 1/4.
- при выполнении оценки используем ранее разработанный классификатор балльного разбиения направлений (табл. 1).

В табл. 2 приведены результаты экспертного опроса специалистов относительно полноты институционального обеспечения экологической безопасности природопользования России и Казахстана на всех уровнях управления.

Анализируя результаты проведения оценки институциональной обеспеченности экологической безопасности Российской Федерации и Республики Казахстан, следует отметить, что по многим позициям рассматриваемых направлений оценки значения результатов обеих стран либо тождественны, либо незначительно отличаются друг от друга.

В части нормативно-законодательного обеспечения страны во многом находятся в едином пространстве на международном уровне в качестве сторон, ратифицировавших основные Конвенции и протоколы, международные соглашения, меморандумы по охране окружающей среды, касающиеся аспектов экологической безопасности: Конвенция ООН по окружающей среде и развитию, Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, Конвенция о биологическом разнообразии (КБР), Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях, Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий; Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (КБО); Конвенция о предотвращении загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Лондонская конвенция); Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранская конвенция), Рамочная Конвенция Организации, Объединенных Наций об изменении климата (Framework Convention on Climate Change, UN FCCC), Киотский протокол. Более высокий уровень соответствия нормативно-законодательного обеспечения на международном уровне у Республики Казахстан - 9 в отличие от Российской Федерации - 8 объясняется фактом ратификации Республикой Казахстан Конвенции Европейской экономической комиссии ООН о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская конвенция), Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Конвенция Эспо), а также Протокола по стратегической экологической оценке к Конвенции Эспо (Протокол по СЭО). Российская Федерация этот документ не ратифицировала.

На федеральном уровне экологическое законодательство обеих стран основывается на Конституции^{3,4} и представляет собой совокупность норм природоохранного права, природоресурсного права и экологизированных норм других отраслей права. Преимущественное положение Республики Казахстан - 9 по сравнению с Российской Федерацией - 8 на этом уровне объясняется большей системностью и комплексностью экологического законодательства. В Экологическом Кодексе Республики Казахстан сосредоточена вся совокупность регулирования отношений в области экологической безопасности, в том числе проведение государственной экологической экспертизы, являющейся обязательной и для недропользователей, и для экономической оценки ущерба, причиненного окружающей среде, со ссылками на утвержденные действующие методики расчета.

В Российской Федерации вопросы экологической безопасности обозначены во многих законодательных актах, к числу основополагающих относятся:

- Экологическая доктрина⁵ РФ, определившая приоритетные направления по обеспечению экологической безопасности.
- Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2002)6. В законе практически речь идет об охране окружающей среды, экологическая безопасность рассматривается лишь в части понятийного аппарата.
- «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года», утвержденная Указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 5377, рассматривающая экологическую безопасность как составную часть национальной безопасности.
- «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года»⁸ , утвержденные для разработки обеспечения экологической безопасности при модернизации экономики и в процессе инновационного развития. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2012 г. № 2423-р был утвержден план действий по реализации основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации до 2030 года⁹.
- Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года¹⁰, подготовленная в рамках реализации «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», отражающая острейшие проблемы в области экологической безопасности, характерные для территорий Арктической зоны Российской Федерации.
- Проект Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года11, учитывающий приоритеты развития природоохранного регулирования, сформулированные в «Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации до 2030 г.». Проект

содержит системный анализ состояния экологической безопасности Российской Федерации, тенденции ее изменения с выделением внешних и внутренних (потенциальных и реальных) угроз. Указаны цели, приоритеты и задачи обеспечения экологической безопасности, способы их эффективного достижения на период планирования до 2025 года, выделены показатели и определены планируемые результаты. Однако Стратегия пока так и остается проектом.

В связи с этим основная задача совершенствования экологического законодательства в РФ, включающего вопросы обеспечения экологической безопасности природопользования, заключается в систематизации всей совокупности нормативно-законодательных актов, принятии Стратегии экологической безопасности, Дорожной карты ее реализации. Актуальным аспектом природопользования для Российской Федерации остается оценка ущерба, нанесенного окружающей среде. Многие методики по экономической оценке ущерба либо устарели, либо носят рекомендательный характер по причине того, что официально были опубликованы¹², отсутствует Методика возмещения вреда, причиненного окружающей среде в процессе пользования недрами. Применительно к сфере недропользования проведение государственной экологической экспертизы в настоящее время не имеет действенных механизмов практической реализации¹³, что является следствием внесения изменений в Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ¹⁴ в части замены проведения государственной экологической экспертизы на экспертизу проектной документации. Пользователи недр в настоящее время фактически освобождены от необходимости проведения государственной экологической экспертизы. Приняты лишь «Правила подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр и разведки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых» 15 .

Более низкий уровень институционального обеспечения интеграционно-проектного направления на международном уровне Российской Федерации - 8 по сравнению с Республикой Казахстан - 9 объясняется предпочтительными условиями для участия Республики Казахстан в международных интеграционных проектах, касающихся вопросов охраны окружающей среды и экологической безопасности, в том числе из-за отсутствия экономических санкций. На федеральном и региональном уровнях институциональная обеспеченность этого направления выше у Российской Федерации из-за принятия большего, чем в Республике Казахстан, количества федеральных и региональных программ по охране окружающей среды и интеграционных проектов в развитие основополагающих экологических нормативных актов федерального и регионального значения. В Российской Федерации в развитие основополагающих нормативно-законодательных экологических актов приняты действующие федеральные целевые программы: «Охрана окружающей среды»

³ Конституция Республики Казахстан (принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года). URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_

⁴ Конституция РФ (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.) // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2014. № 15. Ст. 3682.

^₅ Об Экологической доктрине Российской Федерации: распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р. URL: www.consultant.ru ⁶ Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2002. № 2. Ст. 133.

⁷ О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: Указ Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2009. Ст. 2444.

в Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года // Система ГАРАНТ. URL: http://base. garant.ru/70169264/#ixzz4InnJd2CX

Об утверждении Плана действий по реализации Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 18.12.2012 № 2423-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: www.consultant.ru

10 Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. Документ опубликован не был, пре-доставлен КонсультантПлюс. URL: www.consultant.ru (дата обращения: 05.11.2016).

¹¹ Проект Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. URL: http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=142853 12 Методические указания по оценке и возмещению вреда, нанесенного окружающей природной среде в результате экологических правонарушений. Утв. приказом Государственного комитета по экологии Российской Федерации от 6 сентября 1999 г. Документ опубликован не был. URL: http://www.ceae.ru/law6.htm

¹⁸ В результате внесения в Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ в части замены проведения государственной экологической экспертизы на экспертизу проектной документации пользователи недр в настоящее время фактически освобождены от необходимости проведения государственной экологической экспертизы.
¹⁴ Об экологической экспертизе: федер. закон от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 48. Ст. 4556.

¹⁵ Собр. законодательства Рос. Федерации. 2015. № 47. Ст. 6586; 2016. № 2. Ст. 325.

на 2012–2020 годы; «Отходы»; «Охрана озера Байкал и социальноэкономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 гг.»; «Мировой океан»; «Чистая вода на 2011–2017 гг.»; «Воспроизводство и использование природных ресурсов» 16. Реализованы программы: «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы и на период до 2013 года», «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 годы)». Готовятся изменения в Государственную программу Российской Федерации «Охрана окружающей среды» до 2020 года в части включения в нее подпрограммы «Ликвидация накопленного экологического ущерба».

В Республике Казахстан во исполнение Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004–2015 годы¹⁷, разработанной исходя из приоритетов Стратегии «Казахстан-2030», реализованы государственные программы: «Охрана окружающей среды на 2005–2007 гг.¹⁸ и на 2008–2010 гг.», «Развитие государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС на 2004–2010 гг.», программы по снижению выбросов парниковых газов; по водосбережению. В соответствии с программами осуществлены мероприятия по сокращению территорий аридных зон экологического бедствия и по совершенствованию управления промышленными бытовыми отходами, а также по мониторингу экологического состояния территорий полигонов военно-космического и испытательного комплексов. В настоящее время в Казахстане находится в стадии рассмотрения программа по охране окружающей среды на период до 2020 года.

Субъекты Российской Федерации и Республики Казахстан в рамках своих полномочий разрабатывают и принимают региональные программы обеспечения экологической безопасности в развитие государственных. Так, в ХМАО – Югре принята государственная программа «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2014—2020 годы», а также подпрограмма «Строительство объектов утилизации попутного нефтяного газа», предусматривающие ряд мероприятий, которые реализуются на основе программ предприятий-природопользователей за счет собственных средств. Разрабатываются также инвестиционные экологические проекты.

Институциональная обеспеченность организационного направления обеих стран оценена тождественно и достаточно высоко на международном уровне. Страны находятся в едином пространстве в качестве членов международных организаций, в том числе: Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Совет независимых государств (СНГ), Евразийский экономический союз (ЕврАзЭС), Шанхайская Организация Сотрудничества (ШОС), Международный союз охраны природы (МСОП), Глобальный экологический фонд (ГЭФ), Азиатско-Тихоокеанское экономическое сотрудничество (АТЭС), Форум Азия-Европа, Стратегический подход к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ) и др. На межгосударственном и федеральном уровнях институциональная обеспеченность данного направления также достаточно высока. Российская Федерация и Республика Казахстан сотрудничают на двусторонней плановой основе в рамках реализации межправительственных и межведомственных соглашений, а также меморандумов. Для их реализации созданы и на постоянной основе действуют рабочие органы и комиссии.

Что касается финансовой обеспеченности, то более высокое значение институциональной обеспеченности на международном и федеральном уровнях определено в Республике Казахстан.

Таблица 3. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России на международном уровне управления.

Инструменты	Критерий разбиения по уровням <i>j</i>					
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	
<i>X</i> ₁	0	0	0	1	0	
X_{2}	0	0	0	1	0	
$X_{_3}$	0	0	0	0	1	
X_4	0	0	0	1	0	

Таблица 4. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России на федеральном уровне управления.

Инструменты	Критерий разбиения по уровням <i>ј</i>					
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	
X ₁	0	0	0	1	0	
X_{2}	0	0	0	1	0	
$X_{_3}$	0	0	0	1	0	
X	0	0	0	1	0	

Таблица 5. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России на межгосударственном уровне управления.

Инструменты		Критерий р	азбиения п	о уровням	j
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
X ₁	0	0	0	1	0
X_2	0	0	0	1	0
X_3	0	0	0	1	0
X_4	0	0	0	1	0

Таблица 6. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России на региональном уровне управления.

Инструменты	Критерий разбиения по уровням <i>ј</i>					
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	
X ₁	0	0	0	1	0	
X_2	0	0	0	1	0	
X_3	0	0	1	0	0	
$X_{_{4}}$	0	0	1	0	0	

Таблица 7. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования Казахстана на международном уровне управления.

Инструменты	Критерий разбиения по уровням <i>ј</i>				
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
X ₁	0	0	0	0	1
X_{2}	0	0	0	0	1
X_3	0	0	0	0	1
X_4	0	0	0	0	1

Таблица 8. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования Казахстана на федеральном уровне управления.

Инструменты	Критерий разбиения по уровням <i>ј</i>				
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
X ₁	0	0	0	0	1
X_2	0	0	1	0	0
$X_{_3}$	0	0	0	1	0
X_4	0	0	0	0	1

¹⁶ Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов»: постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 322.

¹⁷ О Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004–2015 годы: Указ Президента Республики Казахстан от 3 декабря 2003 года № 1241. URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1045392

¹⁸ О Программе «Охрана окружающей среды Республики Казахстан на 2005–2007 годы» (с изменениями и дополнениями от 20.03.2007 г.): постановление Правительства Республики Казахстан от 6 декабря 2004 года № 1278. URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1052124#pos=1;-190

Таблица 9. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования Казахстана на межгосударственном уровне управления.

Инструменты	Критерий разбиения по уровням <i>j</i>				
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
X ₁	0	0	0	1	0
X_{2}	0	0	0	1	0
X_3	0	0	0	1	0
X_4	0	0	0	1	0

Таблица 10. Карта полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования Казахстана на региональном уровне управления.

Инструменты		Критерий р	азбиения п	о уровням	j
институциональной обеспеченности	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
X ₁	0	0	1	0	0
X_2	0	0	1	0	0
X_3	0	0	1	0	0
X_4	0	0	1	0	0

Таблица 11. Уровень полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России и Казахстана на каждом уровне управления.

Страна	Расчет уровня полноты институциональной обеспеченности по уровням управления, доля					
	Международный (I)					
Россия	$MO_{1,1} = (0.1 \cdot 0/4 + 0.3 \cdot 0/4 + 0.5 \cdot 0/4 + 0.7 \cdot 3/4 + 0.9 \cdot 1/4) = 0.75$					
Казахстан	$MO_{1,2} = (0.1 \cdot 0/4 + 0.3 \cdot 0/4 + 0.5 \cdot 0/4 + 0.7 \cdot 0/4 + 0.9 \cdot 4/4) = 0.90$					
	Федеральный (II)					
Россия	$MO_{2,1} = (0.1 \cdot 0.4 + 0.3 \cdot 0.4 + 0.5 \cdot 0.4 + 0.7 \cdot 4.4 + 0.9 \cdot 0.4) = 0.70$					
Казахстан	$MO_{2,2} = (0.1 \cdot 0/4 + 0.3 \cdot 0/4 + 0.5 \cdot 1/4 + 0.7 \cdot 1/4 + 0.9 \cdot 2/4) = 0.75$					
	Межгосударственный (III)					
Россия	$MO_{3,1} = (0.1 \cdot 0.4 + 0.3 \cdot 0.4 + 0.5 \cdot 0.4 + 0.7 \cdot 4.4 + 0.9 \cdot 0.4) = 0.70$					
Казахстан	$MO_{3,2} = (0.1 \cdot 0.4 + 0.3 \cdot 0.4 + 0.5 \cdot 0.4 + 0.7 \cdot 4.4 + 0.9 \cdot 0.4) = 0.70$					
	Региональный (IV)					
Россия	$MO_{4,1} = (0.1 \cdot 0.4 + 0.3 \cdot 0.4 + 0.5 \cdot 2.4 + 0.7 \cdot 2.4 + 0.9 \cdot 0.4) = 0.60$					
Казахстан	$MO_{4,2} = (0.1 \cdot 0.4 + 0.3 \cdot 0.4 + 0.5 \cdot 4.4 + 0.7 \cdot 0.4 + 0.9 \cdot 0.4) = 0.50$					

Таблица 12. Уровень полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России и Казахстана в рамках транспортного коридора «Арктика–Центральная Азия».

Уровни управления <i>і</i>	Уровень инст обеспеч	Средний	
, p	Россия	Казахстан	уровень, %
Международный (I)	75	90	83
Федеральный (II)	70	75	73
Межгосударственный (III)	70	70	70
Региональный (IV)	60	50	55
Средний уровень по			
стране, %	69	71	70

В первую очередь это касается наднациональных международных финансовых институтов (МФИ). России и Казахстану МФИ оказывают значительную помощь в сфере природопользования и охраны окружающей среды. Прежде всего, это Всемирный банк и основные региональные финансовые наднациональные институты: Международный Банк реконструкции и развития (МБРР); Европейский Банк реконструкции и развития; Международная ассоциация развития; Многостороннее Агентство гарантии инвестиций; Международная финансовая корпорация. Однако для Российской Федерации, в отличие от Республики Казахстан, остаются недоступными кредиты таких крупных банков, как Азиатский банк развития (АБР) и Исламский банк развития (ИБР). Сотрудничество Казахстана с этими банками осуществляется в соответствии с законодательством республики о членстве в международных финансовых институтах. Более

того, взаимодействия России с международными финансовыми институтами складываются неоднозначно, в том числе по политическим соображениям последних. Напрямую это относится к МВФ и отчасти МБРР. Несколько ниже степень институциональной обеспеченности на региональном уровне по всем направлениям оценки объясняется практически полным отсутствием полномочий в области природопользования органов власти субъектов Российской Федерации и территориальных органов власти в Республике Казахстан.

По итогам проведения оценки институциональной обеспеченности экологической безопасности Российской Федерации и Республики Казахстан, согласно двоичной системе счисления и данных табл. 2, были составлены карты полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России на всех уровнях управления в табл. 3–6, Казахстана – в табл. 7–10.

С использованием формул методики, а также с учетом данных табл. 2 и карт полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России и Казахстана на всех уровнях управления был определен уровень полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России и Казахстана на каждом уровне управления (табл. 11):

Полученный результат, например, для России на международном уровне управления можно интерпретировать следующим образом: развитость полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России на международном уровне управления составляет 75 %. В результате произведенных расчетов получаем табл. 12, где представлен уровень институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования России и Казахстана на всех уровнях управления в рамках транспортного коридора «Арктика–Центральная Азия».

Выводы

Интерпретируя полученные результаты, следует отметить, что средний уровень институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования в России, составляющий 69 %, незначительно ниже 71% в Казахстане, что свидетельствует о достаточной степени сопоставимости и преемственности развития институционального обеспечения экологической безопасности стран в данной сфере природопользования. При достаточно высокой степени институциональной обеспеченности Республики Казахстана на международном уровне (90 %) Российская Федерация значительно отстает (75 %), в том числе по всем оцениваемым направлениям: нормативно-законодательному, интеграционно-проектному, организационному и финансовому. К числу важнейших причин можно отнести отсутствие ратификации некоторых международных конвенций, менее привлекательные условия для иностранных инвесторов и худшие условий финансирования со стороны МФИ.

На межгосударственном уровне значения институциональной обеспеченности экологической безопасности обеих стран сопоставимы и равны 70 %, Россия на 10 % опережает Казахстан на региональном уровне из-за преимущественной количественной и качественной оценки программ, охватывающих проблемы экологической безопасности субъектов Федерации. При этом обращает на себя внимание тот факт, что по всем направлениям оценки на региональном уровне управления остаются низкими по причине законодательного ограничения полномочий региональных органов власти. В сложившейся ситуации возможность полноценного регулирования отношений со стороны регионов в данной сфере отсутствует, что является потенциально опасным для экологической безопасности территорий. Следует также отметить, что обеим странам, независимо от оценки уровня институциональной обеспеченности по каждому рассматриваемому

уровню, присущи определенные недостатки, говорящие о необходимости его повышения в целях реализации экологически устойчивого природопользования. Так, проблемным для обеих стран на федеральном уровне остается вопрос отсутствия такого ранее действующего финансового института, как государственный фонд охраны окружающей среды, средства которого направлялись на проведение мероприятий по охране окружающей среды и экологической безопасности природопользования.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского научного фонда: проект № 14-18-00456 «Обоснование геоэкосоциоэкономического подхода к освоению стратегического природно-ресурсного потенциала северных малоизученных территорий в рамках инвестиционного проекта «Арктика—Центральная Азия» и проекта № 15-14-7-13 «Сценарные подходы к реализации уральского вектора освоения и развития российской Арктики в условиях мировой нестабильности (пример оценки полноты институциональной обеспеченности экологической безопасности природопользования).

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Braat L. C., Groot R. S. de. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy // Ecosystem Services. 2012. Vol. 1, issue 1. P. 4–15.
- 2. Goulder L. H., Kennedy D. Interpreting and estimating the value of ecosystem services. Oxford: Oxford University Press, 2011. P. 15–33.
- 3. Агафонов В. Б. Правовое регулирование охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при пользовании недрами: теория и практика: дис. ... д-ра юрид. наук. М.: МГЮА, 2014. URL: http://www.twirpx.com/file/1616971/
- 4. Логинов В. Г. Институционально-эволюционный подход к оценке социально-экономического развития малочисленных народов Севера // Труды VII всерос. симпоз. по экономической теории. 2016. С. 127–128.
- 5. Душин А. В. Институты развития ресурсодобывающих регионов в условиях неоиндустриализации // Изв. УГГУ. 2014. № 4 (36). С. 43–50.
- 6. Keohane R. O. International Institutions: Two Approaches // International Studies Quarterly, 1988, Vol. 32, № 4, P. 379–396.
- 7. Fukuda-Parr S., Lopes C., Malik K. Institutional innovations for capacity development // Capacity for development: new solutions to old problems. London: Earthscan, 2002.
- 8. Бочков П. В. Развитие промышленно-транспортной инфраструктуры Уральского региона в условиях экономического кризиса // Региональная экономика: теория и практика. 2009. № 25. С. 32–37.
- 9. Киселенко А. Н., Сундуков Е. Ю., Малащук П. А., Тарабукина Н. А. Транспортное сообщение Европейского Северо-Востока с акваториями северных портов и путей // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 13. С. 2–9.
- 10. Матушкина Н. А., Аверина Л. М. Перспективы развития транспортнологистической инфраструктуры в условиях формирования регионального промышленно-строительного кластера путей // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 23. С. 30–37.
- 11. Жаворонкова Н. Г. Правовые проблемы обеспечения экологической безопасности в недропользовании // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2015. № 5. С. 93–100.
- 12. Жаворонкова Н. Г. Эколого-правовые проблемы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. М.: Юриспруденция, 2007. 168 с.
- 13. Игнатьева И. А. Теория и практика систематизации экологического законодательства России. М.: Изд-во МГУ, 2007. 384 с.
- 14. Климов Н. А., Минервин И. Г., Грачев М. В. Противоречия и проблемы эффективности управления капиталистическим производством. М.: Наука, 1981. 384 с.
- 15. Ковалев В. В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. М.: Финансы и статистика, 2000. 512 с.
- 16. Татаркин А. И., Игнатьева М. Н., Полянская И. Г., Юрак В. В. Методологическая оценка состояния и перспектив институционально-инновационного недропользования в Арктической зоне // Экономика региона. 2014. № 3. С.146–158.
- 17. Развитие системности в освоении природного потенциала северных малоизученных территорий / под общ. ред. акад. РАН А. И. Татаркина. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2015. 317 с.
- 18. Полянская И. Г., Игнатьева М. Н., Юрак В. В. Институциональные основы арктического недропользования и социально-экономическое развитие территорий // Изв. УГГУ. 2014. № 3. С. 81–86.
- 19. Недосекин А. О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дис. ... д-ра экон. наук. СПб.: СПбГУЭФ, 2004. URL: http://www.mirkin.ru/_docs/doctor005.pdf

REFERENCES

- 1. Braat L. C., De Groot R. 2012, The Ecosystems Services Agenda: Bridging the Worlds of Natural Science and Economics, Conservation and Development, and Public and Private Policy. Ecosystem Services. vol. 1, no. 1, pp. 4–15.
- 2. Goulder, L. H., Kennedy, D., 2011. Kareiva, P. et al. Interpreting and estimating the value of ecosystem services. Natural Capital: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services. Oxford. pp. 15–33
- 3. Agafonov V. B. 2014, Pravovoe regulirovanie okhrany okruzhayushchey sredy i obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti pri pol'zovanii nedrami: teoriya i praktika. Dis. ... d-ra yur. nauk [Legal regulation of environmental protection and ecological safety in the use of mineral resources theory and practice. Dissertation doctor of jurisprudence], Moscow. Available at: http://www.twirpx.com/file/1616971
- 4. Loginov V. G. 2016, Institutsional'no-evolyutsionnyy podkhod k otsenke sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya malochislennykh narodov Severa [Institutional and evolutionary approach to the assessment of the socio-economic development of indigenous peoples of the North]. Trudy VII vserossiyskogo simpoziuma po ekonomicheskoy teorii [Proceedings of the VII All-Russian symposium on economic theory], pp. 127–128.
- Dushin A. V. 2014, Instituty razvitiya resursodobyvayushchikh regionov v usloviyakh neoindustrializatsii [Institutes of development of resource regions in conditions of neoindustrialization]. Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta [News of the Ural State Mining University], no. 4(36), pp. 43–50
- 6. Keohane R. 1988, International Institutions: Two Approaches. International Studies Quarterly, no. 32, pp. 379–396.
- 7. Fukuda-Parr S., Lopes C., Malik K. 2002, Overview: Institutional Innovations for Capacity Development, in Capacity for Development, New Solutions to Old Problems, UNDP-Earthscan.
- 8. Bochkov P. V. 2009, Razvitie promyshlenno-transportnoy infrastruktury Ural'skogo regiona v usloviyakh ekonomicheskogo krizisa [The development of industrial and transport infrastructure of the Ural region during the economic crisis]. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika [Regional economics: theory and practice], no. 25, pp. 32–37.
- 9. Kiselenko A. N., Sundukov E. Yu., Malashchuk P. A., Tarabukina N. A. 2013, *Transportnoe soobshchenie evropeyskogo severo-vostoka s akvatoriyami severnykh portov i putey* [Transport connection of the European northeast with the waters of northern ports and paths]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], no. 13, pp. 2–9.
- 10. Matushkina N. A., Averina L. M. 2014, Perspektivy razvitiya transportno-logisticheskoy infrastruktury v usloviyakh formirovaniya regional'nogo promyshlenno-stroitel'nogo klastera putey [Prospects of development of transport and logistics infrastructure in conditions of formation of regional industrial and construction cluster of routes]. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika [Regional economics: theory and practice], no. 23, pp. 30–37.
- 11. Zhavoronkova N. G. 2015, *Pravovye problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti v nedropol'zovanii* [Legal problems of provision of ecological safety in the subsoil use]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral Resources of Russia. Economics and Management], no. 5, pp. 93–100.
- 12. Zhavoronkova N. G. 2007, *Ekologo-pravovye problemy obespecheniya bezopasnosti pri chrezvychaynykh situatsiyakh prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera* [Ecological and legal problems of ensuring the safety in emergencies of natural and technogenic character]. Moscow, 168 p.
- 13. Ignat'eva I. A. 2007, *Teoriya i praktika sistematizatsii ekologicheskogo zakonodatel'stva Rossii* [Theory and practice of systematization of environmental legislation of Russia], Moscow, 384 p.
- 14. Kovalev V. V. 2000, Finansovyy analiz: Upravlenie kapitalom. Vybor investitsiy. Analiz otchetnosti [Financial Analysis: Capital Management. The choice of investments. Analysis of reporting], Moscow, 512 p.
- 15. Klimov N. A., Minervin I. G., Grachev M. V. 1981, *Protivorechiya i problemy effektivnosti upravleniya kapitalisticheskim proizvodstvom* [Contradictions and problems of efficiency capitalist production management], Moscow, 384 p.
- 16. Tatarkin A. I., Ignat'eva M. N., Polyanskaya I. G., Yurak V. V. 2014, *Metodologicheskaya otsenka sostoyaniya i perspektiv institutsional'no-innovatsionnogo nedropol'zovaniya v Arkticheskoy zone* [The methodological assessment of the status and prospects of institutional innovational subsoil use in the Arctic zone]. *Ekonomika regiona* [Economy of the region], no. 3, pp. 146–158.
- 17. Tatarkin A. I. 2015, *Razvitie sistemnosti v osvoenii prirodnogo potentsiala severnykh maloizuchennykh territoriy* [Development of the systematization during the development of natural potential of the northern little-known territories], Ekaterinburg. 317 p.
- 18. Polyanskaya I. G., Ignat'eva M. N., Yurak V. V. 2014, *Institutsional'nye osnovy arkticheskogo nedropol'zovaniya i sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie territoriy* [Institutional framework of the Arctic subsoil use and socio-economic development of territories]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University], no. 3, pp. 81–86.
- 19. Nedosekin A. O. 2004, *Metodologicheskie osnovy modelirovaniya finansovoy deyatel'nosti s ispol'zovaniem nechetko-mnozhestvennykh opisaniy. Dis. ... d-ra ekon. nauk* [Methodological bases of modeling of financial activity using fuzzy-multiple descriptions. Dissertation of Doctor of Economic Sciences], Saint Petersburg, Available at: http://www.mirkin.ru/_docs/doctor005.pdf

Ирина Геннадьевна Полянская, irina-pol2004@mail.ru Институт экономики УрО РАН Россия, Екатеринбург, ул. Московская, 29

Маргарита Николаевна Игнатьева, ief.etp@ursmu.ru
Вера Васильевна Юрак, vera_yurak@mail.ru
Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Irina Gennad'evna Polyanskaya, irina-pol2004@mail.ru Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Ekaterinburg, Russia

Margarita Nikolaevna Ignat'eva, ief.etp@ursmu.ru
Vera Vasil'evna Yurak,
vera_yurak@mail.ru
Ural State Mining University
Ekaterinburg, Russia

УДК 330.322.012.:622 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-84-87

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ КАК ФАКТОР СЫРЬЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ПРОЕКТ «ПОЛЯРНЫЙ КВАРЦ»)

В. Г. Логинов, Р. Б. Рудаков, Н. Д. Коротеев

Creating high-tech productions as a factor of raw material security ("Polar quartz" project)

V. G. Loginov, R. B. Rudakov, N. D. Koroteev

Implementation of the complex project "Ural Industrial – Ural Polar" included the creation of industrial and infrastructural complex based on the development of natural raw material resources of Subpolar and Polar Urals and construction of the key elements of core transport and energy infrastructure. Based on available scientific and practical data related to the development of the North, Natural Resources Ministry of Russian Federation and Federal Agency on Subsoil Use has proposed to begin an active formation in the Polar and Polar Urals of centers of economic development, without which development of the territories with underdeveloped infrastructure and low population density is not possible. The aim of the development of deposits in the framework of economic development centers was: expansion of the mineral resource base; improvement of qualitative and quantitative characteristics of the macro-economic development of the region; increasing the investment attractiveness of the region; improving living standards; ensuring the financial sustainability of the region. However, the available economic evaluations did not confirm the effectiveness of the development of most of the discovered fields, which was due to a provision of identified reserves and other factors. The most attractive are just a few of them, in particular, the Neroysky deposit of vein quartz, on the basis of which now forms the high-tech production of especially pure quartz concentrates and complete cycle for the production of quartz crucibles and other quartz products. For this project, the Government of the Khanty-Mansiysk Autonomous District – Yugra provides the establishment of necessary scientific, technical, economic and resource conditions. The solution of this task will provide one of the strategic raw materials to the domestic industry, the need for which with a high-tech industry growth is increasing every year.

Keywords: mineral resources; centers of economic development; quartz concentrates; strategic raw materials.

Реализация комплексного проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный» предполагала создание индустриально-инфраструктурного комплекса на базе освоения природно-сырьевых ресурсов Приполярного и Полярного Урала и строительство ключевых элементов опорной транспортной и энергетической инфраструктуры. Опираясь на имеющиеся научные и практические данные, связанные с освоением Севера, Министерство природных ресурсов РФ и Феде-ральное агентство по недропользованию предложили приступить к активному формированию на Приполярном и Полярном Урале центров экономического развития, без которых развитие территорий со слаборазвитыми инфраструктурами и низкой плотностью населения невозможно. Цель освоения -им еинедишльд – питивсью отолученимономе востинец в йинеджодотэем нерально-сырьевой базы: улучшение качественных и количественных характеристик макро-экономического развития региона; повышение инвестиционной привлекательности региона; повышение уровня жизни населения; обеспечение финансовой устойчивости региона. Однако имеющиеся экономические оценки не подтвердили эффективность разработки большинства выявленных месторождений, что было обусловлено как обеспеченностью выявленными запасами, так и другими причинами. Наиболее привлекательными являются лишь некоторые из них, в частности, Неройское месторождение жильного кварца, на базе которого создается высокотехнологичное производство особо чистых кварцевых концентратов и полного цикла по выпуску кварцевых тиглей и другой кварцевой продукции. Для реализации этого проекта Правительством Ханты-Мансийского автономного округа - Югры предусмотрено создание необходимых научно-технических, экономических и ресурсных условий. Решение данной задачи позволит обеспечить отечественную промышленность по одному из стратегических видов сырья, потребность в котором с ростом промышленности высоких технологий с каждым годом увеличивается.

Ключевые слова: освоение; минеральные ресурсы; центры экономического развития; кварцевые концентраты; стратегическое сырье.

В качестве одного из инструментов долгосрочного развития Уральского региона в соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. рассматривалась реализация комплексного проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный», включавшего проекты по освоению природных ресурсов и их переработке, а также создание новой транспортной инфраструктуры. Правительственная комиссия по инвестиционным проектам, имеющим общегосударственное значение, 15 ноября 2007 г. подтвердила заключение Инвестиционной комиссии об экономической эффективности проекта и выделении из Инвестиционного фонда Российской Федерации запрашиваемых средств. Цель проекта – обеспечение экономической доступности минерально-сырьевых ресурсов Северного, Приполярного и Поляр-

ного Урала в первую очередь для уральской промышленности. В первоначальной концепции проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный» центральное место занимали геологоразведочные и горнодобывающие проекты, которые должны были в значительной мере устранить проблему сырьевой безопасности России по стратегическим видам ресурсов. Проект предусматривал, таким образом, создание индустриально-инфраструктурного комплекса на базе освоения природно-сырьевых ресурсов северных и арктических территорий Урала и строительство ключевых элементов опорной транспортной и энергетической инфраструктуры. Реализацию проекта предполагалось осуществить на основе государственно-частного партнерства с использованием инновационного подхода. На первый этап – проектно-изыскательские исследования – Правительство РФ выделило 6,5 млрд руб., из которых около 4,3 млрд руб. пришлось на средства Инвестфонда.

Отсутствие уникальных месторождений, предполагающих объемную добычу на восточном склоне Северного, Приполяр-ного и Полярного Урала, привело к тому, что территория осталась неосвоенной, а ресурсный потенциал практически невостре-бованным и соответственно слабо разведанным. Минерально-сырьевой потенциал (МСП) восточного склона Урала по твердым полезным ископаемым оценивался специалистами как весьма значительный. Его валовая ценность составляет 156,1 млрд дол., или почти 5 трлн руб., а извлекаемая ценность текущего МСП в 444,4 млрд долл. [1].

Данный проект был поддержан на самом высоком государственном уровне. Проблемы его реализации широко обсужда-лись в СМИ и научных кругах. Отношение к нему неоднозначное как со стороны общественности, так и науки. Имеются полярные точки зрения в части его реализации.

Критическое отношение основных оппонентов (экономистов и экологов) было обусловлено недостаточным социально-экономическим и экологическим обоснованием данного проекта.

Во-первых, отсутствием достоверной и полной информации о запасах минеральных ресурсов, так как сторонники его реа-лизации опирались в основном на прогнозные ресурсы, которые, как правило, не всегда подтверждаются. Ссылка на аналоги месторождений южных районов Урала в данном случае не всегда уместна, несмотря на схожесть геологических структур.

Во-вторых, имеющиеся экономические оценки не подтвержда-

ли эффективность разработки месторождений, что было обусловлено как недостаточной обеспеченностью запасами, так и большой рассредоточенностью месторождений по территории при внешне приемлемых запасах полезных ископаемых, кроме того, запасы находятся глубоко под землей, что делает их освоение экономически нерентабельным.

В-третьих, отсутствие экологического обоснования и оценки последствий для экосистем территории при его реализации.

В-четвертых, в проектных документах был обойден вопрос, касающийся жизнедеятельности коренных малочисленных народов Севера и другого коренного населения.

В-пятых, отсутствие проработки кадровой обеспеченности производств, которые возникнут при освоении территории.

Изменило судьбу проекта принятое в 2011 г. решение о переносе сроков строительства железной дороги «Полуночное – Обская», к тому же проведенный ФГУП «Всероссийский институт минерального сырья» анализ возможных ресурсов твердых полезных ископаемых в пределах региона значительно снизил потенциальные ресурсы черных, цветных и редких металлов, в результате организация комплекса геологоразведочных работ, направленных на выявление месторождений твердых полезных ископаемых и привлечение инвесторов для их финансирования, оказалась неэффективна. Геологоразведочные работы, проведенные в период 2010—2014 гг., подтвердили отсутствие ожидаемых крупных уникальных промышленных месторождений твердых полезных ископаемых. Все это существенно сказалось на параметрах экономической эффективности освоения природных богатств Полярного Урала.

Дополнительно выполненные ОАО «Корпорация Развития» геолого-экономические расчеты показали, что без внедрения новых инновационных решений в процесс геологоразведочных, добычных и эксплуатационных работ освоение лицензионных участков экономически неэффективно. Однако, учитывая что проблема обеспечения местным сырьем Уральских металлургических предприятий, для которых ежегодно поставки товарной железной и хромовой руды, например, из Казахстана, составляют 10 млн т и 550 тыс. т; до 80 % энергетических углей и марганца поставляют в регион из отдаленных районов России и Казахстана [2] становится все острее, были предприняты усилия по поиску новых технологических решений добычи минерального сырья в арктических районах. Такие решения были найдены для проектов освоения месторождений кварцевых, хромовых и баритовых руд.

На основании имеющихся научных и практических данных, связанных с освоением Севера, развитие территорий со слаборазвитыми инфраструктурами и низкой плотностью населения невозможно без создания центров экономического развития, приступить к активному формированию которых предложило Министерство природных ресурсов РФ и Федеральное агентство по недропользованию. С социально-экономической точки зрения освоение месторождений в рамках центров экономического развития должно оказывать влияние, во-первых, на улучшение качественных и количественных характеристик макроэкономического развития региона (устойчивое развитие региона, укрепление геополитических интересов региона); во-вторых, расширение минерально-сырьевой базы (увеличение объема добычи полезных ископаемых, создание центров добычи и переработки сырья, обеспечение потребностей отечественной промышленности в минеральном сырье, импортозамещение и наращивание экспорта продукции); втретьих, повышение инвестиционной привлекательности региона (приток инвестиций, развитие производственно-технологической, транспортной, социальной и энергетической инфраструктуры); вчетвертых, повышение уровня жизни населения (повышение занятости в традиционных отраслях и создание новых рабочих мест, повышение уровня оплаты труда); в-пятых, обеспечение финансовой устойчивости региона (рост налоговых поступлений, переход региона к самодостаточности, реализация национальных проектов в регионе, развитие социальной сферы) [2].

Процесс формирования центров экономического развития осуществляется поэтапно. На первоначальном реализуются от-

дельные проекты, которые могут отличаться по масштабам как требуемых ресурсов, так и в территориальном плане, исходя из особенностей и возможностей МСБ и уровня освоенности территории (обеспеченности транспортной и социальной инфраструктурой, трудовыми ресурсами), т. е. могут быть представлены локальными или площадными участками. При отсутствии необходимых условий (возможностей) для их дальнейшего развития данный процесс может закончиться уже на первом этапе без создания полноценного центра экономического развития, что характерно для малоосвоенных северных территорий. Районом, требующим первоочередного проектирования, выбран Харпский горнопромышленный район (ЯНАО). Он был определен в качестве типового; отработанная модель по его проектированию должна была использоваться в работе по созданию других горнопромышленных районов на Полярном и Приполярном Урале. В Ханты-Мансийском автономном округе -Югре наиболее привлекательным техническим проектом оказался «Полярный кварц», к реализации которого администрация региона приступила в 1998 г. в целях создания на территории Уральского федерального округа уникального для России высокотехнологичного производства особо чистых кварцевых концентратов и полного цикла по выпуску кварцевых тиглей и другой кварцевой продукции. Предусматривались подготовка и ввод в разработку Пуйвинско-Неройского рудно-экономического узла, на котором сосредоточены основные месторождения и проявления кварца [3]. Перспективы развития Пуйвинско-Неройского рудно-экономического узла связывались с организацией производства высококачественного кварцевого концентрата на качественно ином технологическом уровне с производительностью 10 000 т/год.

Распределение кварцево-жильной минерализации восточного склона Приполярного Урала концентрируется в пределах трех полос: Неройской, Центральной и Восточной. Прогнозные ресурсы горного хрусталя Пуйвинско-Неройского рудного узла на 01.01.2006 г.: Р1 767,9 т; Р2 217,1 т. Прогнозные ресурсы жильного кварца Пуйвинско-Неройского рудного узла на 01.01.2006 г.: Р1 465,0 т; Р2 360,2 т; Р3 27 т [4]. С 2011 г. в составе комплексного проекта «Урал Промышленный - Урал Полярный» проект «Полярный кварц» реализует ОАО «Корпорация Развития», которое с 2014 г. проводит комплекс работ по подготовке технического проекта освоения Пуйвинско-Неройского месторождения жильного кварца по участкам Хусь-Ойка, Додо, и Нестер-Шор. На основании разработанного технического проекта были изменены сроки эксплуатации месторождения до 2027 г. Уникальность проекта состоит в том, что на базе жильного кварца Неройской группы месторождений, расположенных в Березовском районе Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, создается промышленное производство высокотехнологичной кварцевой продукции.

Развитие нанотехнологий и их возрастающая роль в промышленности и научных исследованиях выводит проблему получения высокочистых кварцевых концентратов на передовые позиции. Одно из главных направлений нанотехнологий как ядра VI технологического уклада - создание новых материалов из разработанных молекул с заданными характеристиками или про-изводство монокристаллов по необходимым параметрам. По оценкам специалистов, ключевыми видами сырья VI технологического уклада являются редкие и редкоземельные металлы, графит и наиболее востребованный вид минерального сырья XXI в. - особо чистый кварц. При условии формирования в России нового технологического уклада на основе наукоемких отраслей для минеральносырьевой базы Уральского федерального округа перспективным направлением развития, по оценкам специалистов, является ориентация на алюминий, платиноиды, медь, особо чистый кварц, торий, редкоземельные элементы, цеолиты, бентониты [5]. Особо чистый кварц применяется главным образом для выпуска кварцевых тиглей, необходимых для выращивания моно- и поликристаллического кремния. Также кварц употребляется для выпуска синтетического кварца, который обладает пьезоэлектрическими свойствами, радиационной устойчивостью, высокой оптической однородностью и другими ценными свойствами для обороннопромышленного комплекса с особенной важностью непрерывности поставок стратегического сырья.

Объем мирового потребления высокочистых кварцевых концентратов составляет более 60 тыс. т в год (более 500 млн дол.) [6]. 60 % мирового потребления высокочистого концентрата приходится на микроэлектронику (мировая электронная промышленность стабильно растет, достигнув 330 млрд дол. (2014) и солнечную энергетику (рост солнечной энергетики привел к росту доли тиглей солнечного качества 34 % в 2015 г.). К 2020 г. Россия планирует ввести 1,52 ГВт солнечных электростанций. Мощность установленных солнечных электростанций вырастет в 43 раза. В 2015 г. объем российского рынка микроэлектроники составил 2,84 млрд долл. [7]. Вероятно, с ростом промышленности высоких технологий потребность в особо чистом кварце будет увеличиваться. Рынок характеризуется стабильным ростом с ежегодным прирастанием 3-5 % [8]. До конца 1970-х-начала 1980-х гг. для производства плавленого кварца использовался горный хрусталь преимущественно из безрудных кварцевых жил и камерных пегматитов. Но в связи со значительным ростом потребления химически чистого кварцевого стекла для высокотехнологичных производств и невыдержанности по химической чистоте горного хрусталя стали применять обогащенный жильный кварц из других источников. В России основным заменителем горного хрусталя стал жильный гранулированный кварц и прозрачный кварц. Несмотря на существенную минерально-сырьевую базу кварцевого сырья России, в 1990-х гг. большинство предприятий было закрыто, снизились объемы геологоразведочных работ на кварц. В связи с этим кварцевое сырье производят сейчас только OAO «Полярный кварц» и ОАО «Кыштымский ГОК».

Продукция российского особо чистого кварца ориентирована прежде всего на национальный внутренний рынок и преследует цель сохранения сырьевой, экономической и энергетической безопасности, в конечном счете имеется в виду самосохранение социально-экономической системы, повышение ее гомеостаза [9]. Сырьевой базой ОАО «Полярный кварц» являются месторождения прозрачного кварца восточного склона Приполярного Урала. По оценкам специалистов, по содержанию основных микроэлементов кварцевые концентраты ОАО «Полярный кварц» соответствуют отдельным сортам особо чистого кварца компании «UNIMIN» (США), являющейся мировым монополистом по производству глубоко обогащенных кварцевых концентратов (кварц с торговой маркой IOTA (IOTA High Purity Quartz UNIMIN) месторождения Спрус Пайн в Калифорнии, США). Особо чистый кварц ІОТА характеризуется низкими содержаниями Al, Fe, щелочей и других микроэлементов, являющихся примесями [10]. В результате совместной работы инженерно-технического персонала «Полярного кварца» на базе участка опытного производства получен новый продукт SSQ-0 с небольшим содержанием примесей [11].

Современную ситуацию на рынке особо чистого кварца можно охарактеризовать как практически монополизированную компанией «UNIMIN» – ее доля составляет 80 %. Вторым по значимости игроком на данном рынке является норвежско-американская корпорация The Quartz Corp. Norway-USA – 8 %. Китайские и российские производители выпускают соответственно 7 % и 5 %. Доля импортных высококачественных кварцевых концентратов на российском рынке составляет 30 %. Крупнейшими торговыми партнерами по импорту товаров группы 2506 «Кварц (кроме песков природных); кварцит» в Россию в 2014 и 2015 гг. были:

- Казахстан с долей 92 % (59,166 млн дол.); в 2015 г. 94 % (58,773 млн дол.);
 - Украина с долей 5,30 % (3,40 млн дол.); в 2015 г. 4,46 %;
 - Финляндия с долей 0,877 % (562 тыс. дол.);
 - Турция с долей 0,740 % (474 тыс. дол.); в 2015 г. 0,467 %;
 - Германия с долей 0,641 % (411 тыс. дол.); в 2015 г. 0,566 % [12].

В условиях действия санкций актуальной и первоочередной становится проблема импортозамещения, имеющая политическое и стратегическое значение. В связи с тем, что данный аспект импортозамещения носит политический характер, вопрос эко-

номической целесообразности может даже отходить на второй план [13]. Задача отечественного производства высококачественных кварцевых концентратов – полностью обеспечить отечественную промышленность данным видом сырья.

Приоритетное развитие высокотехнологичных производств особо чистого кварца на территории ХМАО - Югры преду-смотрено Распоряжением от 22 марта 2013 г. № 101-рп Правительства Ханты-Мансийского автономного округа - Югры «О стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа - Югры до 2020 года и на период до 2030 года». Правительством Ханты-Мансийского автономного округа - Югры и руководством ОАО «Подярный кварц» подчеркивается необходимость ориентирования производства на изготовление собственного конечного продукта, широко востребованного в высокотехнологичных отраслях промышленности, включая электронную промышленность, авиа- и ракетостроение, военнопромышленный комплекс. Как указывалось ранее, высокотехнологичные производства плавленого кремнезема в мире постоянно ставят задачи по выпуску все более высокочистых кварцевых концентратов. Генеральный директор ОАО «Полярный кварц» А. Кононенко приводит следующие расчеты: «Если один килограмм продукции на борту карьера стоит условно одну единицу, то после дробильно-сортировочного комплекса в Усть-Пуйве стоимость продукта увеличивается в 2-2,5 раза. После механического обогащения первой очереди Няганьского производства стоимость продукта возрастет с 2,5 условных единиц до 3,5 единиц, а после химического обогащения стоимость конечного продукта уже составит 25-30 единиц. Таким образом, стоимость конечного продукта в 30 раз выше, чем на борту карьера» [14, 15].

В настоящее время сроки действия лицензий проекта «Полярный кварц» с целью добычи жильного кварца и горного хрусталя на месторождениях жильного кварца Неройской группы (Додо, Нестер-Шор, Пуйва (участок Хусь-Ойка)) продлены до 31 декабря 2028 г. ОАО «Корпорация Развития» совместно с руководством компаний «Полярный кварц» тщательно переработали направления развития проекта, сделав основной акцент на научную работу, ориентированную на повышение экологической безопасности всего производственного цикла, а также на выполнение целого ряда научно-исследовательских работ по изменению технико-экономических показателей работы предприятий. В связи с этим последовательно проводятся комплексные научноисследовательские работы, подано заявление о выдаче патента Российской Федерации на изобретение «Способ очистки кварцевого сырья». Ведутся работы по вводу в эксплуатацию промежуточной перевалочной базы с цехом первичного обогащения кварцевой руды в пос. Усть-Пуйва Березовского района ХМАО - Югры и цеха механического обогащения на заводе по производству особо чистого кварцевого концентрата в г. Нягани. На заводе в г. Нягани планируется также создание и аккредитация лаборатории, доработка технологии химического обогащения, проектирование линии опытного производства, создание участка по производству кварцевых тиглей.

Помимо кварцевого в ОАО «Корпорация Развития» разработан проект по добыче и переработке магнетитовых руд Харасюрского рудного района Яны-Турьинской перспективной площади. В рамках данного проекта предлагается подготовка минерально-сырьевой базы для строительства горнодобывающего производства высококачественных железных руд и рудных окатышей мощностью 1500 тыс. т в год [16]. Поиск новых инновационных решений проводится ОАО «Корпорация Развития» также для проектов освоения месторождений бурых углей и руд марганца. Проведенная экономическая переоценка [5] показала целесообразность вовлечения в хозяйственный оборот объектов минерально-сырьевого потенциала ХМАО - Югры только в случае системного освоения региона. Переоцененный минерально-сырьевой потенциал, по заявлениям специалистов, способен удовлетворить только локальные потребности в сырье части промышленности Уральского региона и прилегающих областей и только при условии строительства новой соответствующей транспортной, энергетической и социальной инфраструктуры [5].

Статья подготовлена в рамках и при финансовой поддержке гранта РНФ № 14-18-00456 «Обоснование геоэкосоциоэконо-мического подхода к освоению стратегического природно-ресурсного потенциала северных малоизученных территорий в рамках инвестиционного проекта «Арктика–Центральная Азия».

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Пахомов В. П., Игнатьева М. Н., Душин А. В. Оценка природно-ресурсного потенциала в зоне влияния проекта «Урал промышленный Урал Полярный // Транспортный коридор Урал промышленный Урал Полярный». Итоги и перспективы: Материалы Круглого стола. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2010. С. 23–33.
- 2. Черешнев В. А., Чичканов В. П., Татаркин А. И. и др. Социально-экономический потенциал как основа поступательного развития постперестроечной России. М.: Экономика, 2015. 1039 с.
- Рудный потенциал Ханты-Мансийского автономного округа. Стратегия и тактика геологоразведочного и горного производства / под ред. К. К. Золоева и др. Екатеринбург; Ханты-Мансийск, 2001. 176 с.
- 4. Пахомов В. П., Золоев К. К., Душин А. В. и др. Состояние и оценка минерально-сырьевых ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа Югры в системе горнопромышленного кластера. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2009. 193 с.
- 5. Душин А. В. Теоретико-методологические основы воспроизводства минерально-сырьевой базы. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2013. 329 с. 6. Потенциальный рынок для кварца высокой и ультравысокой степени
- 6. Потенциальный рынок для кварца высокой и ультравысокой степени очистки и кварцевых песков стекольного класса / G.H. Edwards & Associates, Inc. (США), 2001.
- 7. Производство кварца высокой частоты. URL: http://www.investinbelarus.by/docs/high_purity_quartz_production_rus.pdf
- 8. Обзор рынка особо чистого кварца в СНГ. INFOMINE Research Group. М., 2013. 110 с.
- 9. Табаков Н. В. Ресурсная база Приполярного и Полярного Урала в процессах интеграции социально-экономических систем // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: Восьмая науч.-практ. конф. Ханты-Мансийск. 2005. Т. 3. С. 175–181.
- 10. Бурьян Ю. И., Борисов Л. А., Красильников П. А. Кварцевое сырье важнейший вид минеральных ресурсов для высокотехнологичных отраслей промышленности // Разведка и охрана недр. 2007. № 10. С. 9–12.
- 11. Кузнецов С. К., Юхтанов П. П., Лютоев В. П., Котова Е. Н., Шанина С. Н. Приполярноуральская кварцевожильно-хрусталеносная провинция и перспективы поисков месторождений особо чистого кварца // Разведка и охрана недр. 2007. № 10. С. 36–43.
- 12. Импорт из России в 2014, 2013 году. URL: http://data.trendeconomy.ru/trade/Russia/Import?period =2014&partner= Kazakhstan&commodity=2506
- 13. Анимица Е. Г., Анимица П. Е., Глумов А. А. Импортозамещение в промышленном производстве региона: концептуально-теоретические и приклад-ные аспекты // Экономика региона. 2015. № 3. С. 160–172.
- 14. Хайрулина Я. Р., Душин А. В., Ляпцев Г. А. Деиндустриализация российской экономики: проблемы и возможности // Изв. УГГУ. 2016. № 4. С. 80–83. 15. Особо чистый кварц. Интервью с генеральным директором ОАО «Полярный кварц» Алексеем Кононенко. URL: http://eburg.mk.ru/articles/2012/10/17/762745-osobo-chistyiy-kvarts.html
- 16. Годовой отчет за 2014 г. Открытого акционерного общества «Корпорация Развития». URL:

http://www.cupp.ru/wp-content/uploads/2015/08/skachat-v-formate-.pdf-godovoj-godovoj-otchet-oao-korporacii-razvitija-za-2014-god.pdf

REFERENCES

1. Pakhomov V. P., Ignat'eva M. N., Dushin A. V. 2010, Otsenka prirodnoresursnogo potentsiala v zone vliyaniya proekta «Ural promyshlennyy – Ural Polyarnyy» [Evaluation of natural resource potential in the area of influence of the project "Ural Industrial – Ural Polar"]. Materialy kruglogo stola «Transportnyy

Владимир Григорьевич Логинов, log-wg@rambler.ru Роман Борисович Рудаков, Институт экономики УрО РАН Россия, Екатеринбург, ул. Московская, 29

Никита Дмитриевич Коротеев, etf.etp@ursmu.ru Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 koridor – Ural promyshlennyy – Ural Polyarnyy». Itogi i perspektivy [Materials of the Round Table "Transport Corridor – Ural Industrial – Ural Polar". Results and Prospects], Ekaterinburg, pp. 23–33.

- 2. Chereshnev V. A., Tatarkin A. I. 2015, Sotsial'no-ekonomicheskiy potentsial kak osnova postupatel'nogo razvitiya postperestroechnoy Rossii [Socio-economic potential as a basis for the progressive development of post-perestroika Russia]. Moscow, vol. 3, 1039 p.
- 3. Zoloev K. K., Rapoport M. S., Surganov A. A., Khrypov V. N. 2001, *Rudnyy potentsial Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga. Strategiya i taktika geologorazvedochnogo i gornogo proizvodstva* [Ore potential of the Khanty-Mansiysk Autonomous District. Strategy and tactics of geological survey and mining operations], Ekaterinburg, 176 p.
- 4. Pakhomov V. P., Zoloev K. K., Dushin A. V., Fedorov O. P. 2009, *Sostoyanie i otsenka mineral'no-syr'evykh resursov Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga Yugry v sisteme gornopromyshlennogo klastera* [Status and evaluation of mineral resources of the Khanty-Mansi Autonomous District Yugra in mining industrial cluster system], Ekaterinburg, 193 p.
- 5. Dushin A. V. 2013, *Teoretiko-metodologicheskie osnovy vosproizvodstva mineral'no-syr'evoy bazy* [Theoretical and methodological bases of reproduction of the mineral resource base], Ekaterinburg, 329 p.
- 6. Edwards G. H. et al. 2001, *Potentsial'nyy rynok dlya kvartsa vysokoy i ul'travysokoy stepeni ochistki i kvartsevykh peskov stekol'nogo klassa* [The potential market for quartz, ultra-high-purity and quartz sands of glass class].
- 7. Proizvodstvo kvartsa vysokoy chistoty [High purity quartz production]. Available at: http://www.investinbelarus.by/docs/high_purity_quartz_production_rus.pdf
- 8. 2013, *Obzor rynka osobo chistogo kvartsa v SNG* [Overview of high purity quartz market in CIS], Moscow, 110 p.
- 9. Tabakov N. V. 2005, Resursnaya baza Pripolyarnogo i Polyarnogo Urala v protsessakh integratsii sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [The resource base of Subpolar and Polar Urals in the processes of integration of socio-economic systems]. Puti realizatsii neftegazovogo potentsiala KhMAO. 8-ya nauchno-prakticheskaya konferentsiya [Ways of realization of KhMAD oil and gas potential. 8th Scientific Conference], Khanty-Mansiysk, vol. 3, pp. 175–181.
- 10. Bur'yan Yu. I., Borisov L. A., Krasil'nikov P. A. 2007, *Kvartsevoe syr'e vazhneyshiy vid mineral'nykh resursov dlya vysokotekhnologichnykh otrasley promyshlennosti* [Quartz raw material the most important type of mineral resources for high-tech industrial sectors]. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], no. 10, pp. 9–12.
- 11. Kuznetsov S. K., Yukhtanov P. P., Lyutoev V. P., Kotova E. N., Shanina S. N. 2007, *Pripolyamoural'skaya kvartsevozhil'nokhrustalenosnaya provintsiya i perspektivy poiskov mestorozhdeniy osobo chistogo kvartsa* [Subpolar Ural quartz-vein-crystal-bearing province and prospects of searching for the deposits of high purity quartz]. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], no. 10, pp. 36–43.
- 12. Import iz Rossii v 2014, 2013 godu [Import from Russia in 2014, 2013]. Available at: http://data.trendeconomy.ru/trade/Russia/Import?period =2014&partner= Kazakh-stan&commodity=2506
- 13. Animitsa E. G., Animitsa P. E., Glumov A. A. 2015, *Importozameshchenie v promyshlennom proizvodstve regiona: kontseptual'no-teoreticheskie i prikladnye aspekty* [Import substitution in industrial production of the region: conceptual and theoretical, and applied aspects]. *Ekonomika regiona* [Economy of the region], no. 3, pp. 160–172.
- 14. Khayrulina Ya. R., Dushin A. V., Lyaptsev G. A. 2016, *Deindustrializatsiya rossiyskoy ekonomiki: problemy i vozmozhnosti* [The de-industrialization of the Russian economy: problems and opportunities]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University], no. 4, pp. 80–83.
- 15. Osobo chistyy kvarts. *Interv'yu s general'nym direktorom OAO «Polyarnyy kvarts» Alekseem Kononenko* [High purity quartz. Interview with General Director of JSC "Polar quartz" Aleksey Kononenko]. Available at: http://eburg.mk.ru/articles/2012/10/17/762745-osobo-chistyiy-kvarts.html
- 16. Godovoy otchet 2014 Otkrytogo aktsionernogo obshchestva «Korporatsiya Razvitiya» [Annual Report 2014 of Open Joint Stock Company "Corporation of Development"]. Available at:

http://www.cupp.ru/wp-content/uploads/2015/08/skachat-v-formate-.pdf-godovoj-godovoj-otchet-oao-korporacii-razvitija-za-2014-god.pdf

Vladimir Grigor'evich Loginov, log-wg@rambler.ru Roman Borisovich Rudakov, Institute of Economics of the Ural Branch of the RAS Ekaterinburg, Russia

Nikita Dmitrievich Koroteev, etf.etp@ursmu.ru Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia УДК 65.01.005 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-88-93

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ КАК ФАКТОР РОСТА ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Д. С. Воронов, Н. В. Городнова, С. В. Придвижкин

Energy efficiency of building enterprises as a factor of growth of their competitiveness in conditions of public-private partnership

D. S. Voronov, N. V. Gorodnova, S. V. Pridvizhkin

The exhaustion of natural resources, the greenhouse effect, as well as the ever-increasing human demand for energy resources force to seek new sources of energy. In this regard, one of the most urgent problems of the economy is the problem of increasing energy efficiency of both companies and industries, and the country economy. World experience shows that the most effective form of realization of innovative projects aimed at improving energy efficiency is a public-private partnership (PPP). Expert community recognizes subject of this scientific article as one of the most urgent for the Russian Federation. The aim of this study is to justify a new theoretical approach to the assessment of the energy efficiency of capital construction projects as a major factor of increasing the competitiveness of the activities of the construction company and the partnership as a whole. This approach allows to develop tools for assessing energy efficiency of public-private partnership projects, and take into account this specified index in the evaluation of the overall index of competitiveness of companies. Authors used such methods as factor analysis, matrix methods, operational methods, methods of business valuation and dynamic methods. As a result of research this research authors present developed toolkit of assessment of the energy efficiency of capital construction, carried out within the framework of the implementation of innovative projects of public-private partnerships, and refined assessment methodology of the overall competitiveness of the company, which may be useful to the private businesses and government authorities. The conclusion is that the use of new and innovative technologies as well as the increase of the competitiveness level of Russian companies will increase the level of energy safety of both individual regions and the country as a whole.

Keywords: public-private partnership; company; construction; energy efficiency; competitiveness.

Истощение природных ископаемых, возникновение парникового эффекта, а также все возрастающие потребности человека в энергоресурсах вынуждают искать новые источники энергии. В связи с этим одной из наиболее актуальных проблем экономики является проблема повышения энергетической эффективности как компаний и отраслей, так и экономики страны. Мировой опыт показывает, что наиболее эффективной формой реализации инновационных проектов, нацеленных на повышение энергоэффективности, является государственно-частное партнерство (ГЧП). Тема научной статьи признается экспертным сообществом как одна из наиболее актуальных и для Российской Федерации. Цель данной работы – в обосновании нового теоретического подхода к оценке энергоэффективности объектов капитального строительства как основного фактора повышения конкурентоспособности деятельности строительной компании и партнерства в целом. Данный подход позволяет разработать инструментарий оценки энергоэффективности проектов государственночастных партнерств и учесть указанный показатель в оценке общего показателя конкурентоспособности компаний. Авторами применяются такие методы, как факторный анализ, матричные методы, операционные методы, методы оценки стоимости бизнеса, а также динамические методы. В качестве результата исследования выступает разработанный инструментарий оценки энергоэффективности капитального строительства, осуществляемого в рамках реализации инновационных проектов государственно-частных партнерств, которые могут быть полезны как представителям частного бизнеса, так и государственным органам власти, уточнена методика оценки общей конкурентоспособности компании. Сделан вывод о том, что использование новых инновационных технологий, а также повышение уровня конкурентоспособности российских компаний позволят повысить уровень энергетической безопасности как отдельно взятого региона, так и страны в целом.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство; компания; строительство; энергетическая эффективность; конкурентоспособность.

Мировой опыт и отечественная практика показывают, что одной из наиболее актуальных проблем экономики любого государства является проблема повышения энергетической эффективности. Истощение природных ископаемых, возникновение парникового эффекта, а также все возрастающие потребности в энергоресурсах вынуждают человечество искать новые источники энергии.

Выбранная тематика научной статьи признается экспертным сообществом как одна из наиболее актуальных и для Российской Федерации. Под энергетической эффективностью можно понимать инструментарий, комплекс инновационных мер и воздействий, влияющий на три основных компонента государственной энергетической стратегии: снижение уровня вредного экологического воздействия за счет использования новых инновационных технологий и альтернативных энергоресурсов; повышение конкурентоспособности

промышленных российских компаний, и, как следствие, повышение энергетической безопасности страны в целом. Экономическая нестабильность, внешние вызовы и угрозы, предъявленные России экономические санкции, а также принятие российским государством Энергетической стратегии до 2020 г. ставят перед нами серьезные задачи повышения энергетической эффективности на фоне изменения климата на планете, устаревания в нашей стране энергооборудования и сетей, а также непозволительно высокого показателя энергоемкости ВВП. По оценкам экспертов, данный показатель в России более чем в два раза выше среднемирового уровня, а также более чем в три раза выше среднего показателя стран Европейского союза. При этом потребление энергоресурсов российской промышленностью и экономикой от общего мирового объема составляет не более 6 %.

Накопленный опыт реализации инвестиционных энергоэффективных проектов на Западе свидетельствует о том, что наиболее эффективной формой выполнения энергоэффективных, инфраструктурных и социально значимых проектов и программ является институт государственно-частное партнерства (ГЧП). Вступление в силу с 01.01.2016 г. нового Федерального закона 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, о муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» дает новый импульс развитию фундамента для эффективного функционирования указанного вида интеграции государства и частного бизнеса, позволяющего оптимизировать риски всех участников технологического и инвестиционного процессов.

Систематизация и развитие понятия «энергетическая эффективность»

В целях выявления взаимосвязи между показателями энергоэффективности строительной компании и степенью ее конкурентоспособности на рынке в первую очередь необходимо изучить сущность понятия «энергетическая эффективность», проанализировать и систематизировать существующие на сегодняшний день определения данного понятия. Мировой опыт и накопленная российская практика в сфере энергосбережения и энергоэффективности позволяют получить следующий ряд определений анализируемого понятия, представленного в табл. 1.

В федеральном законодательстве (Федеральный закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г.) введено следующее определение понятия «энергетическая эффективность» (как характеристики или свойства наци-

Различные определения понятия «энергетическая эффективность».

Автор	Определение понятия «энергоэффективность»
Московцева А. А.	Рациональное использование топливных энергетических ресурсов и обеспечение энергобезопасности страны [1]
Bosseboeuf Didier, Bruno Lapillon, Karine Pollier	Рациональное энергопользование в государственном секторе как инструмент эффективного государственного управления [2]
Мартюшов С. Н.	Эффективное использование энергетических ресурсов [3]
Инюцын А. Ю.	Рациональное использование энергетических ресурсов за счет реализации энергосберегающих мероприятий на государственном уровне, а также снижение энергоемкости ВВП [4]
	Снижение энергопотребления в бюджетных зданиях [5]. Комплексное развитие территории с особым акцентом на энергосбережение по модели Smart City («Умный город») [4]
Инюцын А. Ю.	Экономия первичной энергии, природного газа, электроэнергии, тепловой энергии, нефтепродуктов, затрат на энергию всеми потребителями энергетических ресурсов – средств бюджетов всех уровней на приобретение энергетических ресурсов для государственных (муниципальных) учреждений, а также суммарное снижение выбросов парниковых газов [4]
Chittum A., Ostergaard P. A.	Укрепление энергетической безопасности, оздоровление окружающей среды, улучшение качества жизни, способствование экономическому благополучию [6]
Kato et al. Kato T., Ellis J., Pauw P., Caruso R.	Более полное использование имеющихся ресурсов, поддержка экономического роста и сокращение затрат на энергию [2, 7, 8]
Плужников О.	Снижение энергоемкости ВВП и четкий учет энергоресурсов при производстве продукции, работ, услуг [9]
Гашо Г. Е., Пузаков В. С., Степанова М. В.	Экономия энергозатрат на региональном уровне, связующее звено между системой энергопланирования на макро- и микроуровнях, между территориальными (в разрезе муниципалитетов и городских поселений) и отраслевыми аспектами управления энергоэффективностью [6, 10]
Середкин Е. М.	Развитие возобновляемой энергетики на инновационной основе [11]
Акулова Я. Н.	Возможность производить добычу энергоресурсов по минимальной цене, таким образом, добиваясь рационального использования, что необходимо для их полного или частичного сохранения [12]
Мельникова М. П.	Особое свойство экономики, позволяющее «производить и реализовывать разнообразные конкурентоспособные энергоресурсы и эффективно их использовать во всех основных отраслях национальной хозяйственной системы, снижая энергоемкость ВВП и основных товаров» [13].
Маркин В. В.	Внедрение управленческих и технологических инноваций в сферу энергетики, оптимизацию топливного энергетического баланса и управление со стороны спроса на основе разработок федеральной и региональных стратегий [12]
Мингалеев Г. Ф.	Реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на достижение экономически обоснованного значения эффективности использования энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии [3]
Данилов Н. И, Щелоков Я. М.	Абсолютная, удельная или относительная величина потребления или потерь энергетических ресурсов для продукции любого назначения или технологического процесса [12]
Воронин А. Ю.	Энергосбережение, снижение энергоемкости, уменьшение зависимости от импорта энергоресурсов, диверсификация топлива, снижение выбросов ${\rm CO_2}$, увеличение использования нетрадиционных источников энергии [12]
Давыдянц Д. Е., Жидков В. Е., Зубова Л. В.	Эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов – достижение экономически оправданной эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды [14]
Garmston H., Ann W.	Ограничение воздействия агрессивных солнечных лучей в весенне-летний период; на применение строительных материалов, на затраты при врезке в сети, на эксплуатационные расходы; экономия затрат, связанных с эксплуатацией и обслуживанием жилого дома; затраты на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям к объекту [15]
Copiello S.	Развитие железных дорог, строительство новых зданий с применением энергосберегающих технологий возведения и эксплуатации, строительство крупных спортивных сооружений, газораспределительных сетей [16]
Christian Stenqvist	Использование собственного топлива, электроэнергии и использования первичной энергии, сокращение в ближайшие десятилетия выбросов парниковых газов [17]

ональной экономики): это «характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю» [18].

Систематизация существующих понятий дает возможность уточнить понятие «энергетическая эффективность» - это энергетический эффект, который возникает при использовании новых технологий и инновационного оборудования на эксплуатационной фазе объектов капитального совершенства. Это позволило ввести авторское определение энергоэффективности государственно-частного партнерства (ГЧП): энергетическая эффективность капитального строительства в условиях государственно-частного партнерства – это показатель соотношения полезного эффекта (экономического эффекта) от использования топливно-энергетических ресурсов в рамках реализации энергоэффективных проектов ГЧП, а также применения

инновации и затрат на указанные топливно-энергетические ресурсы и инновационные решения, произведенных в целях получения экономического эффекта партнерством, применительно к объектам капитального строительства, выраженный в процентах [19]:

$$\exists \exists_{_{\text{K.c}}} = \{\exists \text{кономический эффект / } [\exists \text{атраты}_{_{\text{ТЭР}}} + \exists \text{атраты}_{_{\text{II}}}] \} \ 100 \ \%, \quad (1)$$

где $ЭЭ_{\kappa}$ – показатель энергетической эффективности объектов капитального строительства, %; Экономический эффект – полезный эффект, достигаемый за счет применения мероприятий по повышению энергоэффективности и применения инноваций, тыс. руб.; Затраты - затраты на использование топливно-энергетических ресурсов, тыс. руб.; Затраты – затраты на реализацию инновационных решений, тыс. руб.

Обоснование методического подхода

В целях обоснования нового методического подхода к оценке

энергетической эффективности необходимо разработать основные принципы, которые могут быть сформулированы следующим образом:

- 1) четкое целеполагание разработки инвестиционных проектов ГЧП это решение проблемы повышения энергоэффективности строительных компаний;
- 2) формирование 4 порталов управления энергоэффективностью компании как фактора повышения общего уровня ее конкурентоспособности;
- 3) учет инновационной составляющей, необходимой для реализации инвестиционных энергоэффективных проектов ГЧП.

Все изложенное, а также применение таких широко известных научных подходов, как интеграционный, межотраслевой, программно-целевой, кластерный и территориальный, базирующихся на инновационном фундаменте, оценка конкурентоспособности компании дают возможность сформировать новый теоретический (методический) подход, который в данной работе определен как инновационно-энергоэффективный, позволяющий учесть показатели энергоэффективности в оценке общего уровня конкурентоспособности отдельной компании (рис. 1).

Данный подход учитывает требования к энергетической эффективности объектов капитального строительства, возводимых и эксплуатируемых в условиях функционирования государственно-частных партнерств (ГЧП), а также необходимость применения новых инновационных технологий возведения зданий и управления объектами капитального строительства.

Модельное представление инновационно-энергоэффективного подхода дает возможность развития методической базы исследования в целях разработки научного инструментария оценки энергетической эффективности зданий и сооружений, возводимых в ходе реализации энергоэффективных инвестиционных проектов ГЧП, а также учета указанного параметра в показателях оценки конкурентоспособности российских строительных компаний.

На основе данного подхода к реализации инвестиционных проектов ГЧП в инвестиционно-строительной сфере и оценки энергоэффективности объектов капитального строительства авторами исследования формируются основы модульного подхода и научного инструментария оценки энергоэффективности капитального строительства (представлены на рис. 2).

Модульный подход заключается в учете принципа энергоэффективности капитального строительства государственно-частного партнерства в инструментах оценки уровня энергоэффективности капитального строительства, оценки конкурентоспособности интегрированных строительных компаний, а также уровня инноваций в инвестиционных проектах ГЧП.

По нашему мнению, приведенное уточнение понятий энергетической эффективности и формализация ее расчета в формуле (1) являются основой для дальнейшего развития методик оценки энергоэффективности (модуль 1, рис. 2) [20].

В целях реализации научных подходов, предусмотренных модулем 2, в рамках данной статьи разработана методика оценки степени конкурентоспособности строительных компаний.

Проведенный авторами анализ деятельности строительных компаний показывает, что оценка экономической целесообразности повышения эффективности использования энергоресурсов в основном основывается на расчете показателей прибыли (финансового результата) в краткосрочной перспективе. Иными словами, для оценки энергоэффективности необходимы разработка и практическое применение новых показателей экономической целесообразности осуществления капитальных вложений в проекты ГЧП, которые могут продемонстрировать экономию энергетических и финансовых ресурсов в долгосрочной перспективе.

Методика оценки энергоэффективности объектов капитального строительства

Такая оценка может состоять из нескольких этапов.

Этап 1. Определение уровня стоимости энергоэффектив-

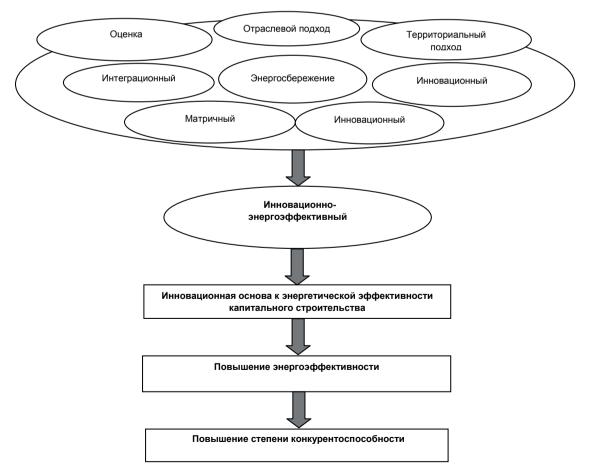


Рисунок 1. Теоретический подход к учету фактора энергоэффективности в общей конкурентоспособности компании.



Рисунок 2. Модульная оценка энергоэффективности компаний как фактор повышения их конкурентоспособности.

ности (УСЭ). Исходя из потребностей рынка, критериев оценки жизненного цикла товаров и услуг, принятых управленческих решений, авторы вводят показатель – уровень стоимости энергоэффективности (УСЭ). Данный показатель демонстрирует общий уровень достигаемой экономии энергоресурсов на базе повышения энергетической эффективности строительных компаний в результате произведенных инвестиций и внедрения инновационных решений на протяжении всего рассматриваемого жизненного цикла.

Эта абсолютная величина представляет собой объем финансовых средств, который инвестор должен понести для обеспечения достижения экономии энергии. Следует пояснить, что УСЭ указывает общую стоимость за объем сэкономленной энергии в киловатт-часах посредством применения энергоэффективных мероприятий в определенном контексте (может рассматривать жизненный цикл товара (услуги), производственный цикл, технологический процесс возведения энергоэффективного здания). В частности, в долгосрочной перспективе УСЭ определяем по следующей формуле:

$$YC\Theta(t) = \Sigma ([3_{nn} + 3_{nan} + 3_{onen}] / \Theta_{na}),$$

где t – продолжительность инновационного инвестиционного проекта ГЧП; 3_{np} – затраты, осуществленные в предпроектной и проектной фазах реализации инвестиционного проекта ГЧП. Указанные затраты могут включать в себя также затраты на энерго-

аудит, планирование, контроль и т. п.; $3_{\rm kan}$ – объем капитальных вложений в процессе реализации энергоэффективных управленческих решений; $3_{\rm onep}$ – операционные издержки, учитывающие затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание принятых управленческих решений по энергоэффективности (могут включать возможные расходы при выплате процентов за привлеченные средства третьей стороне); $3_{_{3\rm H}}$ – величина ежегодной экономии энергии в связи с реализацией инновационных управленческих решений.

Этап 2. Сопоставительный анализ УСЭ.

В целях оценки экономической эффективности проекта ГЧП в сфере энергосбережения показатель УСЭ, полученный на этапе 1, необходимо сопоставить с эталонным значением. В качестве эталона (стандарта) в зависимости от вида энергосберегающих инновационных решений могут быть приняты следующие показатели:

- 1) $\Theta_{\rm эn}$ экономия электроэнергии инфраструктурных проектов ГЧП: УС Θ сопоставляется со стоимостью приобретения электроэнергии в киловатт-часах электроэнергетических розничных сетей;
- 2) $\Theta_{\text{теп}}$ экономия тепловой энергии: УСЭ сравнивается с текущей стоимостью тепловой энергии.

При этом сопоставлении если УСЭ ниже эталонного значения, можно сделать вывод, что общая стоимость энергоэффективных мероприятий полностью покрывается полученной экономией. Иными словами, разница между УСЭ и эталонным значением представляет собой величину экономии энергоресурсов, полученную в расчете на 1 киловатт-час энергии. Если УСЭ выше эталонного значения, то принятые управленческие решения и разработанный план мероприятий по повышению энергоэффективности являются экономически нецелесообразными. Алгоритм методики оценки УСЭ представлен на рис. 3.

Развитие методики оценки конкурентоспособности компании

Безусловно, разработка и реализация мероприятий по повышению конкурентоспособности должна быть неразрывно связана с оценкой конкурентоспособности предприятия. Это обуславливается тем, что оценка конкурентного статуса компании выступает одним из основных критериев результативности проводимых мероприятий. В связи с этим крайне важным является выбор методики количественной оценки конкурентоспособности хозяйствующих субъектов.

Анализ экономической литературы позволяет выделить следующие основные методы аналитической оценки конкурентоспособности хозяйствующих субъектов:

- матричные методы (основанные на оценке продуктового портфеля компании) [21];
- продуктовые методы (основанные на оценке конкурентоспособности продукции компании) [22];
- операционные методы (основанные на оценке различных компонентов операционной деятельности компании) [23];
 - методы оценки стоимости бизнеса (основанные на оценке

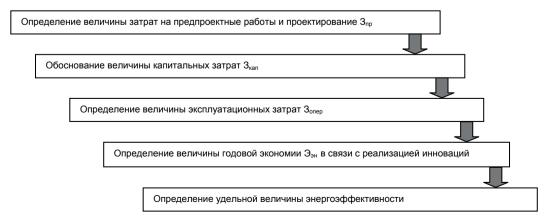


Рисунок 3. Алгоритм расчета удельного показателя энергоэффективности принятых инновационных решений.

рыночной стоимости компании) [24];

– динамические методы (основанные на оценке ключевых экономических показателей компании в динамике) [25].

Анализ прикладных аспектов применения перечисленных методов позволяет констатировать низкие возможности практического использования большинства из них (подробнее см. [26]). В частности, в результате их применения, может быть определен лишь текущий уровень конкурентоспособности одного (исследуемого) предприятия. Если же необходимо определить уровень конкурентоспособности нескольких хозяйствующих субъектов либо проанализировать изменение уровня конкурентоспособности за несколько лет, то решение такой задачи для большинства методов является весьма сложной и трудоемкой процедурой.

Исключение составляет динамический метод, позволяющий весьма эффективно оценивать конкурентоспособность как в статике, так и в динамике. Применение указанного подхода делает возможным анализ динамических рядов общих и частных показателей конкурентоспособности как отдельных компаний, так и групп предприятий. При этом методологическая основа оценки конкурентоспособности настолько проста, что обеспечивает возможность проведения расчетов не только текущего периода, но и в ретроспективе, что, в свою очередь, позволяет на основе полученных динамических рядов проводить факторный анализ и прогнозирование уровня конкурентоспособности хозяйствующих субъектов.

Следовательно, в целях оценки и анализа конкурентоспособности строительных предприятий наиболее целесообразно использовать динамический подход. Кратко изложим суть указанного подхода.

Динамический метод предполагает определение ключевых индикаторов деятельности хозяйствующего субъекта и применение в отношении них динамического анализа. В качестве ключевых показателей деятельности компании рассматриваются: операционная эффективность (рентабельность хозяйственной деятельности), стратегическое позиционирование (изменение доли рынка), а также финансовая устойчивость. Далее путем интеграции указанных индикаторов в единый показатель производится оценка уровня конкурентоспособности исследуемого предприятия (более подробно порядок расчета показателей см. в [5]:

$$K = K_{_R} \cdot K_{_I} \cdot K_{_L},$$

где K – уровень конкурентоспособность анализируемого предприятия; $K_{\!_R}$ – коэффициент операционной эффективности; $K_{\!_L}$ – коэффициент стратегического позиционирования; $K_{\!_L}$ – коэффициент финансового состояния.

Критериальные значения коэффициента конкурентоспособности можно определить следующим образом: чем выше K, тем более конкурентоспособным по отношению к конкуренту (с которым осуществляется сопоставление) является анализируемое предприятие. Если 0 < K < 1, конкурентоспособность предприятия является низкой (чем ближе к нулю, тем ниже конкурентоспособность). При K = 1 конкурентоспособность предприятия идентична конкурентоспособности конкурента. При K > 1 конкурентоспособность предприятия выше, чем у конкурента.

Очевидно, что без учета динамики величина даже самого важного индикатора не позволяет сформировать исчерпывающее представление об анализируемом процессе. И наоборот, любая информация о динамике экономического показателя делает картину процесса во много раз полнее (обоснование указанного положения см. в [27]). В методологическом отношении ключевой принцип динамического подхода – осуществление расчетов не только за отчетный период, а также и за прошедшие периоды. Полученные динамические ряды обеспечивают репрезентативность массива данных и существенно повышают достоверность оценки конкурентоспособности предприятий.

Заключение и основные выводы

Таким образом, проведенное авторами исследование позволяет сделать следующие выводы:

1) существует широкий спектр определений понятия «энергоэффективности» как составной части государственной политики энергосбережения, как свойства экономики, как показателя эффективности производимых инвестиций в развитие энергетических объектов:

- 2) развито определение понятия «энергетическая эффективность» и дано авторское определение данного понятия;
- 3) введено понятие «энергическая эффективность объектов капитального строительства в условиях ГЧП»;
- 4) разработано модельное представление нового инновационно-энергоэффективного подхода;
- 5) развита авторская методика оценки конкурентоспособности строительных компаний с учетом фактора энергетической эффективности объектов капитального строительства.

В качестве заключения необходимо отметить, что разработанный научный инструментарий позволяет осуществлять государственно-частный мониторинг энергетической эффективности объектов капительного строительства при реализации инвестиционных проектов государственно-частного партнерства, оценить уровень инноваций при реализации указанных проектов, а также оценить общий уровень конкурентоспособности строительных компаний. Это послужит основой для разработки мероприятий, повышающих эффективность реализации деятельности предприятий, а также эффективность принимаемых управленческих решений в ходе реализации приоритетных инфраструктурных проектов ГЧП.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Московцева А. А. Государственная политика регулирования эффективности в промышленности // Экономика и управление: анализ тенденции и перспектив развития. С. 267–271. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16595
- 2. Bosseboeuf Didier, Bruno Lapillon, Karine Pollier. Trendy energeticke efektivnosti v novych zemich EU a v EU 25: pozice Ceske republiky [Trends in Energy Efficiency in the New EU Countries and the EU 25: The Position of the Czech Republic]." Czech-French joint seminar on energy efficiency trends. Prague: Czech Energy Agency and ADEME/Enerdata, June 2007. (Энергоэффективность в государственном секторе. Политика и программы в странах-членах ЛЭХ) 2008
- 3. Государственная политика в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (доклад С. Н. Мартюшова, ведущего советника аппарата Комитета по энергетике Государственной Думы РФ). 8 сентября 2010 г. // Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетический эффективности. URL: http://gisee.ru/articles/politics/2812
- 4. Инюцын А. Ю. Государственная политика в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности (аналитическая записка). Энергетическая стратегия России: тенденции и перспективы. URL: http://minenergo.gov.ru
- 5. Воронов Д. С. Динамический подход к оценке конкурентоспособности предприятий // Конкурентоспособность социально-экономических систем / под науч. ред. А. И. Татаркина, В. В. Криворотова. М.: Экономика, 2014. С. 371_400
- 6. Гашо Г. Е., Пузаков В. С., Степанова М. В. Особенности реализации политики энергосбережения в регионах // Аналитический сборник. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. М., 2012. URL: www.ac.gov.ru
- 7. Политика повышения энергоэффективности: передовой опыт (43-я серия публикаций EЭК ООН по электроэнергетике) // Information Service United Nations Economic Commission for Europe. Geneva. Switzerland. 2015. 127 с.
- 8. Dedicated Public-Private Partnership Units. A Survey of Institutional and Governance Structures. OECD. Paris. 2010. URL: www.oecd.org/publishing
- 9. Плужников О. Некоторые итоги реализации государственной политики повышения энергоэффективности в России. Что дальше? // Carnegie Endowment for International Peace. 2014. URL: http://www.carnegie.ru
- 10. Гашо Е. Г., Степанова М. В. Государственная политика энергоэффективности: принципы, инструменты, перспективы // Энергосовет. 2013. № 3 (28). С. 41–77.
- 11. Середкин Е. М. Налоговое стимулирование повышения энергоэффективности национальной экономики: дис. ... канд. экон. наук. М., 2014. 140 с.
- 12. Акулова Я. Н. Энергоэффективность как способ повышения конкурентоспособности экономики // Управление экономическими системами. Электронный научный журнал. URL: http://uecs.ru/uecs-78-782015/item/3614-2015-06-29-08-07-33
- 13. Паньшин И. В., Тобиен М. А. Бюджетная обеспеченность региональных экономических программ энергосбережения и повышения энергоэффективности // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16595
- 14. Давыдянц Д. Е., Жидков В. Е., Зубова Л. В. К определению понятий

- «энергосбережение» и «энергоэффективность» // Fundamental Research. 2014. № 9. P. 1294–1296.
- 15. Garmston H., Pann W. Building regulations in energy efficiency: Compliance in England and Wales. Energy Policy. 2012. No 45. pp. 594-605.
- 16. Copiello S. Achieving affordable housing through energy efficiency strategy. Energy Policy. 2015. No 85. pp. 288-298.
- 17. Stengvist C. Trends in energy performance of the Swedish pulp and paper industry: 1984–2011. Energy Efficiency (2015) 8:1–17.15. DOI 10.1007/s12053-014-9276-4.
- 18. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-Ф3. URL: http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html
- 19. Городнова Н. В. Повышение энергоэффективности проектов развития территорий // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 5 (404). С. 31-44. . 20. Городнова Н. В., Березин А. Э., Давлятбаева В. Р., Созонов Е. П. Оценка рисков проектов с государственным финансированием газодобывающих компаний // Экономика и предпринимательство. 2015. № 4-1 (57-1). С. 872–878. 21. Арутюнова Д. В. Стратегический менеджмент. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2010. 122 с.
- 22. Фатхутдинов Р. А. Управление конкурентоспособностью организации. М.: Маркет ДС, 2008. 432 с.
- 23. Фасхиев Х. А. Как измерить конкурентоспособность предприятия? // Маркетинг в России и за рубежом. 2003. № 4. С. 53-68.
- 24. Криворотов В. В., Калина А. В., Матвеева Т. В., Байраншин А. Ю. Повышение конкурентоспособности современных российских территориальнопроизводственных комплексов. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 262 с.
- 25. Воронов Д. С., Криворотов В. В. Оценка конкурентоспособности крупнейших российских компаний // Вестник УрФУ. Сер. «Экономика и управление». 2015. № 5. C. 717-740.
- 26. Воронов Д. С. Эконометрический анализ существующих методов оценки конкурентоспособности предприятий // Конкурентоспособность предприятия: оценка, анализ, пути повышения. URL: http://vds1234.ru
- 27. Душин А. В., Соколова О. Г. Институциональные изменения в мировом горнодобывающем секторе: некоторые тенденции // Изв. УГГУ. 2015. № 4(40). C. 88-92.

REFERENCES

- 1. Moskovtseva A. A., Gosudarstvennaya politika regulirovaniya effektivnosti v promyshlennosti [State policy of regulation of efficiency in industry]. Ekonomika i upravlenie: analiz tendentsii i perspektiv razvitiya [Economics and Management: analysis of trends and prospects for development], pp. 267-271. Available at: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16595
- 2. Bosseboeuf, Didier, Bruno Lapillon, Karine Pollier 2008, "Trendy energeticke efektivnosti v novych zemich EU a v EU 25: pozice Ceske republiky" [Trends in Energy Efficiency in the New EU Countries and the EU 25: The Position of the Czech Republic]. Czech-French joint seminar on energy efficiency trends, Prague. 3. Martyushov S. N. 2010, Gosudarstvennaya politika v oblasti energosberezheniya i povysheniya energeticheskoy effektivnosti [State policy in the sphere of energy saving and energy efficiency]. Available at: http://gisee.ru/articles/politics/2812
- 4. Inyutsyn A. Yu., Gosudarstvennaya politika v sfere energosberezheniya i povysheniya energoeffektivnosti [State policy in the sphere of energy saving and energy efficiency]. Available at: http://minenergo.gov.ru
- 5. Voronov D. S. 2014, Konkurentosposobnosť sotsiaľ no-ekonomicheskikh sistem [The competitiveness of the socio-economic systems], Moscow, pp. 371–409.
- 6. Gasho G. E., Puzakov V. S., Stepanova M. V. 2012, Osobennosti realizatsii politiki energosberezheniya v regionakh. Analiticheskiy sbornik. Analiticheskiy tsentr pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii [Features of the implementation of energy saving policy in the regions. Analytical compilation. Analytical Center under the Government of Russian Federation], Moscow, Available at: www.ac.gov.ru
- 7. 2015, Politika povysheniya energoeffektivnosti: peredovoy opyt (43-ya seriya publikatsiy EEK OON po elektroenergetike) [Energy efficiency improvement policy: Best practices (43th series of the UNECE publication on electricity)]. Information Service United Nations Economic Commission for Europe, Geneva. 8. 2010, Dedicated Public-Private Partnership Units. A Survey of Institutional and Governance Structures. OECD, Paris, Available at: www.oecd.org/publishing
- 9. Pluzhnikov O. 2014, Nekotorye itogi realizatsii gosudarstvennoy politiki povysheniya energoeffektivnosti v Rossii. Shto dal'she? [Some results of the implementation of public policies to improve energy efficiency in Russia. What's next?]. Carnegie Endowment for International Peace. Available at: http:// www.

Дмитрий Сергеевич Воронов, d.voronov@tu-ugmk.com Наталья Васильевна Городнова, prof.gorodnova@gmail.com Технический университет УГМК Россия, Верхняя Пышма, Успенский просп., 3

Станислав Викторович Придвижкин, 28argo11@mail.ru ООО «УГМК-Холдинг», Россия, Екатеринбург, ул. Октябрьской революции, 56 carnegie.ru

- 10. Gasho E. G., Stepanova M. V. 2013, Gosudarstvennaya politika energoeffektivnosti: printsipy, instrumenty, perspektivy [State energy policy: principles, instruments, prospects]. Energosovet [Energosovet], no. 3(28), pp. 41–77. Seredkin E. M. 2014, Nalogovoe stimulirovanie povysheniya
- energoeffektivnosti natsional'noy ekonomiki. Diss. ... kand. ekon. nauk [Tax incentives for improvement of energy efficiency of the national economy. Thesis for the degree of candidate of economic sciences], Moscow.
- 12. Akulova Ya. N. 2015, Energoeffektivnosť kak sposob povysheniya konkurentosposobnosti ekonomiki [Energy efficiency as a way of improving the competitiveness of the economy]. Upravlenie ekonomicheskimi sistemami [Management of economic systems], Available at: http://uecs.ru/uecs-78-782015/ item/3614-2015-06-29-08-07-33
- 13. Pan'shin I. V., Tobien M. A. 2014, Byudzhetnaya obespechennost' regional'nykh ekonomicheskikh programm energosberezheniya i povysheniya energoeffektivnosti [Budget provision of the regional economic programs of energy saving and energy efficiency improvement]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education], no. 6. Available at: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16595
- 14. Davydyants D. E., Zhidkov V. E., Zubova L. V. 2014, K opredeleniyu ponyatiy «energosberezhenie» i «energoeffektivnost'» [On the definition of concepts "energy saving" and "energy efficiency"]. Fundamental Research, no. 9.
- 15. Garmston H, Pann W. 2012, Building regulations in energy efficiency: Compliance in England and Wales. Energy Policy, no. 45, pp. 594–605.
- 16. Copiello S. 2015, Achieving affordable housing through energy efficiency strategy. Energy Policy, no. 85, pp. 288-298.
- 17. Stenqvist S. 2015, Trends in energy performance of the Swedish pulp and paper industry: 1984-2011. Energy Efficiency, no. 8, pp. 1-17.
- 18. Federal'nyy zakon Rossiyskoy Federatsii ot 23 noyabrya 2009 g. №261-FZ «Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii» [Federal Law of the Russian Federation dated November 23, 2009 №261-FZ "On energy saving and energy efficiency improvements and on amending the certain legislative acts of Russian Federation"]. Available at: http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html 19. Gorodnova N. V. 2015, Povyshenie energoeffektivnosti proektov razvitiya territoriy [Improving the energy efficiency of projects of territorial development], Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika [Economic analysis: theory and practice], no. 5(404), pp. 31-44.
- 20. Gorodnova N. V., Berezin A. E., Davlyatbaeva V. R., Sozonov E. 2015, Otsenka riskov proektov s gosudarstvennym finansirovaniem gazodobyvayushchikh kompaniy [Risk assessment of projects with government funding of gas companies]. Ekonomika i predprinimatel'stvo [Economy and entrepreneurship], no. 4-1(57-1), pp. 872-878.
- 21. Arutyunova D. V. 2010, Strategicheskiy menedzhment [Strategic management], Taganrog, 122 p.
- 22. Fatkhutdinov R. A. 2008, Upravlenie konkurentosposobnosťyu organizatsii [Management of competitiveness of the organization], Moscow, 432 p.
- 23. Faskhiev Kh. A. 2003, Kak izmerit' konkurentosposobnost' predpriyatiya? [How to measure the competitiveness of the enterprise?] Marketing v Rossii i za rubezhom [Marketing in Russia and Abroad], no. 4, pp. 53-68.
- 24. Krivorotov V. V., Kalina A. V., Matveeva T. V., Bayranshin A. Yu. 2013, Povyshenie konkurentosposobnosti sovremennykh rossiyskikh territorial'noproizvodstvennykh kompleksov [Improving the competitiveness of the modern Russian regional industrial complexes], Ekaterinburg, 262 p.
- 25. Voronov D. S., Krivorotov V. V. 2015, Otsenka konkurentosposobnosti krupneyshikh rossiyskikh kompaniy [Assessment of competitiveness of the largest Russian companies]. Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie [Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management], no. 5, pp. 717–740.
- 26. Voronov D. S. Ekonometricheskiy analiz sushchestvuyushchikh metodov predpriyatiy. otsenki konkurentosposobnosti Konkurentosposobnosť predpriyatiya: otsenka, analiz, puti povysheniya [Econometric analysis of the existing methods for assessing the competitiveness of enterprises. Competitiveness of companies: assessment, analysis, and ways of increase], Available at: http://vds1234.ru
- 27. Dushin A. V., Sokolova O. G. 2015, Institutsional'nye izmeneniya v mirovom gornodobyvayushchem sektore: nekotorye tendentsii [Institutional changes in the global mining sector: certain trends]. Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gomogo universiteta [News of the Ural State Mining University], no. 4(40), pp. 88-92.

Dmitriy Sergeevich Voronov, d.voronov@tu-ugmk.com Natal'ya Vasil'evna Gorodnova, prof.gorodnova@gmail.com Technical University of UMMC Verkhnyaya Pyshma, Russia

Stanislav Viktorovich Pridvizhkin, 28argo11@mail.ru UMMC-Holding Ekaterinburg, Russia

УДК 330.5.051 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-94-99

ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ОСНОВА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

М. С. Кубарев

Уточняется понятие природной системы, выступающей в качестве объекта природопользования, и роль каждого принадлежащего ей компонента. Природные системы рассматриваются с позиции специфических особенностей экосистемы и геосистемы, из которых последняя отличается большим числом взаимосвязей и представляет собой более многогранное понятие. Раскрывается суть вертикальной и горизонтальной структуры геосистемы, основных функций и свойств, в числе которых выступают целостность и устойчивость. Основное внимание уделяется характеристике природного потенциала, выполняющего социально-экономические функции и определяющего направленность природопользования. Автор рекомендует выделение трех видов потенциалов: перспективного, реального экономически обоснованного и реального экологически обоснованного, входящего в состав предыдущего, который включает в себя природно-ресурсный и эколого-ресурсный потенциалы. Реальный экономически обоснованный потенциал характеризует способность природных ресурсов удовлетворять потребности человека при условии экономической рентабельности и технической доступности. Реальный экологически обоснованный потенциал определяет массу природных ресурсов, которые могут быть использованы без нарушения их внутренних взаимосвязей, функций и свойств, входящих в состав реального экономически обоснованного потенциала. И наконец перспективный потенциал – это способность природных ресурсов удовлетворять потребности человечества в будушем, когда это будет экономически эффективно и(или) технически возможно. Подобный подход позволяет рассматривать освоение природного потенциала при соблюдении условия сохранности естественных экосистем, их способности к биорегуляции. Отсутствие четкого представления об экономической оценке экосистемных услуг не позволяет обосновывать величину их реального экономически обоснованного потенциала, но не исключает признания необходимости введения экологических ограничений на его использование. Как следует из практики, сочетание ресурсов, их качественная и количественная характеристика, роль тех или иных ресурсов определяют наиболее благоприятные условия для освоения определенного вида ресурсов, при этом предпочтительный вид осваиваемого ресурса определяет хозяйственную направленность территориальнопромышленного комплекса.

Ключевые слова: природный потенциал; ресурсы; обоснование; ограничение;

риродопользование предполагает наличие субъекта и объекта, на который направлено воздействие 🖊 субъекта, с целью извлечения пользы. В качестве субъекта могут выступать социально-экономические системы и их компоненты: отрасли производства, предприятия, административные органы, население, транспортные системы, объекты производства и социальной инфраструктуры и др. В качестве объекта - системы, которые, согласно [1], «представляют собой совокупность природных компонентов, тесно свя-занных между собой и функционирующих в пределах определенных территорий и акваторий». Их функционирование обусловлено проявлением преимущественно естественных процессов. К ним относятся природные геосистемы (природно-территориальные комплексы (ПТК), ландшафты) и экосистемы различных таксонометрических рангов. В наиболее общем виде «ПТК или геосистема» (термин, предложенный В. Б. Сочавой в 1963 г.) - это исторически сложившаяся, территориально устойчивая совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных природных компонентов и их комплексов, функционирующих и развивающихся длительное время как единое целое, продуцируя новое вещество, энергию и информацию» [2].

Понятие «геосистема» отождествляется не только с ПТК, но и с понятием «ландшафт». Геосистема всегда предполагает наличие пространственных границ, выявляющихся на основе системы признаков, достаточно подробно разработанных в географии. В состав основных слагающих ее компонентов входят: литосфера – масса пород, слагающих земную кору; атмосфера – нижние слои, носящие название тропосферы; гидросфера – вода, представленная в трех фазовых состояниях (твердом, жидком, парообразном); фитосфера, зоосфера и педосфера (почва), которые по происхождению, функциям и свойствам объединяются в три подсистемы:

- геома литогенная основа (литосфера), стратосфера и гидросфера;
 - биота фито- и зоосфера;
 - биокосная подсистема почва.

Считаем, что климат и рельеф, которые ряд исследователей также относят к числу основных компонентов, являются лишь свойствами приземных воздушных масс и земной коры. В состав геомы входят компоненты, относящиеся к абиотическим. В состав биоты - относящиеся к биотическим. Почва представляет собой биокосный продукт устойчивого совместного развития и взаимодействия абиотических и биотических компонентов. Характеризуя компоненты, следует отметить, что наиболее интересным среди них является литогенная основа (литосфера), которая образует жесткий каркас, на котором формируется природный комплекс. Различие в породах влияет на формирование рельефа, соотношение и объем стока подземных и поверхностных вод, состав почв (песчаные, супесчаные, карбонатные, кислые и т. д). Природные воды играют определенную роль в теплообмене и благодаря своим свойствам способствуют появлению круговоротов энергии и веществ, связывающих разные природные комплексы в единое целое. Важнейшим свойством поверхностного стока является формирование экзогенного рельефа и литогенеза, а также перераспределение вещества между геосистемами. Водный режим оказывает существенное влияние на тип образования почв и на характер растительности. В виду больших различий в пространственном распределении и важности для жизненного процесса вода в ряде случаев выступает лимитирующим фактором в ландшафтах.

Атмосфера тоже как компонент пополняет состав геосистем (ландшафтов). Точнее, это нижние слои атмосферы (тропосфера). Для функционирования геосистем имеют значение химический состав воздуха, его прозрачность для солнечных лучей, наличие воздушных потоков, сглаживающих гидротермальные различия между ландшафтами, обеспечивающих теплообмен между ними и материальный обмен веществ. В отличие от инертности литосферы, воздушные массы весьма подвижны. Растительность выступает стабилизирующим фактором для геосистем, являясь основой их биопродуцирования, в то время как ее влияние на формирование региональных структур геосистем оказывается гораздо менее существенным, чем у ранее рассматриваемых компонентов. Животный мир представляет собой компонент, во многом зависящий от растительности. «Зеркалом ландшафта», по выражению В. В. Докучаева, является почва биокосный компонент геосистем, который формируется на стыке литосферы и биоты. Состав почв влияет на тип растительности. Важным свойством почв является накопление в верхних горизонтах биогенной энергии, заключенной в гумусе, и минеральных элементов.

Подобный набор компонентов природы характерен и для экосистем. Однако при, казалось бы, общности и сходстве, эти понятия имеют ряд отличительных черт. Во-первых, геосистемы полицентричны, т. е. все компоненты геосистем признаются равнозначными и рассматриваются с одинаковым вниманием. Экосистемы представляют собой моноцентрические системы (биоцентрические), в которых основное внимание сосредоточено на биоте, а компоненты рассматриваются лишь под углом зрения связи с биотой. «Экосистема, – как считает В. Б. Сочава [3], – это биологическое понятие». Так же однозначно высказывается в отношении экосистем В. К. Ковда, экосистемами он называет «участки территорий или акваторий, выделенные на основе общности трофической среды (совокупности трофических цепей) организмов» [4]. Из сказанного следует, что ставить знак

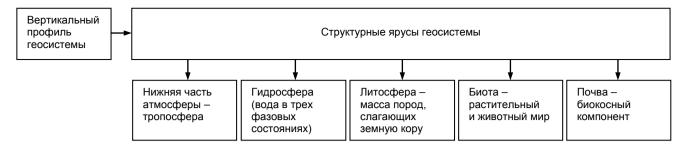


Рисунок 1. Вертикальная структура геосистемы (ПТК, ландшафта).

равенства между геосистемами и экосистемами (к чему склоняются некоторые географы) нет оснований.

К тому же, если геосистема всегда подразумевает наличие пространственных границ, о чем говорилось ранее, то экосистема не ограничена никакими пространственными рамками, так как для их выделения на сегодня не разработаны соответствующие признаки. В целом геосистема охватывает большее число взаимосвязей (учитывая абиогенные процессы) и представляет собой более многогранное понятие, чем экосистема. Между компонентами геосистемы осуществляется постоянный обмен веществом и энергией, которые в последующем трансформируются. В числе основных функций геосистем помимо трансформации солнечной энергии имеют место и такие, как циркуляция воздуха, влагооборот, биогенный круговорот веществ и др. Как и любая система, природная система имеет структуру, образуемую соподчиненными комплексами более низкого ранга. Во-первых, речь может идти о вертикальной структуре - взаимосвязи структурных ярусов, взаимодействие между которыми осуществляется вертикальными потоками энергии и вещества (рис. 1).

Во-вторых, геосистемам присуща и горизонтальная структура, ее формируют системы более низкого ранга, входящие в состав геосистем более высокого ранга и связанные между собой потоками энергии и веществ. С понятием природной системы тесно связаны и такие ее свойства, как целостность и устойчивость. Первое из них характеризует внутреннее единство, которое обеспечивается благодаря тесным взаимосвязям между составными частями системы. Как показывает практика, проявлением целостности является возникновение у геосистем таких свойств, которые отсутствуют у отдельных компонентов [5]. Устойчивость природных систем обычно рассматривается как «способность оставаться относительно неизменными или меняться в пределах своего структурно-функционального варианта либо возвращаться к нему за период их жизненного цикла или внешнего воздействия» [2].

Выделяют три уровня геосистем: планетарный, региональный и локальный. С позиции природопользования, природные системы служат источником природных и экологических ресурсов, использование которых позволяет удовлетворять различные потребности человека, что свидетельствует о выполнении ими социальных и экономических функций [6, 7]. Термин «природные» в отношении компонентов природной системы, выполняющих ресурсные функции, является общепринятым. Экологические ресурсы – компоненты природной среды, выполняющие экосистемные функции, – также относятся к числу ресурсов природы. Природные ресурсы используются в сфере материального производства и удовлетворяют потребности человека в виде средств производства, сырья, предметов потребления и т. д. Экологические ресурсы удовлетворяют потребности человека, поставляя поток экоуслуг регулирующего характера, а также социальных экоуслуг (эстетические, лечебные, рекреационные и т. д.) [8–10].

Природные системы обычно многофункциональны и обладают способностью выполнения нескольких функций одновременно. Правда, имеют место и взаимоисключающие потребности, которые приводят к ограничению выполняемых функций (например, разработка месторождения исключает развитие земледелия). Иногда на реализацию функции влияет использование удаленных смежных природных комплексов, например, развитие земледелия и лесного хозяйства лишь за пределами буферной зоны функционирующего ООПТ. Основой выполнения социально-экономических функций природной системы служит потенциал, расположенный в границах территорий, он же определяет направленность природопользования. С экономической (потребительской) точки зрения реальный природно-ресурсный потенциал - это способность природных ресурсов удовлетворять потребности человечества при условии экономической рентабельности и технической доступности.

Перспективный потенциал (потенциал будущего) – способность природных ресурсов удовлетворять потребности человечества в будущем, когда это будет экономически эффективно и(или) технически возможно (например, забалансовые руды, использование которых может быть возможно при появлении новых технологий, или подземные пресные воды, находящиеся на больших глубинах). Однако определение потенциала, по мнению автора, должно отражать и естественнонаучные предпосылки, требующие учета предельных лимитов изъятия при-

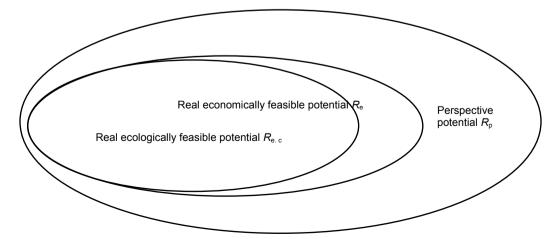


Рисунок 2. Структура природно-ресурсного потенциала.

Рисунок 3. Структура природных потенциалов. *а* – совокупность частных потенциалов компонентов природной системы; *б* – совокупность частных потенциалов геосистем более низкого ранга.

родных ресурсов, соблюдение которых обеспечивает сохранение биотической регуляции. Отсюда следует, что реальный природно-ресурсный потенциал, обоснованный экологически, – это предельно возможная масса природных ресурсов, входящих в состав экономически обоснованного потенциала, которые могут быть использованы без нарушения их внутренних взаимосвязей, функций и свойств. Таким образом, рекомендуемая структура хозяйственно-ресурсного потенциала природных систем имеет следующий вид (рис. 2):

$$R_{av} = R_{a}K_{mm}$$

где $K_{\text{лим}}$ – коэффициент, характеризующий лимит изъятия. Общая величина потенциала природных ресурсов R составляет:

$$R = R_{_{\scriptscriptstyle 9K}} + R_{_{\scriptscriptstyle 11}}$$
.

Что касается невозобновимых ресурсов, то структура минерально-сырьевого потенциала $R_{_{\rm U}}$ имеет вид:

$$R_{M} = R_{M,2} + R_{3,T}$$

где $R_{_{\rm м.9}}$ – реальная экономически обоснованная минерально-сырьевая база; $R_{_{\rm 9.11}}$ – перспективный минерально-сырьевой потенциал (минеральные ресурсы, техногенные минеральные образования и др.) [11, 12].

В природно-ресурсном потенциале компоненты природной системы выступают как отдельные самостоятельные ресурсы: гидросфера как источник энергоснабжения и водоснабжения; литосфера, как источник полезных ископаемых, в том числе и подземных вод; биота как источник средств потребления (лекарственные растения, пища, сырье для изготовления одежды и т. д.). Прямое использование имеет отношение и к социальным экоуслугам. В результате взаимодействия компонентов в рамках экосистем становится возможной реализация ресурсовоспроизводящих и средообразующих экосистемных функций, обеспечивающих формирование эколого-ресурсного потенциала. Использование экосистемных услуг человеком является косвенным, так как их прямая цель - это поддержание экобаланса, сохранение биокруговорота, «здоровья» природы [13, 14]. Что касается потенциала экоуслуг, то четкое представление об оценке эколого-ресурсного потенциала на сегодня отсутствует. Наиболее вероятным является введение ограничений на предельные нагрузки на экосистемы, на воздействия, приводящие к нарушению внутренних взаимосвязей экосистем. Экономическая оценка эколого-ресурсного потенциала весьма условна, так как методические подходы отрабатываются и не имеют пока законодательного утверждения и признания [15].

К числу частных потенциалов по принадлежности к компонентам природной системы относятся: минерально-сырьевой, водный, земельный, биотический, животного мира, почвенный. В данном случае потенциалом служат одноименные ресурсы природных компонентов. В свою очередь, ПТК (геосистемы,

ландшафты) предполагают выделение потенциалов, которые содержат набор самых разнообразных ресурсов, т. е. в составе геосистем (ПТК) высшего ранга возможно выделение частных потенциалов, о которых ранее уже шла речь, или частных потенциалов геосистем (ПТК) более низких рангов (рис. 3).

В зависимости от сочетания ресурсов, их качественной и количественной характеристики, роли тех или иных ресурсов в общественном производстве, свойств геосистем складываются наиболее благоприятные условия для освоения определенного вида ресурсов (например, выращивания сельскохозяйственных культур, использования под оленьи пастбища, разработки местонахождения полезных ископаемых и т. д.), при этом предпочтительный вид осваиваемого ресурса определяет хозяйственную направленность территориально-промышленного комплекса (ТПК). Это может быть сельскохозяйственный, водохозяйственный, лесохозяйственный, горно-промышленный, рекреационный и другие ТПК. Эти ТПК функционируют в основном за счет природной составляющей, техногенная (антропогенная составляющая) остается на втором плане. С учетом того, что в рамках региональной геосистемы (ТПК, ландшафт) располагается ряд более мелких геосистем, каждая со своим набором природных ресурсов, характер ТПК, отражающих направленность природопользования, может оказаться весьма разнообразными.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Емельянов А. Г. Основы природопользования. М.: Изд. центр «Академия», 2009. 304 с.
- 2. Казаков П. К. Ландшафтоведение. М.: Изд. Центр «Академия», 2011. 336 с. 3. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
- 4. Ковда В. А. Биосфера и человечество // Биосфера и ее ресурсы: сб. статей. М.: Наука, 1971. С. 7–52.
- 5. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высш. школа, 1991. 366 с.
- 6. Игнатьева М. Н. Формирование природного потенциала территории // Изв. УГГУ. 2014. № 4(36). С. 51–56.
- 7. Косолапов О. В., Игнатьева М. Н. Основные функции природного потенциала // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. статей первой заоч. всерос. науч.-практ. конф. Екатеринбург: УГГУ, 2013. С. 123–128.
- 8. Развитие системности в освоении природного потенциала северных малоизученных территорий / под ред. А. И. Татаркина. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2015. 317 с.
- 9. Косолапов О. В. Обеспечение эколого-экономической устойчивости при недропользовании. Абакан, 2016. 280 с.
- 10. Косолапов О. В. Природный потенциал региона: сущность и структура // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 8. С. 31–36.
- 11. Игнатьева Т. А. Методический инструментарий формирования системы платности при воспроизводстве минерально-сырьевой базы: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 24 с.
- 12. Душин А. В. Теоретико-методологические основы воспроизводства минерально-сырьевой базы. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2013. 329 с. 13. Литвинова А. А., Игнатьева М. Н., Коротеев Г. Д. Идентификация услуг, предоставляемых особо охраняемыми природными территориями // Успехи современного естествознания. 2016. № 6. С. 164–168.
- 14. Литвинова А. А., Игнатьева М. Н., Коротеев Г. Д. Понятие экосистемных функций и услуг // Экономика и социум. 2016. Вып. 3 (32). С. 715–724.
- 15. Елкина Л. Г. Управление экологическими ресурсами. М.: Палеотип, 2005. 144 с.

Михаил Сергеевич Кубарев,

Kubarev_mc@mail.ru

Уральский государственный экономический университет Россия, Екатеринбург, ул. 8 марта/Народной Воли, 62/45

УДК 330.5.051 DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-94-99

Natural potential as a basis for socio-economic development of the territory

M. S. Kubarev

This paper clarifies the concept of the natural system, serving as an object of nature management and the role of each component belonging to it. The author considers natural systems from the perspective of the specific features of the ecosystems and geosystems, of which the latter shows a larger number of interrelations and has a more multi-faceted concept. The article also reveals essence of the vertical and horizontal structure of geosystem, main functions and features, among which stands the integrity and stability. The focus stays on the characteristics of the natural potential, performing the socio-economic functions and determining the direction of nature management. The author recommends allocation of the three types of potentials: prospective, real economically feasible and real environmentally feasible, which is a part of the previous one, but includes the natural resource and environmental resource potentials. Real economically feasible potential describes the ability of natural resources to meet the human need on the condition of economic profitability and technical availability. The real environmentally feasible potential determines the mass of natural resources that one can use without disturbing their internal relations, functions and features that are part of the real economically feasible potential. Finally, a perspective potential is the ability of natural resources to satisfy human needs in the future, when it would be costeffective and/or technically possible. Such an approach allows considering the development of natural potential while respecting natural ecosystems preservation conditions, their bioregulation ability. Lack of a clear understanding of the economic valuation of ecosystem services does not allow justifying the value of their real economically feasible potential, but does not exclude the recognition of the need to introduce environmental restrictions on its use. As follows from the practice, the combination of resources, their qualitative and quantitative characteristics, the role of various resources determines the most favorable conditions for the development of certain types of resources, and the preferred type of developed resource defines the economic direction of the territorial-industrial complex.

Keywords: natural potential; resources; rationalization; restriction; development

ature management suggests existence of the subject, and the object that subject affects in order to benefit. As a subject, one may take the social and economic systems and their components: production industries, enterprises, administrative authorities, population, transportation systems, objects of production and social infrastructure, etc. According to [1], an object-system "represents a set of natural ingredients that are closely related to each other and operate within certain territories and water areas." Their functioning is due to the manifestation of predominantly natural processes. These include natural geosystems (natural regions (NR), landscapes) and ecosystems of different taxa metric ranks. In most general terms "NR or geosystem" (a term proposed by V.B. Sochava in 1963) is a historically established, geographically stable set of interrelated and interdependent natural components and their complexes, functioning and developing for a long time as a whole, producing a new substance, energy and information [2].

The concept of "geosystem" is equal not only to the NR, but also to the concept of "landscape". Geosystem always presupposes the existence of spatial boundaries, identified based on the system of features that is developed in detail in geography. The composition of the main components include: lithosphere – mass of rocks that form the Earth's crust; atmosphere – the lower layers, bearing the name of troposphere; hydrosphere – water, presented in three phase states (solid, liquid, vapor); phytosphere, zoosphere and pedosphere (soil), which, by origin, functions and properties, are united into three subsystems:

- Geoma lithogenic basis (lithosphere), hydrosphere and stratosphere;
 - Biota phytosphere and zoosphere;
 - Bio-inert subsystem the soil.

The author believes that the climate and terrain, which a number of researchers relate to the main components, are merely the properties of surface air masses and earth crust. The composition of Geoma includes components related to abiotic. The composition of the biota – relating to biotic. Soil is a bio-inert product of sustainable co-development and interaction of abiotic and biotic components. The author notes that the most interesting of the components is the

lithogenic base (lithosphere), which forms a rigid frame, on which the natural complex forms. Difference in the rocks affects the formation of the relief, the ratio and the volume of underground and surface water flow, the composition of soil (sandy, sabulous, carbonaceous, acidic and so on). Natural waters play a certain role in heat transfer and due to their properties contribute to the emergence of circulations of energy and matter, linking various natural systems into a coherent whole. The most important property of surface runoff is the formation of exogenous relief and lithogenesis, as well as the redistribution of matter between geosystems. Water enrichment has a significant impact on the type of soil formation and the nature of the vegetation. Due to the large differences in the spatial distribution and importance for the life processes, water, in a number of cases, becomes the limiting factor in the landscapes.

The atmosphere too, as a component replenishes the composition of geosystems (landscapes). To be more precise - it is the lower atmosphere (troposphere). For the functioning of geosystems the chemical composition of the air is important, as well as its transparency to solar radiation and the presence of air currents, smoothing hydrothermal differences between landscapes and providing heat exchange and matter exchange between them. In contrast to the inertia of the lithosphere, the air masses are very mobile. Vegetation acts as a stabilizing factor for geosystems, being a basis for their bio production, whereas its impact on the formation of regional structures of geosystems is much less significant than the abovediscussed components. Fauna is a component that in many respects depends on the vegetation. "Mirror of the landscape", in the words of V. V. Dokuchaev, soil is the bio-inert component of geosystems, which forms at the junction of lithosphere and biota. Composition of the soil affects the type of vegetation. An important property of the soil is the accumulation of biogenic energy in the upper horizons, contained in humus and mineral elements.

A similar set of components of nature is typical for ecosystems. However, for all that commonality and similarities, these concepts have a number of distinctive features. Geosystems are polycentric, i.e. all components of geosystems are generally accepted equivalent and treated with the same emphasis. Ecosystems are monocentric systems (biocentric), where the main focus is on the biota, and the components are considered only from the standpoint of communication with biota. "Ecosystem, according to V. B. Sochava [3], is a biological concept". V. K. Kovda just as unambiguously speaks in relation to ecosystems, he calls ecosystems "the sections of territories or water areas allocated on the basis of the commonality of trophic medium (aggregate of trophic chains) of organisms" [4]. The above implies that there is no reason to equate geosystems and ecosystems (which some geographers tend to do)

In addition, if geosystem always implies the existence of spatial boundaries, as mentioned earlier, no spatial framework limits the ecosystem, since as of today there are no developed corresponding signs for their allocation. Overall, geosystem covers a greater number of relations (including abiogenic processes) and represents a more multifaceted concept than the ecosystem. Between the components of geosystem exists a continuous exchange of matter and energy, which subsequently transform. Among the main functions of geosystems, in addition to solar energy transformation, takes place the air circulation, the hydrologic cycle, the cycle of biogenic substances and others. As with any system, natural system has a structure formed by subordinate complexes of lower rank. Firstly, it could be a vertical structure interrelations of structural tiers, and the vertical flow of energy and matter carries out interaction between them (Fig. 1).

Secondly, horizontal structure is inherent in geosystems too, formed by systems of lower rank that are a part of the geosystems

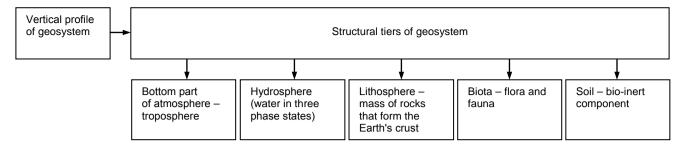


Figure 1. The vertical structure of geosystem (NR, landscape).

of higher rank and are interconnected to each other by energy and matter flows. The concept of the natural system is close to such its properties, as integrity and stability. The first of them characterizes the internal unity, provided through the close interrelations between the multiple parts of the system. As practice shows, the manifestation of integrity of geosystems is the emergence of such properties that are not present in the individual components [5]. The stability of natural systems is generally means the "ability to remain relatively unchanged or changed within its structural and functional variant or to return to it during the period of their life cycle or external influence" [2].

There are three levels of geosystems: planetary, regional and local. From the perspective of the nature management, natural systems are a source of natural and environmental resources, the use of which allows satisfying a variety of human needs, what indicates its fulfillment of social and economic functions [6, 7]. The term "natural" regarding the components of natural system that perform resource functions, is generally accepted. Environmental resources are the environmental components that perform ecosystem functions and belong to the natural resources. People use natural resources in material production sphere and for satisfaction of human needs it the means of production resources, raw materials, consumer goods, etc. Environmental resources meet the human needs by supplying the flow of environmental services of a regulatory nature, as well as social environmental services (aesthetic, therapeutic, recreational, etc.) [8–10].

Natural systems are typically multifunctional and have the ability to perform multiple functions simultaneously. However, there also are mutually exclusive demands that limit the functions performed (e. g.,

agriculture development excludes deposit development). Sometimes the use of remote adjacent natural systems affects the realization of function, such as the development of agriculture and forestry just outside the buffer zone of a functioning protected area. The basis for the implementation of socio-economic functions of natural system is a potential, located within the borders of the territories, it also determines the direction of nature management. From an economic (consumer) point of view, real natural resource potential is the ability of natural resources to meet human needs, provided economic profitability and technical availability.

Prospective potential (potential of future) is the ability of natural resources to meet human needs in the future, when it would be cost-effective and(or) technically possible (for example, off-balance ore, the use of which may be possible upon invention of new of technologies; underground fresh water at great depths). However, determining the potential, according to the author, should also reflect the natural – scientific premises that require accounting marginal limits of extraction of natural resources, compliance with which would ensure the preservation of biotic regulation. This implies that real environmentally feasible natural resource potential is the maximum possible mass of natural resources that are part of economically feasible potential, which one can use without disturbing their internal interrelations, functions and properties. Thus, the recommended structure of economic and resource potential of natural systems has the following form (Fig. 2).

$$R_{e,c} = R_e K_{lim}$$

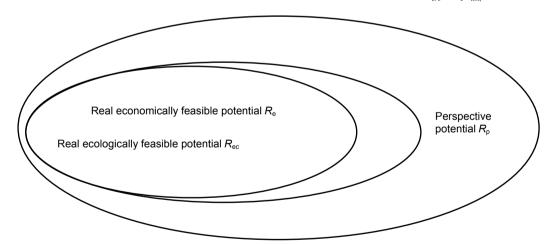


Figure 2. Structure of natural resource potential.

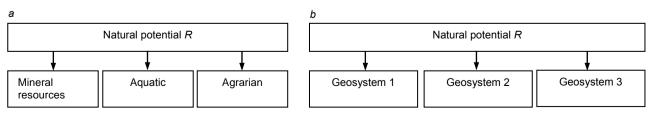


Figure 3. Structure of natural potentials. a-a set of particular potentials of the natural system components; b-a set of particular potentials of geosystems of lower rank.

where Klim is a coefficient that characterizes the withdrawal limit. The total value of the natural resource potential, R is as follows:

$$R = R_{e.c} + R_{p.}$$

As for non-renewable resources, the structure of the mineral potential $R_{\rm m}$ is as follows:

$$R_m = R_{me} + R_{ep}$$

where $R_{m.e}$ – real economically justified mineral resource base; $R_{e.p}$ – perspective mineral resource potential (mineral resources, technogenic mineral formations, etc.) [11, 12].

The combination of resources, their qualitative and quantitative characteristics, the role of various resources in social production, geosystems properties add up to the most favorable conditions for the development of certain type of resources (e.g., crop production, deer grazing, development of the minerals, etc.). The preferred form of developed resource defines the economic direction of the territorial-industrial complex (TIC). This can be agricultural, hydroeconomic, forestry, mining, industrial, recreational and other TIC. The abovementioned TIC function mainly due to the natural component, technogenic (anthropogenic component) remains in the background. Considering that in the framework of regional geosystems (TPK, landscape) is a number of smaller geosystems each with its own set of natural resources, the nature of the WPK, reflecting the orientation of nature management, can be very diverse.

REFERENCES

- 1. Emel'yanov A. G. 2009, Osnovy prirodopol'zovaniya [Nature Management Basics], Moscow, 304 p.
- 2. Kazakov P. K. 2011, *Landshaftovedenie* [landscape management], Moscow, 336 p.
- 3. Sochava V. B. 1978, *Vvedenie v uchenie o geosistemakh* [Introduction to the study of the ecosystems], Novosibirsk, 319 p.

Mikhail Sergeevich Kubarev, Kubarev_mc@mail.ru Ural State University of Economics Ekaterinburg, Russia

- 4. Kovda V. A. 1971, *Biosfera i chelovechestvo* [Biosphere and Humanity]. *Biosfera i ee resursy* [Biosphere and its resources], Moscow, pp. 7–52.
- 5. Isachenko A. G. 1991, *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie* [Landscape management and physical-geographical regionalization], Moscow, 366 p. 6. Ignat'eva M. N. 2014, *Formirovanie prirodnogo potentsiala territorii* [Formation of the natural potential of the area]. *Izvestiya UGGU* [News of the Ural State Mining University], no. 4(36), pp. 51–56.
- 7. Kosolapov O. V., Ignat'eva M. N. 2013, Osnovnye funktsii prirodnogo potentsiala [The main functions of the natural potential]. Aktual'nye problemy ekonomiki i upravleniya: Sb. statey pervoy zaochnoy vseros. nauchno-prakt. konf. [Actual problems of Economics and Management: Collection of articles of the first extramural All-Russian Scientific-Practical Conference], pp. 123–128.
- 8. Tatarkin A. I. 2015, *Razvitie sistemnosti v osvoenii prirodnogo potentsiala severnykh maloizuchennykh territoriy* [The development of systematization in the development of the natural potential of the poorly explored northern territory], Ekaterinburg, 317 p.
- 9. Kosolapov O. V. 2016, *Obespechenie ekologo-ekonomicheskoy ustoychivosti pri nedropol'zovanii* [Ensuring of environmental and economic sustainability in subsoil use], Abakan, 280 p.
- 10. Kosolapov O. V. 2012, *Prirodnyy potentsial regiona: sushchnost' i struktura* [The natural potential of the region: the nature and structure]. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal* [News of the Higher Institutions. Mining Journal], no. 8, pp. 31–36. 11. Ignat'eva T. A. 2011, *Metodicheskiy instrumentariy formirovaniya sistemy platnosti pri vosproizvodstve mineral'no-syr'evoy bazy. Avtoreferat kandidata ekonomicheskikh nauk* [Methodical toolkit of formation of payment system for the reproduction of the mineral resource base. Dissertation of the candidate of economic sciences], 24 p.
- 12. Dushin A.V. 2013, *Teoretiko-metodologicheskie osnovy vosproizvodstva mineral'no-syr'evoy bazy* [Theoretical and methodological bases of reproduction of the mineral resource base], Ekaterinburg, 329 p.
- 13. Litvinova A. A., Ignat'eva M. N., Koroteev G. D. 2016, *Identifikatsiya uslug, predostavlyaemykh osobo okhranyaemymi prirodnymi territoriyami* [Identification of the services provided by protected areas]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in current natural sciences], no. 6, pp. 164–168.
- 14. Litvinova A. A., Ignat'eva M. N., Koroteev G. D. 2016, *Ponyatie ekosistemnykh funktsiy i uslug* [The concept of ecosystem functions and services]. *Ekonomika i sotsium* [Economy and Society], no. 3(32), pp. 715–724.
- 15. Elkina L. G. 2005, *Upravlenie ekologicheskimi resursami* [Environmental Resources Management], Moscow, 144 p.

История горного дела на Урале

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УРАЛЕ В 20–30-е ГОДЫ XX ВЕКА

В. В. Филатов

1930 г. кафедра геофизики чествовала двух инженеров-геофизиков: Петра Александровича Королькова (1900–1975) и Дмитрия Степановича Микова (1903–1985).

Создание кафедры, выпуск инженеров, результаты научных исследований убеждали руководителей уральских организаций и директоров геологических и геофизических институтов Москвы и Ленинграда в том, что в Свердловске рождается оригинальная геофизическая школа. Поэтому первые стали вкладывать в ее развитие немалые средства. Трест «Востокруда», по словам Соболевского, «дал возможность геофизической лаборатории стать на ноги, окрепнуть и приступить к большой научно-исследовательской и производственной работе. С 1932 г. мы работали... как заведываемая мной геофизическая и горно-геометрическая лаборатория». На эти средства развивалась не только уральская, но и союзная геофизика. «В части аппаратуры, - говорил Соболевский, - я бы хотел начать с указания того колоссального значения, какое надо придать инициативе С. К. Гирина (1896-1937). Он является у нас основоположником создания... первой прецизионной мастерской по изготовлению геофизических инструментов... Когда, примерно, в 1926-1927 гг. я был в Ленинграде, мастерская эта была еще... пустым местом. Первые средства она получила по заказу Урала..., что дало возможность Гирину сейчас же приобрести наиболее ценное и важное оборудование».

Вторые, т. е. НИИ, стали активно сотрудничать с уральскими геофизиками при решении поисково-разведочных задач и при опробовании новых методов. Региональные исследования по-прежнему проводили сотрудники столичных организаций. Ученики Соболевского занимались детальными опытно-производственными исследованиями: гравиметрическими на месторождениях хромистого железняка в Верх-Нейвинском районе и на Гумбейском месторождении вольфрамита и электроразведочными – методами изолиний, индукции, сопротивления, естественного поля в Калатинском и Карабашском районах для поисков медно-сульфидных месторождений и отдельных рудных тел с оценкой глубин их залегания.

В конце 1931 г. на базе геофизической лаборатории и лаборатории горной геометрии специальным постановлением ВСНХ был организован Уральский научно-исследовательский институт геофизических методов разведки и горной геометрии. Весной 1933 г. его объединили с научно-исследовательским сектором Уральского геологического треста. Так возник Уральский научно-исследовательский геологоразведочный институт (УралНИГ-РИ). Через год, весной 1935 г., УралНИГРИ объединили с Уральским научно-исследовательским институтом геологии, разведок и исследования минерального сырья (Уралгеомин). Спустя год геофизический сектор Уралгеомина был передан в Уральский геологический трест, который стал выполнять на Урале и на сопредельных территориях основной объем геофизических работ. Так благодаря Соболевскому и его ученикам на Урале была создана геофизическая служба. Геофизические исследования, проводившиеся этими институтами, были теснейшим образом связаны с кафедрой геофизики, поскольку все ее преподаватели и студенты принимали в них участие, а работники научно-исследовательских институтов, сотрудничая с кафедрой, читали лекции и проводили практические занятия.

Являясь научным руководителем научно-исследовательского института и заведующим двух кафедр, Соболевский так представлял взаимоотношения этих структур: «Мы должны, – писал

он, – при нашем исследовательском институте иметь свой ВТУЗ и свои курсы (повышения квалификации. – В. Ф.). Эта мысль у нас однажды обсуждалась, затем заглохла. Но опыт жизни нашей геофизической и горно-геометрической лаборатории... убеждает меня в том, что центральной фигурой должен быть научно-исследовательский институт и при нем ВТУЗ и курсы, но никак не наоборот, и не раздельно. Мы тогда смогли бы... готовить тех людей и в таком количестве, которые нужны промышленности и для научно-исследовательского института». К сожалению, этот замысел не осуществился. И не потому, что Соболевский уехал в Москву, а потому что идея создания научно-производственно-педагогического комплекса намного опередила время.

В 1931 г. в «полку» уральских геофизиков прибыло еще два инженера: Б. А. Калганов и С. Л. Харитонов и... один академик АН СССР, выдающийся физик, биофизик и геофизик, научный руководитель изучения Курской магнитной аномалии Петр Петрович Лазарев (1878–1942). Около двух месяцев, с 15 декабря 1931 года по 11 февраля 1932 года, он был профессором кафедры физики. Какие обстоятельства вынудили его уехать из Москвы? Опала. 6 марта он был арестован и выслан в Свердловск, правда, без лишения прав. Корольков, близко знавший Лазарева, вспоминал, что «Лазарев оказался в Свердловске потому, что был оклеветан как французский шпион и арестован, но по личному распоряжению Сталина был освобожден из-под ареста и выслан временно в Свердловск. Лазарев был арестован, возможно, потому, что среди академиков он был «белой вороной».

Работа Лазарева на кафедре физики была сугубо формальной, хотя он и вел какие-то занятия по физике, математике, высшей геодезии и геофизике. Являясь одним из основоположников отечественной геофизики, на уральскую он не оказал прямого влияния. В его научном наследии есть всего одна работа, посвященная самым общим проблемам уральской геофизики. В Свердловске он просто пережидал, когда кончится немилость и ему разрешат вернуться в Москву.

Високосный 1932 г. стал для уральской геофизической школы очень важным. С этого года она с полным основанием могла называться школой, хотя бы потому, что в этом году кафедра выпустила 12 инженеров: М. И. Анчугова, Л. Н. Быкова, В. Н. Головцына (1905–1968), В. Я. Ильясова, В. С. Красулина (1901–1991), Д. П. Касаткина (1910–1976), Ш. А. Окроперидзе, П. Н. Меньшикова (1903–1978), А. А. Сержанта, Д. Ф. Уманцева (1908–1982), А. Б. Шапиро и А. А. Юнькова (1902–1981). Некоторых из них судьба не пощадила, но многие стали весьма и весьма известными и именитыми.

Признанием значимости складывавшейся на Урале геофизической школы стало событие всесоюзного масштаба и значения. К 1932 г. в отечественной геофизике «возник ряд вопросов относительно того, где, как и какие геофизические методы следует ставить. Появилось частичное перекрытие и параллелизм в научно-исследовательской... работе различных учреждений. Поднялся вопрос о том, какие кадры и аппаратура нам нужны..., как должна организационно и идейно проводиться геофизическая работа в будущем. Все эти вопросы требовали подведения итогов всей геофизической работы и на основе выводов из них – наметить линию поведения в будущем. Наиболее разумным способом разрешения этих вопросов является личное общение, поэтому в феврале 1932 г. в г. Свердловске... по инициативе Союзгеоразведки была созвана І-я Всесоюзная геофизическая конференция», – написал в предисловии к ее трудам председатель

редакционной комиссии Н. И. Сафронов.

«Самый факт созыва и организации Всесоюзной конференции, – сказал во вступительном докладе заместитель начальника Союзгеоразведки Д. А. Петровский, - является... свидетельством того, что в... области (геофизики. – $B. \Phi.$) от пропаганды, от популяризации идей мы уже переходим к конкретному использованию нового... рычага в борьбе за наши природные богатства... Выбор Урала как места Первой Всесоюзной конференции... является не просто демонстрацией в честь Урала, величайшего центра социалистической стройки... С точки зрения геологоразведочных работ, не мешает помнить слова, сказанные тов. Сталиным об Урале, а именно, что он «представляет такую комбинацию богатств, какую нельзя найти ни в одной стране»... Если мы под углом зрения экономики подойдем к геофизическим методам, тогда... увидим, что Урал остро нуждается в геофизических методах, являясь одновременно областью, могущей дать этим методам широкое применение. Геофизические методы нужны всему Союзу, но, прежде всего, они нужны новым районам и для нужд новых отраслей промышленности».

Таким «новым районом» был Урал, в котором создавались «новые отрасли» промышленности и не только в нем одном. Вся страна была гигантской строительной площадкой. Правительство вкладывало колоссальные средства в изучение природных ресурсов, прежде всего минеральных, поиски которых были невозможны без надежной геолого-геофизической основы. Поэтому 20 сентября 1932 г. советская геофизика, а значит, и уральская, обрели еще одну фундаментальную государственную опору. В этот день на самом верху советской административной пирамиды, в Совете Труда и Обороны (СТО), было принято постановление о проведении масштабной, рассчитанной на многие десятилетия, работы по созданию сети гравиметрических пунктов с последующим построением карты аномалий силы тяжести на всю территорию страны. Результаты этой съемки предполагалось использовать как для решения геологических задач, так и для развития государственной геодезической сети.

На территорию Урала первая гравиметрическая карта, как уже было упомянуто ранее, была построена М. Ф. Богатырёвым в масштабе 1:1000 000 по данным маятниковых измерений в 469 пунктах, включая и те наблюдения, которые были проведены еще казанскими астрономами. Оценивая исходные материалы, Богатырёв отметил, что «сеть (наблюдений. – В. Ф.) является недостаточной, так как она никогда не планировалась по Уралу в целом, а представляет собой ряд отдельных профилей, проходившихся с разными целевыми установками, не увязанными между собой», а расстояния между отдельными пунктами достигали 1000 км.

Тем не менее даже такая карта представляла для геологов большой интерес, поскольку начиная с 1926 г. по инициативе и под руководством Б. М. Романова (1893–1956) стали проводить попланшетное геологическое картирование территории Урала. И гравиметрические данные, пусть даже и неполные, давали общее представление о геологии региона и его глубинном строении.

Теофизическое образование в высшей школе создавалось практически на пустом месте, и Соболевский много сделал для разработки методики преподавания, учебных планов и методической литературы. За годы работы на Урале им были составлены лекционные записки по магнитометрии и гравиметрии, пособие для ферромагнитных исследований и работе с кольцам Гельмгольца, создана учебно-конструкторская модель вариометра Этвеша для изучения оптики прибора и еще многое-многое другое.

Но главное – кадры. По магнитометрии для самостоятельной работы Соболевским были подготовлены аспирант Корольков и инженер Сержант, по гравиметрии – аспирант Юньков и инженер Меньшиков, по электрометрии (при содействии профессора Петровского) – инженеры Головцын и Анчугов. Реализуя идею о научно-производственно-педагогическом комплексе,

Соболевский открыл двух-трехлетние курсы по подготовке специалистов, обслуживавших организуемые кафедрой производственные разведочные геофизические экспедиции.

Не сразу был определен срок обучения по новой специальности. До 1932 г. инженеры-геофизики заканчивали вуз без защиты дипломных проектов, ее ввели только в 1933 г. Поэтому студенты, поступившие в институт в 1929 г., окончили его на год позже, только в 1934 г. Для следующих выпусков время учебы увеличили еще на год в связи с расширением программы обучения по физике, математике и введением некоторых новых дисциплин. Последующая многолетняя практика показала, что пятилетний срок обучения является самым оптимальным.

За короткое время Соболевскому удалось создать коллектив талантливых и преданных делу преподавателей и ученых, в основном выпускников кафедры. В дальнейшем это стало ее традицией, а затем и всего факультета. Опора на собственные кадры позволила выработать преемственность между различными поколениями, сохранять и развивать научно-педагогические принципы обучения, поддерживать в коллективе комфортную для работы и творчества обстановку. Все это в итоге стало важнейшей предпосылкой для подготовки высококвалифицированных специалистов, отвечающих требованиям времени и запросам производства. В 1938 г., уже после отъезда Петра Константиновича, его ученики Головцын и Юньков открыли аспирантуру.

Соболевский был превосходным педагогом-методистом. Свой главный педагогический принцип он формулировал так: учить надо рассказом и показом. Поэтому, работая со студентами, он, изложив какой-либо теоретический вопрос, сразу же закреплял его, предлагая студентам выполнить соответствующую практическую работу. Его занятия не имели жесткого деления на лекционные и практические, а манера общения была эмоциональной и даже оригинальной. Б. В. Дорофеев (1920–1997), учившийся у него в начале 1940-х гг. в Московском геологоразведочном институте, рассказывал мне, что Петр Константинович мог, читая лекцию, забывшись, неожиданно перейти с русского языка на итальянский, с итальянского на французский. Опомнившись, он начинал говорить по-русски, чтобы через минуту увлечь аудиторию уже рассказом о каком-нибудь казусе из истории геофизики.

Такое поведение профессора забавляло студентов, а то, что они не понимали из услышанного на иностранных языках, постигали самостоятельно по учебникам. Но экзаменатором он был требовательным. «Для студентов он был тем примечателен, – вспоминал Корольков, – что стоило очень большого труда сдать ему зачет потому, что он требовал не столько знания предмета, сколько понимания его и стремился поднять уровень знаний и интересов студентов также в... дисциплинах, не имеющих прямого отношения к... предметам его кафедры».

Второй педагогический принцип Соболевского: «Учи, учись и не отрывайся от производства и живой природы». Для геофизика производство и живая природа – это почти одно и то же. Это геологическая среда с протекающими в ней разнообразными физико-химическими явлениями. Поэтому при обучении очень важно оценить соотношение между физикой и математикой, методы которых описывают эти явления и строение изучаемых геологических объектов. Этим важнейшим методологически вопросом задавались исследователи и до Соболевского.

Диалектику между физикой и математикой очень точно сформулировал еще Д. К. Максвелл (1831–1879): «Следуя только математическому методу, мы совершенно теряем из виду объясняемые явления и потому не можем прийти к более широкому представлению об их внутренней связи, хотя можем предвычислять следствия из данных законов. С другой стороны, останавливаясь на физической гипотезе, мы уже смотрим на явления как бы через цветные очки и становимся склонными к той слепоте

по отношению к фактам и поспешности в допущениях, которые способствуют односторонним объяснениям явлений».

Чтобы избежать «односторонности объяснений» причин аномалий, их необходимо интерпретировать, опираясь на геологические данные. Этот фундаментальный вывод был сделан еще на заре геофизики при изучении геологической природы Курской магнитной аномалии. Академик О. Ю. Шмидт (1891–1956), оценивая результаты этих исследований, предостерегал от физико-математического экстремизма, когда «математики и физики склонны были пренебрегать геологическими указаниями, основывая свои исследования на совершенно произвольных образах, лишь математически мыслимых, но геологически невероятных» и даже абсурдных.

Соболевскому были хорошо известны результаты геофизических исследований на КМА. Он понимал причины их недостатков, поэтому его студенты изучали геологические дисциплины не хуже геологов, а первые выпускники кафедры квалифицировались как геологи-геофизики.

Предпосылки возникновения геофизики объективны. Но вот направление развития уральской геофизики задал именно Соболевский. Каким бы оно было, не будь Петра Константиновича? Ясно, что иным и скорее всего представляло бы кальку со столичной геофизики. Потому что ни в 20-е, ни в 30-е, ни в более поздние десятилетия на Урале не было ученого такого масштаба, как он: ни по широте эрудиции, ни по глубине интеллекта и высоте культуры, ни по педагогическому и организационному дару, ни по личному обаянию и скромности. Характеризуя, например, ту огромную работу, которую ему удалось проделать на Урале за сравнительно короткий срок, он писал, что она «сделалась возможной только благодаря необычайно тесной и глубокой связи школы и производства, школы и промышленной жизни, благодаря весьма дружной семье преподавательского персонала школы, аспирантов, выдвиженцев и вообще всех студентов», главой которой был Пётр Константинович Соболевский.

По официальным документам, Соболевский во второй половине 1933 г. приказом по Наркомату тяжелой промышленности был переведен в Московский геологоразведочный институт (МГРИ). Уместен вопрос, а какова была причина для перевода, о которой в приказе ничего не сказано, да и не могло быть сказано. Что, МГРИ оскудел профессорами? Нет. В 30-е, да и в 40-е годы из Свердловского горного института в Москву кроме Соболевского был переведен в 1944 г. только академик Л. Д. Шевяков (1889–1963) и все.

В 1933 г. Петру Константиновичу исполнилось 65 лет. Его творческий потенциал к этому времени был в значительной степени исчерпан. Он это, вероятно, понимал и вряд ли допускал, что на новом месте ему удастся сделать что-нибудь значительное, как в Томске или в Свердловске. Да и зачем надо было оставлять на Урале все, что им было создано с таким трудом за 12 лет: две кафедры, лаборатории, десятки одаренных учеников и непочатый край животрепещущих маркшейдерских, горно-геометрических и геофизических проблем. Какой комфорт и простор для деятельности креативного человека! Что же заставило его в третий раз сняться с насиженного места: семья как в Екатеринославе? власть как в Томске? или что-то еще?

В конце мая 1933 г. Соболевский передал директору Горного института следующее заявления: «В настоящее время я числюсь заведывающим двумя выпускающими кафедрами – кафедрой геометрии недр... и кафедрой прикладной геофизики. В известной мере такое совместительство являлось неизбежным, поскольку, во-первых, геофизические методы разведки рассматривались под углом зрения единого неразрывного комплекса с геометрией недр и, во-вторых, поскольку я являюсь фактическим организатором соответствующих лабораторий. В связи с реконструкцией ВТУЗов заведывание выпускной кафедрой по совокупности всех

функций возлагаемых ныне на кафедру, превращалось в своего рода деканат, регулирующий всю научно-педагогическую и производственную деятельность кафедры. И это одинаково относится как к кафедре прикладной геофизики, так и к кафедре геометрии недр... Одному заведывающему справляться с большой работой по обеим кафедрам трудно и я считал бы наиболее целесообразным следующее решение вопроса о заведывании названными кафедрами: я остаюсь заведывающим... кафедрой геометрии недр... И вот, единственным заместителем по зав. каф. прикладной геофизики, который смог бы и дальше направлять начатое мною дело, я считал бы П. А. Королькова».

А годом раньше, в начале июля 1932 г., как бы предваряя это заявление, Соболевский, характеризуя кандидатскую диссертацию Королькова «О генезисе Алапаевского железорудного района», так оценил своего ученика: «П. А. Корольков один из достойнейших учеников и продолжателей нашей Уральской горно-геометрической школы разведчиков... Мы, к счастью, уже можем говорить о школе (курсив В. Ф.), ибо мы не только насчитываем многие десятки учеников, но можем отметить и громадную проводимую ими на Урале работу... На общем фоне многочисленных работ нашей горно-геометрической школы такие работники, как П. А. Корольков являются пионерами школы, не только достойно поддерживающими эту школу, но своими творческими работами, прокладывающими дальнейший путь к внедрению и глубокому осмысленному освоению этой новой школы в геологической практике, призывающей к совместной работе геолога, геохимика, геофизика и горного инженера».

В процитированных документах нет ни малейшего намека на то, недоволен Соболевский чем-то или что-то его тяготит. Да, руководить двумя большими выпускающими кафедрами нелегко, и есть прекрасный ученик, способный возглавить одну из кафедр и достойно продолжить начатое им дело, а самому заведовать второй кафедрой. И вдруг, через несколько месяцев после заявления, он меняет свое решение и переезжает в Москву. Что произошло за это время? Ответ на этот вопрос я нашел в воспоминаниях Королькова. «Среди профессуры института, а не только факультета, – писал Петр Александрович, – он был «белой вороной» среди серых, выделяясь умом, образованностью, широтой взглядов и научных интересов... Переезд его в Москву был вынужденным, из-за... конфликтов с геологами... о путях развития и сферы применения на Урале геометрии недр и геофизики».

Да, геологи не понимали Соболевского, замкнувшись высокомерно в своей амбициозной и ортодоксальной кастовости. Он пытался достучаться до них, но они были глухи. Те же, кто способен был его понять, давно уехали с Урала.

«Сущность основных положений, составляющих фундамент нашей школы, - втолковывал он коллегам, пытаясь установить психологические и иные причины их непонимания, - необычайно проста; в основных ее положениях нет ничего искусственного, все продиктовано самой природой. Я невольно задерживаюсь на высказанной только что мысли ..., так как часто становится непонятным, почему эти мысли, казалось бы, опытными и с большим стажем научными работниками... усваиваются туго, либо вовсе не усваиваются. Конечно, часто повторяемая в таких случаях фраза о якобы нежелании кого-то, что-то понимать или усваивать, меня совершенно не удовлетворяет, тут что-то другое, что-то психологического порядка из области невменяемости, из области бессознательного проявления различных волевых эмоций. Я абсолютно не склонен обвинять геологов-разведчиков в... невосприимчивости ими новых научных течений, но мне хотелось бы понять эту психологию сопротивления, с несомненностью говорящей о колоссальном бессознательном автоматизме и пассивности волевых ощущений, часто как будто бы совершенно независящих от высокой культурности развития человека и, пожалуй, проявляющихся иногда тем ярче, тем интенсивнее, чем эта регламентированная культурность выше. Я не буду приводить ни анализа, ни даже перечисления этих... необыкновенно разнообразных внешних проявлений затронутой мною психологии, своего рода иммунитета... По-видимому, гораздо проще, а потому и разумнее, создать новую школу с новыми свежими людьми, чем исправлять старую.

Основная, исходная мысль нашей Уральской Разведочной Школы заключается в том, что вся совокупность процессов и созданных этими процессами форм, характеризующих недра Земли, подчиняются некоторым законам, хотя и весьма сложным, но по существу имеющим свои корни в физике, химии, механике и математике. Опыт наблюдения и математический анализ приводят нас к убеждению, что эти геозаконы могут быть символизированы в некоторой математической функции... пространства и времени, которая имеет определенное... значение для каждой определенной точки пространства и для данной определенной эпохи.

Я... представляю себе обиду любого научного работника в области геологической разведки, если ему станут внушать, что де законы физики и химии распространяются и на исследуемые ими недра, ибо эти труизмы глубоко сидят в сознании каждого,... и никто из работников нашей школы не мог упасть до такого нелепого утверждения! Действительно, глубоко обидно, что в этом явном недоразумении и взаимном недопонимании, по-видимому, и заключается первоисточник тех тормозящих и задерживающих сил, которые мешают часто освоению и широкому использованию новых физико-математических принципов геологической разведки.

Возвращаясь к развитию... общего исходного положения, я ограничусь лишь краткой формулировкой... наиболее важных следствий этого... положения...:

- а) Полная характеристика недр, включая сюда характеристику форм, характеристику химизма недр и распределение вещества..., тектоники и т. п.... может быть интерпретирована геометрически, пространством, имеющим пластинчато-струйчатую структуру.
- 6) Любое плоское сочетание такого пространства всегда может быть интерпретировано системой НЕПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ИЗОЛИНИЙ, характеризующих либо то, либо другое свойство разведываемого полезного ископаемого.

Откуда и наш метод – метод,... называемый часто методом изолиний. Вот тут опять есть некоторый мотив для недоразумений и для невольной обиды: «Что же тут нового? Метод изолиний!? Да мы им давно пользуемся...». Так разве мы это оспориваем,... мы ведь говорим о другом,... мы говорим о геометрическом изображении Системы Геохимических Полей;... мы говорим, что математический анализ этих полей и форм приводит нас к убеждению, что вся совокупность физических, химических, механических, геолого-петрографических и вообще промышленных свойств разведываемой части недр Земли... может быть и должна быть изображена геометрически на плоскости».

Владимир Викторович Филатов, filatov47@bk.ru Владимирский государственный университет, Россия, Владимир, ул. Горького, 87

Так и не поняв истоков «психологии сопротивления» коллег геологов-разведчиков, Соболевский решил оставить и их и себя в покое и подальше от них уехать, полагая, что его ученик сможет справиться с этой задачей лучше него. К сожалению, ни того, ни другого не произошло. «Соболевскому, - по воспоминаниям Королькова, - не пришлось развернуть в Москве свою деятельность по геометрии недр, не говоря уже о геофизике, в полную меру, на которую он был способен. Произошло это тоже из-за противодействия геологов. Что же касается геофизики, то ему вовсе не пришлось заниматься ею, если не считать того, что он пытался меня, как своего ученика, перевести из Свердловска работать на кафедру геофизики..., возглавлявшейся А. И. Заборовским (1894-1976). Эта попытка не удалась потому что, вопервых, и в Москве, как выяснилось, отсутствовали условия для развития геофизики в духе Соболевского и, во-вторых, институт мог предоставить мне для проживания одну комнату, вместо нужных для моей семьи двух, которыми я располагал тогда в Свердловске».

Творческое сотрудничество учителя и ученика продолжались до самой смерти учителя. Последний раз они встретились за три месяца до этого печального события. 5 декабря 1948 г. «по приезде в Москву, - вспоминал Петр Александрович, -... я, как обычно, зашел по окончании служебных дел, побеседовать на квартиру к Соболевскому и сказал ему, что пропагандируемую им геометрию недр пора именовать геометрией потока, как имеющую исключительно важное значение во всех разделах естествознания, а не только при изучении недр... Мое предложение очень понравилось Соболевскому, но он воздержался дать сразу безусловное согласие со мной. Зато он настоятельно просил меня отложить, назначенный на завтра выезд в Свердловск и сделать доклад на его кафедре. На следующий день... я сделал доклад «Геометрия потока и история ее возникновения». Присутствовало, помимо Соболевского, 12 человек... Половина... отнеслась к докладу одобрительно, а другая половина... резко отрицательно, из-за моей критики неевклидовой геометрии и ее сочинителей (Лобачевского, Больяй, Тауринуса, Римана и т. д., вплоть до Минковского и Эйнштейна) и из-за критики геологического учения об эндогенных процессах. Оживленная дискуссия по докладу была безрезультатной - не было принято никакого решения».

Его и невозможно было принять. Да оно и нужно было только одному Королькову. А через три месяца, когда Петр Константинович умер (4 марта 1949 г.), он навсегда остался один со своими идеями, не понятый и не принятый никем и никогда. Но до этого еще нужно было дожить.

Пока же директор института П. Я. Ярутин (1895–1979), согласившись с доводами Соболевского, издал приказ о назначении с 1 сентября 1933 г. временно исполняющим обязанности заведующего кафедрой геофизики Королькова с оплатой 100 руб. в месяц. В это время он был еще исполняющим обязанности доцента, но с 31 ноября ГУУЗ НКТП утвердили его в ученом звании доцента, поскольку им уже была защищена кандидатская диссертация.

История поисков, разведки и освоения хрусталеносных месторождений Среднего и Южного Урала

Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников

2017 год – год 80-летия начала планомерного изучения территории СССР с целью выявления месторождений пьезооптического кварца. Необходимость ускорения поисков таких месторождений вызывалась острой политической обстановкой в мире. Ведущее положение в решении этих проблем всегда оставалось за Уралом. На территории Урала организация геологоразведочных и добычных работ осуществлялась из двух центров. Работами на Приполярном Урале руководило производственное объединение «Северкварцсамоцветы», а на Северном, Среднем и Южном Урале – производственное объединение «Уралкварцсамоцветы». Героический труд кварцевиков Урала достоин того, чтобы о нем знали и гордились сделанным. Уходит время, уходят люди, но остаются результаты их труда.

Ключевые слова: Урал; пьезокварц; кварц; гранулированный кварц; месторождение; экспедиция.

2017 год – год 80-летия начала планомерного изучения территории СССР на предмет выявления месторождений пьезооптического кварца. Увеличивающаяся потребность в пьезооптическом сырье, имеющем оборонное значение, и отсутствие выявленных месторождений вызвали необходимость создания в стране специализированной организации, которая целенаправленно занималась бы поисками месторождений и в кратчайший срок смогла бы решить проблему обеспечения промышленности этим стратегическим сырьем. Приказом Наркомата оборонной промышленности СССР от 28 июля 1937 г. № 259 организован Государственный трест № 13 с подчинением 5-му главному управлению НКОП СССР [1].

Необходимость ускорения поисков месторождений пьезооптического сырья вызывалась острой политической обстановкой в мире. Специалистов треста тревожило отсутствие надежных источников этого вида сырья в нашей стране, что зафиксировано в протоколе производственно-технического совещания работников треста № 13 от 26 апреля 1938 г., на котором присутствовал сорок один человек из одиннадцати организаций. В докладе Р. В. Нифонтова, главного инженера треста № 13, обращено внимание «на очень невыгодное территориальное расположение месторождений. Месторождения Полярного Урала находятся далеко, Памирское – на большой высоте, а Волынское расположено вблизи границы...» [1].

Этот трест был призван решить задачу обеспечения страны пьезоэлектриками. В первый же год создания треста были начаты геологоразведочные работы в районах находок кристаллов кварца на Урале, Памире, Украине и в других регионах страны [2–4].

На огромной территории Урала организация геологоразведочных и добычных работ осуществлялась из двух центров. Работами на Приполярном Урале руководило ПО «Северкварцсамоцветы», база которого находилась в г. Ленинграде, а работы на Северном, Среднем и Южном Урале проводило расположенное г. Свердловске ПО «Уралкварцсамоцветы».

На этапе ликвидации СССР и соответственно Министерства геологии СССР в ноябре 1991 г. было ликвидировано НПО «Кварцсамоцветы», а соответственно и централизованное проведение геологоразведочных и добычных работ в нашей стране.

Советские геологи за 50 лет упорного труда кварцевиков геологической отрасли полностью обеспечили промышленность СССР на многие годы вперед пьезокварцем и высокосортным особо чистым кварцем для производства любых видов кварцевой продукции.

Ведущее положение в решении этих проблем всегда оставалось за Уралом. По приказу Наркомата оборонной промышленности СССР от 11 декабря 1937 г. № 413 (рис. 1) в составе треста № 13 Пятого главного управления НКОП СССР была создана Уральская скупочная контора в городе Свердловске, правопреемником которой в дальнейшем были экспедиция № 101 и в конечном итоге ПО «Уралкварцсамоцветы», которое являлось крупнейшей организаций Министерства геологии СССР

по разведке месторождений, добыче и переработке пьезооптического и камнесамоцветного сырья [4].



Рисунок 1. Приказ Наркомата оборонной промышленности СССР № 413 от 11 декабря 1937 г.

Начальником созданной Уральской конторы был назначен Александр Николаевич Плодухин. Уральская контора треста № 13 на первоначальном этапе своей деятельности представляла собой небольшую организацию с ежегодным ассигнованием около 70–80 тыс. руб. Штат конторы состоял из 10 человек административно-управленческого аппарата и 8 человек производственного персонала. В состав последнего входили 5 геологов, один прораб, два коллектора (техника-геолога) и до 10 человек сезонных горнорабочих. Контора располагала двумя грузовыми автомашинами («полуторками») и арендовала частную легковую автомашину. Никакой буровой и горной техники не имелось [4].

Первоначальная деятельность конторы заключалась в организации скупки кристаллов и галек горного хрусталя на золотых приисках Среднего и Южного Урала и проверке заявок на горный хрусталь. Первым организатором скупки был прораб В. И. Еселевич, поступивший в контору в январе 1938 года.

Энергичная деятельность прораба В. И. Еселевича в организации скупки пьезокварца сыграла положительную роль в выявлении перспективных районов для постановки поисковоразведочных работ и, в частности, послужила предпосылкой для открытия Светлинского месторождения пьезокварца.

Охват поисково-разведочными работами на пьезокварц новых площадей Урала привел к тому, что Уральская скупочная контора становилась все более «геологической» организацией и собственно скупка горного хрусталя постепенно перестала играть главенствующую роль в этой конторе. И хотя скупка пьезосырья в небольших количествах продолжалась до конца 1940-х годов, назрела необходимость реорганизации.

Приказом № 154 от 5 августа 1939 г. по тресту № 13 Наркомата авиационной промышленности СССР, образованного в январе 1939 г. при разукрупнении Наркомата оборонной промышленности, **Уральская скупочная контора по пьезокварцу в г. Свердловске преобразована в Средне-Уральскую поисковоразведочную партию треста № 13 НКАП СССР.** Начальником партии назначен М. В. Инжеватов.

После выявления на Светлинской площади в 1939 г. россыпи Анненской на базе ее был организован Кочкарский эксплуатационный участок по пьезокварцу во главе с прорабом В. И. Еселевичем. Это был первый на Урале организационно крупный добычный объект. Эксплуатационные работы вначале выполнялись старательским способом. Добытый пьезокварц скупался на месте и оплачивался деньгами: І сорт стоил 350 рублей за 1кг; ІІ сорт – 200 рублей за 1кг; ІІІ сорт – 75 рублей (в старом исчислении). Одновременно с добычей в 1940 г. на территории Светлинского смотрительства проводились поисково-разведочные работы на пьезокварц отрядом по проверке заявок во главе с геологом П. Г. Шармановым. Этим отрядом было обнаружено россыпное месторождение пьезокварца и золота Лог Хрустальный, которое сразу и начало успешно разрабатываться.

Объемы разведочных и эксплутационных работ на выявленном Светлинском месторождении и на других разведочных участках возрастали и в 1941 г. на базе Средне-Уральской поисково-разведочной партии в г. Свердловске была организована Средне-Уральская геологоразведочная экспедиция. Обязанности начальника ее вначале исполнял В. А. Мининберг, а с 1942 г. в этой должности был утвержден М. В. Инжеватов, который руководил экспедицией до самой смерти в 1950 г.

С 1940 г. поисково-разведочные работы партии, а затем и экспедиции проводились при участии штатного консультанта – доцента Свердловского горного института Г. Н. Вертушкова, ставшего впоследствии профессором этого института. В деле создания кварцевой базы Урала и подготовки кадров геологовкварцевиков Г. Н. Вертушков сыграл значительную роль.

В годы Великой Отечественной войны Урал стал главной сырьевой базой по добыче пьезооптического кварца. Особенно интенсивно отрабатывалось открытое перед самой войной Светлинское месторождение пьезокварца [4], обеспечивавшее нашу оборонную промышленность наиболее высокосортным сырьем (рис. 2).



Рисунок 2. Кристалл горного хрусталя «Юбилейный- II». Размеры 1,6 × 1,5 × 1,5 м; вес 3,4 т. Светлинское месторождение пьезокварца, участок «II-Водораздельный». 1967 г. [5]

В послевоенное время разворачиваются масштабные работы по поискам и изучению хрусталеносных месторождений на Среднем и Южном Урале.

В связи с необходимостью продолжения поисково-разведочных работ на пьезокварц в юго-западной экзоконтактной зоне Джабык-Карагайского гранитного массива весной 1946 г. в составе Кочкарской разведочно-эксплуатационной партии был организован Энбекчильский поисковый отряд под руководством К. Ф. Кашкурова (выпускник СГИ 1942 г.). В середине мая отряд двинулся со Светлого в Энбекчиль (около 150 км) пешком. Единственным видом транспорта был арендованный в колхозе бык с повозкой, на которую и были погружены воротки для проходки дудок, кайла, лопаты, продовольствие и личные вещи сотрудников отряда. Для послевоенных лет транспортировка отряда таким образом была обычным явлением. И как это ни парадоксально, отсутствие автотранспорта сыграло положительную роль в результативности работы отряда, позволив во время перехода лучше ознакомиться с районом.

Во время перехода между поселками Куликовским и Астафьевским (территория Нагабайского района Челябинской области) на склоне одного из холмов в промоинах после сильного ночного ливня прорабом Ю. Н. Ануфриевым были обнаружены мелкие обломки кристаллов горного хрусталя. При внимательном осмотре возвышенности около одной старой закопушки на белой глине были обнаружены еще обломки кристаллов горного хрусталя, а рядом на изрытой земле нашли несколько кондиционных кристаллов кварца.

Проведенное картирование показало, что обломочный материал размещается в виде шлейфа. В верховьях этого шлейфа были заданы три канавы. Первой из них был вскрыт развал крупного, с уникальными кристаллами кварца, хрусталеносного гнезда, переходящий глубже в само гнездо. Второй канавой вскрыта неглубокая часть россыпи, впоследствии названной Бортовой и оказавшейся крупной и очень богатой. Лишь третья канава оказалась пустой. Таким образом, было найдено крупнейшее в Союзе Астафьевское месторождение и его первые коренные (кварцевая жила № 1) и россыпные (россыпь Бортовая) объекты (рис. 3).

Кроме благоприятных геолого-структурных особенностей в выбранных для проведения работ перспективных районах существенную роль для обнаружения месторождений сыграла распашка в 1954–1955 гг. целинных земель на обширных территориях Южного Урала. Распаханные земли представляли собой идеально обнаженные участки целины, скрываемые ранее степной растительностью. На таких участках легко фиксировались при маршрутных поисках обломки кристаллосырья, что позволило легко найти целый ряд крупных кристаллопроявлений: Москов-



Рисунок 3. Добычной карьер на участке «Западный» Астафьевского месторождения пьезокварца. 2005 г.

ское, Порт-Артурское, Березиновское и многие другие.

Наиболее важным представляется открытие летом 1954 г. на Южном Урале Теренсайского месторождения пьезокварца. Сотрудники Краснопольской геолого-поисковой партии проводили параллельные поисковые маршруты в пределах одной из площадей Оренбургской области. Прораб партии В. С. Федоров, недавно демобилизованный из рядов Советской Армии, при прохождении одного из поисковых маршрутов в русле пересохшей речки Джаман-Акжар обнаружил развал хрустального гнезда с кристаллами кварца, визуально хорошего качества. Начальник партии Н. В. Есин сразу оценил значение участка, названного «Речным». Он тут же организовал расчистку хрустального погреба и обогатил извлеченные кристаллы. Полученное пьезосырье оказалось высокосортным, а оконтуренная площадь распространения обломков кристаллосырья значительной. Именно это и явилось основанием для составления Н. В. Есиным проекта геологоразведочных работ на поиски и разведку хрусталеносных объектов в 1955 г.

В 1962 г. проводилась разведка террасовой хрусталеносной россыпи Джаман-Акжар четвертичного возраста, в которой были установлены промышленные запасы пьезокварца. В плотике этой россыпи горными выработками было встречено несколько нехрусталеносных кварцевых жил. Слабая окатанность кристаллов кварца и наличие кварцевых жил дали основание геологу В. Ф. Корнилову сделать вывод о том, что под террасовыми отложениями реки Джаман-Акжар может быть расположено хрусталеносное жильное поле. Для оценки его рекомендовалось проведение разведочных работ.

1964 год обнадеживающих результатов по жильному полю Джаман-Акжар не дал. Десятками пробуренных скважин были встречены лишь несколько маломощных кварцевых жил. Несмотря в общем-то на отрицательные результаты этого года, был составлен проект геологоразведочных работ на 1965–1967 гг., которым намечалось продолжение оценки жильного поля. Главный геолог Шестого главного управления Министерства ге-



Рисунок 4. Кристалл горного хрусталя «Малютка». Высота 170 см, вес 784 кг. Теренсайское месторождение пьезокварца, участок « Джаман-Акжар». 1966 г.

ологии СССР Е. Я. Киевленко, являясь крупным специалистом по пьезооптическому минеральному сырью, понимая всю чрезвычайную сложность его поисков и разведки, счел необходимым продолжение работ на жильном поле Джаман-Акжар несмотря на то, что, казалось бы, имелись все основания их прекратить.

В мае 1966 г. для разведки этого объекта был задан шурф. 25 мая 1966 г. ствол этого шурфа на глубине около 13 м вошел в крупную хрусталеносную полость. Первым был добыт как раз знаменитый кристалл горного хрусталя «Малютка», имеющий длину 170 см, толщину 80 см и массу 784 кг (рис. 4). Кристалл кварца был поднят из шурфа автокраном [6]. Рядом в хрусталеносной полости находились другие крупные кристаллы кварца.

Так в 1966 г. были впервые выявлены промышленные запасы пьезооптического кварца по хрусталеносному полю Джаман-Акжар. Таким образом, этот год является годом открытия коренного Теренсайского месторождения [7].

С 1950-х гг. начался период интенсивного планомерного освоения Восточно-Уральской хрусталеностной провинции. На Среднем и Южном Урале создаются новые экспедиции, разрабатываются критерии поисков месторождений пьезооптического сырья, совершенствуются методы поисков, разведки и эксплуатации месторождений, заключаются договоры с научно-исследовательскими организациями о помощи экспедициям в решении геологических, горных, методических и других вопросов.

С середины 1950-х гг. на Урале уже существовали четыре экспедиции, подчинявшиеся сначала Десятому, потом Шестому главным управлениям Министерства радиотехнической промышленности СССР, а затем Министерству геологии и охраны недр СССР:

- 1. Средне-Уральская экспедиция с базой в г. Свердловске, переименованная с 01.06.60 г. в экспедицию № 101;
- 2. Южно-Уральская экспедиция с базой в пос. Красная Горка Нагайбакского района Челябинской области, переименованная с 01.06.60 г. в экспедицию № 102.
- 3. Светлинская экспедиция с базой в пос. Светлый Уйского района Челябинской области, переименованная с 01.06.60 г. в экспедицию № 103;
- 4. Уральская геологоразведочная экспедиция с базой в пос. Балканы Нагайбакского района Челябинской области, переименованная с 01.01.61 г. в экспедицию № 104.

В соответствии с приказом начальника 6-го Главного управления МГ и ОН СССР от **16 июня 1962 года** № 28 на базе экспедиций № 101, 103, 104 организована **объединенная экспедиция** № **101 с базой в с. Новоалексеевском** Первоуральского района, где перед этим базировалась экспедиция № 101 (бывшая Средне-Уральская). Экспедиции № **102, 103, 104 были ликвидированы, а вместо них созданы комплексные партии № 1 (пос. Светлый), № 2 (пос. Речной), № 3 (пос. Слюдорудник), № 4 (пос. Балканы), № 5 (село Новоалексеевское).**

С целью концентрации геологоразведочных, горных и горно-эксплуатационных работ, выпуска промышленной продукции из кварцевого и камнесамоцветного сырья, научно-тематических и проектно-конструкторских работ и резкого улучшения социальных условий трудящихся на территории Среднего и Южного Урала с 1 ноября 1977 г. на базе экспедиций № 122, 101 и Южного рудника было создано производственное объединение «Уралкварцсамоцветы». Генеральные директоры: Н. М. Серых, А. В. Матвеев, Ю. А. Поленов; главные инженеры: Ю. А. Зуев, В. Л. Кошаровский; главные геологи: Е. П. Мельников, Ю. И. Бурьян, Н. С. Кухарь [8, 9].

В 1990 г. в состав ПО «Уралкварцсамоцветы» вошла Полярно-Уральская геологоразведочная экспедиция, до этого входившая в состав ПО «Северкварцсамоцветы».

За прошедшие 1978-1991 гг. объединение выросло в одну из

крупнейших организаций Министерства геологии СССР, в состав которой входили:

- Южный рудник;
- Центрально-Уральская, Степная, Ларинская и Полярно-Уральская геологоразведочные экспедиции;
- Малышевская, Нейвинская, Исетская и Орская геологоразведочные партии;
- технологическая и геофизическая опытно-методические партии;
 - горно-проектная партия;
- база производственно-технического обеспечения и комплектации:
 - фирменный магазин «Аметист»;
- партия по исследованиям и совершенствованию технологий обогащения кварцевого сырья;
 - партия по конструированию нестандартного оборудования;
 - нормативно-исследовательская партия.

В последние годы в объединении работали 10 кандидатов наук, 350 специалистов с высшим и 650 со специальным средним образованием.

В конце 1950-х гг. сотрудниками Средне-Уральской геологической экспедиции, предшественницы объединения «Уралкварцсамоцветы», был открыт новый вид полезного ископаемого – гранулированный жильный кварц [10, 11], что позволило решить большую народнохозяйственную проблему по обеспечению страны сырьем для выпуска специального прозрачного кварцевого стекла (рис. 5). Освоением таких крупных месторождений молочно-белого кварца, как Гора Хрустальная и Светлореченское, была решена проблема создания в стране сырьевой базы для оптического стекловарения и производства высококачественного ферросилиция.

С середины 1960-х гг. объединение «Уралкварцсамоцветы» получило право на монопольную разработку уральских месторождений родонита, яшмы, изумрудов, агата, аметиста, демантоида, декоративно-поделочных мраморов, змеевика, офиокальцита... Успешное освоение этих месторождений возродило былую славу Урала как важнейшей камнесамоцветной провинции страны. Изделия с торговой маркой объединения «Уралкварцсамоцветы» знали не только в Советском Союзе, но и далеко за его пределами. Из добытого камнесамоцветного сырья за двадцать лет изготовлено товаров культурно-бытового назначения почти на шестьдесят миллионов рублей.

За полувековой период деятельности объединения на Урале открыто 6 месторождений пьезооптического кварца, 7 месторождений гранулированного кварца, 5 месторождений молочнобелого кварца, 2 месторождения прозрачно жильного кварца,



Рисунок 5. Добычной карьер на кварцевой жиле № 175 Кыштымского месторождения гранулированного кварца. 2004 г.

5 месторождений ограночного камнесамоцветного сырья, 7 месторождений ювелирно-поделочного сырья и 6 месторождений поделочного сырья [12–14].

С 1978 г. реконструированы цеха по обработке камнесамоцветного сырья на базе Центрально-Уральской экспедиции (бывшей экспедиции № 101), Нейвинской, Исетской, Орской геологических партиях; практически созданы новые технологические линии переработки кварца в Центрально-Уральской, Ларинской, Степной геологоразведочных экспедициях; организован выпуск пьезокварцевых пластин на Южном руднике. Все это позволило объединению значительно увеличить выпуск товаров народного потребления.

По своей технологической оснащенности, уровню технологии и организации производства, достигнутым технико-экономическим показателям, ассигнованиям объединение «Уралкварцсамоцветы» являлось флагманом среди родственных объединений Министерства геологии СССР.

За открытие крупнейшего в стране месторождения гранулированного кварца на Среднем Урале, разработку методики его обогащения и за промышленное освоение нового вида минерального сырья – гранулированного кварца – пять сотрудников объединения 1 ноября 1982 г. удостоены звания лауреатов Государственной премии СССР, многие награждены медалями ВДНХ [15].

Объединение поддерживало тесные деловые связи и творческое содружество со многими НИИ, вузами и предприятиями, принимало активное участие в работе всесоюзных и отраслевых конференций и семинаров [16].

Большую помощь оказывали сотрудники объединения социалистическим и развивающимся странам, выезжая в заграничные командировки и помогая на местах в поисках, разведке, эксплуатации месторождений кварцевого и самоцветного сырья. За последние тридцать лет такая помощь оказывалась Анголе, Афганистану, Болгарии, Корее, Кубе, Мадагаскару, Мозамбику, Монголии, Сомали.

По итогам работы за годы X и XI пятилеток объединение неоднократно награждалось переходящим Красным знаменем ЦК КПСС, Совета Министров СССР и ВЦСПС, Министерства геологии СССР и ЦК профсоюза рабочих геологоразведочных работ, Всесоюзного промышленного объединения «Союзкварцсамоцветы», Свердловского обкома КПСС и обкома профсоюза рабочих геологоразведочных работ.

Коллектив объединения «Уралкварцсамоцветы» за время своего существования уверенно добивался выполнения поставленных перед ним задач.

В соответствии с решением конференции трудового коллектива ПО «Уралкварцсамоцветы» от 23 октября 1991 г. приказом НПО «Кварцсамоцветы» за № 160 от 26 октября 1991 г. ПО «Уралкварцсамоцветы» было ликвидировано.

В ноябре 1991 г. было ликвидировано НПО «Кварцсамоцветы», а соответственно и централизованное проведение геологоразведочных и добычных работ в нашей стране.

Приказом № 125 от 28 ноября 1991 г. Государственный комитет РСФСР по геологии и использованию недр преобразовал структурные подразделения (экспедиции, партии) бывшего ПО «Уралкварцсамоцветы» в геолого-промышленные предприятия.

Самостоятельными геолого-промышленными предприятиями стали Южный рудник, Центрально-Уральское, Светлинское, Степное, Малышевское, Орское, Исетское, Нейвинское, Полярно-Уральское, Кыштымское, БПТПК. На базе лабораторий № 1, 2, 3, 4 были созданы ТОО «РИФ-М», «Технология-экспресс», «Корунд-91», «Силициум».

На базе сезонных партий и аппарата ПО «Уралкварцсамоцветы» приказом Росгеолкома РФ № 58 от 18 марта 1992 г. было создано Уральское государственное геолого-промышленное предприятие «Уралкварцсамоцветы», не являющееся правопреемником ПО «Уралкварцсамоцветы».

ИСТОРИЯ ГОРНОГО ДЕЛА НА УРАЛЕ Yu.A. Polenov, V.N. Ogorodnikov / News of the Ural State Mining University 1 (2017) 104–108

Героический труд кварцевиков Урала достоин того, чтобы о нем знали и гордились сделанным. Уходит время, уходят люди, но остаются результаты их труда. Весомым результатом временами непосильного труда кварцевиков Урала являются действующие в настоящее время промышленные предприятия, такие как ЗАО «Гора Хрустальная», ОАО «Кыштымский ГОК», ОАО Южноуральский завод «Кристалл» и др.

В основу статьи положены материалы рукописной работы «Деятельность Уральского производственного объединения «Уралкварцсамоцветы» за 50 лет», составленная Ю. И. Бурьяном, В. Л. Кошаровским, С. А. Лясиком, А. А. Евстроповым, которая представляет собой дополненную и переработанную рукописную работу «История поисков кварцевого сырья на Урале», составленная к 40-летию экспедиции № 101 в 1977 г. Эта летопись была составлена сотрудниками экспедиции № 101 Ю. Н. Ануфриевым, М. И. Жителевым, А. А. Евстроповым, С. А. Лясиком, Е. П. Мельниковым, П. Г. Шармановым, всю жизнь посвятившим изучению уральского кварцевого сырья.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. О кварце и других минералах: история ВНИИСИМСА / сост. А. Н. Волкова. М.: Недра, 1989. 231 с.
- 2. Буканов В. В., Бурлаков Е. В., Козлов А. В., Пожидаев Н. А. Приполярный Урал: минералы хрусталеносных жил // Минералогический альманах. 2012. Т. 17, вып. 2. 125 с.
- 3. Репина С. А. Месторождение жильного кварца и горного хрусталя Желан-

Юрий Алексеевич Поленов, fgg.gl@ursmu.ru Виталий Николаевич Огородников, Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

- ное. Екатеринбург: УрО РАН, 2016. 287 с.
- 4. Поленов Ю. А. Эндогенные кварцево-жильные образования Урала. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. 269 с.
- 5. Петруха Л. М. Гигантские кристаллы горного хрусталя на Южном Урале // Горный журнал.1995. № 8. С. 150–155.
- 6. Петруха Л. М. Об открытии Теренсайского месторождения пьезооптического кварца на Урале // Изв. УГГГА. 1996. № 5. С. 182–184.
- 7. Евстропов А. А., Бурьян Ю. И., Кухарь Н. С. и др. Жильный кварц Урала в науке и технике. Геология основных месторождений кварцевого сырья. М.: Недра, 1995. 207 с.
- 8. Евстропов А. А., Кухарь Н. С., Огородников В. Н., Поленов Ю. А., Цюцкий С. С. Уральские месторождения жильных разновидностей кварцевого сырья // Горный журнал. 1995. № 8. С. 25–30.
- 9. Поленов Ю. А., Остапчук В. В. Состояние добычи и переработки жильных разновидностей кварцевого сырья уральских месторождений // Горный журнал. 1995. № 8. С. 174–178.
- 10. Белковский А. И. Геология и минералогия кварцевых жил Кыштымского месторождения (Средний Урал). Миасс: Ин-т минералогии УрО РАН, 2011.
- 11. Емлин Э. Ф., Синкевич Г. А., Якшин В. И. Жильный кварц Урала в науке и технике. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1988. 272 с.
- 12. Киевленко Е. Я. Геология самоцветов. М.: Изд-во «Земля». Ассоциация ЭКОСТ, 2000. 582 с.
- 13. Поленов Ю. А., Кухарь Н. С., Огородников В. Н. Кварц как полезное ископаемое // Горный журнал. 1995. № 8. С. 19–25.
- 14. Скобель Л. С. Там, где добывают хрусталь // Югра. 1995. № 12. С. 11–13. 15. Емлин Э. Ф. Очерки истории кафедры минералогии Уральского горного института. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. 257 с.
- 16. Огородников В. Н., Коротеев В. А., Поленов Ю. А. и др. Золоторудная, редкометальная и хрусталеносная минерализации месторождений Урала кварцево-жильного типа. Екатеринбург: УрО РАН УГГУ, 2014. 312 с.

Yuriy Alekseevich Polenov, fgg.gl@ursmu.ru Vitaliy Nikolaevich Ogorodnikov, Ural State Mining University Ekaterinburg, Russia

ИСТОРИЯ УГГУ

ЗДАНИЯ УРАЛЬСКОГО ГОРНОГО

А. Г. Шорин

2017-й – год для Уральского государственного горного университета особенный: сто лет назад начались первые занятия в нашем вузе, поэтому особое внимание мы будем уделять истории. Статья о зданиях УГГУ – это, на первый взгляд, статья на достаточно узкую тему. Однако рассказывая о зданиях первого вуза Урала, мы тем самым рассказываем и об истории института, и о целом пласте истории Екатеринбурга, а порой обращаемся и к истории страны. Хронологически мы рассматриваем сначала здание, которое строилось специально для горного института, затем здания, в которых институт работал в разные годы, и, наконец, те, в которых он существует сейчас.

ураткий исторический очерк

Прежде чем рассказывать о зданиях нашего вуза, нужно сначала обозначить основные вехи истории Горного.

Уральский горный институт, окончательное решение об открытии которого после многолетних перипетий¹ было принято императором Николаем II 3(16) июля 1914 года, изначально именовался Екатеринбургским горным институтом.

С момента подписания указа до начала учебных занятий прошло три года, в течение которых был назначен будущий ректор – Петр Петрович фон Веймарн², который до открытия занятий занимал пост председателя Строительной комиссии, управляющей строительством здания горного института, а также занимался подбором преподавательского состава и организацией будущего учебного процесса.

17 июля 1916 года 3 было торжественно заложено здание горного института.

27 января 1917 года⁴ с целью получения поддержки строительства от государства институт был переименован в Уральский горный институт Императора Николая II⁵. Сразу после Февральской революции 1917 года он, хотя официально и не переименовывался, во всех документах начал называться просто Уральским горным институтом. Однако, несмотря на все усилия, здание института так и не было достроено.

9 (22) октября 1917 года состоялось торжественное собрание, посвященное открытию горного института, а на следующий день, 10 октября, в институте начались первые занятия – в зданиях, арендованных временно. В течение 1917–1918 учебного года институт работал при Советской власти, 1918–1919 учебный год – под властью Уральского временного правительства, а потом омского правительства Колчака.

В июле 1919 года, когда Екатеринбург заняли войска Красной Армии, Веймарн с частью преподавателей и студентов уехал во Владивосток. Это был самый необычный период в истории вуза, так как некоторое время существовало два независимых друг от друга Уральских горных института⁶.

Горный институт во Владивостоке потерял самостоятельность в апреле 1920 года, влившись в состав Владивостокского политехнического института, который в свою очередь работал до 1922 года,

когда город был занят войсками Красной Армии. Затем он претерпел множество реорганизаций, однако сейчас существует горный факультет, основы которого были заложены уральцами, в составе Дальневосточного федерального университета.

Уральский горный институт в Екатеринбурге в 1919–1920 учебном году существовал как самостоятельный вуз, но уже в следующем учебном году был включен в состав вновь созданного Уральского государственного университета (название того времени – Уралуниверситет, или УГУ⁷). 19 августа 1920 года Горный был разделен на два института: собственно Горный (УГИ) и Политехнический (УПИ), каждый из которых в свою очередь делился на несколько факультетов⁸. В то время предполагалось, что институты в составе Уралуниверситета будут сохранять самостоятельность, и для этого было предпринято много усилий со стороны администрации Горного, однако институты самостоятельности не получили, в результате чего УГИ потерял статус института, превратившись в несколько факультетов в составе университета.

Вопрос о том, насколько Уралуниверситет был сформирован на базе Уральского горного института, остается дискуссионным⁹, однако к маю 1925 года в нем остались действующими всего три факультета, два из которых изначально были сформированы за счет УГИ. То есть проект создания Уральского государственного университета по сути провалился, 15 мая 1925 года Уралуниверситет был упразднен¹⁰ и переименован в Уральский политехнический институт (УПИ)¹¹, где сохранился горный факультет.

Однако вскоре на Урале начался бум развития промышленности, УПИ начал развиваться и строить собственный комплекс зданий. И 23 июля 1930 года он был разделен сразу на 8 институтов: появились Уральский институт черных металлов, Уральский институт цветных металлов, Уральский геологоразведочный институт (на базе геологоразведочного отделения горного факультета), Химико-технологический институт, Уральский механико-машиностроительный институт, Строительный институт, Уральский лесотехнический институт¹² и Физико-механический институт. В сентябре появились еще два института, которые довели общее их число до 10: из Уральского института цветных металлов был выделен самостоятельный Уральский горный ин-

¹ Подробнее об этом см. Шорин А. Г. Два года, о которых мы забыли (Уральский горный институт в 1917–1919 гг.) // Изв. УГГУ. 2016. № 4(44). С. 105–108.

² Подробнее о П. П. фон Веймарне см. Шорин А. Г. Статья о Петре Петровиче фон Веймарне для русской «Википедии» // Изв. УГГУ. 2016. № 2(42). С. 97–100.

³ По старому стилю.

⁴ По старому стилю.

⁵ Подробнее названия вуза в одной таблице, а также фамилии его руководителей см. Поленов Ю. А., Шириханова Н. А. Страницы истории УГИ–СГИ–УГИ– УГГГА–УГГУ // Изв. УГГУ. 2013 № 3(30). С. 75–79.

⁶ Подробнее о вузе во Владивостоке см. Хисамутдинова Н. В. Уральский горный институт во Владивостоке // Изв. УГГУ. 2016. № 3(43). С. 123–127.

⁷ Позже университет получил аббревиатуру УрГУ и был самостоятельным до 2009 года, когда слился с УГТУ – УПИ. Объединенный вуз сейчас называется Уральским федеральным университетом имени Первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ).

⁸ Подробнее о делении на факультеты мы будем писать ниже, рассказывая об истории зданий, временно использовавшихся Горным.

⁹ Например, первый выпуск журнала «Известия Уральского государственного университета» целиком состоял из статей, подготовленных преподавателями Горного, и даже выходивших отдельными оттисками как журнал «Известия Уральского горного института». Подробнее об этом см. Шорин А. Г. История журнала «Известия Уральского государственного горного университета». Изв. УГГУ. 2016. № 1 (41). С. 152–158.

¹⁰ Вновь восстановлен Уральский государственный университет (уже с аббревиатурой УрГУ) был в 1931 году.

¹¹ Любопытный факт: этот институт постановлением Совнаркома сначала решено было именовать горным институтом и лишь затем переименовать в Уральский политехнический институт (Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 579).

¹² Ныне – Уральский государственный лесотехнический университет.

ститут угольных и нерудных ископаемых (но сначала рудничное отделение горного факультета было передано Уральскому институту цветных металлов и названо горным факультетом), а из Уральского механико-машиностроительного – энергетический институт.

Это слишком громоздкое деление вскоре стало вновь укрупняться 13 , и 5 июня 1932 года Горный вновь стал Уральским горным институтом, объединив Уральский горный институт угольных и нерудных ископаемых с Уральским геологоразведочным институтом. 18 декабря 1934 года вуз стал – уже на долгие годы – Свердловским горным институтом (СГИ).

В 1947 году СГИ стал именоваться Свердловским горным институтом им. В. В. Вахрушева 14 , а в 1969 году был награжден орденом Трудового Красного Знамени 15 и стал называться Свердловский ордена Трудового Красного Знамени горный институт им. В. В. Вахрушева.

В 1991 году вуз (уже в который раз!) стал Уральским горным институтом: полное название – Уральский ордена Трудового Красного Знамени горный институт им. В. В. Вахрушева.

С 1993 года институт был преобразован в УГГГА – Уральскую государственную горно-геологическую академию.

В 2004 году Горная академия получила статус университета и нынешнее название – Уральский государственный горный университет (УГГУ).

Несбывшаяся мечта (здание, строившееся специально для Уральского горного института)

С 1915 года будущий первый ректор Горного института П. П. фон Веймарн почти до самого начала учебного процесса в вузе имел должность председателя Строительной комиссии, и в его обязанности входило следить за финансированием и строительством здания института. Скажем прямо: это была самая, пожалуй, сложная из его обязанностей, если учесть что с 1915 года, когда он вступил в должность, до июля 1919 года, когда он навсегда уехал с Урала, дважды менялась власть в стране (в феврале и в октябре 1917 года), а в Екатеринбурге – еще чаще (в июле 1918 года город был захвачен Чехословацким корпусом, после чего было создано Уральское временное правительство, в ноябре власть на этой территории перешла к администрации Колчака, а в июле 1919 года снова вернулась Советская власть). В итоге здание так и не было достроено, и в конце концов пошло под снос...

Но каким оно задумывалось и где строилось?

Для проектирования этого здания Веймарн выбрал двух архитекторов – братьев Бернардацци: архитектора-художника Александра Александровича и архитектора-строителя Евгения Александровича. Несмотря на свою фамилию (их предки были родом из Швейцарии), это были известные русские архитекторы в третьем (!) поколении, их дед (тоже с братом) участвовали еще в строительстве Исаакиевского собора и перестройке Аничкова дворца. А. А. Бер-



Бывший Горный институт на карте города 1924 года



Дом-сказка в Санкт-Петербурге (фото начала XX века)



Недостроенное здание Горного (фото 1920-х годов)



Остатки фундамента Горного института возле УПИ (снимок сделан на легкоатлетической эстафете в начале 1950-х годов)



Эскиз проекта здания Горного института

¹³ Например, шесть институтов были снова объединены в Уральский индустриальный институт (УИИ), который в 1948 году вновь был переименован в Уральский политехнический институт – УПИ (ныне – УрФУ).

¹⁴ Василий Васильевич Вахрушев был первым министром (наркомом) угольной промышленности СССР. Скончался в январе 1947 г. К горному институту Вахрушев никакого прямого отношения не имел, но это не имело в то время особого значения: в его честь было названо много объектов, в том числе, например, шахтерский город на Украине, а в Свердловской области его имя носил трест «Вахрушевуголь» в г. Карпинске. Возле современного первого здания УГГУ сохранился памятник-бюст В. В. Вахрушева (скульптор Н. В. Томский).

¹⁵ Указ Президиума Верховного Совета СССР от 25 мая 1969 года под номером 3862-VII о награждении института «за большие заслуги в подготовке специалистов для народного хозяйства и развитии научных исследований» подписали Председатель Президиума Верховного Совета СССР Н. Подгорный и Секретарь Президиума Верховного Совета СССР М. Георгадзе.



Строительство главного корпуса УПИ (снимок 1930-х годов)

нардащи проектировал «дом-сказку» 16 в Петербурге и занимался реконструкцией здания Министерства народного просвещения. И уже вместе с братом они перестраивали под институт (тоже, кстати, горный) здание Екатеринославского высшего горного училища.

Проект здания Уральского горного института предполагал 3410 кв. саженей полезной площади¹⁷ при высоте потолков не менее 3 саженей¹⁸. В плане здание представляло собой подкову (половину дуги окружности), концы которой соединялись главным корпусом. Два этажа. Центральная часть – десятиколонный портик¹⁹. С учетом портика «подкова» здания, если смотреть сверху, могла напоминать перстень с печаткой. Главный корпус вмещал в себя огромный конференц-зал, аудитории, чертежную, канцелярию, кабинет ректора и пр. В левом крыле здания была спроектирована горнозаводская лаборатория, в правом – химическая.

В общем это должно было быть ультрасовременное – по тем временам – здание, построенное специально для вуза. Проект его был закончен к началу 1916 года.

Место для строительства института было выбрано за городской чертой Екатеринбурга, недалеко от Омской железной дороги, причем для доставки стройматериалов пришлось провести к месту строительства специальную железнодорожную ветку, а позже предполагалось пустить туда трамвайную линию²⁰. Это был лесной участок за Главным проспектом (ныне – проспект Ленина), неподалеку от парка Зеленая роща²¹. Возле института предполагалось разбить собственный парк с прудом перед главным корпусом. Неподалеку должен был быть построен жилой дом для преподавателей. Любопытно, что для постройки всего этого комплекса пришлось даже вносить изменения в генеральный план строительства города. В итоге должен был вырасти университетский городок по примеру европейских.

Современная привязка того места, где строилось главное здание, – площадь Кирова, напротив современного главного здания УрФУ (ранее УГТУ – УПИ).

Подрядчиком строительства был выбран Я. Я. Эспозито – итальянец, скульптор по профессии. Причина, по которой стали приглашать человека со стороны, в том, что местные подрядчики так завысили цены, что от них пришлось отказаться, а итальянец смог предложить более выгодные условия (хотя отчаянно торговался: остались сведения, что его пришлось долго уговаривать взяться за эту работу). Есть сведения, что для удешевления



Современное здание главного корпуса Ур Φ У (бывший главный корпус УПИ). На месте бывшего здания Горного института сейчас стоит памятник С. М. Кирову. Фото автора

сметы при рытье котлованов и траншей использовались военнопленные, жившие в бараках на месте строительства.

Торжественная закладка здания Горного института (в лесу, на очищенной площадке, которую украсили флагами) состоялась 17 июля 1916 года.

К осени 1917 года, когда по плану начинались занятия в институте, здание так и не было закончено. «Надорвались мои силы», – писал позже Веймарн, вспоминая о годах, отданных на выполнение этой задачи. Но в итоге, несмотря на все эти усилия, институт пришлось открывать в разных временных помещениях, о которых удалось договориться.

Тем не менее часть «коробки» главного здания была построена примерно на 40 процентов: двухэтажные корпуса южной и частично западной сторон здания, где даже стены уже были оштукатурены, но не было пола²² и отопления, а остекление окон – лишь частично. В начале 1918 г. новая власть упразднила Строительную комиссию, отказалась от услуг Эспозито в качестве подрядчика, и строительство было передано Деловому совету, подконтрольному выборным рабочим. К началу летнего сезона удалось худо-бедно продолжить строительство, но тем временем власть в Екатеринбурге снова поменялась – город был захвачен Чехословацким корпусом. Все работы по строительству были прерваны.

С июля по ноябрь 1918 года власть в Екатеринбурге принадлежала Уральскому временному правительству, с ноября – Омскому правительству Колчака. И с тем и с другим правительствами ректор УГИ Веймарн сотрудничал, пытаясь получить финансирование и на функционирование института, и на продолжение строительства. Функционирование института поддерживать удалось, а вот строительство – нет²³.

Недостроенное здание горного института, которое так никогда и не использовалось по прямому назначению, то есть для учебных занятий, с осени 1918 года, по распоряжению городской управы, начало использоваться для расквартирования войск. Произошло это при Уральском правительстве. Веймарн пытался протестовать, и его поддержала Городская дума, однако военные не подчинились решению думы и недостроенный институт превратился в казармы. Впрочем, вполне возможно, что частично стройка все-таки контролировалась институтом: по крайней мере, когда в декабре одно из деревянных помещений

¹⁶ Это великолепное здание 1909—1910 года постройки было разрушено в 1942 году во время бомбежек Ленинграда. Подробнее см. Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 170.

¹⁷ 15 345 m².

¹⁸ 6,5 м.

 $^{^{19}}$ Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 619.

²⁰ Вопрос о трамвайных линиях в Екатеринбурге обсуждался еще с конца XIX века, но фактически трамваи появились только на улицах уже советско-го Свердловска – в ноябре 1929 года.

²¹ Не путать с современным парком Зеленая роща, который тогда назывался Монастырским кладбищем. Старый парк Зеленая роща представлял собой большой кусок соснового бора за улицей 2-й Восточной (ныне – просто Восточная), за полотном железной дороги. Сегодня от этого парка остался только кусочек – это дендрологический парк-выставка на ул. Первомайской.

 $^{^{22}}$ Позже, когда здание использовалось для расквартирования войск, полы настелили.

²³ Удалось утвердить продолжение строительства в правительстве Колчака, но случилось это только к концу июня 1919 года, когда к городу уже под-ступала Красная Армия, поэтому продолжить строительство не удалось.

(кучерская) вблизи стройки загорелось от неумеренной топки печи, ущерб оплачивался из средств института.

Точно известно, что из «белых» в этом здании в 1919 году квартировали аненковцы²⁴, которые остались очень недовольны пребыванием там: «...3-й Сводный Партизанский полк дивизии атамана Аненкова расположен в Горном институте, - рапортовал Переведенцев. – Помещение сырое, недостроенное, без окон; сильно сквозит, кругом лес - сыро, холодно. А солдаты ничего не имеют, кроме летних рубашек. Ночью спать невыносимо. Сидят у костров. Появилось много заболеваний простудой»²⁵.

Так же точно, как при «белых», при возвращении советской власти здание стало использоваться под казармы и склады (несмотря на то, что уже новое руководство института, без Веймарна, ходатайствовало о продолжении строительства). Последняя попытка администрации Горного института возобновить строительство здания была предпринята в 1919 году²⁶ – уже новым составом администрации, после отъезда Веймарна с частью преподавателей во Владивосток. В ноябре советом института была создана комиссия содействия строительству, но решить вопрос о продолжении строительства комиссии так и не удалось.

В итоге здание пришло почти в полную негодность: «...в начале декабря (1920 года) сгорела законченная часть постройки Горного института за городом, где временно была расквартирована часть 36 запасного пехотного полка. Сгоревшая часть не представляла собой и одной пятой всего проектируемого здания, но при современном кризисе в строительных материалах и при чрезвычайно остром жилищном кризисе в городе Екатеринбурге уничтожение всякого помещения является невознаградимой утерей»²⁷.

Далее были попытки - уже руководства Уралуниверситета - возобновить строительство, но вялые, и они ни к чему не привели. В 1925 году новые попытки возобновить строительство поступали уже от УПИ. И снова безрезультатно.

Вспомнили всерьез о здании Горного лишь в 1927 году, когда по итогам работы комиссии СНК РСФСР вышло специальное постановление правительства о возведении здания для Уральского политехнического института. Предполагалось (и даже рекомендовалось) использовать в проекте недостроенное здание Горного института. Был объявлен конкурс. Прекрасный проект, куда вписывалось это здание, поступил из Парижа, однако первое место получил проект московского архитектора С. Е. Чернышева, который оказался дешевле, а он-то как раз не предполагал использование старого здания. В итоге из-за занятости Чернышева проектирование было поручено мастерской № 2 Московского архитектурного института, возглавляемой



Здание городской думы (фото начала XX века)

Г. Я. Вольферзоном. В 1929 году постановлением Уралоблисполкома уже местным архитекторам К. Т. Бабыкину, А. В. Горшкову, А. П. Уткину и А. В. Кацу было поручено образовать управление по возведению Втузгородка. В итоге архитекторами главного здания УПИ считаются Вольферзон и Уткин.

Недостроенное здание Горного института, так и не использованное по прямому назначению, продолжало разрушаться, да еще и заслоняло собой фасад главного здания УПИ. Тем не менее одну из башен использовали для размещения лаборатории Уральского физико-технического института. Сотрудники шутливо называли это помещение «Башней Тамары», поскольку она была похожа на древние грузинские крепостные сооружения времен этой царицы²⁸.

В конце концов было принято решение остатки здания взорвать. Однако даже будучи взорванным, недостроенный корпус продолжал портить вид на УПИ, и окончательно эти развалины убрали лишь в 1950-е годы, когда по проекту архитектора Г. В. Шауфлера была перепланирована и благоустроена площадь напротив УПИ, получившая имя С. М. Кирова. В 1983 году в ее центре был установлен и памятник Кирову.

Сейчас о том, что на этой площади когда-то стояло здание горного института, вспоминают лишь при проведении подземных работ (например, при прокладке теплотрассы), когда обнаруживают фрагменты старого фундамента. И еще малоизвестный факт: колонны главного здания УПИ (ныне УрФУ) – это своеобразная дань архитектора С. Е. Чернышева братьям Бернардацци: он тоже использовал в своем проекте портик, так что облик старого здания получился узнаваемым²⁹.

Во время становления вуза (здания, временно использовавшиеся Горным институтом)

Указ об учреждении в Екатеринбурге горного института был подписан в 1914 году, однако Строительная комиссия, которую возглавил будущий первый ректор института, была создана лишь в следующем году, поэтому летопись помещений, отно-сящихся к Горному, тоже начинается с 1915 года.

Здесь и далее будет рассказано о тех зданиях, где либо размещался Горный институт, либо принимались какие-то важные решения, определяющие его судьбу.

1915-1917 годы

Городская дума. В здании Городской думы проходило первое заседание Строительной комиссии под председательством Веймарна сразу после его приезда в Екатеринбург - в начале ноября 1915 года.

Здание Городской думы в то время располагалось на Покровском проспекте (ныне - ул. Малышева). Здание построено в конце XVIII-начале XIX века на средства городских купцов и мещан.



Нынешний вид здания, в котором сейчас расположен Свердловский областной краеведческий музей и Министерство культуры Свердловской области. Фото автора

²⁴ Борис Владимирович Аненков – атаман Сибирского казачьего войска, командующий Отдельной Семиреченской Армии. Аненковцы принимали активное

участие в Гражданской войне на стороне «белых».
²⁵ Шулдяков В. А. Выдвижение резервов Партизанской дивизии атамана Б. В. Аненкова на Восточный фронт (апрель–июль 1919 года) // Сибирь: вчера, сегодня, завтра (Первые Ермаковские чтения): материалы регион. науч. конф. Новосибирск, 2009. С. 165-171

²⁶ Подробнее см. Масленникова В. М. К истории Свердловского горного института (подг. Ю. А. Поленов) // Изв. УГГУ. 2014. № 2(34). С. 84–89.

²⁷ Главадский М. Е. Рождение Уральского государственного университета. Екатеринбург, 1995. С. 185.

²⁸ Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 636.

²⁹ Там же. С. 635.

Изначально оно построено в духе классицизма «казенных зданий». В 1870-е гг. на главном фасаде снесли портик, а на его месте сделали пристрой с балконом. В 1890–1900 гг. была новая реконструкция, в 1910–1913 годах появился пристрой к восточному фасаду, выполнявший роль вестибюля, который был снесен уже в начале 1990-х годов в результате новой реконструкции.

С начала XIX века в здании располагались: городской магистрат, Городская дума, сиротский и словесный суды, мещанская управа и архивы этих учреждений. С начала XX века часть помещений снимались под городской общественный банк и магазин. После 1920 года в здании размещался уездно-городской отдел коммунального хозяйства. С конца 1940-х и до начала 1990-х годов здесь располагался один из факультетов Свердловского педагогического института, в годы Великой Отечественной войны - эвакуированный из Москвы завод № 217, который в 1966 году переименован в Уральский оптико-механический завод. С марта 1994 года в здании разместилось Управление культуры Свердловского облисполкома (Департамент культуры Правительства Свердловской области, с 1998 года - министерство культуры Свердловской области), второй этаж занимает Свердловский областной краеведческий музей. Современный адрес - ул. Малышева, 46.

Из людей, присутствовавших на первом заседании Строительной комиссии под председательством Веймарна, наибольшую роль в открытии Горного института сыграл последний городской глава Екатеринбурга дореволюционного времени Александр Евлампиевич Обухов. Он был и одним из инициаторов приглашения Веймарна (осенью 1915 года он даже специально приезжал к Веймарну в Петербург, чтобы убедить его принять это предложение) и потом поддерживал все его начинания, связанные с открытием института. В 1917 году после Февральской революции Обухов не был переизбран и отошел от активной общественной деятельности, но Горному продолжал помогать по мере сил. Уехал из Екатеринбурга одновременно с Веймарном в 1919 году. Жил в эмиграции. Похоронен в 1948 году на русском кладбище Гонконга³⁰.

Дом Барабошкина. По приезде в Екатеринбург Веймарн поселился не в гостинице, а выбрал в качестве квартиры дом своего старого товарища по Петроградскому горному институту Николая Николаевича Барабошкина, расположенный по адресу Главный проспект, 8. Дом этот стал и местом проживания Веймарна, и первым (временным, примерно на месяц) месторасположением канцелярии Строительной комиссии – будущей канцелярии горного института.

Небольшой полукаменный двухэтажный дом, в котором остановился Веймарн, не выглядел примечательным, однако еще в начале 1870-х годов именно в нем открыл первое в Екатеринбурге фотоателье Иван Акинфиевич Терехов – первый собственный фотограф в городе, который стал составлять конкуренцию заезжим фотомастерам. О нем известно, что он был к тому же активным членом знаменитого УОЛЕ – Уральского общества любителей естествознания, участвовал в московских и международных выставках. К сожалению, уже через несколько лет на пике мастерства и славы он умер. Несмотря на то что дело продолжил его брат, создавший «Фотографию А. Н. Терехов и Сын», ныне эта фамилия почти совсем нами забыта.

Не менее примечательной личностью был и сам институтский товарищ Веймарна – Н. Н. Барабошкин, недаром сегодня его называют «отцом русского аффинажа». Уроженец Петербурга, Барабошкин блестяще окончил там в 1914 году Горный институт (его дипломная работа была удостоена премии К. И. Лисенко), а на Урал уехал чтобы внедрить в жизнь свое изобретение – способ переработки золото-сурьмяных руд. Также разработал способ добычи платины из руд методом аффинажа, который впоследствии получил название «сернокислый метод Барабошкина–Клауса». На Урал он приехал тоже в 1915 году, но к приезду Веймарна уже не только обзавелся домом, но и начал строить рядом с этим домом здание аффинажного завода, который был достроен и пущен в эксплуатацию в 1916 году.

Несмотря на занятость собственным делом, Барабошкин принимал самое активное участие в открытии Горного института еще на стадии проектирования и строительства, а затем стал преподавать в нем. Однако начиная с июля 1918 года пути Веймарна и Барабошкина разошлись. В литературе до сих пор можно встретить версию, что «при приближении белых войск к Екатеринбургу часть студентов во главе с проф. Н. П. Гориным и преподавателем Н. Н. Барабошкиным ушли в Красную Армию защищать Советскую власть»³¹. На самом деле ситуация была куда прозаичнее: летом 1918 года Барабошкин уехал в Москву



Дом Барабошкина (фото начала XX века)



На месте дома Барабошкина, который был снесен, построено большое здание завода ОЦМ, однако кирпичное здание аффинажного завода сохранилось (см. на фото справа). Фото автора

³⁰ Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 667–668.

³¹ Урал. гос. ун-т (отдельный оттиск) из юбилейного сборника Екатеринбургского городского совета Р. и КД «Екатеринбург за двести лет». Екатеринбург: Уралкнига, 1923. С. 6.



Вид на Покровский проспект (ныне – ул. Малышева), где виден дом Полякова. Фото начала XX века

по делам института, а тем временем Екатеринбург был захвачен войсками Чехословацкого корпуса³². Именно это обстоятельно коренным образом изменило судьбу Барабошкина: в 1919 году, уже после возвращения в Екатеринбург Советской власти, он вернулся в Горный институт и стал в нем профессором. Помимо этого стал уже советским директором ранее принадлежавшего ему аффинажного завода, позже переименованного в Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов (завод ОЦМ). К 1930 году Барабошкин стал уже крупным советским ученым с несколькими внедренными изобретениями (занимался, например, переработкой медеэлектролитных шлаков) и занял пост директора НИИ цветных металлов. Умер в 1935 году. Его имя было увековечено на мемориальной доске в УПИ (ныне – УрФУ).

Дом по Главному проспекту, 8, которым владел Барабошкин в 1915 году, до наших дней не сохранился, на его месте был построен главный корпус завода ОЦМ. Однако сохранился построенный им в 1916 году корпус аффинажного завода – это один из производственных корпусов завода ОЦМ. Его современный адрес: просп. Ленина, 8.

Дом Полякова. В декабре 1915 года после второго по счету утвержденного плана постройки здания Горного института из министерства в Петрограде на депозит председателя строительной комиссии П. П. фон Веймарна поступило 12 тысяч рублей – на содержание канцелярии и личного состава института. Так впервые появилась возможность арендовать здание для институтской канцелярии. Для этих целей был выбран дом, принадлежавший кондитерскому фабриканту Х. П. Полякову³³ на Покровском проспекте (ныне – ул. Малышева).

Каменный доходный дом, построенный в 1880-х годах на углу Покровского проспекта и 2-й Береговой улицы (ныне ул. Максима Горького³⁴), изначально принадлежал наследникам мещанина П. М. Рукавишникова и состоял из каменного дома, флигеля и служб. В конце XIX века здесь располагались магазин мужского платья с мастерской К. Асташева, фруктовый погреб 3. Хисамутдинова, «гармонная» мастерская С. Ф. Захарова и прачечная. Позже вдоль Покровского проспекта к угловому зданию был пристроен второй (основной) корпус доходного дома.

В начале 1900-х годов владельцем дома стал купец И. А. Бабушкин, который сдавал его под магазин Р. Р. Штроля, который вел торговлю велосипедами, швейными машинками, резиновыми изделиями и пр., также там располагались колониальный и гастрономический магазины Ф. С. Гусева, «восточный» магазин Исамухамедова, магазин часов и золотых вещей И. Г. Крумнас.



Современный вид дома Полякова. Фото автора

В собственность фабриканта Х. П. Полякова дом перешел в 1910 году. Сюда он перевел свое кондитерское заведение, превратившееся в фабрику. Поляков также сдавал помещения под магазины и акционерному обществу «Кровля».

Дом сохранился до нынешнего времени. Современный адрес: ул. Малышева, 58/37. В советское время в доме размещались разные учреждения, в том числе и образовательные (техникум дизайна и сервиса, институт развития образования). В 1924–1926 годах дом был достроен специально для фотоателье (ул. Малышева, 58а).

Под Строительную комиссию Горного института с 1915 года там снималось небольшое помещение, где изначально помещались лишь делопроизводитель, бухгалтер, смотритель по материальной части и машинистка. Там до 1917 года располагался рабочий кабинет Веймарна.

1917-1918 учебный год

В 1917 году начались занятия в Уральском горном институте. Проходили они в арендованных зданиях, разбросанных по всему городу.

Первая городская публичная библиотека им. В. Г. Белинского. Это здание очень важно для истории Горного, потому что именно здесь 9(22) октября 1917 года состоялось открытое заседание Совета института и Строительной комиссии под председательством Веймарна, посвященное началу занятий в институте.

Каменный двухэтажный дом на Вознесенском проспекте (ныне – ул. Карла Либкнехта) строился с 1804 по 1809 годы как городская усадьба купца М. К. Борчанинова. В 1875 году наследники Борчанинова продали здание земской управе, и с 1899 года здесь находилось мужское начальное училище им. А. С. Пушкина. Однако в 1915 году для этого училища было построено собственное здание, а в особняк было решено перевести публичную библиотеку им. В. Г. Белинского.

Городская публичная библиотека открылась в Екатеринбурге еще 26 мая 1899 года³⁵, однако размещалась она в различных арендованных зданиях, бывший особняк Борчанинова стал первым собственным зданием этой библиотеки. Для этого городской архитектор А. А. Федоров выполнил проект перестройки здания, а технической частью проекта занимался архитектор К. Т. Бабыкин. Открытие же библиотеки в собственном здании состоялось в октябре 1916 года – всего за год до начала занятий в Уральском горном институте.

При Советской власти библиотека сохранила за собой имя В. Г. Белинского и стала окружной, затем областной. В 1925 году

³² Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 242.

³³ Х. П. Поляков – екатеринбургский фабрикант еврейского происхождения, небольшая «конфектная» фабрика которого стала потом предтечей современной кондитерской фабрики «Конфи». Любопытно, что сын этого фабриканта Михаил Харитонович, которому в 1915-м был 21 год, в 1918 году вступил в РКП(б) и даже стал членом коллегии НКВД, а позже был управляющим советским правительством Крыма. В конце 1930-х годов репрессирован и расстрелян, в 1956 году посмертно реабилитирован.

³⁴ Ул. 2-я Береговая в начале 1920-х годов была переименована в ул. Рабочего Загвозкина (одного из екатеринбургских большевиков). Ул. Максима Горького, появившаяся в начале 1930-х годов, объединила в себе ул. Рабочего Загвозкина, Механическую улицу и Набережную Труда (бывш. Тарасовскую набережную). ³⁵ По старому стилю.



Здание городской библиотеки им. В. Г. Белинского (здание справа). Фото начала XX века

в здании были установлены бюсты В. Г. Белинского, Ф. М. Решетникова и Д. Н. Мамина-Сибиряка работы В. А. Алмазова. В 1960 году библиотека переехала в новое здание по ул. Белинского, 15. Ныне это крупнейшая в регионе Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В. Г. Белинского.

В старом здании библиотеки стала работать детская библиотека. Ныне это Свердловская областная библиотека для детей и молодежи им. В. П. Крапивина. Современный адрес здания – ул. Карла Либкнехта, 8.

В 1917–1918 учебном году читальный зал библиотеки использовался Уральским горным институтом для проведения лек-ций.

Любопытно, что уже в 1919 году (а в то время эта библиотека уже не имела отношения к Горному), когда в Екатеринбург впервые³⁶ приехал поэт Владимир Маяковский, на выступлении поэта перед студентами горного института к нему с вопросом обратилась пожилая женщина-библиотекарь. Она безапелляционно заявила: «Непонятно и трудно читать ваши стихи. Вот поэзия Серёжи Есенина проста и понятна». Маяковский ответил на это очень обстоятельно: «Во-первых, одинаковых поэтов нет и не надо. Каждый пишет в своей манере, в своем стиле, избранном им. А во-вторых, к чему такое амикошонство? Есенина некоторые из вас называют «Серёжа», «Серёженька», «Серёжки». Вы этим унижаете поэта. Надо понять, что нет в поэзии Серёжки Есенина, а есть прекрасный поэт Сергей Есенин...» Известно, что после этого разговора он посетил библиотеку, где, видимо, разговор о поэзии был продолжен.

Здание мужской гимназии. Здание, принадлежавшее в 1917 году мужской гимназии Екатеринбурга, расположенное на Главном проспекте (ныне – просп. Ленина) изначально строилось для



Здание мужской гимназии (справа – одноэтажный гимнастический зал). Фото начала XX века



Современный вид здания. Ныне в нем находится областная библиотека для детей и молодежи им. В. П. Крапивина. Фото автора

Уральского горного училища (о нем мы подробнее расскажем позже), которое в 1840-х годах стало ведущим учебным заведением края по подготовке специалистов горного дела. В 1847 году был образован строительный комитет, работавший изначально по планам архитектора М. П. Малахова. Строительство здания началось в 1849 году и было завершено в 1852 году уже по проекту архитектора К. Г. Турского. Официальное открытие состоялось в 1853 году.

В 1855 году Александр II разрешил открыть в Екатеринбурге гимназию широкого профиля, которая разместилась на вто-ром этаже горного училища.

До открытия вузов в Екатеринбурге мужская гимназия считалась самым элитным учебным заведением города, где учились многие дети тогдашней элиты. Также в этом здании зародилось Уральское общество любителей естествознания (УОЛЕ), правопреемником которого сейчас считается областной краеведческий музей.

В 1861 году гимназия получила новое имя – мужская гимназия Его Императорского Величества Александра II, а в 1877 году здание полностью передано этой гимназии.

Студенты Уральского горного института в 1917–1918 годах занимались практическими занятиями по черчению в гимнастическом корпусе гимназии, который был построен в восточной части участка уже много позже основного здания – по проекту архитектора К. Т. Бабыкина (строился с 1912 по 1914 год). Любопытно, что после Февральской революции именно гимнастический зал использовался для политических собраний: именно здесь 4 мая 1917 года Екатеринбургский Совет большинством голосов принял предложенные большевиками резолюции о войне и о недоверии Временному правительству³⁸, а 1 сентября того



Современный вид здания, ныне это гимназия № 9 (гимнастический зал сохранился). Фото автора

³⁶ Более известен его приезд в 1928 году уже в Свердловск.

³⁷ Вечерний Свердловск. 1988. 26 января.

³⁸ Неверов Л., Владимирский Д. Исторические памятники города Свердловска и Свердловской области. Свердловск: Свердл. кн. изд-во. 1962. С. 35.



Вид на дом Ипатьева (внизу справа) с Воскресенской горки. Фото начала XX века

же года – митинг забастовщиков, состоявшийся по призыву II областного съезда Советов³⁹.

Любопытно, что весной 1919 года, когда Екатеринбург был под властью Колчака, в один из его визитов сюда ему предложили остановиться именно в здании гимназии. Он спросил: «А дети где?». Ему ответили: «Учатся». Тогда он сказал: «Ну и пусть учатся, а мне найдите другое здание».

В том же 1919 году, но уже после восстановления Советской власти, гимназию у детей все-таки забрали: здесь разместился штаб Красной гвардии. А с 1920 года – правление Пермской железной дороги.

Дети вернулись в это здание лишь восемь лет спустя, когда здесь разместили сразу три школы: № 2 имени Горького, № 12 имени Тургенева и № 129 имени Бубнова. А школа № 9 (будущая знаменитая «девятка») здесь появилась лишь в 1937-м, ее образовали от слияния школ № 129 и № 43. С ней история тоже любопытная: новая школа № 9 должна была открыться в новом здании на ул. 9 января, 51а (ныне – ул. Бориса Ельцина), но к 20-летию Октября (7 ноября 1937 года) здание достроить не успели, однако, так как Сталину уже было сообщено телеграммой об открытии новой школы, то она и «открылась», но до января 1938 года дети из «девятки» учились в здании бывшей гимназии.

В годы Великой Отечественной войны город стал сильно нуждаться в госпиталях, и здания на ул. 9 января отдали под госпиталь, а школу-«девятку» перевели сначала в здание по просп. Ленина, 13, а в 1943 году – уже в здание бывшей мужской гимназии. Тогда казалось, что временно, но школа так и осталась здесь после войны.

В 1991 году школа-«девятка» стала гимназией № 9. В 2006—2007 годах здание гимназии было реконструировано, в частности, внутренний дворик стал помещением – хореографическим залом, а в целом бывшая Π -образная постройка оказалась замкнутой в прямоугольник. Адрес гимназии № 9 – просп. Ленина, 33.

Воскресенская школа. Земская школа строилась в 1910–1911 годах на восточном склоне Воскресенской горки под руководст-



Здание бывшей Воскресенской школы. Фото середины XX века



Современный вид с Воскресенской горки на Храм-на-Крови

вом городского архитектора И. К. Янковского. Из-за особенности постройки на горе левая часть П-образного здания имела один этаж, правая – два. Еще до окончания строительства в Городскую Управу поступило ходатайство от церковно-приходского попечительства при градо-Екатеринбургской Вознесенской церкви продать недостроенное здание под церковно-приходскую школу. Ходатайство было удовлетворено, поэтому школа хотя и строилась как земская (и именно так отражена во всех справочниках), на деле же была церковно-приходской, где учились около ста детей, поэтому в просторечии ее никогда не называли земской, а просто Воскресенской. В советское время там размещалась школа-семилетка, затем – музыкальная школа.

С 1980 года здание было признано объектом культурного наследия. Однако относительно недавно оно стало объектом пристального внимания СМИ из-за его сноса: в 2008 году часть здания была снесена из-за строительства административного здания с подземной парковкой – несмотря на протесты жителей окрестных домов и настоятеля Вознесенской церкви. После начала сноса поднялась общественность уже всего Екатеринбурга, и снос удалось остановить (осталась часть фасада). Дело о правомерности сноса рассматривалось в судах, однако в мае 2010 года в здании случился пожар, практически окончательно уничтоживший остатки этого памятника архитектуры. Последний адрес здания: ул. Клары Цеткин, 13а.

Исторически сложилось, что Вознесенская горка – одно из самых известных мест города. В 1735 году там построил себе дом один из основателей Екатеринбурга Василий Татищев. Храм («новый деревянный») там был построен в 1770 году, а в 1792 году там был заложен каменный храм, который к началу XX века имел шесть приделов и считался одним из крупнейших в Екатеринбурге. Рядом – знаменитая усадьба Расторгуева–Харитонова, которую начали строить одновременно с закладкой каменного храма, сейчас она – памятник архитектуры федерального значения. Поблизости – не менее знаменитый Харитоновский парк, который в начале XX века регулярно использовался для народных гуляний



Современный вид полуснесенного здания Воскресенской школы. Фото автора

³⁹ Там же. С. 38.



Золотосплавочная лаборатория в начале ХХ века. Фото С. Прокудина-Горского

Современный вид здания золотосплавочной лаборатории. Фото автора бытый пуд золота отмечали выстрелом пушки с пруда, и иной

как городской парк. Еще когда открытие Горного института в Екатеринбурге было в планах, одним из вероятных мест для его размещения был особняк Расторгуева-Харитонова, однако ни тогда, ни позже это здание так не использовалось Горным.

Здание Воскресенской школы было арендовано горным институтом в 1917-1918 учебном году: там расположились канцелярия (а значит, и кабинет Веймарна), библиотека и мастерские по ремонту физических и геодезических приборов.

Любопытно, что начиная с конца апреля 1918 года именно Вознесенская горка стала важнейшим военно-политическим объектом. Дом инженера Ипатьева⁴⁰, который на время стал Домом особого назначения (начиная с 17 (30) апреля 1918 года в нем содержалась семья последнего императора России Николая Романова вплоть до расстрела всей этой семьи в ночь с 16 на 17 июля 1918 года⁴¹), был совсем не виден любому наблюдателю вблизи – из-за построенного вокруг него двойного забора, зато с Воскресенской горки просматривался как на ладони. Именно поэтому, кстати, на колокольне Вознесенской церкви был установлен пулемет, направленный в сторону этого дома - на случай, если Романовых попытаются освободить силой. Примерно в это время Горный институт «попросили» из здания Воскресенской школы.

Золотосплавочная лаборатория. Уральская золотосплавочная химическая лаборатория - это комплекс, состоящий из ла-бораторного корпуса и жилого дома. Двухэтажный каменный жилой дом был построен во второй половине XIX века по проекту архитектора К. Г. Турского на углу Тарасовской набережной (ныне ул. Максима Горького) и Клубной (сейчас ул. Первомайская). Лаборатория – здание со стороны набережной.

Лаборатория была построена во время уральской «золотой лихорадки» XIX века, когда старатели золото здесь мыли повсеместно, в том числе на реке Исеть прямо в черте Екатеринбурга. Даже существует городская легенда о том, что каждый новый дораз пушка стреляла по нескольку раз в день.

Лаборатория стала нужна для обогащения руды, когда чистый золотой песок и самородки уже стали редкостью. Здесь же все добытое золото превращали в слитки, которые потом отправляли в государственную казну. С каждого слитка лаборатория брала пробу на чистоту металла и проставляла его точный вес. Лаборатория стала местной достопримечательностью, куда любили водить разных важных гостей города (например, в 1887 году ее посетил великий князь Михаил Николаевич Романов).

В 1917-1918 учебном году эту химическую лабораторию, которая находилась в ведении Уральского горного управления, позволили использовать Горному институту для практикума студентов.

Любопытно, что в золотосплавочной химической лаборатории была собственная электрическая станция, правда, в нерабочем состоянии. Однако член академической коллегии УГИ Трофим Титович Усенко⁴² сумел отремонтировать эту электростанцию и даже организовать для студентов небольшую лабораторию по изучению теплотехники.

В советское время дом при лаборатории стал коммунальной квартирой, а сама лаборатория принадлежала институту «Уралцветмет».

В 1930-е годы в этот квартал собирались перенести библиотеку им. В. Г. Белинского и даже построили для нее красивое здание с колоннами (ул. Максима Горького, 17), однако началась Великая Отечественная война, и вместо библиотеки там разместился эвакуированный московский завод № 214 по производству авиационных приборов, ныне - Уральский приборостроительный завол.

Здание золотосплавочной химической лаборатории сохранилось до наших дней, хотя и находится сейчас в ветхом состоя-

⁴⁰ Кстати говоря, Николай Николаевич Ипатьев был членом Строительной комиссии Горного института, и Веймарн упоминает его в числе тех, кто помогал в разработке технической документации при строительстве здания, был преподавателем в Горном институте. После того как дом этого инженера стал печально известным из-за расстрела в нем семьи Романовых, он отказался в нем жить. Из России Ипатьев эмигрировал в 1919 году и жил в Чехословакии. Похоронен в Праге. Сам дом Ипатьева в Екатеринбурге не сохранился (был снесен в 1977 году), на его месте с 2003 года стоит Храм-на-Крови.

⁴¹ Любопытные сведения об этом расстреле неожиданно можно обнаружить, листая книгу «Исторические памятники города Свердловска и Свердловской области» (Л. Неверов, Д. Владимирский. Свердловское книжное издательство. 1962. С. 21.). Выдержка: «Старейший коммунист П. 3. Ермаков рассказывал о существовавшей еще в 1906 году в Екатеринбурге подпольной школе боевиков (...) Практические занятия проводились далеко за городом, возле деревни Коптяки». Этот текст можно оценить только зная, что именно туда повезли тела царской семьи, а Ермаков – один из участников расстрела. Получается, что тела повезли не абы куда: места эти были хорошо известны бывшим подпольщикам еще с 1906 года.

⁴² Рассказывая о периоде работы Горного в 1917—1919 годах (Шорин А. Г. Два года, о которых мы забыли (Уральский горный институт в 1917—1919 гг.) // Изв. УГГУ. 2016. № 4(44). С. 105–108), мы упоминали о том, что М. О. Клер был единственным преподавателем Горного, который в 1919 году уехал во Владивосток, но затем снова вернулся в Екатеринбург. Оказывается, вернувшихся было двое, второй – Т. Т. Усенко. Однако, в отличие от М. О. Клера, о судьбе Усенко по возвращении почти ничего не известно, скорее всего, его очень быстро «пустили в расход» как контрреволюционера.

нии. Современный адрес: ул. Максима Горького, 15/Первомайская. 1.

1918-1919 учебный год

Период с июля 1918 по июль 1919 года в Екатеринбурге не было советской власти: город захватили войска Чехословацкого корпуса, и здесь сначала было образовано временное областное правительство Урала, а затем (в ноябре) власть перешла к омскому правительству Колчака. Это был период попытки возвращения к той жизни, которая была после Февральской революции, только без большевиков. Уральский горный институт продолжал работать.

Еще в апреле 1918 года канцелярию Горного «попросили» из Вознесенской школы (см. выше), и она разместилась в Золотосплавочной лаборатории, о которой мы тоже уже рассказывали. Она размещалась там в течение всего этого учебного года. Также Горный лишился лекционного зала в библиотеке им. В. Г. Белинского – помещение было передано под госпиталь.

Собственное здание УГИ так и не было достроено, поэтому для учебных занятий и собраний вновь пришлось использовать различные съемные помещения. В итоге практические занятия студентов проходили в золотосплавочной химической лаборатории (см. выше), а лекции – в гимнастическом зале мужской гимназии (о котором мы тоже уже рассказывали), а также в арендованных помещениях Уральского горного училища.

Уральское горное училище. Об Уральском горном училище мы уже начинали рассказывать, когда речь шла о здании мужской гимназии (нынешняя гимназия № 9 на просп. Ленина, 33). Напомним, что здание, где позже разместилась мужская гимназия, изначально строилось (с 1849 по 1852 год) для горного училища. А когда в 1855 году император Александр II разрешил открыть в Екатеринбурге гимназию широкого профиля, она разместилась в одном здании с горным училищем, занимая второй этаж. В 1877 году эти учебные заведения наконец разъехались по разным зданиям – горное училище переехало в дом напротив.

Здание на Главном проспекте (ныне – просп. Ленина), куда переехало Уральское горное училище, было построено еще в 1806 году – как здание главной конторы и лаборатории Екатеринбургского завода (рядом с плотиной).

Само горное училище считается правопреемником Екатеринбургской горнозаводской школы, открытой в 1724 году, которая в свою очередь берет начало от Уктусской школы, организованной начальником Уральских заводов и одним из основателей Екатеринбурга Василием Татищевым на Уктусском заводе еще в 1721 году. То есть это учебное заведение – не только старейшее в городе, но даже старше Екатеринбурга, основанного в 1723 году, на целых два года. Выпускником Уктусской школы был изобретатель первой паровой машины Иван Ползунов, поэтому учебное заведение, которое с 1918 года было сначала Уральским

рабочим политехникумом, потом (с 1928-го) Свердловским горно-металлургическим, с 1947 года носит имя Ивана Ползунова. С 1995 года его название – Уральский государственный колледжимени И. И. Ползунова.

В советское время здание дважды перестраивалось: в 1928 году по проекту архитектора Г. А. Голубева (в формах советской неоклассики), и в 1954 году – по проекту И. А. Грушенко (был пристроен корпус по ул. Воеводина). Современный адрес здания: просп. Ленина, 28.

3 ноября 1918 года, за два дня до начала занятий первого курса горного института, здесь прошло собрание студентов-первокурсников, которые знакомились и обсуждали насущные проблемы. На весь учебный 1918—1919 учебный год горное училище предоставило студентам института в аренду помещения для занятий.

Горный институт во Владивостоке (с 1919 года)

В июле 1919 года, когда Екатеринбург заняли войска Красной Армии, часть преподавателей и студентов вуза уехала во Владивосток (как они думали – временно), а часть осталась. В итоге осенью 1919 года Уральский горный институт как бы распался надвое, причем каждый из вузов, имевших одно и то же название и корни, начал свои занятия. Сначала расскажем о том, как это происходило во Владивостоке⁴³.

Коротко суть того, что происходило с УГИ на Дальнем Востоке, можно изложить так. Преподаватели и студенты Уральского горного института во главе с ректором П. П. фон Веймарном, уехавшие из Екатеринбурга в июле 1919 года, прибыли в теплушках во Владивосток только 4 сентября. Уральский вуз прикрепили к Высшему политехникуму - частному учебному заведению, которое открылось во Владивостоке совсем недавно - в ноябре 1918 года - по инициативе союза инженеров (то есть он был создан даже позже УГИ). Как раз в сентябре этот политехникум был переименован во Владивостокский политехнический институт. Этот молодой вуз так же, как и Горный в Екатеринбурге, не имел собственных помещений, арендуя в основном площади Коммерческого училища: это училище, открытое еще в 1908 году, располагало не только собственными помещениями, но и лабораториями, оборудованными на университетском уровне. Уральский горный институт получил помещение, которое своими силами привел в порядок.

В апреле 1920 года Владивостокский политехнический институт получил статус государственного вуза, а УГИ потерял самостоятельность, став с ним единым целым, причем больше половины профессорских должностей заняли преподаватели из Екатеринбурга, а Веймарн стал сначала проректором, а через месяц ректором объединенного вуза. Причем весь этот вуз стал работать по уставу, разработанному в Екатеринбурге для Уральского горного института. Однако в ходе Гражданской войны и



Здание горного училища (слева). Фото начала XX века



Современный вид здания. Ныне это Уральский государственный колледж имени И. И. Ползунова. Фото автора

⁴³ Подробнее см. Хисамутдинова Н.В. Уральский горный институт во Владивостоке // Изв. УГГУ. 2016. № 3(43). С. 123–127.

многочисленных переворотов во Владивостоке правительству ДВР было не до института, и уже осенью Веймарн сложил с себя полномочия ректора и вскоре эмигрировал в Японию. Вуз же продолжал существовать, время от времени меняя арендованные помещения.

В 1923 году после прихода во Владивосток Советской власти все вузы города (а их на тот момент насчитывалось три) было решено объединить в один. Так был создан государственный дальневосточный университет (ГДУ), в котором Владивостокский политехнический институт стал факультетом (сначала этот факультет назывался политехническим, потом техническим).

Несмотря на то, что многие преподаватели и студенты бывшего УГИ с приходом Советской власти эмигрировали, некоторые из оставшихся оставили заметный след в развитии науки на Дальнем Востоке. В общем следует отметить, что то, что про-изошло в итоге с уральским вузом во Владивостоке, нельзя назвать тупиковой ветвью – примерно те же процессы происходили в это время и в Екатеринбурге, где Горный институт влился в состав Уральского университета. Разница лишь в том, что на Урале горный вуз сумел вновь стать и сохраниться самостоятельным, а там нет. Сейчас преемник государственного дальневосточного университета – это Дальневосточный федеральный университет (ПВФУ).

А теперь расскажем подробнее о тех зданиях во Владивостоке, которые имели отношение к Уральскому горному институту.

Шефнеровские казармы. Помещение, выделенное Уральскому горному институту во Владивостоке, находилось на ул. Светланской, 139.

Светланская – это первая и главная улица Владивостока. С 1861 по 1873 год она называлась Американской – в честь парового корвета «Америка», на котором генерал-губернатор Восточной Сибири Н. Н. Муравьев-Амурский (кстати, умер в Париже, но в 1990 году его останки с Монмартрского кладбища были торжественно перезахоронены в центре Владивостока) 18 июня 1859 года прибыл в пролив Гамелен (ныне Босфор Восточный) и принял решение основать Владивосток. В 1873 году улица была переименована в Светланскую – опять же в честь корабля – фрегата Светлана, на котором во Владивосток с визитом прибыл великий князь Алексей Александрович. В 1924 году она была переименована в Ленинскую (официально – улица товарища Ленина), а в 1992 году ей вернули название Светланской. На этой улице самое большое во Владивостоке количество исторических зданий, но дом под номером 139 не сохранился.

Вообще Шефнеровские казармы – это сборное название, так как под ним подразумевалось не одно конкретное здание, а несколько – в одном районе. Алексей Карлович Шефнер – это историческое лицо: генерал-лейтенант, первостроитель Владивостока. В честь него казармы флотских экипажей и называли «шеф-

O Distractors (\$1 100) agricode by a surrey

Шефнеровские казармы, Владивосток. Фото середины XX века

неровскими». Преподавателям и студентам Уральского горного пришлось самостоятельно приводить в порядок переданные им помещения, чтобы в них можно было проводить занятия. Любопытно, что по соседству в этих казармах продолжали жить курсанты военных училищ, у которых профессора Горного принимали экзамены по техническим дисциплинам. Казарм было несколько, стояли друг за другом, поднимаясь от Дальзавода по склону сопки. Среди них были и покрупнее, но все они были снесены, когда застраивали ул. Ленинскую/Светланскую.

Воспоминания современников сохранили для нас описание некоторых кабинетов и лабораторий: «В числе других лабораторий университета она располагалась в тот период в здании бывших Шефнеровских казарм, недалеко от главного входа в Дальзавод. Большущий зал с асфальтированным полом и несколькими вспомогательными помещениями и кабинетом Любарского составляли территорию лаборатории. По одну сторону зала были установлены рабочие химические столы для практических работ студентов, по другую – оставался проход в соседнее помещение»⁴⁴.

Когда в 1920 году во Владивостоке был отпечатан первый том журнала «Известия Уральского горного института» (ныне – «Известия УГГУ»), адрес редакции указывался: Владивосток. Светланская, 139. Сейчас дома с таким номером не существует, на большом многоэтажном доме, который стоит примерно на этом месте, указан обобщенный номер 135–141.

Здание Коммерческого училища. Как мы уже упоминали, Высший политехникум (позже Владивостокский политехнический институт) использовал для занятий арендованные помещения в Коммерческом училище.

Коммерческое училище Владивостока, основанное в 1908 году, тоже начинало свою работу в разных помещениях (сначала на Суйфуновской улице – ныне Уборевича, затем в здании мужской гимназии на Светланской, 25), а собственным зданием обзавелось лишь в 1913 году. Зато это было здание, которым до сих пор гордится Владивосток: построенное в стиле «рационального модерна», оно имело 12 учебных классов, три кабинета, отдельный рисовальный класс, библиотеку и столовую на 200 мест.

Во время Гражданской войны студентов и учащихся потеснили военные, поэтому и приходилось учиться в казармах, но некоторое время занятия здесь все-таки продолжались.

В 1923 году на базе училища был организован промышленно-экономический техникум, но в 1930-х годах здание было передано управлению НКВД, которое размещалось здесь до конца 1950-х годов; когда здание вновь стало учебным – было передано Дальневосточному государственному университету (ныне – ДВФУ). Современный адрес здания: Владивосток, ул. Суханова, 8.

Любопытно, что в Коммерческом училище Владивостока, поступить в которое было, кстати, непросто, до 1919 года учился



Все, что сохранилось сегодня от Шефнеровских казарм. Владивосток, современное фото

⁴⁴ Максимов О. Б. Воспоминания. Владивосток: ДВО РАН, 2002. С. 39.



Здание коммерческого училища Владивостока. Фото начала XX века

будущий известный советский писатель Александр Фадеев.

Здание Дальзавода. Мастерские и лаборатории Коммерческого училища, которыми пользовались студенты Владивостокского политехнического института (а значит, и студенты УГИ), располагались в здании Дальзавода.

Дальзавод – это судоремонтный завод, основанный во Владивостоке еще в 1887 году – для обеспечения ремонта и поддержания боевой готовности кораблей в военном порту. Начинался с деревянных механических мастерских.

Здание, в котором располагались мастерские и лаборатории – это первое каменное здание Дальзавода, построенное в начале XX века (в 1902 году проект здания был удостоен серебряной медали).

Сейчас здание принадлежит российскому судостроительному и судоремонтному предприятию АО «Холдинговая компания «Дальзавод». В здании находится центральный склад. Его адрес: Владивосток, ул. Дальзаводская, 2.

Любопытно, что в 1897 году один из построенных сухих доков Дальзавода назвали в честь цесаревича Николая – будущего императора Николая II, расстрелянного в Екатеринбурге. Этот



Главное здание Дальзавода. Владивосток, фото начала XX века



Здание в Матросской слободке. Владивосток, фото начала 1920-х годов



Нынешний вид бывшего здания коммерческого училища. Владивосток, современное фото

док сохранился до сих пор как «сухой док № 1».

Здание в «Матросской слободке». В 1920 году, когда Владивостокский политехнический институт «попросили» не только из здания Коммерческого училища, но и из Шефнеровских казарм, институту пришлось искать новое помещение. И оно нашлось в Матросской слободке: улица 7-я Матросская, 12.

Это кирпичное трехэтажное здание с двухэтажным эркером в главной части фасада было построено в начале XX века. До 1920 года здесь располагался пункт гуманитарной помощи жителям восточной части города. Рядом располагался склад той самой помощи (которая шла в основном из Японии). Политехнический институт работал здесь вплоть до 1924 года.

После объединения вузов города в единый университет здание отдали под школу. Затем здесь располагалось техническое училище № 5, затем техническое училище связи № 8. В 1970-х годах окрестные дома снесли и рядом выстроили новую школу (№ 22) и школьный стадион. До 2013 года здесь располагался Владивостокский колледж связи, экономики и сервиса (созданный на базе училища связи). Сейчас здание находится на консервации, возможно, будет снесено.



Нынешний вид здания Дальзавода. Владивосток, современное фото



Нынешний вид здания в Матросской слободке. Владивосток, современное фото

Здание Восточного института. В 1923–1924 годах после объединения вузов Владивостока в один университет главным учебным зданием нового вуза стало здание Восточного института.

Старейший вуз Владивостока – Восточный институт – был основан еще в 1899 году. Здание строилось с 1896 по 1899 год по проекту архитектора А. А. Гвоздиовского. Основное направление обучения – изучение восточных языков, подготовка кадров для административных и торгово-промышленных учреждений Дальнего Востока. В 1918 году из-за финансовых проблем институт начал распадаться. В 1920 году решением Приморской областной земской управы на его базе был основан новый Государственный дальневосточный университет. Этот университет и стал основой для нового – уже советского – университета, объединившего все вузы города в один.

Здание долгие годы было главным зданием Дальневосточного государственного технического университета (сейчас входит в состав ДВФУ). Сейчас это одно из учебных зданий ДВФУ. Современный адрес: ул. Пушкинская, 10. Кстати, фасад этого здания легко узнаваем из-за каменных львов, расположенных по бокам от входа.

Со зданием Восточного института связана история, имеющая отношение к журналу «Известия УГИ» (ныне - «Известия УГГУ»). Первый том этого журнала печатался в типографии Восточного института, которую арендовал В. А. Григорьев, с которым и был заключен договор на печать. Договор был заключен в конце 1919 года, а журналы должны были быть напечатаны не позднее февраля 1920 года – т. е. к моменту закрытия кредитов на 1919 год, так как не было известно, будут ли кредиты на печать журнала в 1920 году. К оговоренному сроку Григорьев работу не выполнил и наполовину, и пришлось продолжать ее уже после февраля 1920 года, благо кредит снова удалось получить. К апрелю Григорьев, ссылаясь на инфляцию, повысил цену договора, и институту пришлось на это пойти. Григорьев деньги взял, а работу начал опять задерживать. В итоге журналы напечатали лишь к октябрю, причем брошюровать их пришлось сотрудникам института. А когда допечатали, оказалось, что вышло 500 лишних отдельных оттисков статьи Елиашевича и 800 оттисков статьи Веймарна. По иронии судьбы сегодня нам нужно благодарить мошенника Григорьева за «лишние» оттиски: дело в том, что журнал «Известия УГИ» печатался в двух вариантах: полном и урезанном («для студентов»), и до наших дней в архивах сохранился лишь урезанный вариант. Зато нашелся отдельный оттиск статьи Веймарна, которого нет в урезанном варианте⁴⁵.

Екатеринбург. 1919-1920 учебный год

После отъезда преподавателей и студентов во главе с Вей-



Здание Восточного института. Владивосток, фото начала XX века

марном во Владивосток в июле 1919 года Горный институт в Екатеринбурге сохранился почти чудом: К. К. Матвеев⁴⁶, оставшийся в институте исполняющим обязанности ректора (во время наступления Красной Армии на Екатеринбург Веймарн был в командировке), хотя и высказал сомнение в том, что может взять ответственность за эвакуацию⁴⁷, начал организовывать вагонытеплушки. И тот факт, что институт не был эвакуирован полностью, оказался делом случая: подводы для перевозки багажа к поезду реквизировали военные. В итоге часть преподавателей и имущества института остались в Екатеринбурге. 8 июля состоялся Совет института, на котором было решено, что Горный институт остается и действует в Екатеринбурге.

К началу 1919–1920 учебного года у института было лишь помещение Золотосплавочной лаборатории (см. о ней выше), да и то под вопросом. В октябре институту было отказано в аренде мужской гимназии, дома бывшего Главного начальника уральских заводов (вскоре его все-таки отдали Горному, поэтому о нем мы расскажем чуть ниже) и горного училища. Пришлось подыскивать новые помещения.

Дом Баландиных (здание Общественного собрания). В критической ситуации лишь к ноябрю 1919 года удалось для занятий первого курса снять один из залов бывшего Общественного собрания на углу Вознесенского проспекта (ныне – ул. Карла Либкнехта) и Клубной (ныне – Первомайская). Занятия здесь начались 16 ноября 1919 года.

Это каменное двухэтажное здание было построено до 1856 года. Домом Баландиных его называли из-за того, что изначально он строился как городская усадьба купца И. Д. Баландина, а затем принадлежал его наследникам (другая их усадьба сохранилась на нынешней улице Чапаева). Этот дом сначала арендовался, а потом был выкуплен городским Общественным собранием Екатеринбурга. В 1869–1973 годах здание перестраивалось под руководством архитектора М. Л. Реутова. При доме был сад, который в 1880 году расширили – за счет бывшей усадьбы Зотова. В 1915 году в здании прошла очередная реконструкция (на этот раз по проекту А. А. Федорова), в результате чего в здании появился зал со сценой, который используется до сих пор.

В 1917 году, когда в Екатеринбурге проходила Уральская областная конференция РСДРП, ее делегаты собирались в двух зданиях – в духовном училище (ныне – ул. 8 Марта, 62) и в здании Общественного собрания. Так как это была первая легальная конференция РСДРП, то она получила название Свободной, а руководил ею «товарищ Андрей» – Я. М. Свердлов, имя которого носил Екатеринбург с 1924 по 1991 год. В этом здании проходили заключительные заседания этой конференции.



Нынешний вид здания. Владивосток, современное фото

 ⁴⁵ Это статья «Очерки по энергетике культуры». После того как был обнаружен оттиск, мы перепечатали ее (Изв. УГГУ. 2016. № 2(42). С. 101–110).
 46 Константин Константинович Матвеев – основатель уральской школы минералогии и петрографии. Был и. о. ректора, деканом геологоразведочного факуль-

^{«•} Константин Константинович Матвеев – основатель уральской школы минералогии и петрографии. ьыл и. о. ректора, деканом геологоразведочного факультета (1919) Уральского горного института, затем Уральского государственного университета (1920—1921), заведующим кафедрой минералогии и петрографии (1925—1949). Доктор геолого-минералогических наук, профессор. Организатор и первый председатель Уральского отделения Всесоюзного минералогического общества. Интересный факт: в 2017 году Бажовскую литературную премию получила книга внучки К. К. Матвеева — Анны Матвеевой «Горожане», в которой один из рассказов посвящен К. К. Матвееву и его семье.

⁴⁷ Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 299.



Здание Общественного собрания. Фото начала XX века

При Советской власти в 1918 году здесь располагался городской комитет партии, а после 1919 года сначала клуб Красной Армии, а затем клуб коммунистов. С 1936 года здесь начал работать Театр юного зрителя, который потом (в 1977 году) переехал в новое здание (поэтому некоторые нынешние старожилы называют его «зданием старого ТЮЗа»). Сейчас в нем работает Учебный театр Екатеринбургского государственного театрального института. Современный адрес: ул. Карла Либкнехта, 38.

Американская гостиница. Здание гостиницы на углу Покровского проспекта (ныне – ул. Малышева) и ул. Златоустовской (ул. Розы Люксембург) построено во второй половине XIX века по прошению купца П. В. Холкина. Это был комплекс, включавший в себя шесть построек: собственно гостиница, ресторан с магазином, жилой дом, биллиардная, флигель и конюшня. Все здания объединялись кирпичной оградой с трехчастными воротами.

Биллиардную и ограду снесли в 1971 году, в 1976-м разрушили ворота, кирпичную стену, флигель и конюшню. В 2005 году здание гостиницы и блок с рестораном и магазином были реконструированы: к ним надстроили еще один этаж, который сравнялся по высоте с гостиницей. Жилой дом сохранился (находится во дворе здания).

Известна история начала XX века, когда владелец этого гостиничного комплекса Павел Холкин, установивший в своих зданиях электрическое освещение, остался очень недоволен качеством услуг, предоставляемых городской электростанцией, директором которой был инженер Л. А. Кроль: электричество то появлялось, то исчезало. Ходили слухи, что таким образом Кроль оказывает давление на строптивых абонентов, которые, подключаясь к электростанции, отказываются покупать у нее же электрические лампочки, закупая их по дешевке у конкурентов. Холкин, известный своим вздорным нравом, в ходе этого кон-



Здание Американской гостиницы. Фото начала XX века



Нынешний вид здания. Сейчас это учебный театр ЕГТИ. Фото автора

фликта дошел до того, что отказался от услуг Кроля, установив собственную динамомашину.

В Американской гостинице, которая считалась одной из лучших в городе, останавливались в разное время такие известные люди, как И. И. Пущин, А. П. Чехов и Д. И. Менделеев. Любопытно, что и писатель Чехов, и химик Менделеев оставили о Екатеринбурге записки не самого лестного характера. Антон Павлович, останавливавшийся здесь в 1890 году во время путешествия на Сахалин, упомянул, что «Здешние люди внушают приезжему нечто вроде ужаса. Скуластные, лобастые, широкоплечие, с маленькими глазками, с громадными кулачищами», а сам город «такой же точно, как Пермь и Тула. Похож и на Сумы и на Гадяч». Не более благожелателен был и Дмитрий Иванович, отметивший: «Екатеринбург называют столицей Урала. Нельзя сказать, чтобы он производил впечатление, соответствующее названию. Правда, город большой, но какой-то унылый, как будто он обустраивается, и как будто разрушается». А в 1915 году здесь останавливался поэт Константин Бальмонт, который поддержал своих предшественников такими словами: «Город сонный и отставший в умственном отношении на целую четверть века».

В 1918 году в здании располагалась знаменитая ЧК – Чрезвычайная комиссия по борьбе с контрреволюцией, которая на местном уровне решала в том числе судьбу Романовых.

В 1919 году горному институту удалось здесь арендовать зал для лекционных занятий второго курса (практические занятия проходили в Золотосплавочной лаборатории). Длилось это не очень долго, вскоре гостиницу занял Совет народного хозяйства.

В дальнейшем в бывшей гостинице располагались суд и прокуратура Свердловской области, а затем педагогическое училище. А с 1967 года здание занимает художественное училище, которое в 1987 году получило имя И. Д. Шадра⁴⁸. Современный адрес – ул. Малышева, 68а⁴⁹.



Нынешний вид здания. Сейчас в нем расположено художественное училище им. И. Д. Шадра. Фото автора

⁴⁸ Иван Дмитриевич Шадр (урожденный Иванов, взявший псевдоним по названию родного города — Шадринска) — один из самых известных советских скульпторов 30-х годов прошлого века. Подростком с родителями переехал в Екатеринбург, где сумел без подготовки поступить в Екатеринбургскую художественно-промышленную школу, так что екатеринбуржцы считают его своим земляком. Самая известная скульптура Шадра — «Девушка с веслом». Это обнаженная фигура, которая была установлена в ЦПКиО им. Горького в Москве. Любопытно, что натурщицей для этой скульптуры была студентка Вера Волошина, которая в 1941 году казнена немцами в один день с Зоей Космодемьянской за то же преступление (диверсия) и тем же самым способом (повешение).

⁴⁹ Раньше адрес был ул. Малышева, 68, но сейчас адрес ул. Малышева, 68/ул. Розы Люксембург, 4 занимает торговый центр «Покровский пассаж».



Дом главного начальника горных заводов Хребта Уральского. Фото начала XX века



Нынешний вид здания. Областная больница № 2. Фото автора

Дом главного начальника горных заводов Хребта Уральского. Отчаявшись получить поддержку на местном уровне, представители Горного К. К. Матвеев и избранный на Совете института ректором Н. Г. Келль неоднократно ездили в Москву, чтобы институт получил поддержку на самом высоком уровне. Итогом стала телеграмма за подписью члена Президиума ВСНХ Сыромолотова в Екатеринбургский горисполком, в которой предписывалось отдать для нужд Екатеринбургского горного института дом бывшего начальника Горного управления (так в то время было принято называть это здание). И в самом начале 1920 года (решение было принято в декабре 1919 года) часть помещений этого здания была передана горному институту.

Строившееся архитектором М. П. Малаховым в 1817 году как жилой дом пермского берг-инспектора А. Т. Булгакова зда-ние в начале 1830-х годов было продано казне – под квартиру для Главного горного начальника. К двухэтажному дому Булгакова были достроены портик и мезонин. Дом окружала садовая ограда, а рядом располагались конюшня и хозяйственные пристройки. С юга к дому примыкал сад. Серьезной перестройке здание подверглось спустя сто лет – в 1930-х годах.

Почти 20 лет – с 1837 по 1856 год – в этом доме жил самый известный из Горных начальников генерал Владимир Андреевич Глинка, который железной рукой руководил заводами Хребта Уральского, за что получил прозвище «Царя и Бога» Уральских заводов. В 1837 году у него останавливался при визите в Екатеринбург наследник престола Александр Николаевич – будущий император Александр II со свитой, в которую входил его наставник поэт В. А. Жуковский. После отставки Глинки дом занимал Ф. И. Фелькнер, потом А. А. Иосса и все последующие горные начальники – вплоть до 1917 года.

В 1918 году в этом здании на Гимназической набережной (ныне – набережная Рабочей молодежи) размещались Екатеринбургский окружной комитет Советов рабочих и солдатских депутатов и областной комитет Уральского Совета рабочих и солдатских депутатов.

С 1920-го до осени 1921 года в здании размещался геолого-разведочный факультет горного института, который с 1921 года стал работать уже в составе Уральского государственного университета, пока не переехал в здание бывшей второй женской гимназии (нынешнее главное здание УГГУ). После этого переезда бывший дом начальника Горного управления отдали под

квартиры для профессоров Горного. В частности, там жила семья переехавшего из Томска профессора П. К. Соболевского. Сохранились воспоминания его дочери Ольги Станиславовны, что их квартира отапливалась печами, а вот за водой приходилось ходить к городскому пруду 52 , там же стирали белье.

Сегодня в здании расположена областная больница № 2. В советское время это была спецбольница для высшего начальства области, в просторечии «спецуха». Современный адрес: набережная Рабочей молодежи, 3.

Кстати, в подвале этой больницы есть дверь, заложенная кирпичной стеной еще до 1915 года. Есть предположение, что она может вести в пороховой погреб Екатеринбургской крепости. Если это предположение верно, то за этой дверью может быть не только самое старое подземное сооружение Екатеринбурга, но и вообще одно из первых каменных сооружений периода городазавода.

Дом купца Пшеничникова. Здание, стоящее по соседству с бывшим домом начальника Горного управления, о котором мы рассказали ранее, из-за своей богатой событиями истории имеет множество названий: он же дом Главного лесничего Уральских горных заводов, он же дом страхового общества «Якорь»⁵4, он же дом Мира и Дружбы. Также он иногда упоминается как дом Логинова (по фамилии одного из владельцев). Ныне – Приемная Президента РФ. Какое название использовать – зависит от того, о каком историческом периоде времени идет речь.

Заказчиком строительства и первым владельцем дома был екатеринбургский купец И. Г Пшеничников, по заказу которого над проектом работали архитекторы И. И. Свиязев и М. П. Малахов в 1930-х годах. Как дом Главного лесничего Уральских горных заводов он стал известен почти сразу после постройки, когда сдавался под служебную резиденцию Главного лесничего 53 .

В 1910 году наследница Пшеничникова М. И. Емельянова продала часть усадьбы К. К. Попову, управляющему екатеринбургской конторой страхового общества «Якорь»⁵⁴, который отремонтировал здание и открыл в нем представительство этой конторы, которое существовало здесь до 1917 года. Именно поэтому в начале 1920-х годов это здание повсеместно называлось домом бывшего страхового общества «Якорь».

Горный институт занимал это здание в тот же самый период, что и соседнее: решение о передаче здания было принято в декабре 1919 года, а студенты там учились с января 1920 по сентябрь

⁵⁰ Федор Федорович Сыромолотов учился в Горном училище Екатеринбурга и был здесь участником революционного движения в 1905 году. В 1919–1921 годах в Москве исполнял обязанности заведующего финансами ВСНХ, был председателем Горного Совета, наблюдающего за научно-техническим отделом, Главным геодезическим управлением, членом ЦК горнорабочих, членом Малого Совета народных депутатов, членом президиума Госплана.

⁵¹ Сейчас «геологоразведочный» принято писать слитно.

⁵² В то время водопровода в Екатеринбурге еще не было.

⁵³ Самым известным Главным лесничим Уральских горных заводов был И. И. Шульц, занимавший эту должность с 1837 по 1858 год. Он проводил широкие работы по восстановлению лесов на местах бывших горных выработок, для чего даже изобрел специальную сеялку.
54 Страховое общество «Якорь» было основано в 1872 году в Москве известным предпринимателем А. И. Абрикосовым. К 1917 году это общество имело

⁵⁴ Страховое общество «Якорь» было основано в 1872 году в Москве известным предпринимателем А. И. Абрикосовым. К 1917 году это общество имело множество филиалов и входило в десятку крупнейших страховщиков в стране.

1921 года. В тот период, когда Горный институт вошел в состав Уральского государственного университета, там размещался рудничный факультет.

О том, как в дальнейшем использовалось здание, сведений нет до 1980-х годов, скорее всего, в нем были коммунальные квартиры. 13 июня 1986 года (в международный год Мира) в этом здании открылся Свердловский областной Дом Мира и Дружбы, который проработал там до 2009 года, когда там разместилась Приемная Президента РФ Д. А. Медведева (ныне – Приемная Президента РФ В. В. Путина). Современный адрес здания: наб. Рабочей Молодежи, 2/пер. Химиков, 1.

1920-1921 год

Проигранная «битва» за независимость Горного. В 1920 году Уральский горный институт перестал существовать как самостоятельный вуз, влившись в состав Уральского государственного университета.

Сейчас то, что Горный в то время влился в состав университета и потерял самостоятельность – уже исторический факт, однако в период слияния вузов этот вопрос был чрезвычайно спорным. Уральский горный институт до последнего стремился остаться самостоятельным, но ему это не удалось. Для того чтобы обозначить этапы этой борьбы, которую в заголовке мы на-звали «проигранной «битвой» за Горный», расскажем вкратце историю создания в Екатеринбурге Уральского государственного университета.

Начнем с того, что еще с конца XIX века Пермь и Екатеринбург вели борьбу за право открыть первый вуз на Урале⁵⁵. Формально эту борьбу выиграл Екатеринбург, так как именно здесь в 1914 году был основан Горный институт, но на практике Пермь наверстала упущенное, открыв отделение Петроградского университета, где уже в 1916 году начались занятия (а занятия в Горном институте в Екатеринбурге начались годом позже), а в 1917 это отделение в Перми уже было преобразовано в самостоятельный университет. Естественно, в Екатеринбурге раздались голоса: «А чем мы хуже?». И в конце декабря 1917 года Я. А. Шохат (кстати, профессор Уральского горного института) предложил проект «Народного университета»⁵⁶. Под этим словосочетанием подразумевалось обучение широких народных масс по «любым специальностям», без экзаменов и зачетов (!). Модная в то время идея была подхвачена, и уже в начале 1918 года университет действительно открылся. В современном нашем понимании это было что-то вроде курсов для всех желающих (где, кстати, с удовольствием преподавали профессора из Горного). Проект этот вскоре заглох, так и не успев развиться, но слово «университет» в Екатеринбурге стало на слуху. Поэтому,



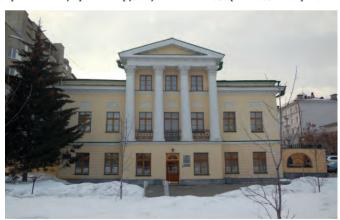
Бывший дом купца Пшеничникова (дом страхового общества «Якорь»). Фото начала XX века

когда в 1919 году после восстановления в Екатеринбурге Советской власти появилась идея создания университета, первоначально предполагалось, что создаваться он будет на базе существовавшего «Народного университета». Однако постепенно идея создания советского университета (уже без всякой опоры на «Народный университет», который при ближайшем рассмотрении по уровню оказался не выше общеобразовательной школы для рабочих, просто с громким названием) в Екатеринбурге набирала сторонников (в их числе был и Шохат), и Горному пришлось с этим считаться.

Коротко можно сказать, что к началу 1920 года в Екатеринбурге параллельно существовали две концепции развития высшего образования. Первая концепция: образование нового университета, лидером которой стал приехавший из Петрограда А. П. Пинкевич⁵⁷, позже ставший первым ректором университета и директором педагогического института, входящего в его состав. Сторонником второй концепции – независимого горного института – были профессора Горного, из которых самым ярким сторонником самостоятельности был К. К. Матвеев. О Матвееве мы уже упоминали, когда рассказывали о том, что именно он остался и. о. ректора после отъезда из Екатеринбурга Веймарна и сумел сохранить институт. В конце 1919 года на Совете института ректором был избран не он, а профессор Н. Г. Келль, но Матвеев остался членом Совета, и именно он до конца «бился» за Горный.

Поначалу казалось, что эти концепции могут существовать независимо друг от друга, однако из-за недостатка финансирования и помещений, пригодных для вузов в Екатеринбурге, они неизбежно должны были «столкнуться лбами». Однако на начальном этапе Горный просто вел свою собственную политику выживания. Мы уже писали о том, что в конце 1919 года в Москве при поддержке выходца из Екатеринбурга Ф. Ф. Сыромолотова Матвееву и Келлю удалось «выбить» для института два здания на берегу городского пруда. Однако положение института все равно оставалось плачевным, и тогда – в феврале 1920 года – горняки обратились за помощью к Троцкому.

Тут нужно напомнить, что в 1920 году Л. Д. Троцкий был, по сути, вторым по значимости человеком в стране после В. И. Ленина (например, нынешняя улица 8 Марта с ноября 1919 года называлась ул. Троцкого). Способ обратиться к нему напрямую был, так как в феврале он сам приехал в Екатеринбург. Причина, которая привела Троцкого на Урал, некоторым образом касается нашей темы, поэтому есть смысл о ней упомянуть. В январе 1920 года на адрес Ленина и Троцкого пришла телеграмма от командира 3-й армией Восточного фронта М. С. Матиясевича с предложением преобразовать эту армию в Трудовую. Ленин поддержал идею, а Троцкий



Современный вид здания. Приемная Президента РФ. Фото автора

⁵⁵ Подробнее см. Шорин А. Г. Два года, о которых мы забыли (Уральский горный институт в 1917–1919 гг.) // Изв. УГГУ. № 4(44). 2016. С. 105–108.

⁵⁶ Подробнее см. Филатов В. В. «Быть по сему!». Екатеринбург, 2014. С. 289–296.

⁵⁷ Альберт Петрович Пинкевич – педагог и организатор народного образования, доктор педагогических наук. Первый ректор УрГУ, с 1924 года работал в МГУ в Москве. В 1937 году репрессирован и расстрелян.

начал на основе военных армий создавать Трудовые армии повсеместно. Так уже в феврале на Урале была создана 1-я Революционная Армия Труда, а в Екатеринбурге появился еще один орган власти – Совет трудовой армии (Совтрударм-1), председателем которого был назначен Троцкий. Для нашей темы имеет значение, что, во-первых, по причине создания Совтрударм-1 Л. Д. Троцкий побывал в феврале 1920 года в Екатеринбурге, а во-вторых сам этот орган власти еще будет нами упоминаться в связи с передачей зданий вузам.

После обращения к Троцкому было принято решение о передаче горному институту двух зданий (об этих и других зданиях – чуть позже). А кроме Троцкого в число сторонников Горного удалось привлечь другого высокого партийного деятеля – Г. Л. Пятакова, который внес предложение «укрепить горный институт (...), а организацию университета запретить 58».

Как видим, сторонникам Горного удалось привлечь на свою сторону очень видных деятелей государства. Однако у Пинкевича союзники оказались еще выше: это были самый известный из пролетарских писателей Максим Горький⁵⁹ и сам В.И. Ленин, причем именно Ленин предложил в составе университета иметь техническое направление: «Почему в Вашем проекте, – заявил он в беседе с Горьким, – не говорится о технической силе и горной жизни Урала?»⁶⁰. С такими союзниками сторонникам независимого Горного института просто «выкрутили руки».

В итоге Горный был разделен на два института: собственно Горный (с геолого-разведочным, рудничным и металлургическим факультетами) и Политехнический — с механическим, химическим и инженерно-лесным факультетами 62. Тут нужно отдать должное мужеству Матвеева, который даже в такой ситуации не сложил руки, а продолжал бороться. Когда стало ясно, что Горный неизбежно войдет в состав университета, он предложил сам университет рассматривать как союз институтов, каждый из которых имеет собственное руководство. Тогда Екатеринбургскому Губисполкому в августе 1920 года пришлось просто распустить Совет Горного института, а ректором был избран А. Е. Маковецкий, абсолютно лояльный к проекту вхождения Горного в состав университета.

Любопытно, что Матвеев, воспитанный Веймарном в духе свободолюбия, не сдался окончательно и после закрытия Совета, и даже после того, как Ленин в октябре подписал декрет⁶⁴ об учреждении Уральского государственного университета. Уже в ноябре и декабре 1920 года он вновь ездил в Москву, пытаясь добиться хотя бы какой-то самостоятельности для Горного. И в итоге попал в опалу: в начале 1921 года он был выведен из состава Оргкомитета университета⁶⁵. В числе преподавателей университета он, правда, остался, но, несмотря на выдающиеся научные заслуги, должность заведующего кафедрой ему удалось получить лишь в 1925 году – когда университет уже был расформирован.

Здания, которые мог получить Горный в 1920 году

Теперь вернемся к зданиям, которые «выбивал» для себя Горный

в 1920 году. В мае 1920 года Совет Горного института⁶³ постановил «настаивать перед Наркомздравом на занимаемых ныне под госпитали... учебных помещениях г. Екатеринбурга: старого и нового епархиальных училищ, 19 июня Уполномоченный Наркомздравотдела известил, что дается предписание к свертыванию госпиталей в зданиях 1) старого епархиального училища, 2) нового епархиального училища, 3) духовного училища». Все эти здания тогда могли перейти к Горному, но перешли к Уральскому государственному университету.

Женское епархиальное училище имело в Екатеринбурге несколько зданий, которые принято делить на старое епархиальное училище (ныне – Екатеринбургский монтажный колледж, расположенный по адресу: ул. Декабристов, 83), новое епархиальное училище (современный 2-й учебный корпус УГГУ по адресу: пер. Университетский, 9) и пансион женского епархиального училища (ныне – Екатеринбургский экономико-технологический колледж, расположенный по адресу: ул. Декабристов, 58). Более подробно о епархиальном училище в целом и здании нового епархиального училища в частности мы расскажем в разделе, посвященном современным зданиям УГГУ.

Екатеринбургское духовное училище. Построено в юго-восточном углу квартала, ограниченного Сибирским проспектом (ул. Куйбышева), ул. Монастырской (Народной Воли) и Щепной площадью (пер. Университетский). На этом месте стоял особняк купца Ф. И. Коробова, который в 1841 году был продан в казну. В том же году архитекторы Э. Х. Сарториус и В. Гуляев перепланировали здание, и здесь открылось мужское духовное училище, в котором учились изобретатель радио А. С. Попов и два уральских писателя – Д. Н. Мамин-Сибиряк и П. П. Бажов. В 1920 году здесь располагался Рабочий факультет, который начал создаваться еще в Горном институте, а потом перешел университету. Позже здание было передано СИНХу – Свердловскому институту народного хозяйства, ныне это корпус Уральского государственного экономического университета (УрГЭУ). Современный нам вид здание обрело в результате реконструкции 1934–1941 гг. Современный адрес – ул. 8 Марта, 62.

Здесь стоит еще отметить, что университет в этот период времени занимал еще и другие здания. Так, например, медицин-ский факультет располагался в здании первой женской гимназии (ныне – корпус УрГПУ – Уральского государственного педагогического университета по ул. Карла Либкнехта, 9/ул. Толмачева, 8), второй женской гимназии (ныне – главный корпус УГГУ, о котором ниже мы расскажем подробнее), а также в бывшем помещении Русского банка по внешней торговле по ул. Малышева, 36 (бывший Покровский проспект, это здание ныне перестроено) и некоторых других помещениях, иногда очень слабо подходящих для учебных целей.

Именно в тот период, когда Горный институт влился в состав университета, горняки начали учиться в двух самых старых зданиях, которые сейчас принадлежат Уральскому государственному горному университету. Подробно о них мы расскажем уже в следующем разделе.

Продолжение читайте в следующем номере.

Александр Георгиевич Шорин, sandy_blood@mail.ru

Уральский государственный горный университет Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

⁵⁸ Главадский М. Е. Рождение Уральского университета. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1995. С. 70.

⁵⁹ С 1936 по 2011 год (когда он влился в состав УрФУ) Уральский государственный университет носил имя А. М. Горького. Любопытный факт: А. М. — это инициалы Алексея Максимовича Пешкова, который печатался под псевдонимом Максим Горький, т. е. в названии использовались инициалы реального человека, а вместо фамилии использовался псевдоним. Сейчас такое кажется непонятным и даже смешным (ну, например, как если бы современного писателя Григория Шалвовича Чхартишвили, печатающегося под псевдонимом Борис Акунин, назвали Г. Ш. Акуниным), но в то время, когда вместо фамилий многие известные люди использовали партийные клички (Ленин, Сталин, Молотов и пр.), литературный псевдоним Горького воспринимался тоже как партийная кличка, заменяющая фамилию, и употребление настоящего имени с псевдонимом у Горького считается устоявшимся.

⁶⁰ Там же. С. 69.

⁶¹ C разделения Горного на два института началась история Уральского политехнического института – УПИ (ныне – УрФУ).

⁶² Там же. С. 80-81.

⁶³ Выписка из Протокола заседания Президиума Екатеринбургского Губисполкома от 31 августа 1920 года

⁶⁴ Декрет СНК РСФСР от 19 октября 1920 года.

⁶⁵ Главадский М. Е. Рождение Уральского университета. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1995. С. 118.

УРАЛЬСКИЙ ХИМИК Б. П. ПЕНТЕГОВ И ЕГО ВКЛАД В ДАЛЬНЕВОСТОЧНУЮ НАУКУ

Н. В. Хисамутдинова

Ural chemist B. Pentegov and his contribution into the science in the Far East

N. V. Khisamutdinova

The article describes the biography of Boris Pentegov, an outstanding chemist, an engineer of the chemical industry, a professor of the higher education. He came to Vladivostok with the Ural Mining Institute in the Civil war to become one of the founders of science and higher education in the Russian Far East. He has also organized the first scientific chemical school there. His scientific interests were devoted to the most urgent items of that time – research on local nature resources. He manifested himself as a talented researcher of mineral resources, fish supplies, etc. as well a good engineer in organizing iodine extraction from laminaria, local winemalking and canned fish production. Most of his scientific and technological ideas hasn't lost their significance till now.

Статья рассказывает об ученом-химике, производственнике и педагоге высшей школы Борисе Петровиче Пентегове. Приехав во Владивосток в годы Гражданской войны вместе с Уральским горным институтом, он стал одним из основателей науки и высшего образования на Дальнем Востоке России, создателем первой научной химической школы. Подчиняя свои научные интересы наиболее актуальному направлению того времени – изучению местных природных ресурсов, Б. П. Пентегов проявил себя не только как талантливый ученый (исследование полезных ископаемых, рыбных запасов и других природных богатств), но и как производственник. Он считается инициатором извлечения йода из морской капусты, виноделия из дикого винограда, производства консервов из сельди-иваси. Большинство его научных и технологических разработок не потеряли своего значения и в наши дни.

🖊 изнь профессора Уральского горного института Бориса Петровича Пентегова (1887, Камышловка Пермской губ.-1953, Магадан?), ставшего одним из основателей науки и высшего образования на Дальнем Востоке, - яркий пример того, как пытливые и одаренные люди добиваются цели наперекор неблагоприятным обстоятельствам. Родившись в большой и небогатой семье, мальчик с детства помогал отцу ее содержать и привык полагаться только на себя. Он отлично учился сначала в приходской и городской школах, а с 1904 г. - в Уральском горном училище. Зарабатывать на жизнь пришлось и будучи студентом: зимой репетиторством, летом на рудниках. В училище Борис Пентегов был на хорошем счету, но на свою беду увлекся политикой: участвовал в организации политического клуба учащихся Екатеринбурга, был членом стачкома, вел агитацию среди рабочих. Последовало наказание в виде тюремного заключения. Юноша оказался в одной камере с биологом М. Пипкевичем, позже профессором Московского университета, который заметил у Пентегова интерес к естествознанию и стал заниматься с ним. Этот «тюремный лекторий» сослужил будущему ученому добрую службу.

Через три месяца Пентегова освободили и выслали в Челябинск под гласный надзор полиции. Там он нашел работу чертежника и репетитора, но не переставал думать о продолжении образования. В 1906 г. Пентегов нелегально приехал в Санкт-Петербург и поступил на биологическое отделение Вольной высшей школы П. Ф. Лесгафта. Жил он на небольшие деньги, которые зарабатывал преподаванием естествознания в школе для детей безработных.

Вскоре науки захватили его: помимо своих занятий он посещал лекции в Психоневрологическом институте и помогал профессору Лесгафту в его Биологической лаборатории. Летом 1907 г. Пентегов провел там первое самостоятельное исследование. Впереди были экзамены на звание учителя и аттестат зрелости, но к ним допускались только те, кто имел документ о



Фото из личного дела Б. П. Пентегова (архив Дальневосточного федерального университета).

благонадежности, а у студента-нелегала его конечно же не было. Выхлопотать необходимые бумаги помогли родители ученика, с которым студент занимался. Все экзамены Борис Пентегов сдал в 1908 г. экстерном и стал преподавать естественные науки и химию в Лиговских вечерних классах для рабочих, открытых при Императорском русском техническом обществе¹.

В 1909 г. он поступил вольнослушателем на естественное отделение физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета, а когда открылась группа химии, перевелся туда. В 1913 г. окончил университет с дипломом 1-й степени как специалист в области общей химии². Пентегов хотел всецело по-

¹ Российский гос. архив экономики (РГАЭ) (Москва). Ф. 4394. Оп. 1. Д. 211 (автобиография Б. П. Пентегова). Л. 35–36.

² Центральный гос. исторический архив Санкт-Петербурга. Ф. 14. Оп. 15. Д. 2811 (Дело Имп. СПб. ун-та стороннего слушателя Пентегова Б. П.). Л. 1–5.

святить себя науке и начал работать в лаборатории профессора Л. А. Чугаева, исследуя комплексные соединения, но тяжелое материальное положение заставило его уйти на производство: он принял предложение Кыштымских горных и химических заводов на Урале, где его хорошо знали по летней работе в лабораториях. Он поступил химиком на завод по сухой перегонке древесины, но и там продолжил исследования, начатые с Чугаевым.

Осенью 1914 г. химик получил ответственное задание: разработать метод плавки электролитных золото- и серебросодержащих шламов и наладить это производство – впервые в России. Через год задание было выполнено, после чего последовало повышение по службе: Пентегова назначили помощником управителя по научно-техническому контролю производства на Карабашском медеплавильном заводе. К этому времени появились первые публикации: молодой ученый-производственник напечатал результаты своих исследований в журнале Русского металлургического общества и в «Уральском технике». В 1914 г. он стал членом Русского физико-химического общества. При пуске нового серно- и азотнокислотного завода в Кыштыме Пентегова назначили его заведующим, а после того как пожар уничтожил цеха, ему удалось в течение двух зимних месяцев восстановить производство, значительно переоборудовав его.

Карьера Пентегова продолжилась и после 1917 г.: он был назначен управителем Кыштымских химических и металлургических заводов. Одновременно он преподавал химию в реальном училище и биологию в вечерних классах для рабочих. Для Союза кооператоров Приуралья химик организовал ряд производств: солеварню, содовый завод, дегтярню. Был он и среди учредителей Приуральского общества изучения местного края (апрель 1918 г.), объединившего краеведов Челябинска и его окрестностей³.

В начале 1919 г. Б. П. Пентегов принял предложение ректора Уральского горного института (УГИ) П. П. фон Веймарна занять в молодом вузе кафедру физической химии, но поработать на Урале в новом качестве не удалось. Вместо занятий преподавателей ждала дальняя дорога - во Владивосток. Семья Пентеговых - Борис Петрович, Анна Алексеевна и маленький Глеб - приехали туда к концу года. К этому времени положение УГИ более или менее стабилизировалось, и Пентегов быстро включился в учебный процесс, проводившийся совместно с Владивостокским политехническим институтом. Вскоре оба вуза объединились, и химик стал исполнять должность профессора по кафедре физической химии горного факультета Владивостокского государственного политехнического института. Он читал будущим горным инженерам курсы физической, общей и технической химии и одновременно преподавал неорганическую химию в Учительском институте (с 1921 г. – Дальневосточный государственный педагогический институт имени К. Д. Ушинского). Он помогал и профессору Веймарну в его исследованиях по коллоидной химии. В 1921 г. оба химика совершили научную командировку в Японию и работали в Токийском университете, проводя исследования по «фиолетовой модификации CrCl₃ и изменению ее растворимости при изменении степени измельчения»⁴.

С окончанием Гражданской войны Владивосток лишился многих профессоров, уехавших в эмиграцию или вернувшихся в Европейскую Россию. Пентегов остался во Владивостоке. Молодой и честолюбивый, он видел перед собой обширное поле деятельности. Если раньше тон в химических исследованиях задавал Веймарн, то сейчас появилась реальная возможность сказать свое слово в науке. К этому времени увидела свет его первая дальневосточная публикация «Распределение меди в шлаке и



Рисунок 2. Пентегов – студент Санкт-Петербургского университета (Центральный государственный исторический архив Санкт-Петербурга, ЦГИА СПб.).

штейне пиритной плавки» (Владивосток: Тип. Воен. акад., 1922. 23 с.)

В 1922 г. Пентегов организовал лабораторию физической химии, в которой начал изучать физико-химические свойства дальневосточных месторождений полезных ископаемых и других природных богатств⁵. Ему помогали И. Н. Плаксин, тогда еще студент, и преподаватель кафедры металлургии И. Г. Жуков. Эти исследования продолжились и после слияния (из-за дефицита научно-педагогических кадров) Политехнического института с Государственным дальневосточным университетом (ГДУ). В объединенном вузе Пентегова назначили на должность профессора по кафедре физической, общей и технической химии. В июне 1924 г. вместе с другими преподавателями он стал сотрудником Дальневосточного краеведческого научно-исследовательского института (ДВКНИИ), образованного при ГДУ и выполнявшего роль краевого центра по координации научноисследовательской работы. Химика избрали в нем председателем промышленного отдела, главнейшей задачей которого было всестороннее изучение местных природных ресурсов.

Б. П. Пентегов с энтузиазмом воспринял это назначение. Он писал: «В Приморье заложены колоссальные богатства, которые в настоящее время находятся в скрытом или полускрытом состоянии... Для того чтобы эти спящие богатства стали нашей хозяйственной базой, чтобы они вышли из недр земли, глубин моря и глуши тайги, необходимо не только знание этих богатств, способов их добычи, но и широкое знакомство со способами их обработки и теми возможностями, какие эта обработка открывает нашему хозяйству»⁶.

В своей лаборатории, теперь уже под знаком ДВКНИИ, Борис Петрович Пентегов вместе с коллегами и студентами продолжил исследование минеральных ресурсов Дальнего Востока. Наибольшее внимание уделялось изучению каменных углей, для этого он разработал адсорбционный метод, позволявший дать

³ РГАЭ. Ф. 4394. Оп. 1. Д. 211. Л. 36-37.

⁴РГАЭ. Ф. 4394. Оп. 1. Д. 211. Л. 38.

⁵Архив ДВФУ. Личное дело Б. П. Пентегова. Б. л.

⁶ Пентегов Б. П. Задачи химической промышленности Приморья и Дальнего Востока // Сов. Приморье. 1925. № 3. С. 110–111.

исчерпывающую характеристику различных месторождений. В 1923–1926 гг. под руководством Б. П. Пентегова было проведено более 250 исследований дальневосточных угольных залежей – от Монголии до Анадыря. Особенно детально изучались угли приморских месторождений: их газоносность, способность к коксованию, выветриванию, самовозгоранию, гидрированию и пр. На основании полученных данных была составлена классификация углей и даны прогнозы по их использованию.

Так, в ходе работы вузовские химики выяснили, что зола каменного угля тавричанского месторождения, ближайшего к Владивостоку, оказалась богата солями калия и может применяться для производства удобрений, а угли некоторых шахт пригодны для полукоксования⁷. Результаты исследований нашли отражение в ряде статей и одной из важнейших работ Пентегова – книге «Ископаемые угли Дальнего Востока» (Владивосток: Книжное дело, 1927). К этому времени студенты ГДУ уже занимались по его учебнику «Общая химия», изданному в 1925 г. в университетской типографии. В 1926 г. Пентегов выступил с тремя докладами на 3-м Всетихоокеанском научном конгрессе в Токио.

Большой ряд исследований химические лаборатории ГДУ проводили по заданиям учреждений и предприятий, так как других научных учреждений в то время на Дальнем Востоке просто не существовало. Если в 1923 г. химики выполнили 169 заявок, то в 1924 г. - 228, а в 1925 г. - уже около 400. Особенно много заявок поступало от торговых организаций: на анализ жира амурского дельфина-белухи, приморской акулы, масла соевых бобов, тростникового сахара с Явы и других пищевых продуктов. Любопытным оказался результат анализа китайского свиного сала, поступавшего в те годы на российский рынок. «Как показал анализ пробы, присланной нам Дальгосторгом, - отмечал Пентегов, - сало является продуктом гидрогенизации растительного масла, вероятно, бобового, с примесью животного жира... при этом температура плавления и йодное число близко подходят к константам свиного сала». Неутешительные выводы были сделаны и после анализа чая. Те сорта, что поставлялись из Китая, пришлось признать не настоящим чаем, а его фальсификатами. Немногим лучше обстояло дело и с поставками из европейской части СССР: байховый чай содержал всего 25 % собственно чая, остальное было листьями кавказской брусники и черники⁸.

Этот плодотворный период можно считать становлением научной школы профессора Б. П. Пентегова. Студенты охотно участвовали в научно-исследовательской работе под его руководством. Педагог и ученый привлекал их не только обширными знаниями, интересными беседами, но и отсутствием излишней опеки, возможностью искать свой собственный путь. Пентегов смог передать ученикам свою увлеченность и любовь к науке, найдя в них последователей и продолжателей своего дела. И. Н. Плаксин, работавший в 1920-е гг. с Пентеговым, стал членом-корреспондентом Академии наук СССР, дважды лауреатом Государственной премии. Председатель Президиума Дальневосточного филиала Академии наук СССР в 1950-е годы, заслуженный деятель науки и техники РСФСР профессор В. Н. Быков тоже начинал свой путь в науке в этой лаборатории.

Научно-исследовательская деятельность Пентегова органично сочеталась с производственной. В конце 1922 г., сразу же после установления на Дальнем Востоке Советской власти, его назначили управляющим предприятия «Океан», выпускавшего продукцию из местного сырья. В числе заслуг химика на этом поприще – организация виноделия из приморского дикого винограда и консервного производства, в частности, выпуск кон-



Б. П. Пентегов в лаборатории с ассистенткой Р. Н. Нянковской (архив Дальневосточного федерального университета)

сервов из сардины-иваси, основного в те годы объекта добычи на Дальнем Востоке.

В 1926–1930 гг. химик заведовал технохимическим отделом Тихоокеанской научно-промысловой станции (ТНПС, ныне ТИН-РО-центр). Он и там организовал лабораторию и, сплотив вокруг себя последователей, создал научную школу по изучению химических свойств даров моря. По оценке нынешних деятелей ТИНРО, с исследований Б. П. Пентегова и его единомышленников началась дальневосточная рыбохозяйственная наука. Примечательно, что при изучении пищевых качеств рыбы Пентегов выходил на исследования, лежащие в стороне от химии, и затрагивал чисто биологические проблемы. Это позволило ему дать научно обоснованные рекомендации по хранению и переработке рыбы.

В лаборатории ТНПС Борис Петрович Пентегов продолжил исследования водорослей на предмет содержания в них йода и агар-агара. Он был уверен, что протяженное морское побережье позволяет Дальнему Востоку стать лидером в мировом производстве йода. В 1928 г. он возглавил комплексное исследование, включавшее большую экспедиционную и лабораторную работу и охватившее почти тысячу километров побережья – от мыса Поворотного под Находкой до Советской Гавани. В итоговой работе Пентегов систематизировал и подробно изложил способы добычи, переработки и использования водорослей в разных странах, делая выводы о рациональном их применении в условиях Дальнего Востока СССР. При этом он впервые поднял вопрос о подготовке в регионе специалистов химической промышленности и создании при ГДУ химического отделения со специализацией в области переработки продуктов моря⁹.

Химический факультет с профессором Пентеговым в качестве декана был создан в 1930 г. в Дальневосточном политехническом институте (ДВПИ) в ходе отраслирования высшего образования, когда ГДУ разделили на несколько технических вузов. На факультет возлагалось большие надежды по выпуску специалистов-химиков, но наладить учебный процесс не удавалось из-за дефицита преподавателей. Газета писала: «Даже на третьем курсе нет специальных дисциплин, и расписание заполняется чем попало, лишь бы студенты не болтались без дела... Проф. Пентегов поехал в Москву, чтобы выяснить вопрос о присылке специалистов для химфака, но на положительное разрешение этого вопроса надежды почти нет»¹⁰.

Не только на Дальнем Востоке, но и в целом по стране экстенсивное развитие высшего образования потребовало допол-

⁷ Пентегов Б. П. Исследовательская работа в области химии в ДВК за десять лет (1922–1932) // Вестник ДВ ФАН СССР. 1932. № 1/2. С. 22–24.

⁸ Пентегов Б. П. Три года работы лаборатории общей физической и минерально-технической химии Государственного университета по изучению Дальнего Востока // Производит, силы Дальнего Востока, Хабаровск: Владивосток; Кн. дело. 1927. Вып. 6: Промышленность. С. 205 (Отд. отт.)

⁹ Пентегов Б. П. Использование дальневосточных йодосодержащих водорослей. Владивосток: Кн. дело, 1929 (Изв. ТНПС; т. 3, вып. 5). С. 39.

 $^{^{10}}$ Брук. Слово химфаку ДВПИ // Красное знамя. 1931. 16 нояб.

нительных научно-педагогических кадров, и большинству преподавателей приходилось занимать по нескольку должностей. Вот и Б. П. Пентегов работал сразу в трех вузах, а в мае 1932 г. его назначили еще и директором только что открытого во Владивостоке Химического института Академии наук СССР. На сотрудников возлагалось продолжение исследований каменного угля, а также решение задач, связанных с получением соли, соды, йода.

Пентегов предвидел большое будущее для химической науки и химической промышленности на Дальнем Востоке и был участником химических исследований практически по всем направлениям развития народного хозяйства Дальнего Востока. Список его трудов свидетельствует, что он включался в решение таких задач, как производство удобрений, очистка производственных газов от пыли, сухая перегонка древесины, переработка моллюсков и многие другие. В 1932 г. он был удостоен премии Комитета химизации СССР за лучшие работы в области химических технологий, среди которых были и разработки производственных процессов для гидрогенизационного, сернокислотного и йодного завода, строительство которых он считал перспективным¹¹.

Подобных разработок от Пентегова ожидали и для открытия в Приморье солеваренного завода: дальневосточной рыбопромышленности соль требовалась в огромном количестве, а завоз ее обходился государству недешево. Увы, начав заниматься вопросами получения поваренной соли из морской воды еще в середине 1920-х гг. в своей лаборатории при ГДУ, Пентегов сделал однозначный вывод: «соляное предприятие в Приморье в таких условиях экономики и климата будет нежизнеспособным» 12. Короткая и мягкая зима сокращала период, когда соль можно было вымораживать, а летние влажность и облачность затрудняли выпарку соли на открытом воздухе.

В 1930–1931 гг. под давлением властей Борис Петрович Пентегов смягчил формулировку и продолжил исследования, но было поздно. Его первоначальные заключения о нерациональности соледобычи в Дальневосточном крае, расходившиеся с установками руководящих органов, послужили основанием для обвинения химика во вредительстве. 9 марта 1933 г. его арестовали за «вредительство в соляной промышленности» и приговорили к десяти годам заключения¹³. Он отбывал срок в Северо-Восточном лагере («Колымлаг»), где, по данным некоторых источников, занимал ответственную техническую должность. В мае 1943 г. он был восстановлен в правах, но без права выезда с Колымы до особого распоряжения.

О дальнейшей судьбе ученого рассказывает его письмо академику В. Л. Комарову от 3 августа 1944 г. из пос. Мякит Хабаровского края, где размещался Автотранспортный исправительно-трудовой лагерь ГУЛАГа. «В настоящее время работаю инженером-химиком Управления автотранспорта ГУСДС (Главного управления строительства Дальнего Севера – Н. Х.) и заведую химической лабораторией. Удалось провести ряд работ, внедренных в производство... В настоящее время успешно закончил работу по переводу газогенераторного автотранспорта на каменный уголь, причем присадкой воды или сырой чурки удалось обойтись даже без керамического топливника. Вот уже более года как здесь в лаборатории применяется разработанный мной быстрый, простой и дешевый поверхностно-капельный метод

Наталья Владимировна Хисамутдинова,

E-mail: natalya.khisamutdinova@vvsu.ru Владивостокский государственный университет экономики и сервиса Россия, Владивосток, ул. Гоголя, 41 анализа сталей для их маркировки. Работы пока не публиковал, но в настоящее время начинаю их готовить к печати...» 14 .

Более поздние сведения о Б. П. Пентегове уже относятся к Магадану, где весной 1949 г. был организован Всесоюзный научноисследовательский институт золота и редких металлов (ВНИИ-1). После очередного процесса «о вредительстве» в Магадан прибыла большая группа ученых, ставших сотрудниками института. Работал там и Пентегов. В сентябре 1949 г. он обращался в отдел кадров ДВПИ за справками для назначения пенсии, которые ему незамедлительно выслали. «Не могу найти слов, чтобы выразить вам благодарность за присланные справки, - писал химик 19 ноября 1949 г. в ответном письме. - Я их немедленно подал и с октября месяца получаю пенсию. Продолжаю работать в Институте. Как у нас здесь выражаются, "на материк" собираюсь ехать летом будущего года. Хочу подышать ароматом полей и услышать пение птиц, чего здесь не хватает... О Владивостоке и институте у меня сохранились самые лучшие воспоминания» 15. На материк Пентегов так и не попал: в декабре 1950 г. его дополнительно приговорили к высылке на поселение в район Колымы 16 .

Известный дальневосточный химик О. Б. Максимов, подвергшийся, как и Пентегов, репрессиям, описал в воспоминаниях встречу с ним в Магадане: «Химическим отделом заведовал Борис Петрович Пентегов, бывший профессор Дальневосточного университета... Стал он уже очень стар, все перезабыл и мало что смыслил в практической аналитической работе. Ну а его панический страх перед начальством делал работу под его руководством крайне неприятной и даже опасной» 17. Химику в то время едва минуло 60 лет.

Достоверных сведений о времени освобождения Пентегова из заключения нет. В одной из последних работ по истории Дальневосточного государственного университета дата 7 августа 1953 г. указана как время кончины ученого, наступившей в Магадане¹⁸. Реабилитировали его 13 мая 1957 г. определением Военного трибунала Ленинградского военного округа, вероятно, по ходатайству сына, Глеба Борисовича Пентегова, который к этому времени переехал из Владивостока в Ленинград.

Борис Петрович Пентегов был больше практиком, чем кабинетным ученым, и среди его опубликованных научных работ (всего более 60) мало крупных трудов. В основном это статьи, отражающие результаты исследований в области изучения полезных ископаемых Дальнего Востока и использования местного растительного и животного сырья. Подготовка публикаций по итогам целого ряда работ затягивалась, так как у исследователя просто не хватало времени. Последние работы, о которых сообщалось в письме В. Л. Комарову, так и не увидели свет.

Во Владивостоке уральский химик Б. П. Пентегов не забыт. Его обширная и плодотворная деятельность находит отражение в публикациях по истории науки и высшей школы Дальнего Востока. В частности, издание, посвященное юбилею Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйств¹⁹, называет его одним из основателей рыбохозяйственной науки. Приехав сюда с Урала уже состоявшимся ученым со сложившимися научными интересами, он смог в новых условиях найти применение своим знаниям и реализовать свой научный потенциал на благо региона.

Natal'ya Vladimirovna Khisamutdinova,

E-mail: natalya.khisamutdinova@vvsu.ru Vladivostok State University of Economics and Service Vladivostok, Russia

¹¹ Архив ДВФУ. Личное дело Б. П. Пентегова. Б. л.

¹² Пентегов Б. П., Плаксин И. Н. Поваренная соль из морской воды в условиях Приморья // Производ. силы Дальнего Востока. Хабаровск; Владивосток: Кн. дело, 1927. Вып. 6: Промышленность. С. 187.

¹³ Архив ДВФУ. Акт передачи-приемки ДВПИ им. В. В. Куйбышева. 15 мая 1937 г. Л. 11.

¹⁴ Архив Российской академии наук. Фонд В. Л. Комарова. URL: www.ras.ru//KArchive/pageimages/277/4

¹⁵ Архив ДВФУ. Личное дело Б. П. Пентегова. Б. л.

¹⁶ База данных о жертвах репрессий по Приморскому краю. URL: www.lists.memo.ru/d26/f61.htm

¹⁷ Максимов О. Б. Воспоминания. Владивосток: ДВО РАН, 2002. С. 170.

¹⁸ Дударенок С. М., Ермакова Э. В., Поправко Е. А. и др. Профессора Дальневосточного государственного университета. История и современность. 1899–2008. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. С. 382.

¹⁹ ТИНРО-90. Владивосток: ТИНРО-центр, 2015.

Уважаемые авторы!

Журнал «Известия УГГУ» публикует результаты научных исследований российских и зарубежных авторов на русском или английском языках.

К публикации принимаются статьи, снабженные следующими необходимыми компонентами.

1. Текст статьи на русском или английском языке (либо двуязычный) в электронном виде. Статьи принимаются на электронную почту редакции: iuggu-journal@yandex.ru. Не допускается направление в редакцию статей, уже публи-

ковавшихся или посланных на публикацию в другие журналы. Необходимо указывать номер УДК.

2. Список литературы на русском и английском языках. 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 списке. Упоминания ГОСТ, СНиП, правил безопасности, нормативных, законодательных и других документов рекомендуется приводить в тексте статьи, не вынося в список литературы. Обязательно отражение в статье мирового опыта по рассматриваемому вопросу, список литературы должен содержать современные зарубежные статьи (не ранее 2010 года издания). Самоцитирование не приветствуется, список литературы должен содержать не более 2–3 собственных работ автора. Наличие в списке литературы учебных пособий не допускается.

3. Аннотация и ключевые слова. Объем аннотации должен составлять 200–250 слов. По аннотации читатель дол-

жен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации. Стоит воздержаться от второстепенной информации и выражать мысли возможно более лаконично.

В аннотации должны быть отражены: предмет, тема, цель работы; метод или методология проведения работы; результаты работы и область их применения; выводы. Перевод аннотации, ключевых слов и списка литературы на английский язык осуществляется авторами, только если они уверены в качестве перевода, если же нет - перевод осуществляется редакцией. Перевод с помощью электронных переводчиков не рекомендуется.

4. Сведения об авторах. Необходимо указать на русском и английском языках ФИО, должность, ученую степень и

звание, место работы (учебы) с указанием полного почтового адреса, контактный e-mail, контактный телефон.

5. Рекомендация кафедры, или члена редколлегии, или редактора по разделу (в случае, если автор не имеет ученой степени).

6. Экспертное заключение о возможности опубликования.

Статью необходимо по возможности структурировать (разбивать на отдельные разделы) для более удобного восприятия материала. Объем статьи вместе с иллюстрациями не должен превышать 10 стр.

Плата за публикацию с авторов научно-технических статей, включая аспирантов, в порядке общей очереди не взи-

Оформление статей

1. Редактор Microsoft Word, гарнитура Times New Roman. Поля документа: левое 3 см, остальные – 2,5 см. Кегль 9, одинарный интервал. Абзацный отступ 0,63. Страницы нумеруются. Не допускаются пробелы между абзацами.

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. При наборе формул и текста латинские буквы выделяют курсивом, а русские, греческие и цифры – прямым шрифтом. Кегль шрифта в формулах должен совпадать с кеглем шрифта основного текста. Тригонометрические знаки (sin, cos, tg, arcsin и т. д.), знаки гиперболических функций (sh, ch, th, th 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 (°С – градусы Цельсия и т. д.) набираются прямым шрифтом.

4. Физические единицы приводятся в системе СИ.

Графический материал

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

Подрисуночная подпись должна быть набрана 7 кеглем, основной текст в таблице – 7 кеглем, шапка таблицы – 7

кеглем. Гарнитура текста в рисунках и таблицах - Arial, кегль 7.

Все статьи подлежат рецензированию, мнение рецензента всегда доводится до сведения автора.

Примеры оформления библиографического списка

Монографии

Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. М.: Мир, 1981. 280 с.

Статьи в периодических изданиях Абатурова И. В., Грязнов О. Н. Инженерно-геологические условия месторождений Урала в скальных массивах // Изв. вузов. Горный журнал. 2014. № 6. С. 160–168.

Авторефераты, диссертации
Овечкина О. Н. Оценка и прогноз изменения состояния геологической среды при техногенном воздействии зданий высотной конструкции в пределах города Екатеринбурга: автореф. . . . дис. канд. геол.-минерал. наук. Екатеринбург:

Сушко А. Е. Разработка специального математического и программного обеспечения для автоматизированной диагностики сложных систем: дис. ... канд. техн. наук. М.: МИФИ, 2007. 170 с.

Зарубежные исследования

Hudson J. A. The Scattering of Elastic Waves by Granular Media // Quart Journal Mech. and Applies Math. 1968. Vol. XXI. Pt. 4. pp. 487–502.
Rudd K. Paris Can't Be Another Copenhagen. New York Times. Retrieved 26 May 2015.

Биржевой навигатор. URL: http://stock-list.ru/natural-gas.html

Памятка для авторов журнала

Научный журнал не может (и не должен) развиваться только силами редакции. Поэтому, предъявляя новые требования к себе, мы предъявляем их и к авторам, которые хотят публиковаться в нашем журнале.

Требования к оформлению высылаемых рукописей мы публикуем на нашем сайте, а также на последней станице каждого нового выпуска. Здесь мы не будем повторять все это, лишь расскажем о нововведениях, которые нам представляются наиболее важными.

Аннотация. Как на русском, так и на английском языках аннотации сейчас принимаются только расширенные – не менее 200 слов. Делается это для того, чтобы читатель (в том числе иностранный) мог в считанные минуты понять, о чем данная статья и представляет ли она для него интерес.

Список литературы. К сожалению, публикации в советских журналах традиционно отличались от иностранных меньшим числом источников. Кроме того, отечественные ученые зачастую не утруждают себя изучением иностранных публикаций на интересующую тему. Также часты использования в качестве источников различных учебников, методичек и пр. Все это значительно снижает уровень публикаций. Поэтому мы взяли за правило рекомендовать авторам расширять список литературы до 12–15 источников с обязательным использованием зарубежных публикаций. Исключения возможны, но они должны быть обоснованными.

DOI. Помимо ставшего уже привычным для авторов присваиваемого каждой статье номера УДК, начиная со второго номера прошлого года (N2 (42), 2016) каждой статье в обязательном порядке присваивается номер DOI.

DOI (*англ*. Digital object identifier) – классификатор цифрового объекта для создания постоянных гиперссылок, которые позволяют сохранять информацию о конкретной статье в сети Интернет, даже если изменилась структура сайта, где эта статья изначально была сохранена.

Проще говоря, номер DOI позволяет научной статье гарантированно открываться и быть доступной для поиска в сети, что совершенно необходимо для того, чтобы статья могла цитироваться с помощью Интернета, не затрудняя авторов поисками ее в библиотеках и архивах – своего рода дань современным IT-технологиям.

Редакцией «Известий УГГУ» заключен договор с Некоммерческим партнерством «Национальный Электронно-Информационный консорциум» (НП НЭИКОН), которое предоставляет в России посреднические услуги по присвоению DOI от регистрационного агентства (DOI Registration Agency) CrossRef. Это самый современный центр регистрации Международной организации документации, основной задачей которого является организация доступа пользователей к первичным публикациям, содержащим научный контент, и содействие коллективной работе издателей по всему миру. Эту кооперативную справочную систему сейчас используют большинство научных журналов в мире.

DOI обязательно указывается при цитировании статьи. В журнале «Известия УГГУ» DOI сейчас присваивается каждой вновь вышедшей статье. Также номер DOI может быть присвоен любой из статей, которые ранее публиковались в нашем журнале – но уже не в обязательном порядке, а по желанию авторов. Для желающих достаточно сделать заявку в редакцию.

Качество перевода. Нас не устраивает перевод аннотаций (и уж тем более – статей) с помощью электронных переводчиков. Если вы не уверены в своем переводе, лучше обратитесь за помощью в редакцию. Лучше не предоставить никакого перевода, чем перевод низкого качества.

Качество рисунков. Рисунок должен оставаться качественным при увеличении. Не забывайте о том, что статья будет опубликована не только в бумажной, но и в электронной версии.

Качество текстов. При рассмотрении рукописи авторитет и заслуги автора статьи во внимание не принимаются – только качество присланного текста. Для этого введено двойное слепое рецензирование.

Слепое рецензирование. Два рецензента оценивают качество статьи, не зная, кто ее автор. В случае, если рецензент узнает автора, то рукопись автоматически передается другому рецензенту – из числа экспертов, сотрудничающих с журналом. Делается это для того, чтобы личные отношения не влияли на качество рецензии. Автор также не знает своего рецензента.

Помимо этого, правила публикации текстов предполагают их разнообразие. Поэтому недопустима публикация двух статей одного автора в одном номере журнала. То же правило распространяется и на соседние номера. Так мы поддерживаем разнообразие тем и авторов, исключая превращение журнала в издание, где постоянно публикуется десяток одних и тех же авторов. Исключение составляют статьи вне научных разделов, а также статьи, продолжающиеся из номера в номер. В качестве альтернативы публикации в нашем журнале мы можем предложить автору опубликоваться в другом журнале, с которым у нас заключен договор по обмену статьями.

Очередь. Сроки публикации зависят от количества (и качества) статей, предложенных редакции. Если статей много, они публикуются в порядке очередности, однако редакция оставляет за собой право печатать вне очереди те из них, которые считает наиболее значимыми.

HAШ CAЙТ: IUGGU.RU

В этом году исполняется 100 лет с начала занятий в Уральском горном институте. Оформление обложки посвящено этому событию. Также читайте статью А. Г. Шорина "Здания Уральского горного".

На передней стороне обложки – фото первого корпуса Уральского государственного горного университета, на задней стороне обложки – второй, третий, четвертый корпуса (фото А. Г. Шорина).

Ответственный секретарь Шорин А. Г. Перевод Шиварёва Е. П. Редакторы Шорина Э. В., Безруких А. П. Корректура Пихтовниковой О. Г.

Подписано в печать 1.03.2017. Формат $60 \times 84/8$. Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,5. Тираж 500. Заказ № 20.

Почтовый адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет, к. 3142. Тел.: (343)251-15-95 E-mail: iuggu-journal@yandex.ru http://iuggu.ru

> Отпечатано в типографии ООО «Издат-Принт» 394033, г. Воронеж, пр-т Ленинский, 119а