

**Геофизический институт
Владикавказского научного центра
Российской академии наук**

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 2 / 2015

Владикавказ 2015

Главный редактор

д.ф.- м.н., проф. В.Б. Заалишвили (ГФИ ВНЦ РАН)

Заместитель главного редактора

д.ф.- м.н., проф. И.А. Керимов (КНИИ РАН)

Редакционный совет

академик РАН В.А. Бабешко (ЮНЦ РАН)

академик РАН А.Д. Гвишиани (ГЦ РАН)

академик РАН М.Ч. Залиханов (ГУ ВГИ)

академик РАН Ю.Г. Леонов (ГИН РАН)

академик РАН С.А. Федотов (ИФЗ РАН)

член-корр. РАН А.В. Николаев (ИФЗ РАН)

Редакционная коллегия

д.г.- м.н., проф. М.Г. Бергер (ГФИ ВНЦ РАН)

д.г.- м.н. Р.М. Багатаев (Дагестаннедра)

к.г.-м.н. М.Г. Даниялов (ДФ ГС РАН)

д.т.н., проф. Х.Н. Мажиев (КНИИ РАН)

д.т.н. П.Е. Марченко (КБНЦ РАН)

д.т.н., проф. И.Д. Музаев (ГФИ ВНЦ РАН)

д.г.- м.н., проф. С.Г. Парада (ЮНЦ РАН)

д.г.- м.н., проф. Н.И. Пруцкий (ОАО «Кавказгеолсъёмка»)

д.г.- м.н., проф. Е.А. Рогожин (ИФЗ РАН)

д.ф.- м.н., проф. Ю.К. Чернов (СевКав ГТУ)

д.г.- м.н. В.И. Черкашин (ИГ ДНЦ РАН)

Ответственный секретарь

к.т.н. Д.А. Мельков (ГФИ ВНЦ РАН)

Выпускающий редактор

Л.Н. Невский (ГФИ ВНЦ РАН)

Журнал издается с 2011 года.

Периодичность издания -

4 номера в год

Учредители:

Владикавказский научный центр РАН и РСО-А

Дагестанский научный центр РАН

Кабардино-Балкарский научный центр РАН

Южный научный центр РАН

Комплексный научно исследовательский институт РАН

Геофизический институт ВНЦ РАН

ISSN 2221-3198

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 29119

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

© Геофизический институт ВНЦ РАН, 2015

© Заалишвили В.Б. (ред.), 2015

Фото на обложке: «Кармадонские ворота» (К.С. Харебов).

СОДЕРЖАНИЕ

Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. О РЕЗУЛЬТАТАХ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН ЗА 2013-2014 ГОДЫ	5
Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О., Невский Л.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В КОМПЛЕКСЕ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА КОЛЧЕДАННО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ.....	11
Керимов И.А., Висмурадов А.В., Даукаев А.А., Доля А.Н., Рудов В.А., Мурдалов Л.А. ТВЕРДЫЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ОСВОЕНИЮ	28
Марченко П.Е. ДЕТАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОЦЕНОК ПОДВЕРЖЕННОСТИ ГЕОСИСТЕМ ОПАСНЫМ ПРИРОДНЫМ ПРОЦЕССАМ: ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ, ИНТЕРПРЕТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ	42
Парада С.Г., Маркин М.Ю., Столяров В.В., Шишкалов И.Ю. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОНОСНЫХ МИНЕРАЛИЗАЦИЙ И СТРУКТУРА МУШТИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)	51
Черкашин В.И., Богуш И.А. МЕТАЛЛОГЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА – НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ	66

ДИСКУССИИ, ОБСУЖДЕНИЯ

Бергер М.Г. О ПРОЯВЛЕНИИ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ ПРИ ВЗРЫВОПОДОБНОМ ВНЕЗАПНОМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ ВЫБРОСЕ ЛЕДНИКА КОЛКА 20 СЕНТЯБРЯ 2002 ГОДА.....	76
---	----

НАШИ ГОСТИ

Бондырев И.В. ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ.....	86
Маммадли Т.Я. К ВОПРОСУ О СЕЙСМОТЕКТОНИКЕ ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА	97
Геодакян Э.Г., Оганесян С.М., Саргсян С. Н., Карапетян Дж.К. О СПЕКТРАХ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТОВ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ.....	104

ЮБИЛЕИ

МИХАИЛУ ЧОККАЕВИЧУ ЗАЛИХАНОВУ – 75!	109
ГЕННАДИЮ АЛЕКСАНДРОВИЧУ СОБОЛЕВУ – 80!	114

CONTENTS

Daniyalov M.G., Magomedov Kh.D. ABOUT SEISMIC MONITORING RESULTS OF THE REPUBLIC DAGESTAN TERRITORY DURING 2013-2014 YEARS	5
Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Nevskiy L.N. USAGE OF ELECTRICAL CORRELATION METHOD IN EXPLORATION WORKS COMPLEX ON SULPHIDE- POLYMETALLIC DEPOSITS OF NORTH OSSETIA.....	11
Kerimov I.A., Vismuradov A.V., Daukaev A.A., Dolya A.N., Rudov V.A., Murdalov L.A. SOLID NON-METALLIC MINERAL RESOURCES OF THE CHECHEN REPUBLIC: EXPLORATION CONDITION AND RECOMMENDATIONS ON THEIR EXPLOITATION.....	28
Marchenko P.E. SPECIFICATION OF INTEGRATED ESTIMATES OF SUSCEPTIBILITY OF GEOSYSTEMS TO NATURAL DANGEROUS PROCESSES: PROBLEMS OF REALIZATION, INTERPRETATIONAL ANALYSIS	42
Parada S.G., Markin M.Yu., Stolyarov V.V., Shishkalov I.Yu. GEOLOGICAL CONDITIONS OF AURIGEROUS MINERALIZATION LOCALIZATION AND THE STRUCTURE OF MUSHTINSKOE ORE FIELD (KABARDINO-BALKAR REPUBLIC)	51
Cherkashin V.I., Bogush I.A. METALLOGENY OF THE NORTH CAUCASUS – PRESENT AND FUTURE	66

DISCUSSIONS, DISPUTES

Berger M.G. ABOUT AIR-BLAST OCCURRENCE AT SUDDEN GAS-DYNAMIC SURGE OF THE GLACIER KOLKA ON 20 SEPTEMBER 2002	76
---	----

OUR GUESTS

Bondyrev I.V. PERIGLACIAL PROCESSES AND PHENOMENA	86
Mammadli T.Ya. TO THE QUESTION OF SEISMOTECTONIC OF AZERBAIJAN TERRITORY	97
Geodakyan E.G., Oganesyanyan S.M., Sargsyan S.N., Karapetyan J.K. ABOUT SOIL SEISMIC VIBRATIONS SPECTRA IN EARTHQUAKE NEAR ZONE.....	104

JUBILEES

MIKHAIL CHOKKAEVICH ZALIKHANOV IS 75 YEAR OLD!.....	109
GENNADIY ALEKSANDROVICH SOBOLEV IS 80 YEAR OLD!	114

УДК 550.34

О РЕЗУЛЬТАТАХ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН ЗА 2013-2014 ГОДЫ

© 2015 Даниялов М.Г., к.г.-м.н., Магомедов Х.Д.

Дагестанский филиал Геофизической службы РАН, Россия, 367008,
г. Махачкала, ул. Белинского, 16, e-mail: haskil@dbgsras.ru

В статье приведены результаты проведенного мониторинга сейсмичности территории Дагестана и приграничных районов.

Ключевые слова: сейсмический режим, зона В03, график повторяемости, суммарная сейсмическая энергия, энергетический класс.

Дагестанский филиал Геофизической службы РАН осуществляет сейсмологический мониторинг территории, ограниченной координатами $\varphi=41-44,3^{\circ}\text{N}$ и $\lambda=45-$

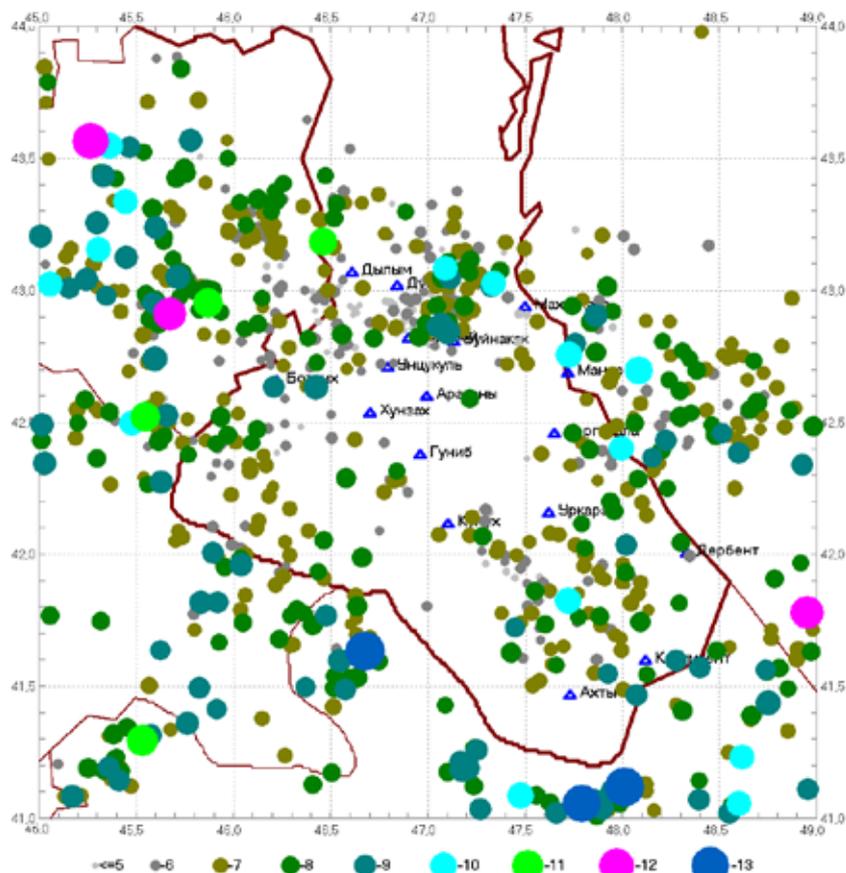


Рис.1. Сводная карта эпицентров землетрясений за 2014 г., зарегистрированных сетью станций ДФ ГС РАН. Синие треугольники – сейсмические станции ДФ ГС РАН

49°E, где интенсивность землетрясений может достигнуть 9 баллов (Карты ОСР-97). Объектом исследования являются сейсмический режим и уровень сейсмической опасности; природа сейсмогенеза и сопутствующие подготовке землетрясения изменения геофизических, геохимических и других полей, рассматриваемых как предвестники землетрясений. Для этого решаются следующие основные задачи:

- непрерывные режимные сейсмологические, геофизические и геохимические наблюдения;
- определение уровня сейсмических помех на сейсмостанциях для выбора оптимальных параметров регистрирующих каналов;
- текущая и сводная обработка материалов наблюдений и подготовка их к публикации;
- проведение макросейсмических и инструментальных исследований в эпицентральной зоне в случае сильных землетрясений.

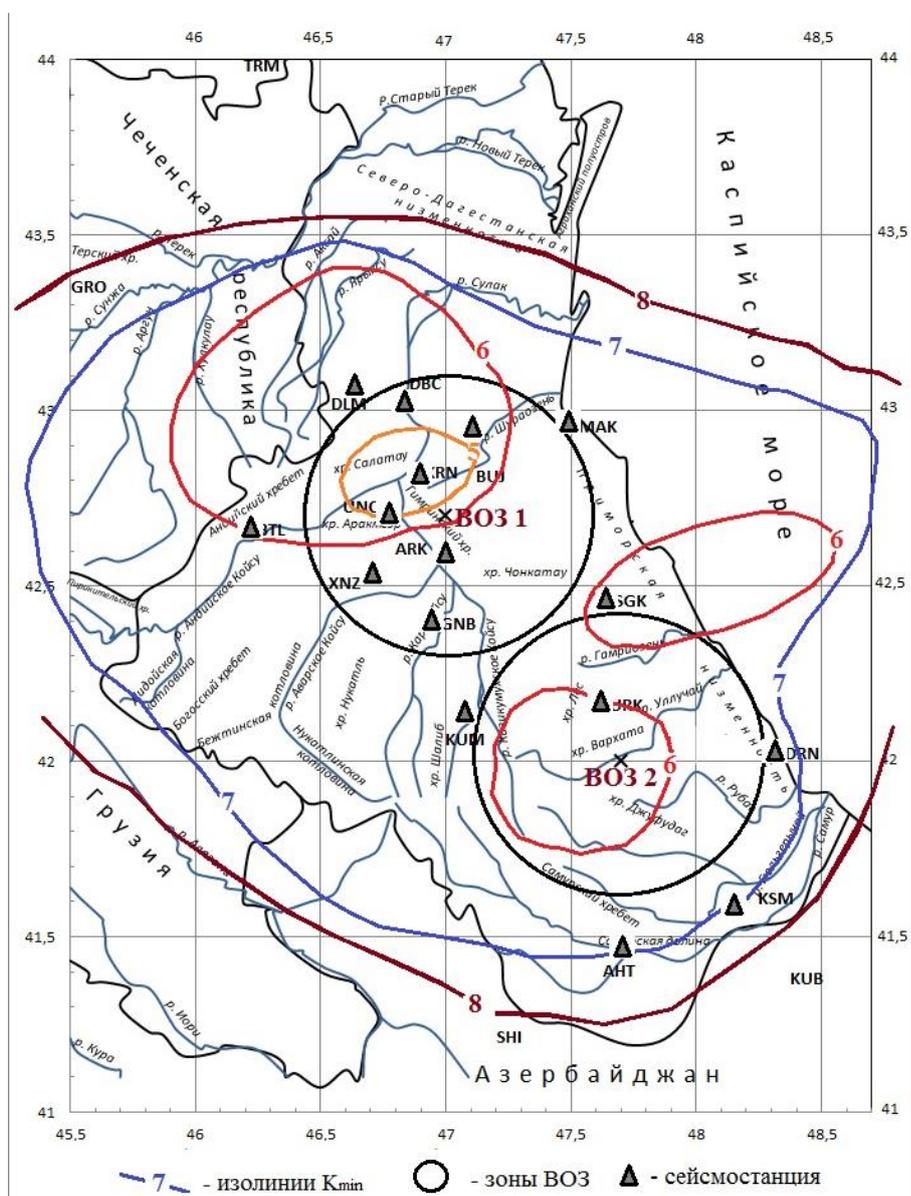


Рис. 2. Карта энергетической представительности землетрясений на территории Дагестана и прилегающих районов за 2013–14 гг.

В зоне ВОЗ-2 в южном Дагестане за этот период произошло 6 землетрясений энергетического класса $K_p = 9-13$ (рис. 4) с очагами в земной коре $h = 3-13$ км [Асманов и др., 2014а; Мирзалиев, 2014], самое сильное из которых произошло к югу от населенного пункта Сергокала. По распределению эпицентров землетрясений вокруг сейсмостанции Уркарах сформировалась зона затишья. 16 апреля 2013 г. на периферии этой зоны в очаговой зоне сильного Кичигамринского землетрясения 1988 г. с $M=5,0$ и $J_0=7$ баллов $\varphi=42,36$ N, $\lambda=47,7$ E произошло землетрясение $M=4,8$ ($K_p = 12,7$), после этого в выделенной зоне ослабление сейсмичности не отмечено.

Согласно полученным данным уровень сейсмичности в пределах зоны ВОЗ-1 за период 2010–2012 гг. по числу землетрясений ниже ($N_{\Sigma} = 10$) чем за 2013–2014 гг. ($N_{\Sigma}=11$). По суммарной выделившейся энергии $E_{\Sigma}=0,46 \cdot 10^{12}$ Дж в 2011–2012 гг. и $E_{\Sigma}=1,17 \cdot 10^{12}$ Дж в 2013–2014 гг. В зоне ВОЗ-2 за периоды 2010–2012 гг. и за 2013–14 гг. суммарные числа землетрясений с $K_p = 9-13$ равны ($N_{\Sigma}=6$), а суммарная выделившаяся энергия $E_{\Sigma}=1,2 \cdot 10^{12}$ Дж в 2011–2012 гг. ниже чем $E_{\Sigma}=1,01 \cdot 10^{13}$ Дж в 2013–2014 гг.

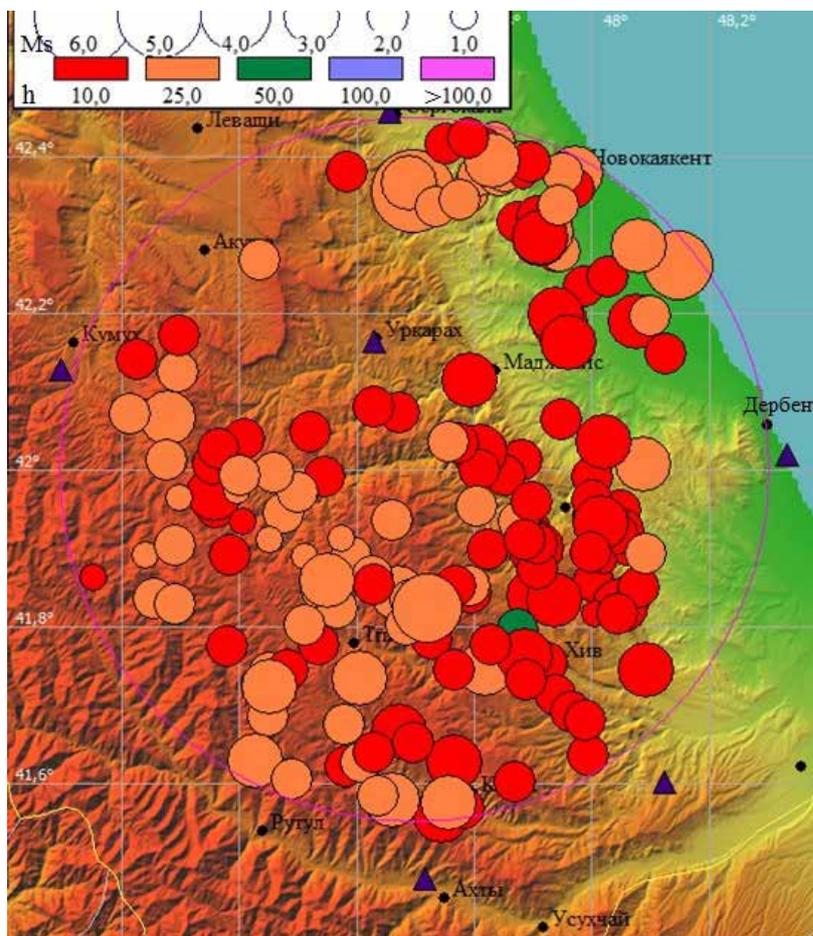


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений в зоне ВОЗ-2 за период 2013–2014 гг.

Распределение числа землетрясений по классам приведено в таблице 1.

Графики повторяемости для всей территории Дагестана и для зон ВОЗ-1 и ВОЗ-2 совмещены в единый график (рис. 5). Для сопоставления графики повторяемости для зон ВОЗ-1 и ВОЗ-2 построены в интервале класса $K = 7-11$. Как видно из гра-

Таблица 1

Распределение числа землетрясений по классам за период 2013-2014 гг.

	Вся территория	Зона ВОЗ-1	Зона ВОЗ-2
5	114	78	8
6	333	106	46
7	533	71	75
8	320	25	33
9	127	8	3
10	35	2	1
11	14	1	1
12	3	—	—
13	5	—	1

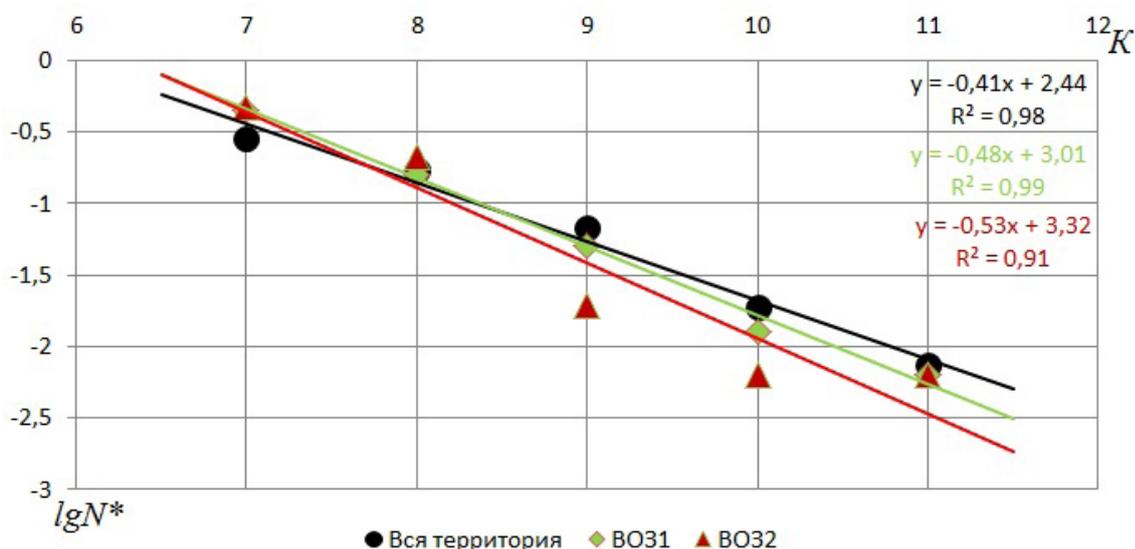


Рис. 5. Графики повторяемости для всей территории Дагестана и для зон ВОЗ-1 и ВОЗ-2 за период 2013–2014 гг.

фика коэффициент повторяемости в зоне ВОЗ-1 равен 0,48, а в зоне ВОЗ-2 – 0,53. Для всей территории Дагестана $\gamma=0,41$.

Таким образом, анализируя изложенное можно говорить об относительной активизации очаговых зон (ВОЗ-1, ВОЗ-2) в 2013–2014 годах. Более детальный анализ материала, не вошедшего в данную статью, показывает, что относительная сейсмическая активизация на территории Республики Дагестан началась со второй половины 2014 года.

Литература

1. Адилов З. А., Асманов О. А. Некоторые региональные особенности макросейсмичности территории Дагестана и прилегающих к нему районов // VI Международная конференция «Сейсмология, инженерная сейсмология и сбор пользователей программой «Antelope». Баку, 2014а.

2. Асманов О. А., Даниялов М. Г., Магомедов Х. Д. Грузино-Дагестанское землетрясение 17 сентября 2013 г. ($K_p=13$; $MS=4,9$; $I_0=6$) // В сб.: «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. Обнинск. ГС РАН. 2014б. С. 54–57.

3. Даниялов М. Г., Амиров С. Р., Абдуллаева А. Р., Гамидова А. М., Мусалаева З. А., Сагателова Е. Ю. Каталог землетрясений северо-восточного Кавказа (территории Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за III квартал // «Мониторинг. Наука и технологии». 2013. С. 53–58.

4. Мирзалиев М. М. Сеть инструментальных сейсмологических наблюдений Дагестанского филиала ГС РАН // VI Международная конференция «Сейсмология, инженерная сейсмология и сбор пользователей программой «Antelope». Баку 29–31 мая 2014 г.

ABOUT SEISMIC MONITORING RESULTS OF THE REPUBLIC DAGESTAN TERRITORY DURING 2013-2014 YEARS

© 2015 M.G. Daniyalov, Sc. Candidate (Geol.-Min.), Kh.D. Magomedov

Dagestan branch of Geophysical service of RAS, Russia, 367008, Makhachkala,
Belinskiy street, 16, e-mail: haskil@dbgsras.ru

The results of carried out seismicity monitoring of Dagestan territory and border areas are given in the article.

Key words: seismic setting, PSS zones, return period graph, total seismic energy, energy class.

УДК 550.379

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В КОМПЛЕКСЕ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

© 2015 В.Б. Заалишвили, д.ф.-м.н., проф., Х.О. Чотчаев, Л.Н. Невский

Геофизический институт ВНЦ РАН, Россия, 362002, г. Владикавказ,
ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

Статья посвящена опробованию методов скважинной геофизики способом электрической корреляции и площади при расположении электрического заряда в рудные подсечения подземными горными выработками и горизонтальными буровыми скважинами на стадии детальных поисков колчеданно-полиметаллических руд Бурон-Саухохского рудного поля. Впервые установлена корреляционная связь рудных подсечений между собой на уровне горизонта поисковой штольни и серии горизонтальных рассечек и буровых скважин, а также между основными рудными подсечениями и комплексной геофизической аномалией, оконтуренной на поверхности Саухохского месторождения. Проведена оценка запасов содержания суммы металлов геофизическим методом заряда по способу площади при размещении зарядов в основные рудные подсечения подземных выработок.

Ключевые слова: Бурон-Саухохское рудное поле, горная часть территории РСО-А, колчеданно-полиметаллические руды, кристаллические сланцы, гидротермальный генезис, метод электрической корреляции, электрический заряд, способ площади, подсчет запасов.

А. Объект исследований

Более трети территории Республики РСО-А занимает гряда гор северного склона Центрального блока Большого Кавказа, представляющая собой активную геосинклинальную область с интенсивным протеканием таких геологических процессов, как магматизм, метаморфизм, гидротермальные изменения, рудообразование, возникновение термальных и минеральных источников и т. д., благодаря которым горные территории, несмотря на сложные условия промышленного освоения, экономически более привлекательны. Сложные условия жизнедеятельности в горных условиях природа компенсировала полезными ископаемыми, которыми располагают горы, как правило, больше, чем платформенные области.

Подтверждением сказанному являются: двухсотлетняя металлургическая история Северной Осетии, базирующаяся на эксплуатации многочисленных месторождений различных типов, крупнейшее колчеданно-полиметаллическое месторождение Кызыл-Дере в Восточном блоке Большого Кавказа на территории Республики Дагестан, всемирно известное Тырныаузское вольфрамомолибденовое в Кабардино-Балкарской части Большого Кавказа, Урупское месторождение колчеданно-полиметаллических руд и Аксаутское вольфрамомолибденовое месторождение в горах Карачаево-Черкессии. Эти и другие месторождения твердых полезных ископаемых, минеральных источников, нерудного сырья, сконцентрированные в недрах все еще активного складчатого горного сооружения Большого Кавказа, объединяли

до недавних пор сотни тысяч трудящихся, работавших в разных отраслях горно-металлургического производства, как производных этих месторождений, пока новая экономическая политика реформаторов современной России не подменила рентабельность на прибыль. Тем не менее, совершенно очевидно, что улучшить благосостояние населения горных регионов можно будет только за счет освоения этих гор.

На горной территории Республики Северная Осетия-Алания развиты три типа промышленных руд: полиметаллический стратиформный в черносланцевой толще – Фиэгдонский, полиметаллический в гранитах – Садоно-Унальский и колчеданно-полиметаллический в кристаллических сланцах, подверженных интрузивным внедрениям, – Бурон-Саухохский. Все типы – гидротермального генезиса. Каждый тип руд образует свое рудное поле, характеризующееся комплексом особенностей, определяющим поисковые признаки.

Одним из месторождений группы Бурон-Саухохского рудного поля, которое можно использовать в качестве параметрического полигона для опробования разрешающей способности геофизических методов, является Саухохское (Саухох – Черная гора, абс. отм. 3711 м) расположенное в полосе развития кристаллических сланцев на высотах до 3500 м.

Изучение месторождения было начато в 1934 г. [Ревазов, 1977], что позволило отметить идентичность кристаллических сланцев на контакте с гранитами и в значительном удалении от контакта, согласное залегание рудных тел со сланцеватостью вмещающих пород.

Несмотря на различие состава интрузий исследователи [Бочкарев, Конеева, 1963; Оказов, 1934; Мельников, Баталов, 1947] единодушны во мнении, что рудообразование на месторождениях Бурон-Саухохского рудного поля обязано гидротермальным флюидам интрузивного воздействия.

Месторождение расположено на западном фланге Бурон-Саухохского рудного поля, в пределах которого уже отработаны собственно Буронское и Лабагомское колчеданно-полиметаллические месторождения, Старо-Цейское полиметаллическое месторождение и известны еще свыше 20 рудопроявлений медных и свинцово-цинковых руд. Все они локализованы в древних метаморфических породах, слагающих ядро Бурон-Бадской антиклинали [Заридзе, Татришвили, 1967].

Рудные тела залегают согласно со сланцеватостью пород, реже под углом, и представляют собой линзообразные залежи, нередко расположенные кулисообразно. Предварительно оцененные параметры Саухохского месторождения по данным горных выработок 1934 года составляли по простиранию 335 м и по вертикали – 138 при средней мощности рудного тела порядка 17 м. Прогнозные запасы приравнивались 775 тыс. тонн, а среднее содержание суммы металлов составляло 3,42%.

Дефицит руды для полномасштабного функционирования Мизурского обогатительного комбината явился причиной возобновления поисковых работ на Саухохском месторождении в начале 70-х годов прошлого столетия, когда широким комплексом геофизических методов в площадном и профильном вариантах исследований была опойскована площадь Саухохского месторождения, которые выявили ряд аномалий рудного характера, залегающих на глубинах нескольких метров и первых десятков метров (рис. 1, 1б), корреляционная связь которых с рудными подсечениями подземных горных выработок 1934 года не была установлена, из соображений техники безопасности при использовании непрветриваемых выработок. Тем не менее, при формировании целевого задания геологоразведочных работ, направлен-

ных на выполнение плана прироста запасов минерального сырья для Мизурского комбината, эти аномалии были учтены.

Б. Целевое назначение работ, актуальность задач

Поисково-оценочные работы на месторождении проводились с 1974 по 1977 гг., которые включали проходку горных выработок на уровне 3030 м и опережающие подземные горизонтальные и восстающие скважины. Отметим, что горная выработка № 1 в 1934 г была пройдена на уровне 3405 м и ее рудные подсечения остались не прослеженными на уровень выработки № 48 по той причине, что она находилась в аварийном состоянии, а восстановительные работы требовали, как всегда, больших трудовых и финансовых затрат.

К поисковым признакам месторождений типа Саухохский следует отнести, прежде всего, высокую контрастность удельных электрических сопротивлений колчеданно-полиметаллических руд и вмещающих пород буронской свиты (PR-br), представленных кристаллическими сланцами, которые по геологическому положению и степени метаморфизма большинством исследователей относятся к докембрию.

Они обнажаются в ядерной части Главного антиклинория и имеют простирание 10 км от г. Саухох до долины р. Баддон при ширине выходов до 2,5 км. На северо-западе и юге породы буронской свиты ограничиваются среднепалеозойскими и мезозойскими гранитоидами, а на северо-востоке перекрыты более молодыми осадочными и вулканогенными отложениями нижнеюрского возраста.

Кристаллизационная сланцеватость пород буронской свиты имеет южное падение в среднем под углами 60–65° (рис. 1а).

Известные рудные тела по вещественному составу подразделяются на три типа: колчеданно-полиметаллический, полиметаллический и медно-пирротиновый, из которых первый распространен, как правило, в кристаллических сланцах буронской свиты, второй – в разрывных нарушениях субширотного, северо-западного, северо-восточного и субмеридионального простирания, как в кристаллических сланцах, так и в более молодых ниже-среднеюрских образованиях.

Медно-пирротиновые рудопроявления связаны с поясом диабазовых даек нижне-среднеюрского возраста и встречаются только восточнее р. Ардон на значительном удалении от месторождения Саухох.

К благоприятным поисковым признакам рудных тел колчеданно-полиметаллического типа относятся такие физико-химические характеристики как высокая поляризуемость, наличие ореолов естественных полей, избыточная плотность руд относительно вмещающих пород, повышенные значения величин составляющих полного вектора магнитного поля, сопровождение рудных тел мультипликативными геохимическими ореолами рассеяния по основным минералогическим элементам.

При площадных геофизических исследованиях прилегающей к месторождению территории все перечисленные условия физико-химической активности колчеданно-полиметаллических руд были учтены для разработки и рекомендации наиболее эффективного комплекса геофизических методов поиска оруденения такого типа [Невский, Буньков, 1976], и оценены прогнозные запасы оконтуренных с поверхности аномалий, которые составили порядка 40-50 тыс. тонн по сумме металлов.

На завершающем этапе горнопроходческих работ и подземного бурения была представлена возможность опробовать скважинный метод электрической корреляции для взаимной увязки рудных подсечений горными выработками и скважинами

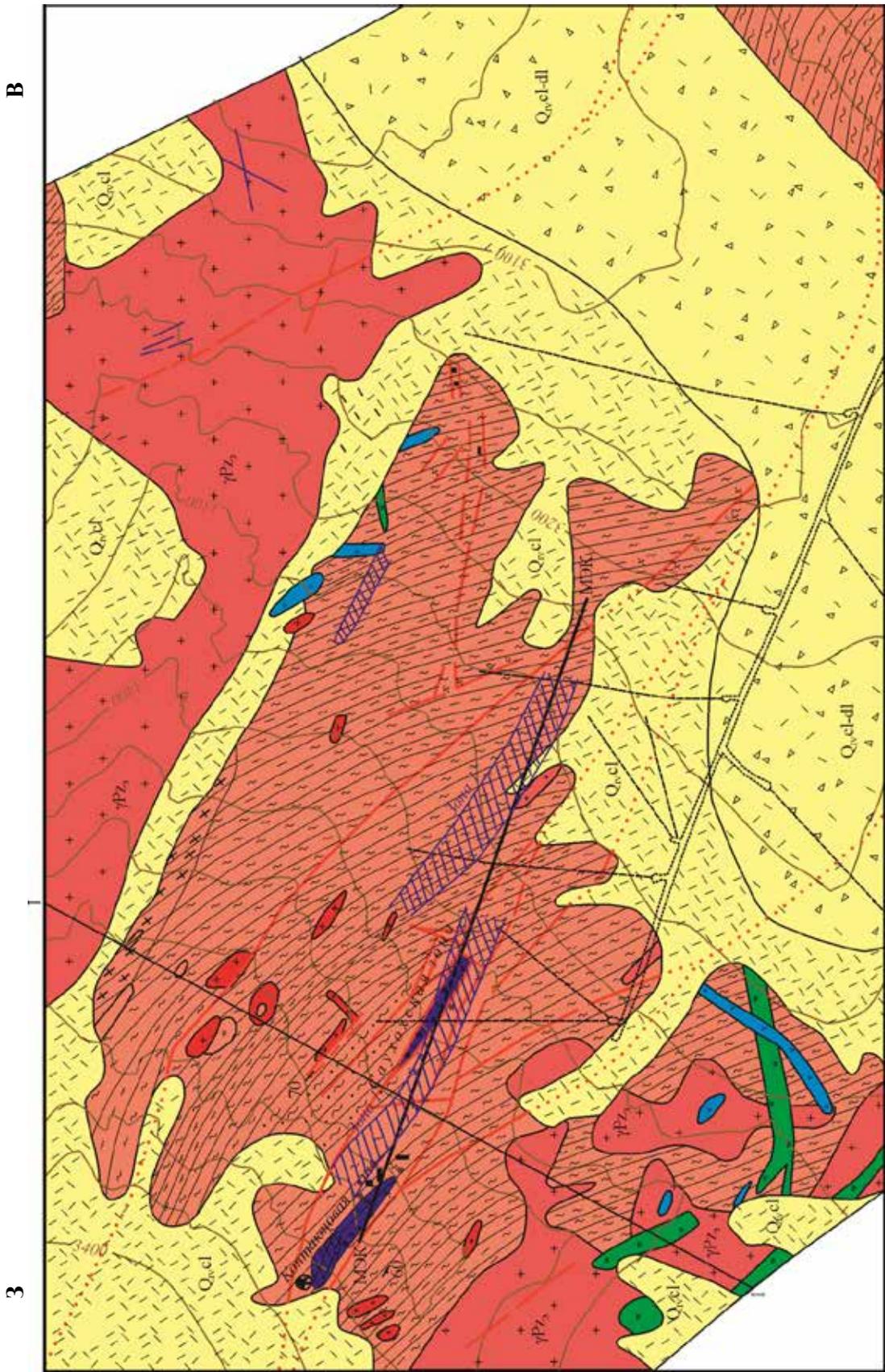


Рис. 1. Геологическая карта участка Саухоского месторождения

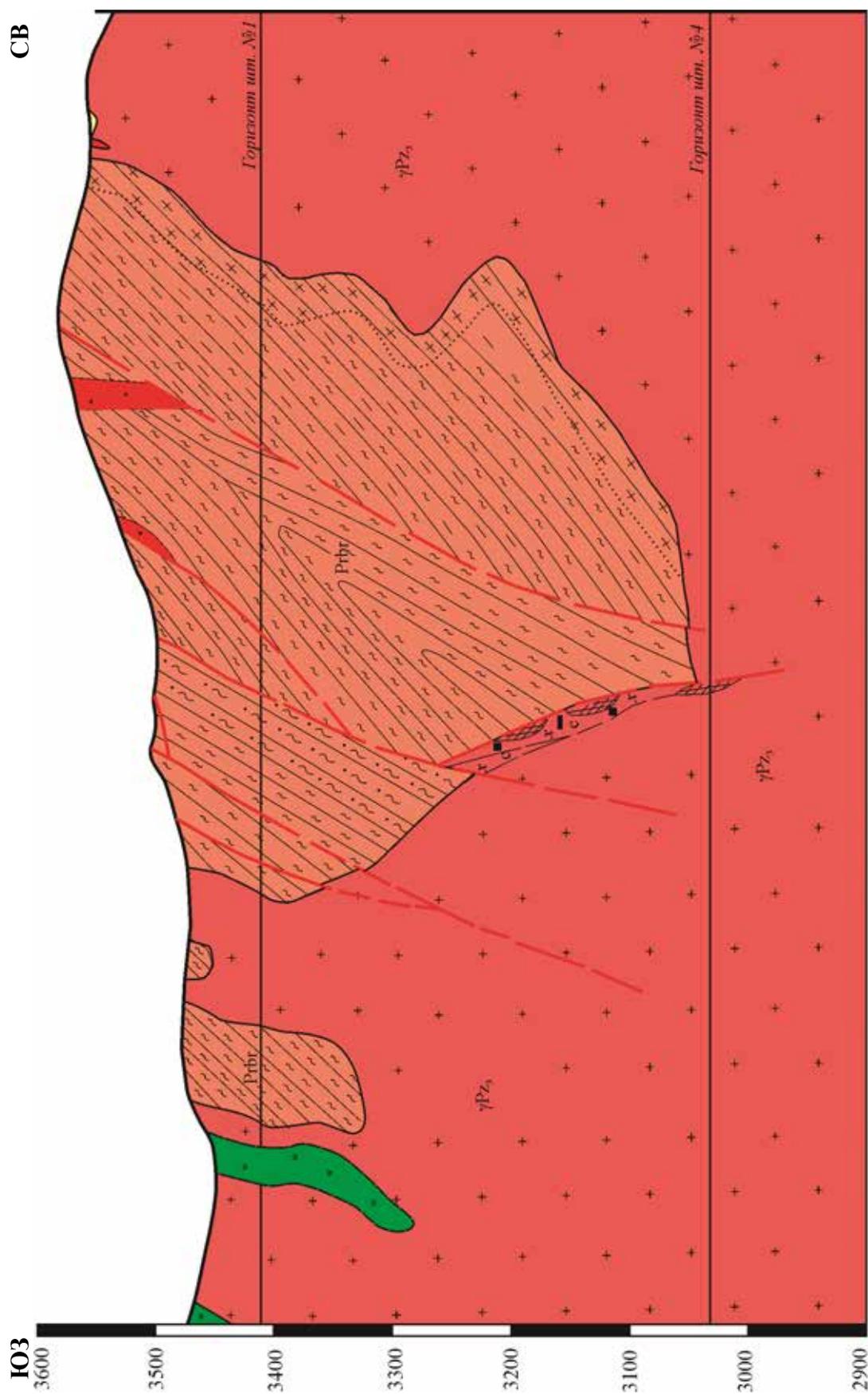


Рис. 1а. Геологический разрез по линии 1-1 участка Саухозского месторождения

	Дельтовидные		Рудная минерализация: пирит (1), пирротин (2), халькопирит (3)
	Коллювиальные		Гидротермальные изменения: серитизация (1), хлоритизация (2), окварцевание (3), лимонитизация (4)
	Коллювиально-дельтовидные		Скарновые проявления
	Кварц-полевошпат-андалузит-двуослюдяные сланцы		Взбросы: 1. установленные 2. предполагаемые
	Кварц-полевошпат-двуослюдяные сланцы		Нарушения неясного типа: 1. установленные 2. предполагаемые
	Кварц-полевошпат-биотитовые сланцы		Зоны смятия и дробления
	Кварц-полевошпат-мусковитовые сланцы		Предполагаемое положение тектонических нарушений под наносами (1), контуры приконтактовых изменений (2)
	Гнейсы (1), гранито-гнейсы (2)		Элементы залезания кристаллической сланцеватости метаморфических пород (1) и контактов жильных пород (2)
	Графитсодержащие кварциты		Аномалии естественного электрического поля
	Мезозой. Нижний лейкас. Порфириды и альбитофиры жильные (1), фельзиты (2). Жилы и дайки		Аномалии электрического поля и профиль МЭК
	Граниты седанского типа		
	I Зоны сульфидной минерализации в кристаллических сланцах II Кальцидно-полиметаллические рудные тела		

Рис. 16. Условные обозначения к геологической карте Саухохского месторождения

между собой в различных корреляционных схемах и с площадными аномалиями на поверхности, оконтуренными предшествующими геофизическими исследованиями.

Метод электрической корреляции (МЭК) проводился впервые и выполнен во всех доступных скважинах и выработках штольни №48 с целью определения пространственного положения рудных подсечений, поисков пропущенных рудных тел в пространствах между выработками и скважинами, увязки рудных тел с уровня штольни на поверхность, определения прогнозных запасов локальных рудных подсечений. Были изучены доступные скважины и выполнены возможные варианты штольня-скважины-поверхность (рис. 2, 2а).

К моменту проведения исследований МЭК в горной выработке уже имелись четыре рудных подсечения, в том числе одно в скважине №13 в интервале 74–90 м мощностью 13 м.

Рудные зоны, вскрытые горными выработками и подсеченные скважинами, располагаются в гидротермально измененных кристаллических сланцах и характеризуются гнездово-вкрапленным, реже массивным оруденением пирит-пирротина, халькопирита и сфалерита, обозначенные на схеме зарядными подсечениями ЗП с соответствующей нумерацией [Козырин, 1985].

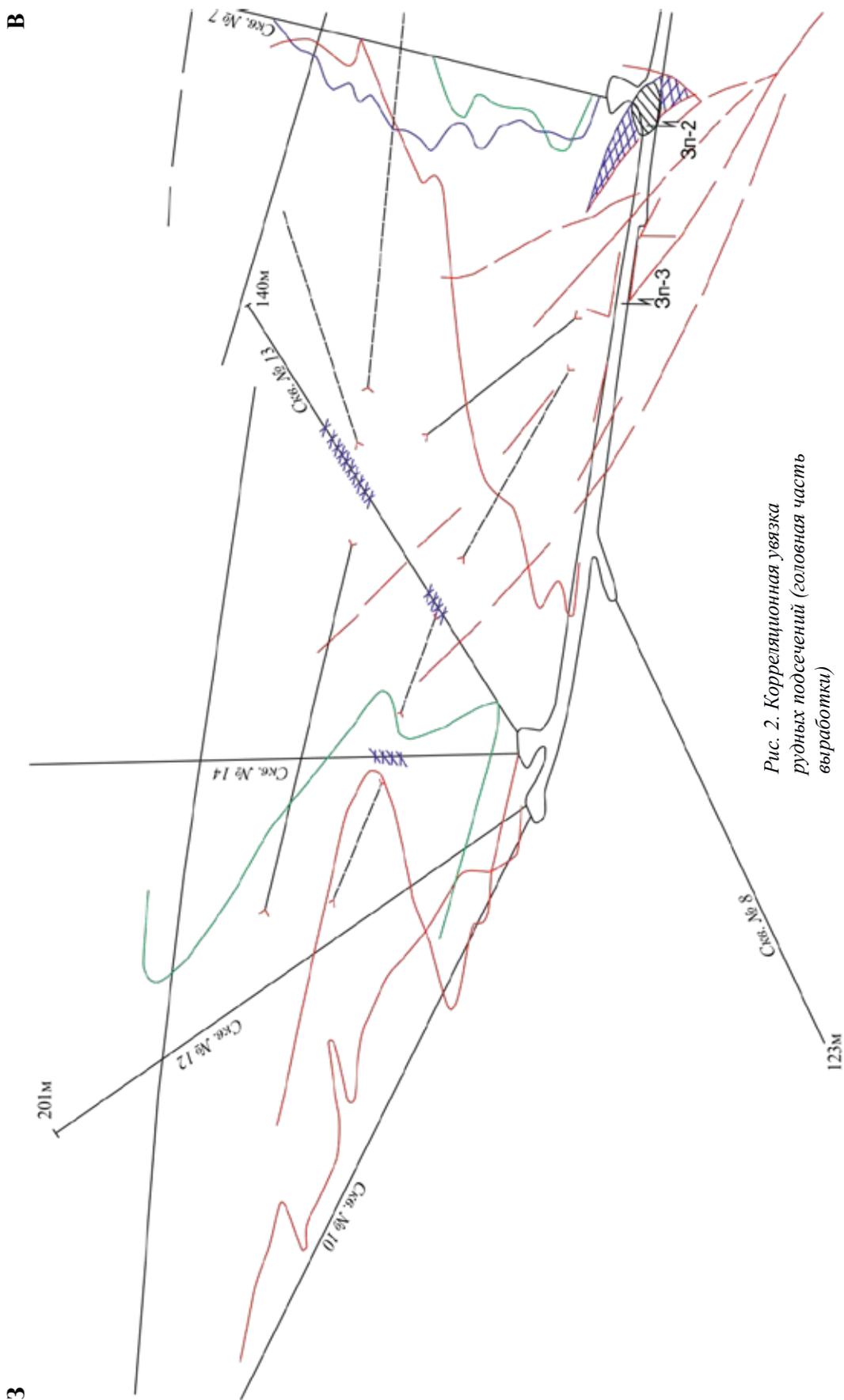
Была выполнена следующая схема наблюдений:

1. При заряде в ЗП-1 наблюдения велись в скважинах №№ 3, 5–7;
2. При заряде в ЗП-3 наблюдения велись в скважинах №№ 5–8, 13;
3. При заряде в ЗП-4 наблюдения велись в скважинах №№ 7, 12, 14;
4. Изучена корреляционная связь между рудными подсечениями ЗП-1, ЗП-2, ЗП-3 и 3а в штольне №48;
5. При заряде в рудных подсечениях исследован одиночный профиль на поверхности, пересекающий по простиранию площадные геофизические аномалии с поверхности;
6. Методом площади количественно оценены прогнозныe запасы рудных подсечений.
7. В скважинах №10, 12–14 одновременно проводился каротаж по методу скользящих контактов (МСК).

Исследования проводились способом потенциала. Электроды питающий В и приемный N были выведены через устье выработки в «бесконечности», которые относительно проекции питающего заземленного электрода А на дневную поверхность составляли примерно прямой угол, расстояние между электродами питающей линии составило порядка 2500 м, а между питающими электродами и электродом N – 1800 м.

В качестве источника питания использовались 12 сухих батарей типа ГРМЦ-69, соединенных последовательно. Напряжение питания достигало 860 вольт. Питающая и приемная линии были надежно подвешены на стену штольни. Никаких посторонних источников электрической природы в штольне не было. В качестве освещения использовались карбидные лампы.

Учитывая возможность «выноса» тока по рельсам из-за утечек, были проведены контрольные измерения от точек заряда до устья штольни. Аномальных утечек отмечено не было, что можно объяснить хорошим качеством изоляции питающей линии и отсутствием прямого контакта питающей линии с вытекающими фильтрационными пластовыми водами.



В

З

123м

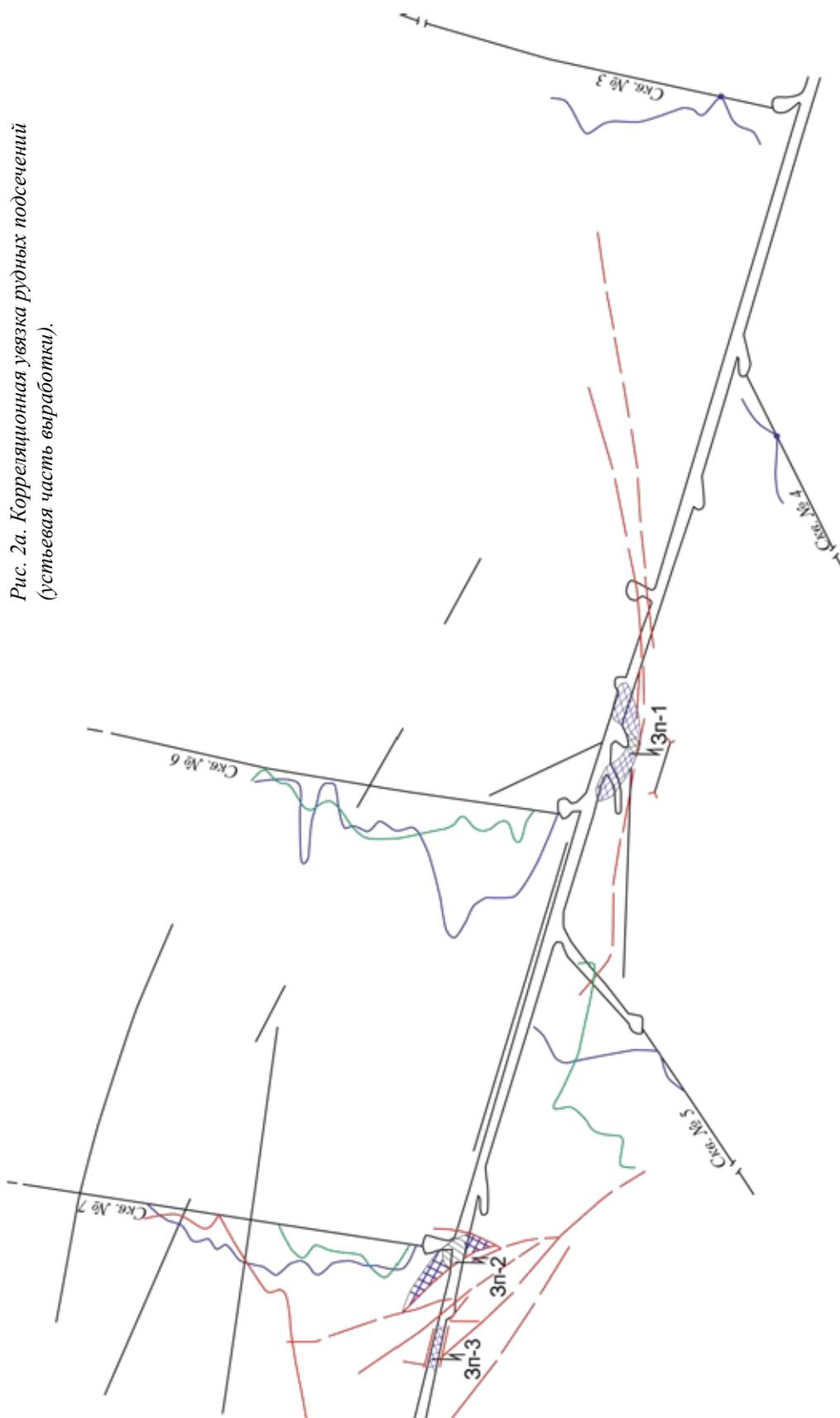


Рис. 2а. Корреляционная увязка рудных подсечений (устыевая часть выработки).

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

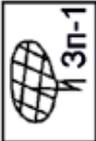
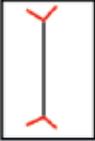
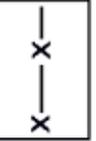
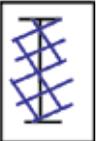
	Рудные подсечения, в которые помещался заряд		Отсутствие корреляции
	Кривые МЭК от Зп-1		Корреляция рудного характера
	Кривые МЭК от Зп-3		Корреляция предположительно структурного характера
	Кривые МЭК от Зп-4		Оси аномалий ΔZ с поверхности
	Конфигурация рудных тел по данным МЭК		Аномалии ΔV на поверхности при зарядах в Зп-1-3-4
	Проводящие зоны по МСК		1) Тектонические нарушения 2) Завал в скважине

Рис. 2б. Условные обозначения к схеме корреляционной увязки.

В. Результаты работ

1. Электрокорреляционные работы от ЗП-1 были начаты в предположении, что соседние рудные подсечения изолированы друг от друга и представляют собой обособленные линзы. Однако при заряде в одной из рудных линз ЗП-1 потенциал во второй линзе практически не меняется, в то время как при визуальном выходе приемным электродом М во вмещающие породы потенциал терпит резкий скачок. Это обстоятельство позволяет утверждать, что рудные линзы ЗП-1 имеют электрическую связь. Безусловно, хорошая электрическая связь возможна и через раздробленное, водонасыщенное и глинизированное тектоническое нарушение. Однако градиент потенциала на границе вмещающих пород и зон нарушения, специально исследованный для идентификации корреляционных кривых с геологическими объектами рудной или нерудной природы, как правило, значительно сглаженный. Считать изменение градиента потенциала на границе «вмещающая среда – тектоническое нарушение» терпящим разрыв нельзя, так как угол наклона линии вхождения или выхода не превышает $40\text{--}47^\circ$, в то время как для контакта «руда – вмещающая среда» угол достигает $72\text{--}78^\circ$.

2. Электрической связи между ЗП-1 и ЗП-3 или ЗП-3а не существует. Потенциал при уходе с поверхности ЗП-1 к ЗП-3 (3а) падает монотонно от 720–680 мВ до 100–120 мВ, несмотря на то, что электрод N пространственно располагается ближе к ЗП-1.

В скважине № 5 характер кривой от ЗП-3 повторяет кривую от ЗП-1, что еще увереннее позволяет увязывать эти кривые с влиянием проводящего объекта, расположенного выше уровня горной выработки.

В скважине № 13 аномальное отклонение кривой потенциала от ЗП-3 наблюдается также в интервале 40–46 м, где по данным МСК-каротажа и далее до 100 м отмечаются проводящие зоны, однако отсутствие подтверждения по керну не позволяет считать эти зоны рудными.

6. Корреляционная связь по скважине № 7 от ЗП-4 практически эквивалентна связи по скважине № 13 от ЗП-3 (рис. 2), однако на связь в скважине № 7 и ЗП-4 накладывается влияние ЗП-3а, тем не менее, характерная точка кривой по скважине № 7 явно смещена к рудному телу (ЗП-3) [Семёнов, Сапожников, 1984].

Отмеченные по скважинам № 12 и № 14 интервалы проводимости по МСК-каротажу находят подтверждение и на корреляционных кривых по этим скважинам от ЗП-4, но по той же причине, что и в случае с интервалом 40–46 м скважины № 13 они не могут быть однозначно увязаны с рудными объектами. Учитывая, что аномальные зоны проводимости по МСК и МЭК скважин №№ 12 и 14 тяготеют к контакту кристаллических сланцев с гранитами, их природа может быть связана не с электронно-проводящими объектами, хотя корреляционная связь этих зон с контурами площадных аномалий уверенно просматривается именно от ЗП-4 (рис. 3, 3а).

7. Для определения наличия или отсутствия корреляционных связей рудных подсечений горными выработками и геофизических аномалий на поверхности были использованы ЗП-1, ЗП-3 и ЗП-4. Наблюдения проводились вдоль единственного профиля МЭК (исследования велись в феврале при большом покрове снега и в лавиноопасных условиях), проложенного через аномальные контуры.

Сопоставление схем (рис. 3, 3а) и (рис. 2, 2а) дает возможность утверждать о существовании корреляционных связей между поверхностной геофизической ано-

малией и рудными подсечениями ЗП-1 и ЗП-4. ЗП-3 показывает отрицательный результат.

Помимо корреляционных увязок известных рудных подсечений между собой и рудных подсечений с поверхностными геофизическими аномалиями проведена оценка прогнозных запасов рудных подсечений ЗП-1, ЗП-3 и двух подсечений в скважине № 13 – ЗП-4 (дальний) и ЗП-4 (ближний) по методике площади, основанной на количественных вычислениях площади заряженного рудного тела путем использования омического сопротивления заряженного объекта $\Delta U/I$ (мв/са) и его удельного сопротивления (ом·м), которое после инструментального определения сопротивления заземления вычисляется через формулу:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln\left(\frac{2L}{d}\right) + 0,5 \ln\left(\frac{4T+L}{4T-L}\right) \right] \quad (1)$$

где: ρ – удельное сопротивление грунта, L – длина заземления, d – диаметр заземлителя, T – заглубление заземлителя (расстояние от поверхности земли до середины заземлителя).

Данные инструментальных измерений и последующих вычислений сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Данные инструментальных измерений и последующих вычислений

№ № п/п	Место заряда	I,са	ΔU мв	m-мощность рудного тела	$\Delta U/ I=R$	R^2
1	ЗП-1	35,0	680	6	1,97	4
2	ЗП-3	35,0	1300	8	3,71	14
3	ЗП-4-дальн., инт. 68-82 м	37,5	700	12	1,88	3,5
4	ЗП-4-ближ., инт. 40-46 м	30,0	650	6	2,17	4,7

Стекающий с заземлителя ток создает в грунте с удельным электрическим сопротивлением ρ электрическое поле в проводнике (земле), поперечное сечение которого возрастает пропорционально квадрату расстояния от центра заземлителя, т. е. в однородной ближе к ЗП-1.

3. При корреляции скважин №№ 3-5, от ЗП-1 положительные результаты не отмечены. Незначительное увеличение потенциала в скважине № 3 на глубине 88-93 м связано с тектоническим нарушением, что подтверждается и обрушением ствола скважины (завалом) в интервале 110 метров.

В скважинах № 5 и № 6 отмечаются высокий градиент и смещение характерных точек кривых потенциала электрического поля.

Характерная точка – точка максимального значения потенциала электрического поля заряда распределенного нормально в более или менее изотропной и однородной геологической среде. Очевидно, что характерная точка должна располагаться в точке линии наблюдения, находящейся на наикратчайшем расстоянии от заряда, если нет эффекта анизотропии или контрастного по электрическим свойствам тела во вмещающей среде.

В случае корреляционных кривых потенциала электрического поля заряда от ЗП-1 в скважинах № 5 и № 6 форма и амплитуда графиков позволяют предположить

влияние проводящего объекта, расположенного между уровнем штольни и дневной поверхностью. Падение предполагаемого проводящего объекта – южное, юго-западное. С ЗП-1 возможна определенная гальваническая связь электронной или ионной природы. В данном случае не исключается влияние площадной аномалии комплекса геофизических методов (рис. 1).

4. ЗП-3 и ЗП-3а (камера скважины № 7) являются разобщенными рудными телами. Несмотря на близкое расстояние между ними, при переходе приемного электрода из одного тела к другому потенциал резко падает, хотя в каждом рудном теле градиент практически не меняется, что является прямым признаком отсутствия электрической связи между коррелируемыми объектами. Учитывая относительно хорошие проводящие свойства ЗП-3, что является косвенным показателем площади соприкосновения рудного тела с вмещающими породами, последующие исследования по методике электрической корреляции проводились от ЗП-3.

5. ЗП-3 и ЗП-4, как видно из рис. 1, 2, 2а, имеют между собой выраженную корреляционную связь. Характерная точка по скважине № 13 однозначно смещается к ЗП-4, среде (УЭС-постоянная величина) напряженность электрического поля будет падать обратно пропорционально квадрату расстояния от точки заземления.

Среднее значение удельного электрического сопротивления вмещающих пород, вычисленно по распределению потенциала поля от зарядов в горных выработках и скважинах составляет $\rho=1100$ ом·м, а определения в лабораторных условиях на образцах пород, отобранных из обнажений с поверхности, дают среднее значение $\rho=840$ ом·м.

Обобщенная экспериментальным путем эффективная площадь электрического контакта заряженного тела с вмещающей средой, определяющая величину сопротивления заземления, соответствует квадрату удельного электрического сопротивления, т.е. для случая УЭС $\rho=1100$ ом·м квадрат площади рудного тела составит $P_1^2=1210000$ м², а для случая с лабораторными определениями следует ожидать $P_2^2=705600$ м².

Плотность руд составляет $d=3,5$ т/м³, среднее содержание суммы металлов в руде $C=3\%$.

Вычисления суммы металла в рудных подсечениях проведены по формуле:

$$0,1 \frac{P_2^2}{R_2} mdC, \text{ результаты которых сведены в таблицу 2.}$$

Таблица 2.

Результаты вычисления суммы металла в рудных подсечениях

№№ п/п	$0,1P_2^2/R^2$		$0,1P_1^2/R^2$		0,5 Площади×мощн, м ³		Объем×плот-ность, тонн		Масса×содерж. металла, тонн	
	$\rho=840$ ом·м	$\rho=1100$ ом·м	$\rho=840$ ом·м	1100 ом·м	$\rho=840$ ом·м	1100 ом·м	$\rho=840$ ом·м	1100 ом·м	$\rho=840$ ом·м	1100 ом·м
1	17800	30000	53400	90000	186900	315000	5600	9400		
2	5035	8640	20140	34650	70490	120960	2100	3600		
3	20145	34570	120270	207420	423045	725970	12700	21800		
4	15000	25750	45000	77250	157500	270375	4700	8100		
	Итого:						25000	43000		

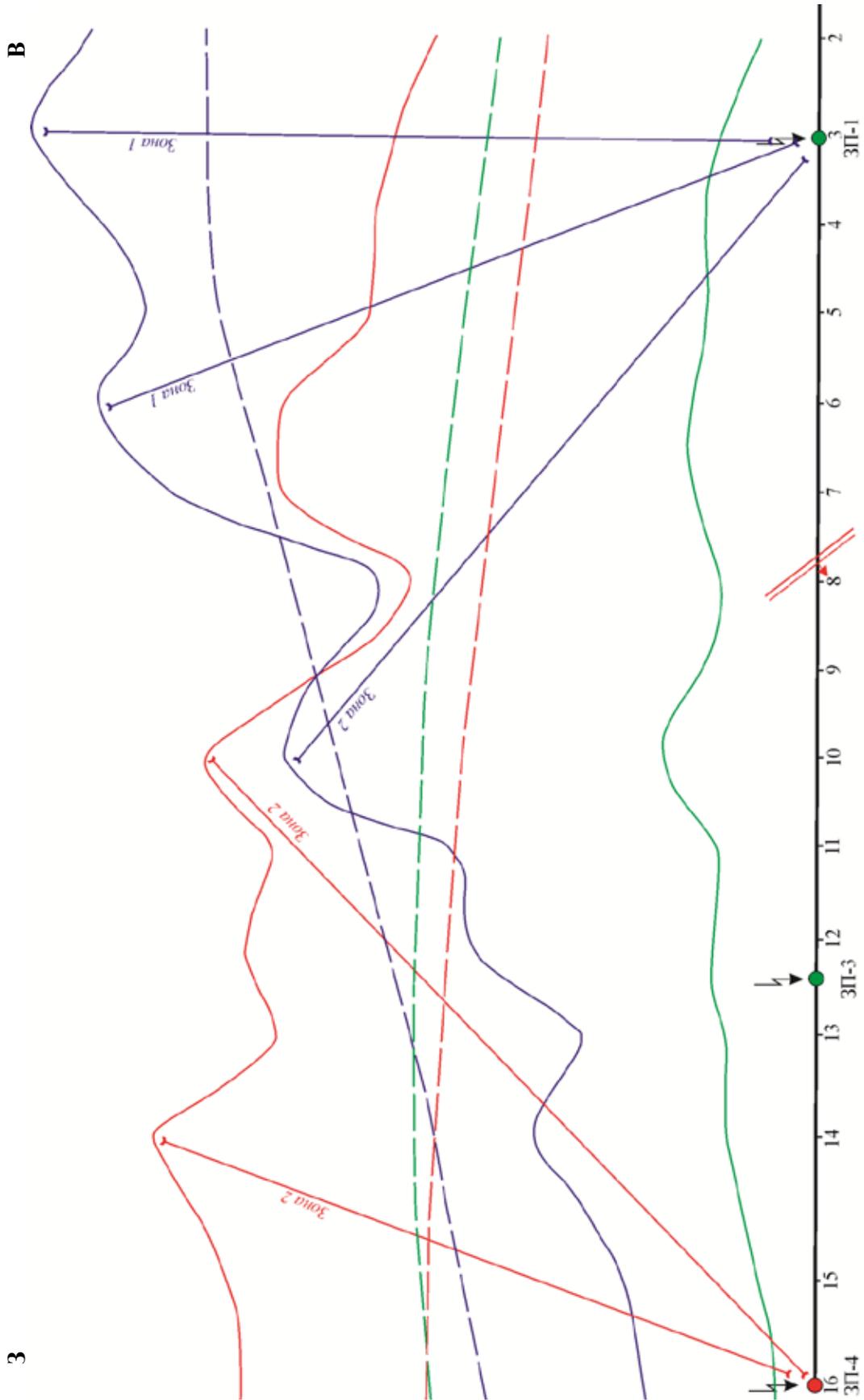


Рис. 3. Аномалии электрического поля напряжений на профиле дневной поверхности при корреляции от различных зарядов в выработках (от устья к забою).

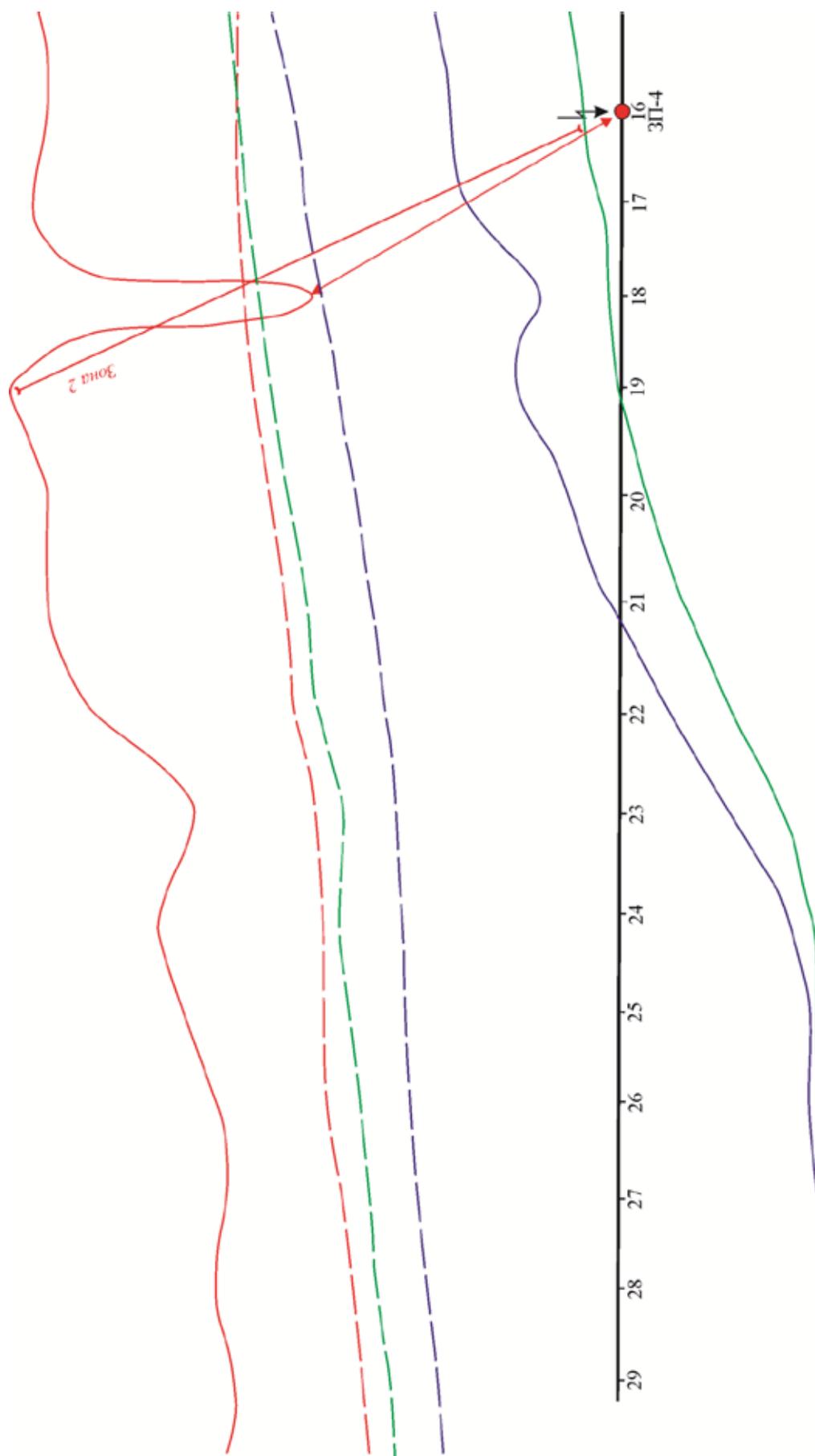
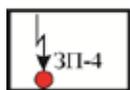


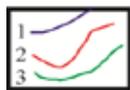
Рис. 3а. Аномалии электрического поля напряжений на профиле дневной поверхности при корреляции от различных зарядов в выработках (забойная часть).

Условные обозначения

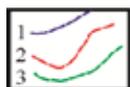
к рисункам 3 и 3а - аномалиям электрического поля напряжений на профиле на дневной поверхности при корреляциях от различных зарядов в выработках.



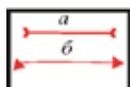
- проекции зарядов на профиль наблюдения на дневной поверхности



- наблюдаемые корреляционные кривые при заряде в рудных подсечениях
1) - ЗП-1, 2) - ЗП-4, 3) - ЗП-3



- кривые нормального электрического поля напряжений при положении источника заряда:
1) - ЗП-1, 2) - ЗП-4, 3) - ЗП-3



- рудные зоны: а - коррелируемые, б - не коррелируемые.

Сопротивления заземлений рудных подсечений изменяются от 1,88 до 3,71 ом·м. Потенциал на контакте руда – вмещающие породы также меняется от 680 до 1300 мв.

Из двух вариантов выбранных значений удельных электрических сопротивлений, безусловное предпочтение следует отдать измеренным значениям в выработках в естественных условиях залегания, однако второй вариант приведен для случая, когда приходится дать оценку поверхностной аномалии метода заряда и перспектив дальнейшего развития детальных поисковых работ.

Выводы

Геофизические исследования по методу электрической корреляции и заряда в модификации площади на рудных объектах Северной Осетии выполнены впервые и показали свою эффективность применительно к колчеданно-полиметаллическому типу руд.

Примененная методика корреляционной увязки рудных объектов, вскрытых подземными горными выработками и горизонтальными скважинами, с площадными комплексными геофизическими аномалиями позволила идентифицировать последние с рудными подсечениями ЗП-1 и ЗП-4. На основе отсутствия электрической корреляционной связи доказано, что рудные подсечения ЗП-3 и ЗП-3а являются изолированными друг от друга рудными линзами.

Выполненная количественная оценка запасов по сумме металлов методом площади заряженного тела удовлетворительно согласуется с результатами подсчета запасов традиционным способом. При сравнении результатов обоих вариантов оценки запасов по рудным подсечениям ЗП-1, ЗП-3, ЗП-3а и ЗП-4 относительное несоответствие не превысило 11%.

Литература

1. Бочкарев В. Ф., Конеева В. Ф. Структурные особенности Буронского рудного поля и его положение в колчеданном рудном поясе Северного Кавказа. Сборник «Вопросы магматизма, метаморфизма и рудообразования». М., 1963.

2. Заридзе Г.М., Татришвили Н.Ф. Петрология метаморфических образований северного склона Большого Кавказа. АН Груз. ССР, Геол. ин-т, Труды, новая серия, вып. 12, 1967.
3. Козырин А.К. Электрическая корреляция разрезов скважин. Ил. 22. М.: Недра, 1985. 136 с.
4. Мельников В.А., Баталов Ш.О. Геологическое строение площади листа К-38-40-Г (Центральный Кавказ). Отчет Зарамагской партии. СКЦМР, Дзауджикау, 1947.
5. Невский Л.Н., Буньков Ю.Д. Отчет о результатах комплексных геофизических и геохимических исследованиях. Фонды, СОКГЭ, 1976.
6. Оказов Б.Т. Отчет Згид-Саухохской ГРП. Фонды СОКРРЭ, 1934.
7. Ревазов А.Б. Отчет о поисково-оценочных работах на участке Саухох. Фонды СОКГЭ, 1977.
8. Семёнов М.В. Сапожников В.М. Электроразведка рудных полей методом заряда. М.: Недра, 1984.

USAGE OF ELECTRICAL CORRELATION METHOD IN EXPLORATION WORKS COMPLEX ON SULPHIDE- POLYMETALLIC DEPOSITS OF NORTH OSSETIA

**© 2015 V.B. Zaalishvili, Sc.Doctor (Phys.-Math.), prof., Kh.O. Chotchaev,
L.N. Nevskiy**

Geophysical institute of VSC RAS, Russia, 362002, Vladikavkaz, Markov street, 93a,
e-mail: cgi_ras@mail.ru

The article is devoted to the testing of borehole geophysics methods with the help of electrical correlation and square at electric charge location into ore intersections by underground mine workings and horizontal boreholes on the stage of detailed prospecting of sulphide- polymetallic deposits of Buron-Saukhokh ore field. Ore intersections correlation on a level of exploration mine adit horizon and a set of horizontal crosscuts and boreholes as well as correlation between the main ore intersections and integrated geophysical anomaly outlined on the surface of Saukhokh deposit were determined for the first time. Reserves estimation of metal sum content with the help of geophysical charge method on square tool in case of charge location into the main ore intersections of underground mine workings was realized.

Key words: Buron-Saukhokh ore field, mountain part of the territory of RNO-A, sulphide- polymetallic ores, crystalline schist, hydrothermal genesis, electrical correlation method, electric charge, square tool, reserves estimation.

УДК 551.21

ТВЕРДЫЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ОСВОЕНИЮ

© 2015 И.А. Керимов^{1,2}, д.ф.-м.н., проф., А.В. Висмурадов³, А.А. Даукаев¹,
д.г.-м.н., А.Н. Доля⁴, В.А. Рудов⁴, Л.А. Мурдалов⁵

¹Академия наук Чеченской Республики, 364024, ЧР, г. Грозный, пр-кт им.
М. Эсамбаева, 13, e-mail: academy_chr@mail.ru;

²Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, 123995, ГСП-5, г. Москва,
Б. Грузинская ул., 10, стр. 1, e-mail: direction@ifz.ru;

³Департамент по недропользованию по СКФО по ЧР, г. Грозный;

⁴ОАО «Севкавгеология», 357600, Ставропольский кр., г. Ессентуки, ул. Попова,
49, e-mail: sevkavgeo@yandex.ru;

⁵ЗАО НПП «Севкавгеопром», 357633, Ставропольский край, г. Ессентуки,
переулок Садовый, 4а

В статье рассмотрена ресурсная база твердых неметаллических полезных ископаемых (ТНПИ) Чеченской Республики. Проанализировано современное состояние структуры запасов и ресурсов ТНПИ. Определены основные проблемы в воспроизводстве и использовании минерально-сырьевой базы, разработаны рекомендации по развитию геологоразведочных работ и освоению полезных ископаемых республики.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, неметаллические полезные ископаемые, месторождение, геологические запасы, ресурсы, геологоразведка.

В настоящее время в Чеченской Республике в условиях политико-экономической стабильности отмечается рост хозяйственно-трудовой деятельности. Для дальнейшего развития производительных сил Чеченской Республики огромное значение имеет широкое освоение ее богатых природных ресурсов. Природные богатства республики, в том числе твердые неметаллические полезные ископаемые (ТНПИ), являющиеся основой минерально-сырьевой базы (МСБ), издавна являются предметом изучения со стороны специалистов как научных, так и производственных организаций [Арсамаков, 2009, 2012; Географические..., 2011; Керимов и др., 2009; Минералогия неметаллов..., 2012; Полезные ископаемые..., 2009; Разломная тектоника..., 2013; Справочник..., 1933; Ямалханов и др., 2012].

1. Геологическая изученность ТНПИ Чеченской Республики

Систематические геологические изыскания ТНПИ на территории Чеченской Республики начались с 1920-х годов [Географические..., 2011; Полезные ископаемые..., 2009; Справочник..., 1933]. В 1929 г. Б. М. Михеевым и А. Г. Шаповаловым проводились поисковые работы на строительные материалы, в результате которых был выявлен ряд месторождений глин, песков и цементного сырья. В 1930-х гг. поисковые работы на строительные материалы продолжались, но они носили поверхностный характер, и производились без

комплексного изучения полезного ископаемого и подсчета запасов. В 1931 г. впервые проводятся поисковые работы на флоридиновые глины (бентонит), необходимые для нужд нефтяной промышленности. Эти работы производились в Старогрозненском, Сунженском и Новогрозненском районах под руководством Н. Г. Донского. Проявления отбеливающих глин были установлены на всех поисковых участках. В 1938 г. на южном склоне Сунженского хребта под руководством Н. П. Коновалова проводились поисковые работы на кварцевые пески и песчаники. В результате работ были выявлены 5 пластов песчаников. Позже эти работы были продолжены геологической партией Северо-Кавказского геологического управления под руководством Г. Д. Гриднева. Этими работами было разведано Серноводское месторождение кварцевых песков с подсчетом их запасов. На основе результатов анализа химического состава этих песков и ранее выявленных кварцевых песчаников была отмечена их пригодность для изготовления бутылочного стекла. Во второй половине XX в. продолжались геолого-поисковые и разведочные работы на строительные материалы. Полевыми партиями треста «Грознефтеразведка», научно-исследовательских институтов «ГрозНИИ» и «ГипроГрознефть» в конце 1940-х – начале 1950-х гг. проводятся геологоразведочные работы (ГРР) по поискам месторождений строительных материалов для нужд республики. В результате работ были установлены новые месторождения песков, гравия, кирпичных глин и др. Особенно активизировались геологические изыскания этих ТНПИ после создания Чечено-Ингушской геологической экспедиции «СевКавгеолуправления» в 1958 году. Геологическими партиями данной экспедиции проводились поисковые работы на целый ряд полезных ископаемых: строительные материалы, химическое сырье, артезианские воды и др. Были выявлены и разведаны крупные месторождения цементного сырья, песчано-гравийной смеси (ПГС) для бетонов, строительных песков, кирпичных и отбеливающих глин. Работы на отбеливающие глины проводились в 1963 г. на Серноводском, Гудермесском и Сюиль-Кортовском участках. Были выделены 5 перспективных площадей для проведения разведочных работ. В 1960–1962 гг. Грозненской партией Аргунской экспедиции проводились поисково-разведочные работы на минеральные краски в пределах Веденского и Урус-Мартановского районов, в результате чего были выявлены целый ряд проявлений минеральных красок: Мало-Варандинское, Харсеное, Сюжинское, Веденское, Даргинское, Улускертское. Однако, из-за ограниченных масштабов большая часть проявлений не была рекомендована для промышленного освоения. К перспективным объектам отнесено Мало-Варандинское месторождение; на нем были подсчитаны запасы сырья и оценено его качество. В 1974–1975 гг. отрядом Грозненского участка стройматериалов экспедиции проводились полевые работы на кварцевые пески, на участках Серноводском и Пионерском под руководством В. Д. Дьякова и О. П. Зайцева и на участке Рошни-Чу под руководством В. Д. Дьякова. В 1975–1983 гг. на территории республики проводились поисковые работы на облицовочный материал. Этими работами было выявлено Эрсенойское месторождение известняка-ракушечника, а также проявления облицовочных доломитов на участке Рошни-Чу, гипсов в районе Чанохойского месторождения. Примерно с конца 1980-х годов геологические изыскания практически прекратились [Географические..., 2011; Полезные ископаемые..., 2009].

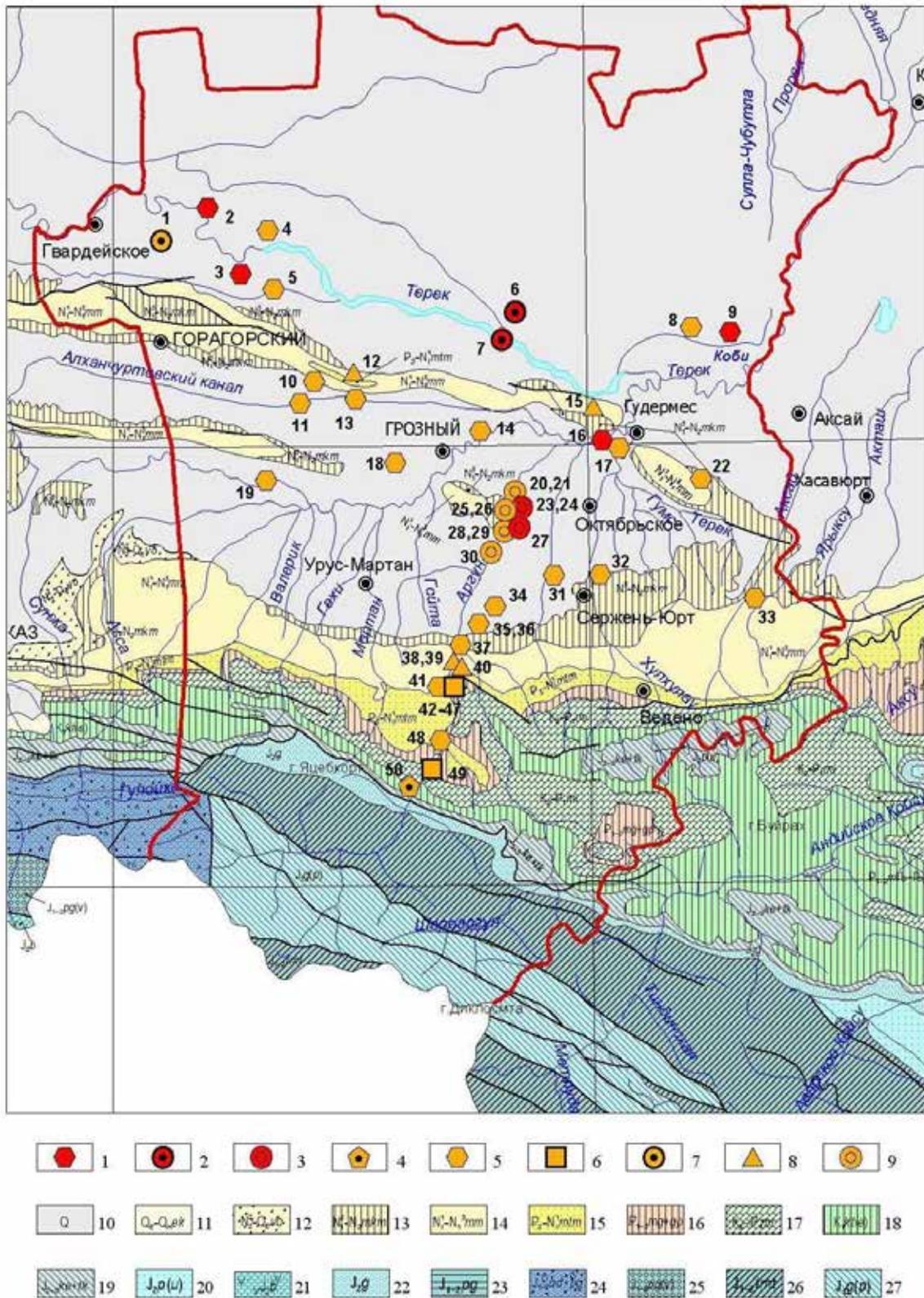


Рис. 1. Схема размещения месторождений ТНПИ Чеченской Республики (структурно-формационная основа по В.Л. Омельченко)

Условные обозначения к рис. 1:

1-9 – виды сырья (1-3 – распределенный фонд, 4-9 – нераспределенный фонд): 1 – глина и суглинок, 2 – песок, 3 – песчано-гравийная смесь, 4 – гипс, 5 – глина и суглинок, 6 – известняк, 7 – песок,

8 – песчаник, 9 – песчано-валунно-гравийная смесь (1-3 – распределенный фонд, 4-9 – нераспределенный фонд); 10-27 – формационные ассоциации, формации и субформации: 10 – континентальная терригенная, Q, 11 – андезит-дацит-риолитовая, Q_E-Q_H ek, 12 – вулканогенно-осадочная, $N_2^2-Q_E$ vo, 13 – прибрежно-морская карбонатно-терригенная, $N_1^3-N_2$ mkm, 14 – существенно морская терригенно-карбонатная, $N_1^1-N_1^3$ mm, 15 – молассовая тонкообломочная морская, $P_3-N_1^1$ mtm, 16 – мергельно-глинистая, P_{1-2} mg+gr, 17 – мергельно-известняковая, $K_2-P_1^1$ mi, 18 – карбонатно-терригенная мергелисто-доломито-известняково-глинистая, K_1 kt (e); 19 – объединенные карбонатно-эвапоритовая и терригенно-карбонатная, $J_{2,3}$ ke+tk, 20 – песчаниковая угленосная, J_2 p (u), 21 – базальтовая, J_2 b, 22 – глинистая, J_2 g, 23 – песчаниково-глинистая, J_{1-2} pg, 24 – объединенные андезит-дацитовая и песчаниково-глинистая, J_{1-2} ad+pg, 25 – песчаниково-глинистая, J_{1-2} pg (v), 26 – тонко-мелкообломочная терригенная ассоциация, J_{1-2} tmt, 27 – глинистая (с песчаниками) метаморфизованная, J_1 g (p).

Месторождения:

с утвержденными запасами: 1 – Знаменское, 2 – Алпатовское, 3 – Верхненаурское, 4 – Наурское, 5 – Надтеречное, 6 – Червленское, 8 – Шелковское (участок № 1), 10 – Первомайское, 11 – Артемовское, 9 – Шелковское (участок № 2), 12 – Волчье-Воротинское, 13 – Старопромысловское, 14 – Петропавловское, 15 – Брагунское, 17 – Гудермесское II, 18 – Андреевское II, 19 – Самашкинское, 20 – Аргунское (карьер Примыкание), 21 – Аргунское (карьер Аргун), 22 – Новогрозненское, 25 – Чеченаульское II, 26 – Аргунское II, 28 – Чеченаульское, 29 – Грозненское, 30 – Ханкальско-Белгатоевское (участок Атагинский), 31 – Шалинское, 32 – Автуринское, 33 – Ножай-Юртовское, 34 – Дуба-Юртовское, 35 – Чир-Юртовское, 36 – Чир-Юртовское, 37 – Дуба-Юртовское, 38 – Пионерское (участок Левобережный), 39 – Пионерское (участок Западный Правобережный), 40 – Пионерское (участок Восточный Правобережный), 41 – Яраш-Мордынское, 42 – Алебастровское (участок Яраш-Морды), 43 – Черногорское (участок Левобережный), 44 – Черногорское (участок Правобережный), 47 – Черногорское (участок Мамышасты), 48 – Вашиндороевское, 49 – Алебастровское (участок Советское), 50 – Чанахойское, 45 – Яраш-Мордынское (участок разведки 1950 г.), 46 – Яраш-Мордынское (уч. разведки 1958 г.);

с неутвержденными запасами: 7 – Загорское, 16 – Гудермесское, 23 – Бердыкельское, 24 – Госхоз Бердыкель, 27 – Ханкальско-Белгатоевское (участок Белгатоевский).

2. Структура запасов и ресурсов ТНПИ Чеченской Республики

Основой планирования работ по добыче, разведке и поискам ТНПИ на территории ЧР является наличие утвержденных разведанных запасов А, В и C_1 , запасов категории C_2 и прогнозных ресурсов категорий P_1 , P_2 , P_3 по более 10-ти видам минерального сырья. На территории республики известны крупные месторождения цементного сырья (Черногорское и др.), песчано-гравийных смесей (Ханкальско-Белгатойское и др.), средние и мелкие месторождения строительных и стекольных песков, кирпичных и керамзитовых глин, известняков для производства извести, битумсодержащих пород, облицовочных и строительных камней [Минерагения неметаллов..., 2012; Полезные ископаемые..., 2009; Ямалханов и др., 2012].

Схема размещения месторождений ТНПИ Чеченской Республики, составленная на основе структурно-формационной карты, приведена на рис. 1. Все известные разведанные месторождения в пределах ЧР расположены в 9-ти районах. Наибольшее количество месторождений находится в Грозненском и Шатойском районах. Госбалансом полезных ископаемых учтены запасы по категориям А, В и C_1 в объеме 273240 тыс. м³ и C_2 в объеме 80002 тыс. м³ 45 месторождений.

По 39 проявлениям на территории республики подсчитаны запасы категорий C_2 и прогнозных ресурсов P_2 и P_3 твердых неметаллических полезных ископаемых. На рис. 2 приведена схема размещения объектов прогнозных ресурсов ТНПИ на территории Чеченской Республики.

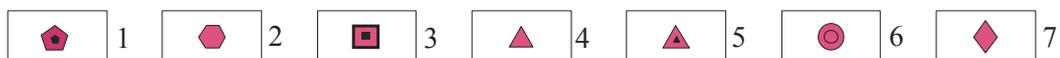
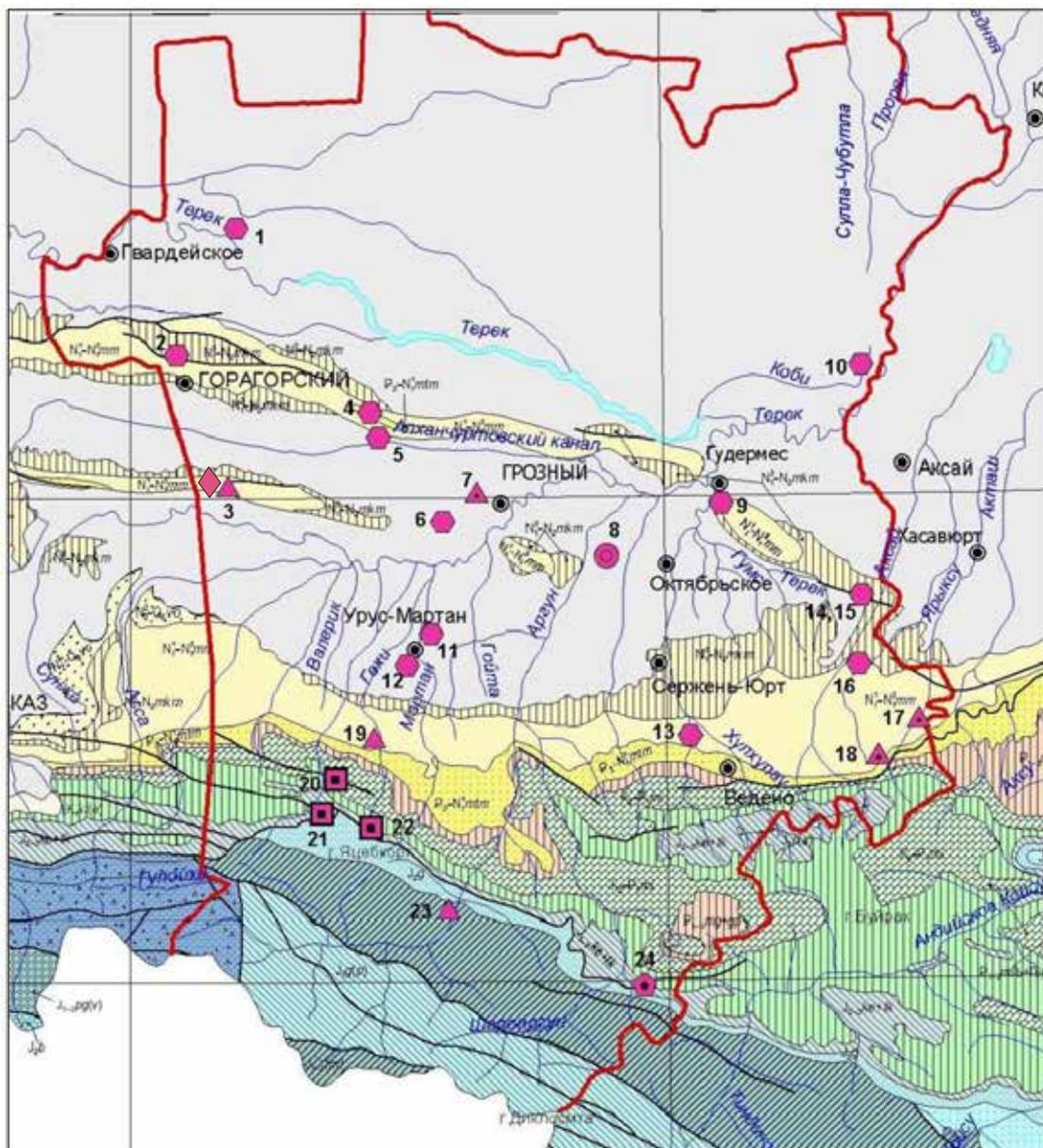


Рис. 2. Схема размещения объектов прогнозных ресурсов ТНПИ на территории Чеченской Республики (структурно-формационная основа по В.Л. Омельченко)

Условные обозначения к рис. 2:

1 – гипс, 2 – глина и суглинок, 3 – доломиты, 4 – песчаник, 5 – песчаник стекольный, 6 – песчаник битуминозный, 7 – песчано-валунно-гравийная смесь.

Объекты: 1 – Алпатовское проявление (уч. №3), 2 – уч. Горагорский, 3 – уч. Серноводский, 4 – уч. Терский, 5 – уч. Старопромысловский, 6 – уч. Андреевский, 7 – уч. Грозненский, 8 – уч. Мескер – Юртовский, 9 – Гудермесское II (уч. №4), 10 – поисковая площадь между ст. Шелковская и ст. Гребенская, 11 – Урус-Мартановский (уч. Северный), 12 – Урус-Мартановский (уч. Южный), 13 – Автуринский участок, 14 – Ножай-Юртовский (уч. №3), 15 – Ножай-Юртовский (уч. №4), 16 – Ножай-Юртовский (уч. №2), 17 – уч. Симсирский, 18 – уч. Махкендатген-Корт, 19 – уч. Рошни-Чу, 20 – уч. Рошни-Чу, 21 – Нашахаламское проявление, 22 – Пшехойское проявление, 23 – Конжухойское проявление, 24 – Кирийское проявление.

На диаграмме (рис. 3) приведены данные о процентных соотношениях запасов и ресурсов по различным видам минерального сырья. Преобладающий объем запасов категорий А, В и С₁ приходится на песчано-гравийные смеси (ПГС) (40%) и на сырье для производства цемента (32,9%), кирпично-черепичное сырье составляет 13%. В структуре запасов категорий С₂ основную долю составляет сырье для производства цемента более 96%. В структуре прогнозных ресурсов категорий Р₂ (суммарный объем – 14163 млн. м³) в среднем по 20% составляют строительный камень, ПГС, пески строительные и кирпичное сырье. Основную долю в структуре прогнозных ресурсов категории Р₃ (суммарный объем – 14300 млн. м³) занимают: песчано-гравийные материалы – 30,2%, карбонатные породы для производства извести и цемента, соответственно, – 12,3% и 11,3% и кирпично-черепичное сырье – 10,5%.

Ниже приводятся краткие сведения о месторождениях, проявлениях ТНПИ и перспективных площадях.

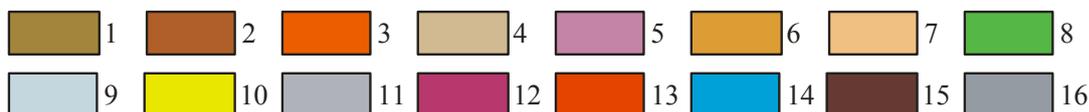
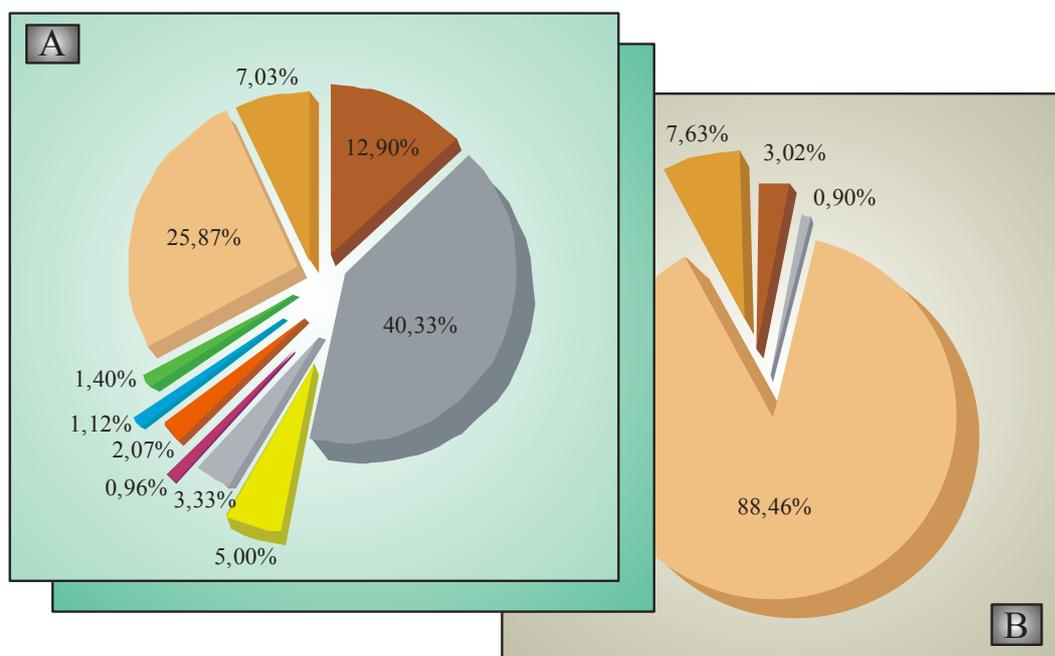


Рис. 3. Диаграмма соотношения балансовых запасов категорий А+В+С₁ (А) и С₂ (В) по видам нерудного сырья (по данным Е. В. Беляева и др.)

Условные обозначения:

Виды сырья: 1 – бентониты и бентонитоподобные глины, 2 – кирпично-черепичное сырье, 3 – керамзитовое сырье, 4 – сырье для металлургии, 5 – доломиты многоцелевого использования, 6 – цементное сырье (глины), 7 – цементное сырье (карбонатные породы), 8 – известняки для производства извести, 9 – пески стекольные, 10 – пески строительные, 11 – пески, песчаники для силикатных изделий, 12 – камни строительные, 13 – облицовочные камни, 14 – гипс, ангидрит, 15 – битуминозные песчаники, 16 – песчано-гравийные материалы.

По состоянию на сегодняшний день на территории республики разведаны и учтены государственным балансом запасы полезных ископаемых по 42 месторождениям твердых неметаллических полезных ископаемых, в том числе:

1. Глины для производства кирпича – 20 месторождений с остаточными балансовыми запасами промышленных категорий 35,526 млн. м³;
2. Гравийно-песчаные смеси – 6 месторождений (в т.ч. и 1 участок) с начальными балансовыми запасами промышленных категорий 108,035 млн. м³;
3. Пески строительные – 2 месторождения с начальными балансовыми запасами промышленных категорий 13,474 млн. м³;
4. Глины для цементной промышленности – 1 месторождение с остаточными балансовыми запасами по состоянию на 01.01.2015 г. промышленных категорий 32,388 млн. т;
5. Известняки для цементной промышленности – 2 месторождения с остаточными балансовыми запасами по состоянию на 01.01.2015 г. промышленных категорий 176,608 млн. т, в т.ч. участок Мамышасты Черногорского месторождения с остаточными балансовыми запасами промышленной категории по состоянию на 01.01.2015 г. 116,052 млн. т;
6. Гипс – 2 месторождения с начальными балансовыми запасами промышленных категорий 33,884 млн. т, в т.ч. одно месторождение с остаточными запасами промышленной категории по состоянию на 01.01.2015 г. 6,504 млн. т. для цементной промышленности;
7. Пески силикатные – 1 месторождение (3 участка) с начальными балансовыми запасами промышленных категорий;
8. Камни строительные – 3 месторождения с начальными балансовыми запасами промышленных категорий 9,098 млн. м³;
9. Керамзитовое сырье – 2 месторождения с начальными балансовыми запасами промышленных категорий 5,649 млн. м³;
10. Карбонатные породы для производства извести – 1 месторождения (2 участка) с начальными балансовыми запасами промышленных категорий 3,838 млн. т;
11. Строительные камни – 2 месторождения с начальными балансовыми запасами промышленных категорий 2,614 млн. т.

Кроме того, имеются перспективные участки и проявления твердых неметаллических полезных ископаемых выявленные и апробированные в той или иной степени и нуждающиеся в более детальном изучении, которые представлены ниже:

– **кварцевых песчаников** для стекольной промышленности, а также для силикатных стеновых блоков, алюмосиликатных изделий – P₂–10 млн. т, P₃– 30 млн. т;

– **битуминозных песчаников** для строительства автомобильных дорог и применения в производстве кровельных и гидроизоляционных изделий, изготовления лаков, эмалей и пр. – P₂– 5 млн. т, P₃– 20 млн. т;

– **бентонитовых и бентонитоподобных глин** для производства буровых растворов, тонкой и строительной керамики, комбикормовой промышленности, производства керамзитового гравия, щебня и песка, очистки воды и нефтепродуктов по категориям – P₂ – 10 млн. т. и P₃ – 20 млн. т;

– **цеолитов и цеолитсодержащих пород** для очистки питьевых и сточных вод, производства адсорбентов для осушки нефтяных газов и воздуха, сероочистки углеводородного сырья и очистки газов ТЭЦ, очистки дизельных и растительных масел, производства керамического кирпича, тремолитового гравия, портландцемента, ис-

кусственного волластонита, строительной керамики, гранулированных органоминеральных удобрений, минеральной подкормки для животных и птиц, мелиорантов почв и средств борьбы с вредителями сельхознасаждений – P_2 – 5 млн. т и P_3 – 15 млн. т;

– **огнеупорных и тугоплавких глин** для производства фаянсовых и фарфоровых изделий, шамотового и огнеупорного кирпича, формовочных огнеупоров, керамических канализационных и дренажных труб, плитки керамические для внутренней облицовки стен – P_2 – 5 млн. т, P_3 – 10 млн. т;

– **известняков и мергелей** для производства цемента, извести и минеральной ваты – P_2 – 50 млн. т и P_3 – 80 млн. т;

– **доломитов многоцелевого назначения** (метало-флюса, конверторные огнеупоры, стекольной промышленности, получения металлического магния, производстве линолеума, резинотехнических изделий, мастик, герметики, удобрений в сельском хозяйстве): P_2 – 40 млн. т и P_3 – 80 млн. т;

– **гипсов и ангидритов** для производства вяжущих добавок для портландцемента, серной кислоты, сульфата аммония, в строительстве (для декоративных и архитектурных изделий, конструкций, самовыравнивающихся стяжек, строительных растворов), в фарфорофаянсовой, керамической и медицинской промышленности, белого декоративного и гипсоглиноземистого расширяющегося цемента – P_2 – 50 млн. т и P_3 – 80 млн. т.

По состоянию на 01.01.2015 года на территории Чеченской Республики 29 действующих лицензий на право пользования недрами, содержащими твердые неметаллические полезные ископаемые. в том числе: 3 лицензии на добычу сырья для производства цемента, 12 лицензий на добычу гравийно-песчаной смеси, 4 – на добычу глины для производства кирпича, 6 – на добычу песка строительных нужд, 1 лицензия на добычу известняка-ракушечника, 2 лицензии на добычу известняков для производства извести и селитебных изделий и 1 – на добычу гипса для производства селитебных изделий и гипсовой продукции. Из общего числа выданных лицензий 9 лицензий на добычу твердых неметаллических полезных ископаемых выданы на неутвержденные запасы в нарушении ст. 29 ФЗ-2395-1 «О недрах» от 21.02.1992 г. Практически все лицензии, за исключением лицензий, выданных на добычу сырья для цементной промышленности, выданы с нарушением ст. 10 ФЗ-2395-1 от 21.02.1992 г. на срок, составляющий 3–5 лет, вместо установленного Законом РФ «О недрах».

3. Геологическое обоснование увеличения ресурсного потенциала ТНПИ

Территория Чеченской Республики охватывается двумя крупными геологическими структурами Северного Кавказа. Северная часть Республики располагается в пределах Терско-Каспийского краевого прогиба, южная – в пределах складчатоглыбового поднятия Восточного Кавказа [Полезные ископаемые..., 2009; Разломная тектоника..., 2013].

Геологические формации, которые выполняют эти структуры, на сопредельных территориях Северного Кавказа вмещают в себе до 53 видов неметаллических полезных ископаемых (НПИ), которые образуют порядка 1250 проявлений и месторождений нерудного сырья. Из них на территории Республики в настоящее время обнаруживается порядка 20 видов НПИ, которые рассредоточены по 103 объектам

проявлений и месторождений. Эти самые общие данные говорят о значительном минерагеническом потенциале территории, который может быть реализован при поисковых работах.

Терско-Каспийский краевой прогиб (северная равнинная часть республики). Эта структура выполнена среднемиоцен-четвертичными ($N_1^2 - Q_{IV}$) отложениями верхней молассы, специализирована, главным образом, на строительные материалы 2-х групп пород: обломочные (песчано-гравийный материал-ПГС и пески) и глинистые породы (глины и суглинки кирпично-черепичные, керамзитовые, бентонитовые). Известны также проявления стекольных песков и глин для цементного сырья, битумсодержащие песчаники. Можно отметить, что если закономерности распределения грубо-, тонкообломочных и глинистых пород в целом проявлены довольно отчетливо, то разновидности их, имеющие различные технологические свойства, выявляются только в процессе детальных исследований.

Морские отложения молассы перспективны также на выявление месторождений морской ракушки. Залежи ракушки, например, в Приазовье пригодны для балластирования железнодорожного полотна, получения пустотных стеновых блоков, мелкого заполнителя низкомарочных бетонов, выжига извести, внутренней облицовки зданий и в качестве минеральной подкормки для животных и птиц.

При комплексном использовании этих отложений территория должна быть опосредована кроме того на титан-циркониевое сырье, месторождения которого известны в аналогичных отложениях Ставропольского свода.

Складчато-глыбовое поднятие Восточного Кавказа (центральная среднегорная часть республики). Эта зона сложена образованиями пассивной континентальной окраины нижней молассы (P_3-N_1), континентального шельфа ($J_2^3 - P_2$) и нижнесреднеюрской (J_{1-2}) континентальной окраины внутреннего и внешнего шельфа.

Нижняя моласса (майкопская серия) специализирована в основном на разновидности глинистого сырья: керамзитового и кирпично-черепичного. Эти глины могут использоваться также как агросырье – за счет обогащения их фосфором костных остатков рыб и микроэлементами; глины без остатков рыб также могут применяться в агрохимии благодаря повышенным содержаниям микроэлементов (Fe, Br, Cu, Mo, V), возможны также проявления битумсодержащих образований.

Образования континентального шельфа благодаря большому разнообразию фациальных обстановок специализированы на очень широкий комплекс полезных ископаемых. На Северном Кавказе с этими образованиями связаны сера, известняки и доломиты для химической, металлургической и пищевой промышленности, минеральные удобрения и агроруды местного значения, глауконит, керамическое и огнеупорное сырье, цеолиты в палеоцен-эоценовых глинах, поделочные камни – гипс и оникс, коллекционные марказитовые стяжения. Карбонатные породы используются, как правило, комплексно. Кроме цементного сырья они являются хорошим облицовочным материалом, служат для производства воздушной извести, щебня, бутового, стенового, пильного камня, продуктов для известкования почв и т. д.

Глинистое сырье этих образований пригодно для получения лицевого кирпича, керамических канализационных труб и плиток для внутренней облицовки стен и производства керамзита.

Большим распространением также пользуются гипс, используемый в строительстве, медицине, для получения различных художественно-декоративных изделий и др., ангидритовый цемент, целестин, силицитовые породы для получения

тремолита, облицовочной, половой плитки, очистки нефтепродуктов и в качестве минерального дуста.

Известны также месторождения поваренной соли, минеральных красителей, глауконитовых песчаников, охристых глин.

Нижне-среднеюрская континентальная окраина внутреннего и внешнего шельфа (южная высокогорная часть республики). Образования этих формаций специализированы на стройматериалы: песчаники для получения бутового камня и щебня, стенового камня, точильных кругов и брусков; глинистые сланцы и аргиллиты для получения керамзита, как шиферный материал. Многочисленные мощные дайки микрогаббро (диабазов) могут быть использованы в качестве сырья каменного литья, бутового, облицовочного камня, получения минеральной ваты. Востребованным может оказаться коллекционный материал кварцево-полиметаллических жил.

Таким образом, на территории Чеченской Республики имеются все геологические основания для повышения категорийности запасов имеющихся месторождений ТНПИ и обнаружения их новых видов [Полезные ископаемые..., 2009; Ямалханов и др., 2012].

4. Выводы и основные проблемы

Анализ состояния минерально-сырьевой базы республики и ее ресурсный потенциал в целом позволяет сделать вывод о значительных резервах как роста добычи твердых неметаллических полезных ископаемых, так и по вовлечения в освоение в ближайшей перспективе таких видов минерального сырья, как цементное сырье, полиметаллы, целестин и другие. Также необходимо отметить тот факт, что остаточные запасы всех учтенных государственным балансом запасы твердых неметаллических полезных ископаемых приведены по состоянию на 01.01.1991 г. Начиная с 1991 г. отсутствуют всякие сведения об объемах добычи ТНПИ, а также имеют место застройки участков расположения месторождений ТНПИ, или разработка их за контуром месторождения. Практически все эти месторождения находятся в нераспределенном фонде недр.

Территория Чеченской Республики характеризуется неравномерной геологической изученностью. Все имеющиеся материалы в значительной степени устарели и были составлены более 30 лет назад камеральным путем и в настоящее время пригодны только для использования в общегеологических целях и не могут являться основой дальнейшей постановки геологоразведочных работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы.

Региональные геологические исследования (геологосъемочные, геолого-геофизические и картосоставительские работы) создают фундаментальную основу для изучения территорий и прогнозирования месторождений полезных ископаемых, кроме того они направлены на оценку общего ресурсного потенциала, общегеологического обоснования долгосрочных и краткосрочных программ по оценке минерально-сырьевой базы и выявление перспективных площадей для локализации прогнозных ресурсов полезных ископаемых на основе системного обновления геолого-геофизической информации о строении недр.

В связи с вышеизложенным увеличение объемов геологоразведочных работ на все виды полезных ископаемых на территории Чеченской Республики является первостепенной задачей.

Основными проблемами в воспроизводстве и использовании минерально-сырьевой базы республики являются нижеследующие:

1. Отсутствие современной оценки промышленного потенциала нетрадиционных полезных ископаемых (природные битумы, горючие сланцы, мелиораниты, бентонитовые глины и природные сорбенты, тереклиты и др.).
2. Большая часть территории Чеченской Республики (80%), имеющая перспективы открытия месторождений нерудных полезных ископаемых, в настоящее время не опоскована. Геологосъемочные работы в республике проводились только в 1950-1970 гг. Отношение количества разведанных месторождений к количеству проявлений и прогнозных площадей составляет в настоящее время 1:3, что на самом деле является крайне завышенным.
3. Имеются неоднократные случаи выдачи лицензий вне контуров разведанных месторождений.
4. Отсутствие базы данных в т. ч. электронной по неметаллическим полезным ископаемым.
5. Отсутствие единой республиканской программы геолого-разведочных работ по изучению ТНПИ и других полезных ископаемых.
6. Отсутствие современной геологической основы М 1:200 000 на территории Чеченской Республики (тополисты К – 38 – III, IV, IX, X, XI и XVI).
7. Отсутствие на территории республики научно-производственных и производственных предприятий, организаций геологического профиля.

5. Рекомендации по освоению месторождений ТНПИ и основные направления ГРР

Таким образом, в республике имеются благоприятные перспективы для развития добывающей промышленности на месторождениях всех перечисленных видов строительных материалов, кроме полевошпатовых песков для бетона, перспективы которых не ясны. Исходя из вышеизложенного, на данном этапе может быть рекомендовано вовлечение всех существующих месторождений ТНПИ в разработку по мере потребности республики в том или ином сырье.

На территории Чеченской Республики, по мнению авторов, первоочередными видами ТНПИ для освоения являются следующие:

1. Глинистое сырье для производства кирпича. В настоящее время разрабатываются Андреевское, Петропавловское, Ножа-Юртовское, Шелковское, Надтеречное месторождения. 15 месторождений данного сырья, расположенные преимущественно в равнинной части республики, находятся в нераспределенном фонде недр.

2. Гравийно-песчаные смеси. В настоящее время добыча гравийно-песчаных смесей ведется на 12 лицензионных участках, из которых только три участка в пределах месторождений с утвержденными запасами. Три месторождения, расположенные в центральной части республики в основном в долине реки Аргун, находятся в нераспределенном фонде недр. В свое время на базе этих месторождений существовали карьеры по добыче ГПС и производству щебня. Из сырья этих месторождений можно получить высокопрочный щебень, пригодный как заполнитель дорожных бетонов, в качестве балластного слоя ж/д путей, для асфальтовых покрытий и т. д. Кроме того, полученный в результате переработки песок после обогащения пригоден для строительных работ.

3. Пески строительные. На территории республики выявлены Червленское и Знаменское месторождения строительных песков. В настоящее время оба месторождения находятся в разработке.

4. Камни строительные. На территории республики два месторождения, находящиеся в нераспределенном фонде недр, и одно перспективное проявление в районе г. Грозный. Данное сырье может быть использовано в качестве крупного заполнителя в обычном бетоне и как бутовый камень. При условии проведения дополнительных исследований возможно их использования и в качестве облицовки фундаментов естественным камнем. Возможно создание предприятия по добыче и дальнейшей переработки данного сырья.

5. Керамзитовое сырье для производства керамических изделий находится в основном в районе с. Дуба-Юрт и Чири-Юрт. На базе этих месторождений вплоть до 1991 г. функционировал цех по производству керамических изделий, в т. ч. сувенирных изделий. Представляется возможным создание современного предприятия по производству различных керамических изделий, керамзита в качестве утеплителя.

6. Песчаники стекольные. На сегодняшний день в республике имеется одно (Серноводское) месторождение песчаников, которые пригодны для производства стеклотары, и одно (Пионерское), песчаники которого при условии обогащения могут быть использованы в стекольной промышленности. Возможно создание производства по выпуску стеклотары (бутылок для напитков) рядом с заводом по розливу минеральной воды. Стеклотара получится с зеленоватым оттенком.

Для проектирования вышеупомянутых предприятий необходимо:

- а) оценить запасы сырья по более высоким категориям;
- б) выполнить современные лабораторные исследования для определения возможности использования сырья в различных целях;
- в) составить бизнес-план и выполнить проектные работы по созданию предприятия.

7. Карбонатные породы. Ярыш-Мордынское месторождение известняков находится в распределенном фонде недр. На базе данного сырья совместно с силикатными песчаниками Пионерского месторождения ИСТ ЗАО «Казбек» проектируется «ТехноПарк» по производству изделий и продукции стройиндустрии.

Существующие данные по геологической изученности и состоянию минерально-сырьевой базы Чеченской Республики позволяют сделать вывод о необходимости проведения на современной основе региональных геолого-геофизических и геологосъемочных работ. Для целенаправленного планирования геологоразведочных работ, оценки перспектив территории на все виды полезных ископаемых, а также решения различных народнохозяйственных задач, включая экологические, необходима современная многоцелевая геологическая основа, в первую очередь среднего масштаба (1:200000). Такая карта послужит основой для разработки программы по восстановлению утраченной в прошлые годы минерально-сырьевой инфраструктуры, в том числе вовлечению в разработку новых объектов добычи полезных ископаемых для различных целей.

Дальнейшее изучение и освоение минерально-сырьевой базы Чеченской Республики возможно при решении следующих первоочередных задач:

1. Составление современной многоцелевой геологической основы (ГДП-200) территории Чеченской Республики (тополисты К – 38 – III, IV, IX, X, XI и XVI)

для оценки минерагенического потенциала основных геоструктурных элементов и локализации в их пределах участков, перспективных на все виды полезных ископаемых и обоснования постановки поисковых работ для формирования фонда объектов лицензирования.

2. Составление геолого-экономической карты твердых полезных ископаемых масштаба 1:200 000.

3. Разработка электронной базы данных ТНПИ с инвентаризацией существующих месторождений.

4. Проведение поисковых работ в Центральной части Республики на Веденской и Шатойской геолого-структурных площадях с целью оценки их ресурсного потенциала.

5. Оценка ресурсного потенциала благородных и цветных металлов в пределах известных металлогенических зон на структурно-формационной основе и твердых неметаллических полезных ископаемых с производством поисково-ревизионных работ на первоочередных площадях. Разработка программы поисковых и оценочных работ на рудные полезные ископаемые.

6. Составление прогнозно-минералогенической карты на нерудные неметаллические полезные ископаемые, в том числе и рудные (металлические) твердые полезные ископаемые.

7. Создание на территории республики научно-исследовательского института по проблемам геологии и минерального сырья (в структуре РАН) и Геолого-геофизической экспедиции, оснащенной современным геологическим и геофизическим оборудованием и аппаратурой.

Все это позволит на современной основе планировать геологоразведочные работы на ТНПИ на длительный период, а также будет способствовать их успешному освоению и использованию в народном хозяйстве Чеченской Республики.

Литература

1. Арсамаков Х.И. Металлогенические факторы прогноза месторождений в Терско-Аргунском междуречье юрской «сланцевой» полосы Кавказа // Вестник ЮРГНТУ (НПИ). Науки о Земле. Новочеркасск, 2009. № 1. С. 69-74.

2. Арсамаков Х.И. Некоторые вопросы состояния и использования минерально-сырьевых ресурсов междуречья Терек-Аргун // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы II Всероссийской научно-технической конференции. Грозный: АН ЧР, 2012. С. 99-101.

3. Географические и геолого-геофизические исследования Чечни и Ингушетии / И.А. Керимов, М.Я. Гайсумов, А.А. Даукаев и др. // Вестник Академии наук Чеченской Республики, 2011. № 1 (14). С. 90-100.

4. Керимов И.А., Даукаев А.А., Усманов А.А. Твердые полезные ископаемые Чеченской Республики (история поисков и разведки и современное состояние) // Вестник Академии Чеченской Республики, 2009. № 1 (10). С. 9-14.

5. Минерагения неметаллов Чеченской Республики / Е.В. Беляев, В.А. Антонов, Ф.А. Закирова и др. // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы II Всероссийской научно-технической конференции. Грозный: АН ЧР, 2012. С. 118-121.

6. Полезные ископаемые Чеченской Республики. Справочник / И.А. Керимов, А.А. Даукаев, Н.А. Моисеенко, И.А. Ямалханов и др. Грозный: АН ЧР, 2009. 246 с.

7. Разломная тектоника Терско-Каспийского прогиба и ее проявление в аномальных геофизических полях / И. А. Керимов, Э. А. Абубакарова, Р. С. Ахматханов, С. В. Бадаев и др. // Проблемы региональной экологии, 2013. № 6. С. 21-25.

8. Справочник по полезным ископаемым Северокавказского края (с чертежами в тексте и альбомом рисунков) / Под ред. Г. В. Шаблиевского, К. Н. Рабкова, Д. П. Сердюченко и др. Ростов-на-Дону: Северный Кавказ, 1933. 371 с.

9. Ямалханов И. А., Висмурадов А. В., Керимов И. А. Минерально-сырьевая база Чеченской Республики: её состояние, проблемы и перспективы развития // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы II Всероссийской научно-технической конференции. Грозный: АН ЧР, 2012. С. 73-90.

SOLID NON-METALLIC MINERAL RESOURCES OF THE CHECHEN REPUBLIC: EXPLORATION CONDITION AND RECOMMENDATIONS ON THEIR EXPLOITATION

© 2015 I. A. Kerimov^{1,2}, Sc.Doctor (Phys.-Math.), prof., A. V. Vismuradov³,
A. A. Daukaev¹, Sc.Doctor (Geol.-Min.), A. N. Dolya⁴, V. A. Rudov⁴, L. A. Muralov⁵

¹Academy of Sciences of the Chechen republic, 364024, ChR, Grozny, M. Esambaev Ave, 13, e-mail: academy_chr@mail.ru;

²Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS 123995, MPO-5, Moscow, B. Gruzinskaya street, 10/1, e-mail: direction@ifz.ru;

³Department for subsurface resources management in NCFD in ChR, Grozny;

⁴OJSC «Sevkavgeologiya», 357600, Stavropol Territory, Essentuki, Popov street, 49, e-mail: sevkavgeo@yandex.ru;

⁵CJSC RPE «Sevkavgeoprom», 357633, Stavropol Territory, Essentuki, Sadoviy lane, 4a.

Resource potential of solid non-metallic mineral resources (SNMR) of the Chechen republic is considered in the article. Modern condition of SNMR supplies and resources structure has been analyzed. The main problems in reproduction and usage of mineral raw material base has been determined, recommendations on geological exploration development and minerals exploitation of the Republic has been worked out.

Key words: mineral raw material base, non-metallic minerals, mining field, geologic reserves, resources, geologic exploration.

УДК 502.5+504.4+551.4.044

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОЦЕНОК ПОДВЕРЖЕННОСТИ ГЕОСИСТЕМ ОПАСНЫМ ПРИРОДНЫМ ПРОЦЕССАМ: ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ, ИНТЕРПРЕТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

© 2015 П.Е. Марченко, д.т.н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук Центр географических исследований, 360002, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2,
e-mail: kbncran@mail.ru

В соответствии с авторской методологией численной интегральной оценки степени подверженности геосистем опасным природным процессам, опирающейся на геоинформационные модели и методы, получены и представлены в картографической форме интегральные оценки фактической природной опасности геосистем Кабардино-Балкарской Республики, отличающиеся степенью детализации при изменении размеров анализируемых геотаксонов.

Ключевые слова: опасный природный процесс, геотаксон, фактическая природная опасность геотаксона, интегральная оценка фактической природной опасности геотаксона.

Развиваемая автором методология численной интегральной оценки степени подверженности геосистем опасным природным (природно-техногенным) процессам [Анисимов и др., 2012; Марченко, 2008а-в, 2009а, б, 2010а-в, 2011, 2014а-в], опирающаяся на геоинформационные модели и методы, определяет основным элементом структурирования (модельного структурирования) геосистем, представления и анализа геоинформации о подверженности геосистем (территориальных систем) совокупности опасных природных процессов (ОПП) геотаксон [Марченко, 2010б, в] – определённую площадь земной поверхности, на которой задается перечень и характеристики ОПП (возможно, с учетом дифференцирования, например, по сезонам года, месяцам и т. п.) и которой ставится во взаимно-однозначное соответствие определенное интегральное численное значение, характеризующее степень её опасности.

Ранее на основании теоретических исследований и комплекса модельных экспериментов нами доказана универсальность разрабатываемой методологии с точки зрения возможностей учета временных, пространственных характеристик ОПП, конфигураций их воздействия на геосистемы, применения методологии для получения интегральных оценок опасности практически любой степени детализации [Марченко, 2008а, в, 2009а, 2010а, в, 2011].

Именно вопросы получения численных интегральных оценок степени подверженности геосистем совокупности ОПП различной степени детализации, их интерпретации и будут рассмотрены в настоящей статье.

Очевидно, что размеры анализируемых при реализации методологии на практике геотаксонов определяются задачами, стоящими перед исследователем и необ-

ходимой степенью детализации получаемых результатов. Ниже, рассматривая вопросы интерпретации полученных результатов, мы рассмотрим указанные позиции более подробно.

На примере Кабардино-Балкарской Республики проиллюстрируем возможности получения оценок подверженности ОПП посредством определения интегральных показателей природной опасности геотаксонов (ИППОГт) различной степени детализации.

Полагаем целесообразным еще раз кратко остановиться на наиболее значимых аспектах представления и анализа информации об опасных природных процессах при анализе геосистем с точки зрения их подверженности ОПП.

В соответствии с методологией анализируемая геосистема (территориальная система) разбивается на определенное число геотаксонов равной площади и, как правило, квадратной формы. В свою очередь, при определении интегрального показателя природной (природно-техногенной) опасности геотаксона (ИППОГт) последний разбивается на определенное количество квадратных ячеек, при этом вся имеющаяся информация по степени опасности ОПП в каждой ячейке геотаксона соотносится к точкам (узлам), совпадающим с центрами ячеек [Марченко, 2008а-в, Марченко, 2009б, 2010б]. На основании теоретических исследований [Марченко, 2009б, 2010б] было доказано, что непременным условием, определяющим корректность вычислений ИППОГт, является равномерность распределения расчетных узлов по геотаксону и равенство площадей ячеек, на которые разбивается геотаксон. Как показано нами ранее [Марченко, 2009б, 2010б, 2014в], как правило, наиболее оптимальным является число узлов в геотаксоне равное 16, 25. Реализация описанной выше процедуры для оценки степени опасности геотаксона приводит к матрице (вектору), элементами которой являются числа, определяющие степень опасности для каждого из узлов этого геотаксона.

Мы обоснованно полагаем [Марченко, 2009б, 2010б], что механизм воздействия ОПП на различные объекты и человека, последствия этого воздействия приводят к вполне очевидному выводу о том, что наиболее объективными показателями, характеризующими ОПП с точки зрения опасности, являются силовые (энергетические), например, величина суммарного давления на объект, плотность потока энергии, выделяемая энергия и т. п. Ниже приведена скорректированная часть разработанной нами ранее более полной таблицы [Анисимов и др., 2012] со шкалой критических значений суммарного давления ОПП и соответствующих баллов при разрушении хозяйственных и природных объектов с учетом перечня анализируемых в данной работе ОПП и степени воздействия на объекты при их возможном проявлении на территории КБР, которая использовалась при определении ИППОГт.

Следуя методологии, вычисление ИППОГт осуществляется посредством определения нормы вектора, элементами которого являются показатели опасности расчетных узлов геотаксона [Марченко, 2008б, в, 2009б, 2010б]:

$$D_n = \frac{1}{M} \left(\sum_{i=1}^m \beta_i^n \right)^{1/n}, \quad (1)$$

где β_i – значение опасности в узле i в баллах, взаимно-однозначно связанное с соответствующими значениями шкалы суммарных давлений из таблицы, m – коли-

чество узлов, подвергающихся воздействию ОПП; M – общее количество расчетных узлов геотаксона; $n=2$ (евклидова норма).

Учёт одновременного воздействия на i -й узел N ОПП осуществляется применением формулы:

$$\beta_i = \sum_{j=1}^N \beta_{i,j}. \quad (2)$$

Как отмечалось ранее [Марченко, 2009б, 2010б, 2014а], при анализе той или иной геосистемы с точки зрения подверженности ее ОПП, необходимо учитывать зависимость оценок, помимо пространственного распределения ОПП на анализируемой территории, от характеристик фактического и потенциально возможного проявления опасных процессов, то есть речь может идти о следующих вариантах:

– определение интегральных показателей фактической природной опасности для данной геосистемы или геотаксона за конкретно указанный промежуток времени;

– определение интегральных показателей потенциальной природной опасности для данной геосистемы или геотаксона, когда рассматривается потенциально возможное проявление опасных природных процессов (или их совокупности) с определёнными характеристиками, в принципе, по совокупности условий, способствующих развитию ОПП; при этом во внимание принимаются как фактически имевшие место проявления ОПП, так и экспертные оценки возможного их проявления.

При этом, как в первом, так и во втором случаях можно рассматривать дополнительно и дифференциацию оценок по сезонам (например, летний и зимний). Отметим при этом некоторую условность разделения сезонов на лето и зиму при определении сезонных интегральных показателей опасности, так как в реальности возможны реализации, например, снежных лавин на протяжении периода осень-зима-весна, в то же время реализации, например, селей, паводков, оползней возможны в период весна-лето-осень. Тем не менее, возможное выделение сезонной опасности в отдельную категорию обусловлено, в том числе и тем, что синергетическое проявление таких, например, ОПП, как снежные лавины и сели, вряд ли можно считать высоковероятным, так же, как и синергетическое проявление снежных лавин и оползней с паводками. Однако, ситуация с синергетическим проявлением селей и паводков; селей, оползней и паводков; оползней и паводков вполне реализуема на территории КБР с достаточно высокой вероятностью.

Проиллюстрируем применение геоинформационной методологии для детализации интегральных оценок подверженности геосистем совокупности ОПП на примере интегральных показателей фактической природной опасности геотаксонов. В данный анализ были включены имевшие место фактические проявления опасных природных процессов в летний период для селей, паводков и оползней. Для проведения необходимых расчетов в рамках методологии была проведена инвентаризация и созданы базы данных о реализациях наиболее значимых для территории КБР опасных природных процессов экзогенного генезиса (сели, паводки, оползни) за последние 50 лет.

Суть детализации интегральной оценки опасности геосистемы заключается в одновременном пропорциональном уменьшении размеров (площади) всех геотак-

Таблица

**Шкала критических значений суммарного давления ОПП
и соответствующих баллов при разрушении (уничтожении) хозяйственных
и природных объектов.**

№ п/п	Балл	Суммарное давление ОПП, Р, 10 ⁵ Па	Примеры хозяйственных и природных объектов в зоне поражения ОПП
1.	1	0,05	Разрушение стекол, оконных рам, дверей; изгородей; слом ветвей деревьев.
2.	2	0,5	Разрушение деревянных зданий, слом молодых деревьев.
3.	3	1,0	Разрушение: бескаркасных кирпичных зданий с покрытием из ж/б элементов, малоэтажных и многоэтажных (три этажа и более); резервуаров для хранения нефте- и хим-продуктов.
4.	4	1,5	Разрушение зданий каркасного типа с легким заполнением; зданий со стальными и ж/б каркасами; кирпичных зданий с покрытием из ж/б элементов; зданий тяговых подстанций, фидерных, трансформаторных; воздушных ЛЭП; деревянных низководных мостов; водонапорных башен; антенных устройств; слом стволов деревьев.
5.	5	3,0	Разрушение зданий из сборного ж/б; складов-навесов из ж/б элементов; воздушных высоковольтных ЛЭП; трубопроводов на металлических и ж/б эстакадах; кабельных подземных линий связи; слом старого леса.

сонов по отношению к некой первоначальной позиции и, соответственно, увеличении их числа на анализируемой территории.

Результаты определения интегральных показателей фактической природной опасности территории Кабардино-Балкарской Республики для летнего сезона и четырех вариантов размеров анализируемых геотаксонов – 20×20 км (40 геотаксонов – эту позицию можно считать исходной), 10×10 км (161 геотаксон), 5×5 км (644 геотаксона), 100×100 м (27 геотаксонов для крупномасштабного анализа подверженности селевой опасности села Верхний Баксан КБР) в картографической форме с описанием соответствия цветовой засветки численным значениям показателей опасности, определенными в соответствии с формулами (1) – (2), представлены ниже на рисунках 1–4.

Анализ имеющихся данных о подверженности территории КБР опасным природным процессам совместно с представленными на рисунке результатами позволяет сделать ряд, на наш взгляд, важных и значимых выводов, касающихся и получения тех или иных интегральных оценок степени подверженности геосистем ОПП различной степени детальности, и интерпретации полученных результатов.

Говорить однозначно в отношении рис. 1–3, что более (или менее) детальное представление геосистемы соответствующим числом анализируемых геотаксонов,

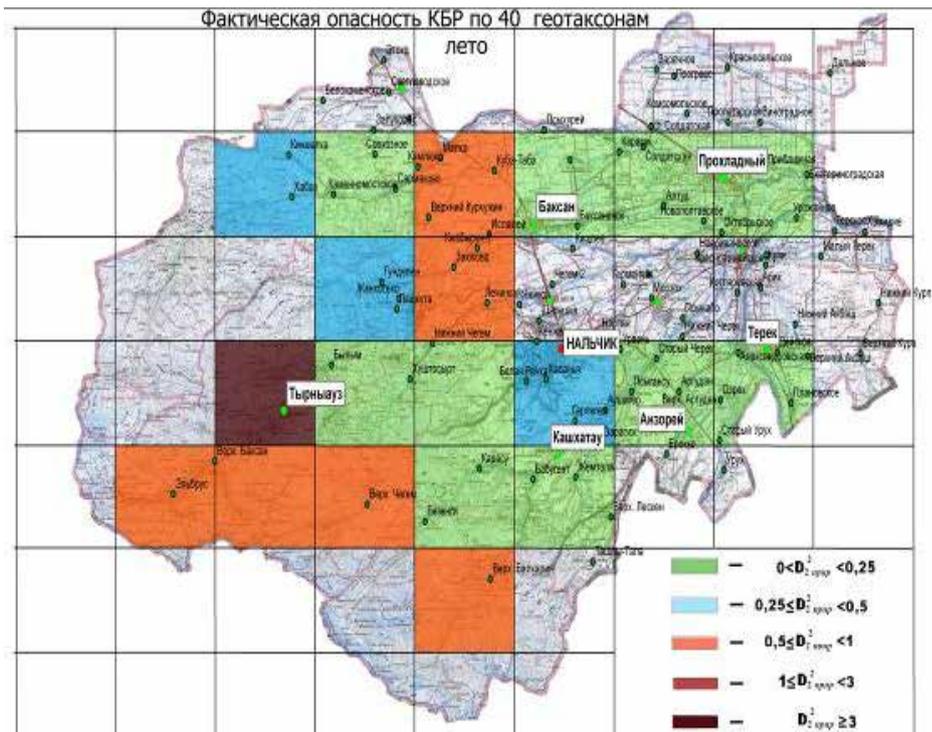


Рис. 1. Сезонные (лето) интегральные показатели фактической опасности природных процессов для геотаксонов, составляющих территорию Кабардино-Балкарской Республики. Основой для расчетов являлись: формулы (1) – (2), балльные оценки опасности по данным таблицы. Анализ территории КБР по 40 геотаксонам. Учитывались следующие ОПП: сели, паводки, оползни.

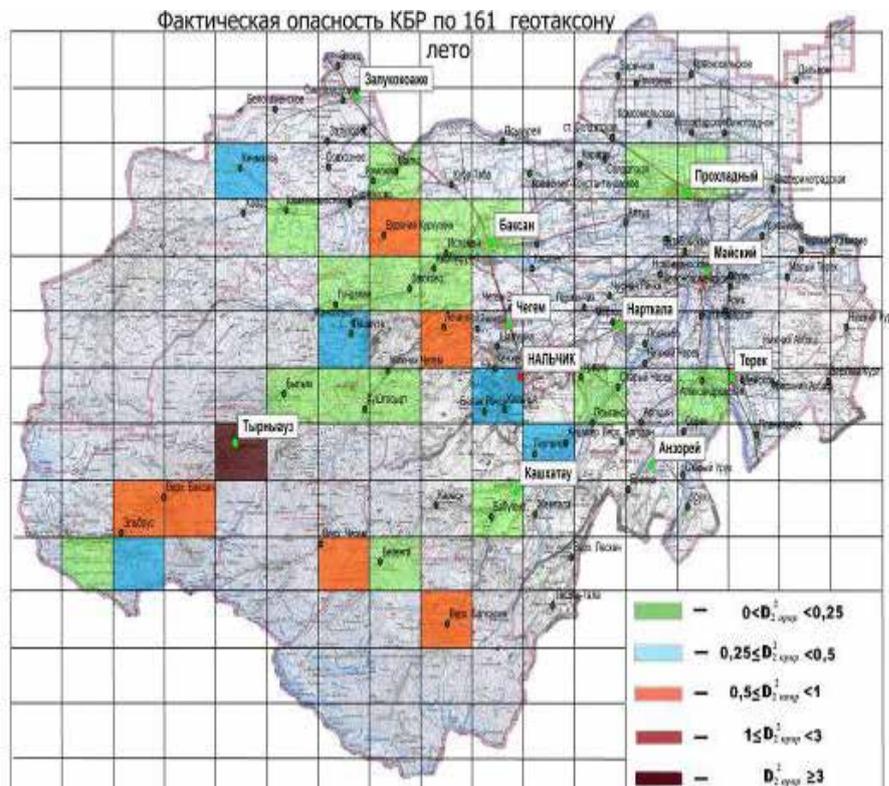


Рис. 2. Сезонные (лето) интегральные показатели фактической опасности природных процессов для геотаксонов, составляющих территорию Кабардино-Балкарской Республики. Основой для расчетов являлись: формулы (1) – (2), балльные оценки опасности по данным таблицы. Анализ территории КБР по 161 геотаксону. Учитывались следующие ОПП: сели, паводки, оползни.

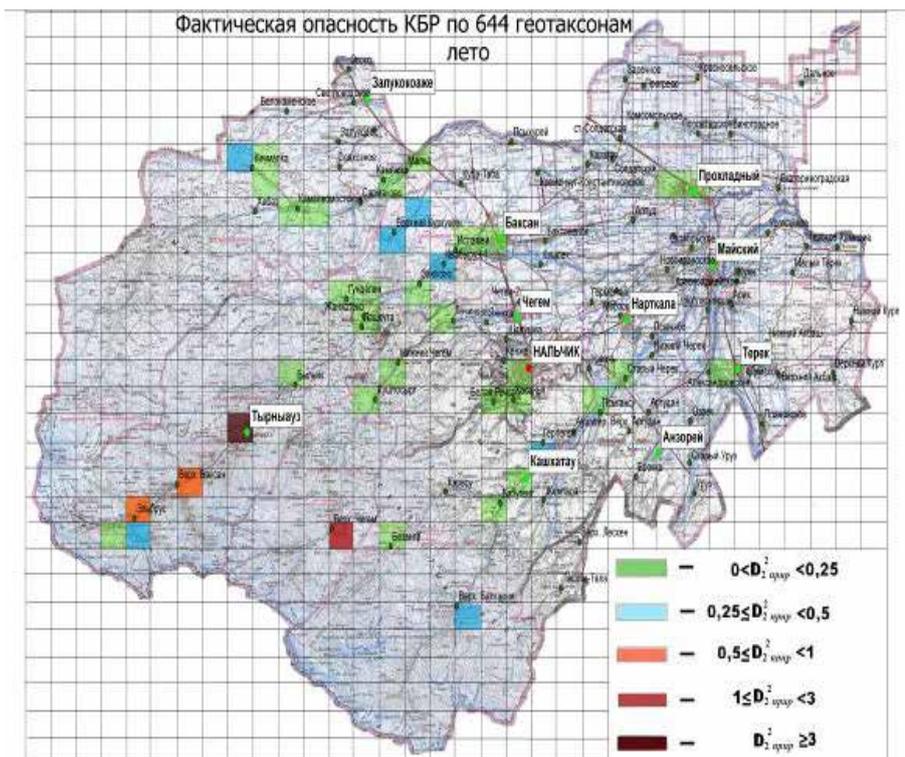


Рис. 3. Сезонные (лето) интегральные показатели фактической опасности природных процессов для геотаксонов, составляющих территорию Кабардино-Балкарской Республики. Основой для расчетов являлись: формулы (1) – (2), балльные оценки опасности по данным таблицы. Анализ территории КБР по 644 геотаксонам. Учитывались следующие ОПП: сели, паводки, оползни.

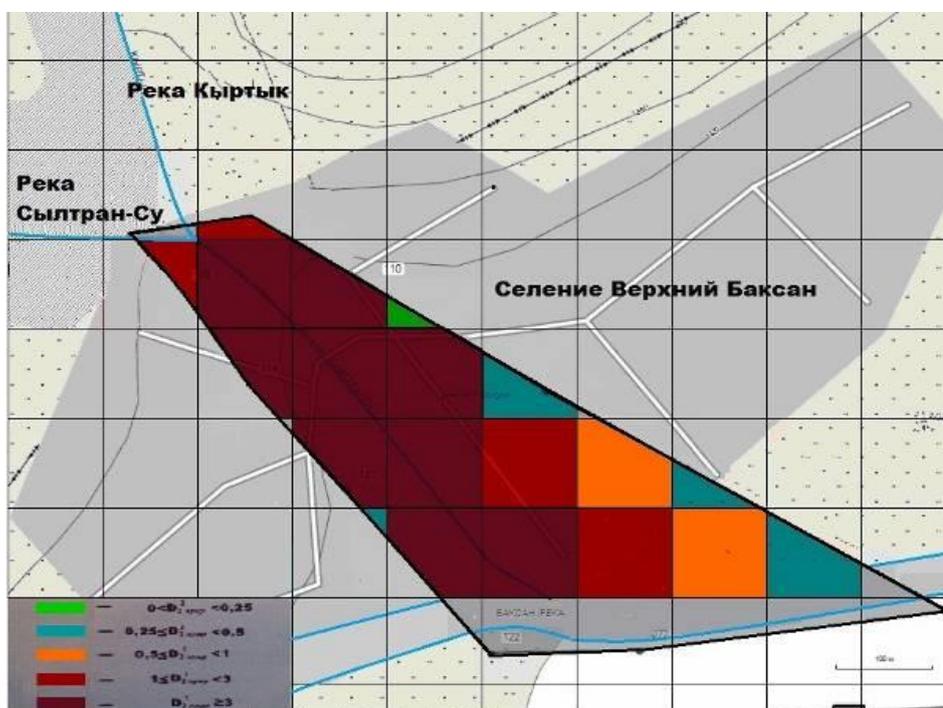


Рис. 4. Интегральные показатели фактической природной опасности (сели) геотаксонов, составляющих часть территории с. Верхний Баксан КБР, находящихся непосредственно в зоне конуса выноса селевых потоков. Основой для расчетов являлись: выражения (1) – (2), балльные оценки опасности в соответствии с таблицей. Площадь конуса выноса оконтурена черной линией. Размеры геотаксонов 100x100 м.

более (или менее) точно, более (или менее) адекватно соотносится с реальной степенью опасности от опасных природных процессов и возможным их синергетическим проявлением, было бы неверно.

Действительно, «отсекание» синергетических эффектов за счет уменьшения размеров анализируемых геотаксонов до масштабов, когда синергетика, в принципе, не может быть учтена, безусловно, приведет к неверным, искусственно заниженным оценкам возможной степени опасности. Вторая крайность – это попытка максимально учесть возможные синергетические эффекты за счет увеличения размеров геотаксонов до масштабов, когда на площади геотаксона возможна реализация максимального для данной геосистемы набора ОПП и связанных с ними синергетических проявлений. Подобный подход также приведет к искажению реальной картины в связи с искусственным, но уже завышением, оценки степени опасности.

Выбор масштабов анализируемых геотаксонов должен определяться прежде всего конкретными задачами исследования. В данной же работе мы ставили задачу проиллюстрировать возможность применения развиваемой методологии для получения разномасштабных оценок территории с точки зрения ее подверженности ОПП.

В принципе, анализ геосистемы на основе достаточно крупных по своим размерам геотаксонов (рис. 1) необходим на первом этапе ее исследования для получения некоторой общей фоновой картины подверженности геосистемы в целом или отдельных ее частей ОПП (в данном случае иллюстрацией подобной оценки может быть первый из представленных рисунков, где размеры геотаксонов 20×20 км, общее число геотаксонов – 40).

Приведем теперь некоторые более детальные пояснения к результатам, представленным на рис. 4. Так как село Верхний Баксан подвержено непосредственному воздействию лишь одного из трех рассматриваемых для летнего сезона ОПП, а именно – селей, то и расчет показателей фактической опасности производился для этого типа ОПП с учетом данных, приведенных в [Джаппуев, Гяургиева, 2015] на основе анализа материалов за последние 150 лет. Соответствие того или иного геотаксона одной из представленных на рисунке пяти градаций обуславливается количеством узлов геотаксона, подверженных воздействию селей и балльной оценкой опасности в каждом из узлов. Вполне естественно, что максимальным значениям опасности (пятая градация) соответствуют геотаксоны, непосредственно примыкающие к руслу реки и расположенные вблизи его. В этом случае практически все узлы геотаксонов, находящиеся внутри оконтуренного конуса выноса имеют максимальные 3-х балльные оценки опасности, что приводит в численном выражении к оценкам опасности $D_{2_{прир.}}^2 = 7 \div 9$. Естественно, что с увеличением расстояния от русла реки, уменьшаются балльные оценки опасности и, соответственно, геотаксоны переходят к более низким по значениям опасности градациям.

Таким образом, представленные на рис. 4 уникальные по своей детализации численные интегральные оценки селевой опасности района с. Верхний Баксан могут уже служить основой для разработки инженерных мероприятий по защите существующей жилой застройки и хозяйственных объектов, а также учитываться при проектировании и строительстве новых объектов.

Литература

1. Анисимов Д.А., Кюль Е.В., Марченко П.Е. Методическое и информационное обеспечение оценки подверженности геосистем опасным экзогенным процессам // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2012. №6. С. 55-63.
2. Джаппуев Д.Р., Гяургиева М.М. Характеристика селевой деятельности в бассейнах рек Кыртык, Сылтран-Су и Адыр-Су за последние 150 лет (район села Верхний Баксан) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. №1. С. 91-96.
3. Марченко П.Е. Результаты моделирования одновременного воздействия на территорию совокупности опасных природно-техногенных процессов // Естественные и технические науки. 2008а. №3. С. 252-257.
4. Марченко П.Е. Основные концептуальные положения интегрального оценивания территорий по степени их подверженности опасным природно-техногенным процессам // Проблемы управления рисками в техносфере. 2008б. Т.7. №3. С. 24-31.
5. Марченко П.Е. Исследование зависимости интегральной оценки опасности территории от площадей и конфигураций воздействия опасных природно-техногенных процессов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2008 в. №6. С. 93-102.
6. Марченко П.Е. Вопросы сравнения территорий по степени их подверженности опасным природно-техногенным процессам // Известия Высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2009а. №1. С. 101-104.
7. Марченко П.Е. Методологические основы определения интегральных показателей природно-техногенной опасности территорий и их сравнения по степени подверженности опасным процессам. Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН. 2009б. 242 с.
8. Марченко П.Е. Проблема оптимальных критериев в задаче сравнения территорий по степени их подверженности опасным природно-техногенным процессам. Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН. 2010а. 220 с.
9. Марченко П.Е. Анализ подверженности территориальных систем воздействию опасных природно-техногенных процессов на основе геоинформационных моделей и методов (на примере Кабардино-Балкарской Республики) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2010б. №3. С. 159-168.
10. Марченко П.Е. Геоинформационные модели и методы интегральной оценки природно-техногенной опасности территориальных систем / Автореф. дисс... доктора техн. наук. Санкт-Петербург. 2010 в. 44 с.
11. Марченко П.Е. Некоторые теоретические аспекты сравнения территориальных систем по степени подверженности опасным природно-техногенным процессам // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2011. №5. С. 82-97.
12. Марченко П.Е. О дифференцированных оценках природной опасности геосистем // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014а. №3 (59). С. 60-66.
13. Марченко П.Е. Некоторые методические вопросы численной оценки подверженности геосистем опасным природно-техногенным процессам // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014б. №5. С. 62-69.
14. Марченко П.Е. Вопросы детализации интегральных оценок природной опасности геосистем (на примере Кабардино-Балкарской Республики) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014 в. №6. С.86-92.

SPECIFICATION OF INTEGRATED ESTIMATES OF SUSCEPTIBILITY OF GEOSYSTEMS TO NATURAL DANGEROUS PROCESSES: PROBLEMS OF REALIZATION, INTERPRETATIONAL ANALYSIS

© 2015 P.E. Marchenko, Sc. Doctor (Tech.)

Federal state budgetary institution of science Kabardin-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Center of geographical researches, 360002, KBR, Nalchik, 2, Balkarov street, e-mail: kbncran@mail.ru

According to author's methodology of a numerical integrated assessment of degree of the susceptibility of geosystems to natural hazards basing on geoinformation models and methods, the integrated estimates of the actual natural danger of geosystems of Kabardin-Balkar Republic, differing in extent of specification at change of the sizes of the analyzed geotaxons, are received and presented in a cartographical form.

Keywords: natural dangerous process, geotaxon, actual natural danger of a geotaxon, integrated assessment of the actual natural danger of a geotaxon.

УДК 553.4а1.078.2 (470.631.64)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОНОСНЫХ МИНЕРАЛИЗАЦИЙ И СТРУКТУРА МУШТИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (КАБАРДИНО- БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

© 2015 С.Г. Парада, д.г.-м.н., М.Ю. Маркин, к.г.-м.н., В.В. Столяров,
И.Ю. Шишкалов, к.г.-м.н

ФБГУН Институт аридных зон ЮНЦ РАН, 344006, г. Ростов-на-Дону,
пр. Чехова, 41, e-mail: segripa@rambler.ru

По результатам крупномасштабной геологической съемки, геохимических и геофизических данных проведен анализ литолого-структурных условий локализации золотоносных залежей и зон Муштинского рудного поля. Установлено, что важнейшим элементом структуры рудного поля является впервые выявленная нами крупная флексура, осложняющая моноклинально залегающее северо-западное крыло Муштинской антиклинали. Обнаруженные в ходе поисковых работ золотоносные рудные зоны и залежи приурочены к коленам флексуры и ее смыкающему крылу. По комплексу выявленных признаков Муштинское рудное поле отнесено к группе рудных полей, приуроченных к складкам с пологим шарниром, осложненными разрывами. Основными факторами отнесения изученного рудного поля к определенному структурному типу в пределах этой группы является многоярусная локализация пологих рудных тел в замках пликативных структур третьего порядка, в сочетании с крутыми рудными телами в осложняющих их разрывных нарушениях. Решающим, при этом, является то, что рудовмещающая флексура проявляется как пликативная деформация только в пластичной малкинской свите, а в подстилающей более метаморфизованной бечасынской свите ее ограничения проявлены дизъюнктивными деформациями. Это позволяет считать ее глыбовой структурой. Поэтому Муштинское рудное поле можно отнести к структурному типу, обозначаемому как пластообразные, жильные и сложной формы рудные тела преимущественно в замках и частично на крыльях глыбовых антиклиналей с типичной вертикальной морфологической зональностью.

Ключевые слова: крупномасштабная геологическая съемка, структура рудного поля, флексура, разломы, диабазы, граниты, стратиформные залежи, золото.

В последние годы на Северном Кавказе проведены поисковые работы на золото, в результате чего открыты и изучены проявления золотоносных минерализаций в различных его районах и оценены их перспективы [Распопов и др., 2008; Богатиков и др., 2009; Емкужев и др., 2009; Курбанов, Рышков, 2009; Багатаев, Бергер, 2012; Корсаков, Газеев, Гурбанов, 2012; Парада, Столяров, 2012; и др.]. Одними из таких проявлений являются минерализации золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой формаций в углеродистых породах рифейского возраста бечасынского метаморфического комплекса, с которыми связаны промышленные россыпи золота по долинам рек Малка, Хасаут, Мушта. В совокупности они представляют Муштинское рудное поле в составе Малка-Муштинского рудного узла [Пичужков и др., 2005; Вертий, Щеглов, 2009].

Перспективы рудной золотоносности Муштинского рудного поля обоснованы геологическими и геохимическими данными [Пичужков и др., 2005; Вертий, 2006; Вертий, Щеглов, 2009; Емкужев и др., 2009; Парада, Холод, Шишкалов, 2011]. В

2007-2009 гг. ООО «Каббалкгеология» провело в пределах Малка-Муштинского рудного узла поисковые работы на золото, в результате которых в пределах Муштинского рудного поля выявлены золотоносные залежи и зоны. Содержания золота в них оказались довольно низкими и в современных условиях эти зоны и залежи не рентабельны для отработки. Однако, как показала построенная нами геолого-экономическая модель [Парада и др., 2011], в будущем эти объекты могут оказаться востребованными. К тому же слабая изученность Муштинского рудного поля на глубину позволяет надеяться в перспективе на открытие не выходящих на поверхность слепых рудных залежей. В этом может помочь выявление особенностей структуры Муштинского рудного поля.

Методы исследования

В качестве основного метода исследования нами осуществлено крупномасштабное геологическое картирование. Этот метод является общепризнанным для изучения структуры рудных полей, выявления роли тектонических элементов и литологических особенностей вмещающих пород в локализации рудных месторождений [Вольфсон, Яковлев, 1975]. Крупномасштабное геологическое картирование проводилось ООО «Каббалкгеология» при непосредственном участии авторов статьи. Оно проводилось способом маршрутов в рест простираения основных структур по сети 100-200×10-20 м, и частично, способом непрерывного прослеживания отдельных пластов и тектонических элементов по простираению. Привязка геологических наблюдений осуществлялась портативными GPS-навигаторами.

Обобщение полученных материалов проводилось путем составления крупномасштабных планов и разрезов (рис. 1). Геологические разрезы были отстроены по всем профилям крупномасштабной геологической съемки. Это позволило понять структуру рудного поля, выявить рудоконтролирующую флексуру, уточнить условия залегания крыльев Муштинской антиклинали первого порядка. Построение крупномасштабных разрезов позволило выявить особенности локализации рудных зон и залежей. При этом производились замеры элементов залегания как отдельных жил и прожилков, так и зон их сгущения, которые и слагают практически все выявленные рудные залежи, являющиеся, по сути, пластовыми штокверками.

Для выявления связей золотоносных минерализаций с геологическими процессами и структурами использован метод металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов. Он заключался в выявлении и специальном изучении рудоконтролирующих факторов в условиях Муштинского рудного поля. Эти данные анализировались на геологической, металлогенической и прогнозной картах с учетом перспектив выявления всех возможных в этом районе типов оруденения и слепых рудных тел путем создания прогнозной карты Муштинского рудного поля на основе современных ГИС-технологий.

Положение Муштинского рудного поля в геологических и металлогенических структурах Северного Кавказа

Малка-Муштинский рудный узел в геологическом отношении представляет собой южную часть Карачаево-Черкесского доальпийского горст-антиклинория, в составе Северо-Кавказского краевого массива. Наиболее полное его пересечение наблюдается по р. Малка.

Из достоверно устанавливаемых здесь пликативных структур наиболее северной является Малка-Муштинская антиклиналь в породах хасаутской свиты. Возможное продолжение ее наблюдается в районе р. Тызыл. Ось антиклинали погружается на восток. На северном крыле сланцы хасаутской свиты имеют запад-северо-западное простирание с падением на север-северо-восток под углом 20–30°. К северу углы падения постепенно возрастают до 70–80° в породах вышележащей урлешской свиты. Северное крыло антиклинали осложнено пологими перегибами северо-восточного простирания. Наиболее крупный прослеживается в породах протерозоя, кембрия и силура по правому склону долины р. Малки. Южное крыло Малка-Муштинской антиклинали прорвано интрузией позднепалеозойских гранитов малкинского комплекса. К югу от интрузии по р. Малка породы хасаутской свиты имеют более крутое (40–50°) падение на юг и могут рассматриваться как южное крыло Малка-Муштинской антиклинали.

К наиболее крупным разрывным нарушениям фундамента относится Срединный разлом, контролировавший поступление магмы в среднем – позднем палеозое (граниты и серпентиниты р. Малки). Остальные разрывные нарушения представлены двумя главными системами: северо-восточной и северо-западной. Они осложняют складчатые структуры фундамента. В долине р. Мушты по системе разломов северо-восточного простирания ступенчато опущено северо-западное крыло. Эти разломы обновлялись и в послераннеюрское время (Каратюбинский сброс). В долине р. Малки по крупному пологому надвигу крутопадающие песчаники урлешской свиты надвинуты на более полого залегающие породы хасаутской свиты. Поверхность надвига имеет падение к северо-востоку под углом 15–45°.

В металлогеническом отношении Муштинское золоторудное поле входит в состав Малка-Муштинского золото-редкометалльно-полиметаллического рудного узла Бечасынской золото-редкометалльно-полиметаллической минерагенической зоны. В юго-западной части Муштинского рудного поля, приуроченной к эндо- и экзоконтакту палеозойских малкинских гранитов установлены рудопроявления вольфрама, свинца и цинка. Сразу за юго-западной рамкой рудного поля расположено полиметаллическое месторождение Чочу-Кулак.

Факторы, определяющие минерагеническую специализацию этой части рудного поля и характер минерализации совершенно иные, чем факторы и минерализация центральной и северо-восточной частей рудного поля. Там проявлено только золотое оруденение, которое отличается парагенетической (возможно и генетической) связью с силлами пород основного состава позднепротерозойского хасаутского интрузивного комплекса, удаленностью от гранитоидов Малкинского гранитного массива, преимущественно кварцевой и кварц-сульфидной минералогией руд и относительно простой геохимической специализацией вторичных ореолов рассеяния.

Геологические условия локализации золотоносных зон и залежей Муштинского рудного поля

По результатам опробования в штучах и горных выработках, геолого-структурным особенностям, геофизическим и геохимическим данным в пределах Муштинского рудного поля выявлены пологие рудные залежи Хасаутская, Роговикова, Прямая (рис. 2) с золото-кварцевым прожилковым оруденением и крутые зоны Сульфидная и Кварцитовая (рис. 3) с золото-кварц-сульфидным оруденением.

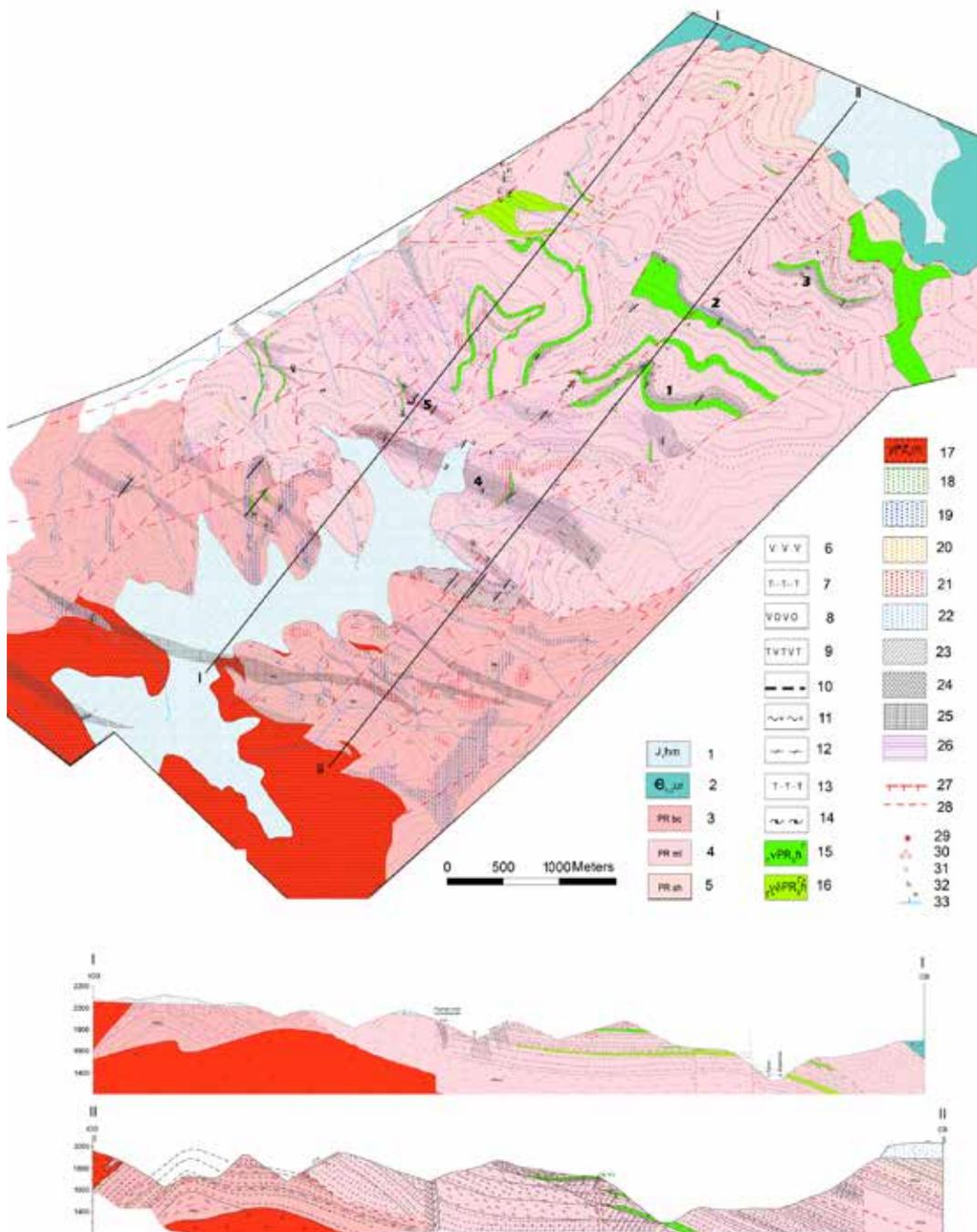


Рис. 1. Литолого-структурная карта и разрезы Муштинского рудного поля
 1-5 – стратиграфические подразделения: 1 – нижний отдел юрской системы; 2 – урлешская свита кембрийской системы; 3 – бечасынская, 4 – малкинская, 5 – шиджатмазская свиты протерозойской группы; 6 – металавы; 7 – туфоалевролиты; 8 – лавоконгломераты; 9 – туфолавы; 10 – углеродистые сланцы; 11 – кварц-серицит-хлоритовые сланцы; 12 – биотитовые сланцы; 13 – туфопесчаники; 14 – амфиболиты; 15 – габбро-диабазы и 16 – габбро-диориты позднепротерозойского хасаутского комплекса; 17 – граниты позднепалеозойского малкинского комплекса; 18-22 – метасоматиты: 18 – амфиболовые; 19 – кварц-полевошпатово-биотитовые; 20 – мусковитовые; 21 – кварц-серицитовые; 22 – вторичные кварциты и джаспероиды; 23-25 – рудоносные зоны и залежи: 23 – околорудные метасоматиты с низким содержанием золота; 24 – золотоносные зоны и залежи; 25 – зоны полиметаллического оруденения; 26 – аномалии заряжаемости; 27-28 – разрывные нарушения: 27 – надвиги; 28 – другие типы разрывов; 29-33 – наложенные минерализации: 29 – лимонитизация; 30 – сульфидизация >2%; 31 – сульфидизация до 2%; 32 – свалы жильного кварца; 33 – кварцевые жилы.

Рудная залежь Хасаутская (см. рис. 2) располагается в пределах развития пород малкинской свиты, представленных переслаиванием хлорит-серицит-кварцевых, углеродистых филлитовидных сланцев и метавулканических пород. Характерно наличие маломощных прослоев карбонатных пород. Простираение пород северо-западное, падение на северо-восток под углом 5–10°. Толщи содержат силлы диабазов, крутые и пологие дайки порфириров и лампрофириров, обнаруженные на поверхности и вскрытые буровой скважиной. Все породы гидротермально проработаны. В филлитовидных сланцах отмечается окварцевание, вкрапленная сульфидизация и кварцево-сульфидное прожилкование. Прослои карбонатных пород интенсивно окварцованы, превращены в джаспероиды и содержат рассеянную вкрапленность пирита. Рассеянная сульфидная вкрапленность отмечается в силлах диабазов и в метаандезитовых туффитах (зеленых ортосланцах). В ортосланцах также развито прожилковое окварцевание. Прожилки кварца здесь обычно содержат карбонаты. В углеродистых сланцах кварцевые прожилки птигматитоподобные, сильно изогнутые, с сильно изменчивой мощностью от 0,1 до 10 см. В метавулканиках прожилки относительно прямолинейные с параллельными контактами, расположены под острым углом к оси керн скважин, т. е. крутые. Выделяются наиболее минерализованные участки, где количество сульфидов, кварцевых и кварц-карбонатных прожилков заметно возрастает. По результатам опробования эти участки объединяются в потенциальное рудное тело, которое морфологически представляет собой стратиформную залежь. Подстиляется рудная залежь также минерализованными породами, содержания золота в которых заметно уменьшаются.

Рудная залежь Роговиковая (см. рис. 2) располагается стратиграфически ниже рудной залежи Хасаутской среди пород малкинской свиты, представленных серицит-кварцевыми сланцами с прослоями туфопесчаников, содержащих силлы габбро-диабазов. Она располагается в лежачем боку силла в месте, где относительно пологое смыкающее крыло флексуры заканчивается и далее на северо-восток за руслом р. Хасаут породы резко увеличивают угол падения. Вмещающие вулканогенно-терригенные породы ороговикованы и гидротермально проработаны до состояния полевошпат-кварцевых и кварц-серицитовых метасоматитов. Отмечается вкрапленная, гнездовая и прожилковая сульфидизация, постоянно присутствуют кварцевые и кварц-полевошпатовые жилы и прожилки. Выделяются наиболее рудоносные участки, где количество сульфидов и кварцевых прожилков заметно возрастает. Такие участки (в т. ч. так называемый Пионерский штокерк) залегают согласно с вмещающими породами. Они вытянуты в северо-западном направлении вдоль простираения вмещающих пород и проявляются на протяжении 2000 м при ширине минерализованных зон от 40 до 160 м вдоль русла р. Хасаут по его правому берегу. Падение рудного тела на северо-восток под углом 10–15°.

Рудное тело Роговиковое, так же, как и рудное тело Хасаутское морфологически представляет собой стратиформную залежь в пределах крутой минерализованной зоны, расположенную в лежачем боку силла габбро-диабазов хасаутского комплекса. Подстиляется рудная залежь минерализованными породами, содержания золота в которых уменьшаются.

Рудная залежь Прямая (см. рис. 2) располагается стратиграфически выше рудной залежи Хасаутской среди пород малкинской свиты, представленных серицит-кварцевыми и углеродистыми сланцами с прослоями туфопесчаников и туфоалевролитов, включающими силлы габбро-диабазов. В туфопесчаниках отмечается

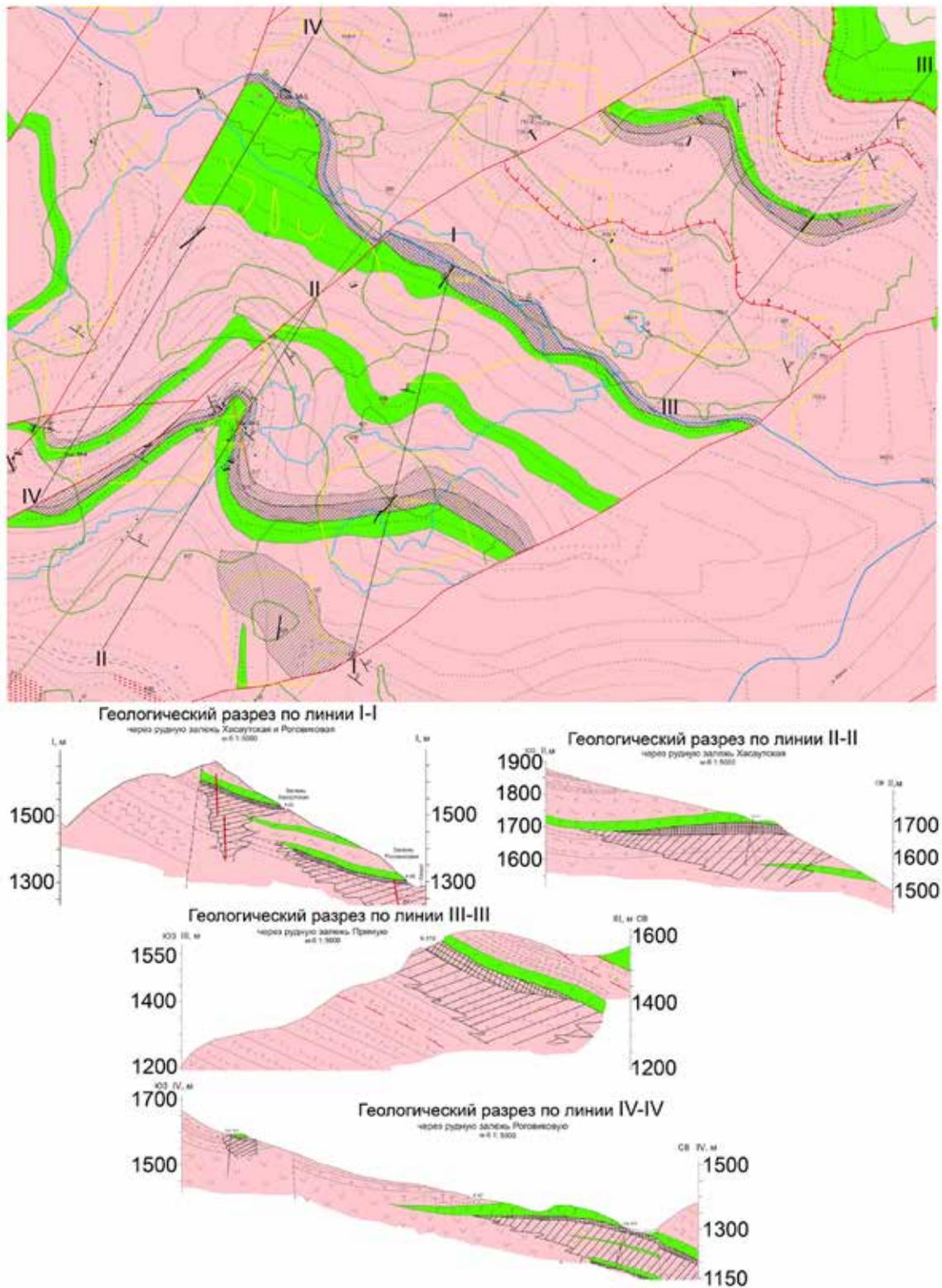


Рис. 2. Геологический план и разрезы золотоносных залежей Муштинского рудного поля (условные обозначения см. на рис. 1)

окварцевание и вкрапленная сульфидизация, в сланцах постоянно присутствуют кварцевые и кварц-полевошпатовые жилы и прожилки. В кварц-серицитовых сланцах и в туфопесчаниках прожилки кварца маломощные (до 0,5 см), прямолинейные,

с выдержанной мощностью. В углеродистых сланцах кварцевые прожилки птитимитоподобные, сильно изогнутые, с сильно изменчивой мощностью от 0,5 до 5 см. Участок, где количество сульфидов и кварцевых прожилков заметно возрастает представляет рудную залежь Прямую. Она, как и предыдущие залежи, вытянута в северо-западном направлении вдоль простирания вмещающих пород и располагается под силлом габбро-диабазы хасаутского интрузивного комплекса. Залегание рудной залежи Прямой заметно более крутое, чем ранее охарактеризованных залежей (угол падения составляет 20–30°), что связано с ее структурной позицией, – положением у северо-восточной границы смыкающего крыла Хасаутской рудоконтролирующей флексуры, где падение пород становится значительно более крутым.

Рудная зона Сульфидная (рис. 3) хорошо прослеживается по данным электроразведки, в соответствии с которыми наиболее интенсивная высокоомная аномалия поляризуемости (поляризуемость более 3%) прослеживается почти непрерывно в северо-западном направлении от р. Малка до р. Мушта на расстояние около 4000 м, при ширине от 100 до 400 м. Сочетание повышенных значений вызванной поляризации и высокого кажущегося электрического сопротивления однозначно указывает на наличие сульфидно-вкрапленного типа минерализации березитового типа.

Судя по независимости конфигурации аномалии поляризуемости от рельефа и ее прямолинейного характера, предполагаемая зона имеет крутое залегание. В центральной своей части зона перекрыта отложениями юры. Наличие геохимических аномалий золота в пределах развития геофизической аномалии предполагает ее золотоносность. Прерывистость этих аномалий позволяет предположить, что в большей своей части зона не выходит на земную поверхность своей золотоносной частью. Кроме аномалий золота, зона сопровождается геохимическими аномалиями серебра и мышьяка.

Геологическая позиция зоны определяется юго-западным флангом смыкающего крыла рудоконтролирующей флексуры, где общее относительно крутое залегание пород малкинской свиты резко становится более пологим (почти горизонтальным). Собственно тектоническая деформация была не совсем пластической, а имела и хрупкую составляющую, что и привело к появлению крутой разрывной структуры, оказавшейся, в конечном счете, рудо локализирующей для зоны Сульфидной. В целом же, аналогичная разрывная структура, прослеженная вдоль северо-восточного окончания смыкающего крыла флексуры, в минерагеническом отношении является рудоподводящей.

Возможно, что зона Сульфидная, приуроченная к подобной разрывной структуре, является корневой частью денудированного к настоящему времени более масштабного стратиформного рудного тела, которое разрушившись, обеспечило россыпную золотоносность рек Мушта, Хасаут и Малка. Простирание зоны северо-западное, падение на северо-восток под углом 75°. В северо-западном направлении она, судя по ослабеванию поляризуемости, постепенно выклинивается. В пяти местах тело пересечено крутыми разломами, скорее всего пострудными (или подновленными в пострудное время), которые иногда смещают его.

Морфологически рудное тело Сульфидное имеет плитообразную форму с параллельными зальбандами. Прослеженная протяженность его по простиранию составляет не менее 2000 м. Границы рудного тела устанавливаются по результатам опробования. Рудное тело сопровождается со стороны висячего и со стороны лежащего боков измененными породами.

Рудная зона Кварцитовая (см. рис. 3) расположена в 800 м к северу от зоны Сульфидной. Вмещающими породами являются хлорит-серицит-кварцевые сланцы малкинской свиты. Породы залегают моноклинально с падением на северо-восток под углом 20–30°. Сама зона в северо-восточной своей части простирается согласно вмещающим породам. Однако затем приобретает косо секущее положение, и простирание ее становится почти широтным. Падение зоны крутое на северо-восток под углом 85°.

Возможно, зона Кварцитовая является смещенным к северо-востоку продолжением зоны Сульфидной. На это указывают одинаковое простирание и падение двух зон, смещение геохимических аномалий. Однако по составу эти две зоны сильно отличаются. Если зона Сульфидная представлена сульфидной прожилково-вкрапленной минерализацией и выделяется по интенсивной аномалии поляризуемости, то зона Кварцитовая представлена вторичными кварцитами с кварцевыми прожилками и незначительным количеством сульфидов и в поле поляризации не выделяется. Не исключено, что зона Кварцитовая и зона Сульфидная связаны между собой через морфологическую зональность оруденения, представляя разные ее части. В этом случае Кварцитовая зона может представлять ее осевую и более глубинную часть, выведенную тектоникой на один уровень с ее сульфидной частью.

Структура Муштинского рудного поля

Структура Муштинского рудного поля во многом определяется его региональной позицией на стыке Бечасынского антиклинального поднятия и Хасаутской протерозойской впадины. При этом Бечасынское поднятие с малкинскими гранитами в ядре выполняет роль «жесткого» упора, в сторону которого в герцинскую эпоху складчатости шарьированы толщи протерозоя и среднего палеозоя. А также расположением рудного поля на северо-восточном крыле Малка-Муштинской антиклинали второго порядка. Юго-западное ее крыло срезано контактом интрузива малкинских гранитоидов. Породы, слагающие северо-восточное крыло складки, имеют падение на северо-восток под углами в среднем 10–40°, южное крыло падает под более крутыми углами (40–70°) на юго-восток. Ядро и фрагменты южного крыла описываемой структуры наблюдаются вдоль северного контакта Малкинского гранитоидного массива. Шарнир этой антиклинали простирается по азимуту 300–320° с погружением на северо-запад и юго-восток, 10–15° соответственно.

В структуре рудного поля существенная роль принадлежит разломной тектонике. Считается [Баранов, Греков, 1997], что тектоническая структура района окрестностей и исследуемого рудного поля является отражением процессов надвигообразования, представлявших результат взаимодействия сиалических плит (Северного и Южного комплексов) и толщи вулканогенно-осадочных отложений герцинского эвгеосинклинального комплекса. Эти исследователи выделили серию пологих разрывов (надвигов) субширотного простирания, по которым в пределах относительно небольшой площади приведены в соприкосновение разновозрастные и разноформационные образования, в силу чего ни одно из стратиграфических подразделений не имеет нормальных контактов и каждое из них представляет собой тектонически изолированную пластину.

Не вдаваясь в вопросы масштабности горизонтальных перемещений, можно подтвердить, что надвиговые процессы на участке рудного поля имели место. Так породы бечасынской свиты, претерпевшие метаморфизм в условиях эпидот-амфи-

представлен зоной брекчирования, расланцевания и осветления пород мощностью до 15 м. Азимут падения 320°, угол падения 30°.

Терригенные отложения, слагающие урлешскую свиту, тектонически перекрывают флишоидные образования шиджатмазской свиты. Зона надвига представлена интенсивно смятыми, трещиноватыми, обохренными и окварцованными породами. Азимут падения разрыва 10–20°, угол падения 15–25°. Мощность зоны около 3,0 м. Вверх по разрезу песчаники урлешской свиты сменяются породами кремнисто-вулканогенно-терригенной формации, представленной на участке лахранской свитой. Граница между этими свитами представлена надвигом, а на отдельных участках осложнена крутопадающими разрывами, трассируемыми зонами смятия и дробления мощностью 3–25 м. Поскольку процесс надвигообразования по данным [Баранов, Греков, 1997], происходил и завершался в раннеорогенную стадию герцинского орогенеза, возраст описанных разрывов определяется предположительно как нижекарбонный.

Диагональные разломы (северо-восточные и северо-западные) характерны для домезозойского фундамента. К их числу относится большое количество малоамплитудных разломов в Хасаутской впадине. Левосдвиговая морфология практически всех разломов получила геологическое подтверждение. Наличие вертикальной составляющей движений по этим разломам позволяет относить их к сбросо-, или взбросо-сдвигам.

Система северо-восточных крутопадающих разрывов является более молодой относительно надвигов. Наиболее крупный из них Барсуклыкольский проходит вдоль левого борта р. Мушты. Это нарушение ориентировано в северо-восточном направлении и имеет падение на северо-запад под углами 70–85°. Зона разлома представлена интенсивно расланцованными, осветленными, трещиноватыми породами и тектоническими брекчиями. Видимая мощность зоны достигает 50 м. По ориентировке борозд скольжения разрыв классифицируется как левый сдвиг. Амплитуда горизонтального перемещения, судя по границе урлешской и шиджатмазской свит, составляет около 1000 м.

В ранней юре по данному разрыву произошли новые подвижки, о чем свидетельствуют результаты наблюдений над подошвой нижеюрских отложений. Она висячем крыле разлома опущена на 100–150 м относительно положения в лежащем крыле.

Следует отметить, что Барсуклыкольский разрыв сопровождается серией оперяющих трещин северо-восточного и субширотного простирания, образующих совместно с ним систему сближенных разломов, в общем, простирающуюся в северо-восточном направлении. Ширина полосы тектонически нарушенных пород составляет порядка 500 м.

Остальные разрывы, представляющие северо-восточную систему, более или менее равномерно распределены на всей изученной площади и иногда являются рудовмещающими для отдельных крутых кварцевых жил. Разрывы представлены сериями сближенных тектонических трещин, выполненных интенсивно дробленными, осветленными породами мощностью до 10 см. Азимут падения их 290–310°, углы падения варьируются от 70 до 85°. Мощность зон сместителей до 5 м.

Важнейшим элементом структуры рудного поля является впервые выявленная нами крупная флексура, осложняющая моноклинально залегающее северо-западное крыло Муштинской антиклинали (рис. 4). Обнаруженные в ходе поисковых ра-

бот золотоносные рудные зоны и залежи приурочены к коленам флексуры и ее смыкающему крылу.

Простираение флексуры северо-западное, падение пород на северо-восток. Флексура сложена толщей метаморфических сланцев малкинской свиты. В смыкающем крыле угол падения заметно выполаживается до $0-15^\circ$, после чего, далее на северо-западе, на правобережье р. Хасаут опять становится более крутым ($25-35^\circ$). Амплитуда (ширина) смыкающего крыла флексуры 2–2,5 км.

Рудовмещающие породы представлены переслаиванием метаморфизованных туфопесчаников, metabазальтов, метаандезитов, метариолитов, филлитовидных углеродистых сланцев, хлорит-серицит-кварцевых сланцев. Отмечаются редкие маломощные прослои окварцованных известняков (джаспероидов). Все породы метаморфизованы в условиях фации зеленых сланцев. Все они в той или иной степени неравномерно, в зависимости от физико-механических свойств, орговикованы.

Рудовмещающий разрез насыщен согласными интрузиями мелкозернистых диабазов, габбро, диоритов и габбро-диоритов хасаутского магматического комплекса, хорошо выражающимися в магнитном поле цепочкой магнитных аномалий. Они дугообразно протягиваются вдоль долины р. Хасаут и далее на правобережье р. Малка – вдоль долины руч. Чегет-Лахран. По данным магнитной съемки еще больше малых интрузий являются слепыми. Доказано, что в некоторых регионах золотое оруденение генетически связано с подобными малыми интрузиями основных пород [Кокин, 1987, 2005].

В целом, смыкающее крыло флексуры в районе приустьевой части долины р. Хасаут фиксируется относительно крупной изометричной отрицательной магнитной аномалией [Шишкалов, Холод, 2011]. На этом основании предполагается наличие глубинного очага магматизма хасаутского комплекса, который в минерогеническом отношении представляется рудогенерирующим. Наличие такого интрузивного очага косвенно подтверждается повсеместным орговикованием пород и крупной отрицательной геохимической аномалией лития [Парада и др., 2011], предположительно отогнанного этим очагом за пределы его влияния.

В участках резкого перегиба слоев, ограничивающих смыкающее крыло (верхнем и нижнем колене) флексуры, отмечаются крутые кулисообразно расположенные дайки порфиритов и лампрофиров, участки плейчатости и филлонитизации углеродистых сланцев, а также линейные зоны метасоматически измененных пород, что в совокупности позволяет считать их зонами повышенной проницаемости тепла и гидротермальных растворов.

По физико-механическим свойствам и геохимическим особенностям породы сильно отличаются, представляя в минерогеническом отношении чередование рудолокализирующих и экранирующих слоев. В качестве первых выступают слои туфопесчаников, углеродистых и кварц-плагиоклаз-хлоритовых сланцев, в качестве экранирующих выступают пластообразные тела габбро и диабазов хасаутского комплекса.

Наиболее продуктивная часть флексуры заключена между серией диагональных разломов северо-восточного простираения, ограничивающих рудное поле с северо-запада и юго-востока. Центральная часть Муштинского рудного поля фактически представляет собой горст северо-восточного простираения, в котором продуктивный уровень с оптимальным сочетанием рудолокализирующих и рудоэкранирующих слоев выведен к земной поверхности.

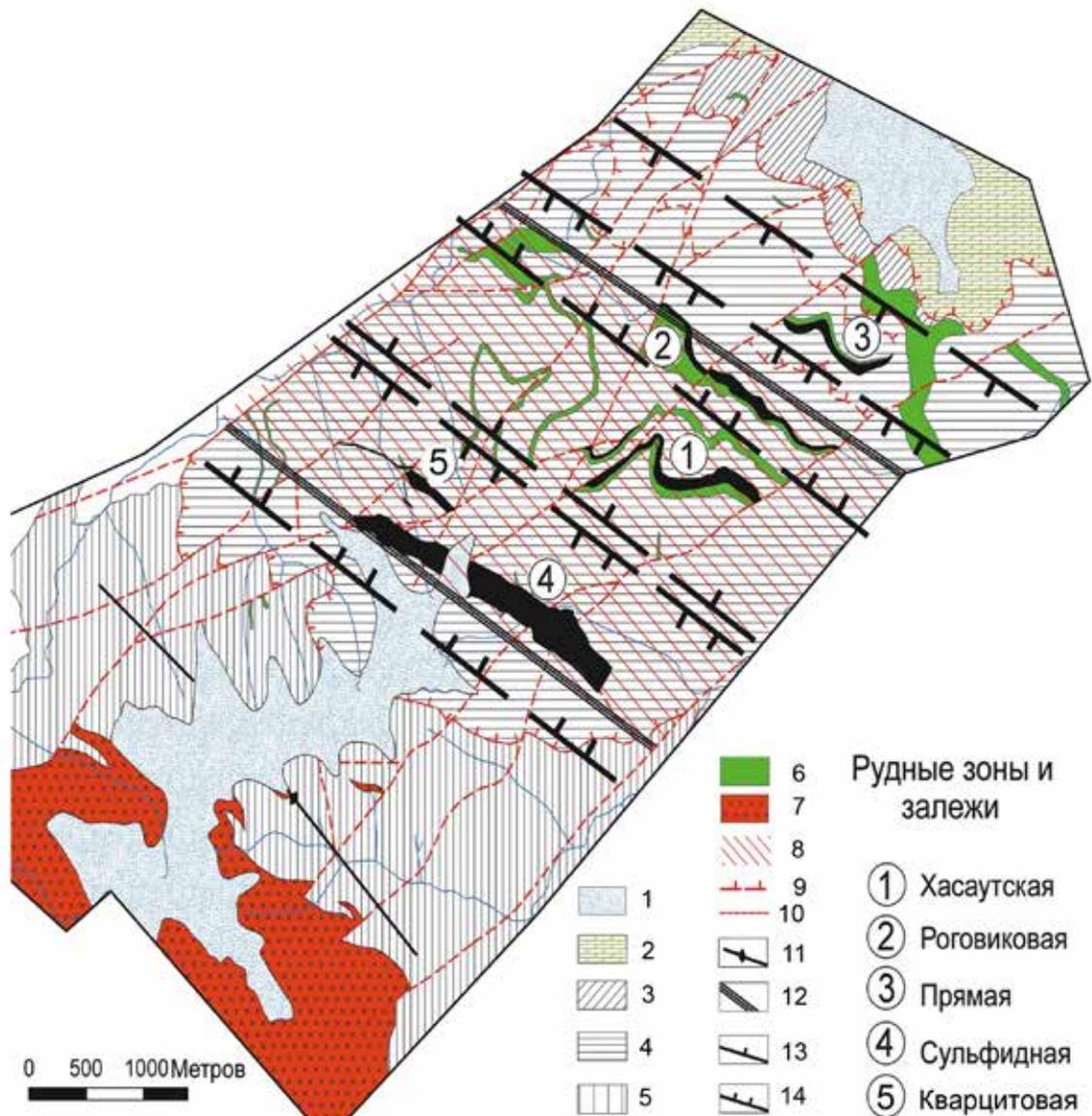


Рис. 4. Структурная схема Муштинского рудного поля с элементами прогноза 1-киммерийский структурный этаж; 2-14 – герцинский структурный этаж: 2 – терригенный субплатформенный комплекс нижнего-среднего палеозоя; 3-5 – верхнепротерозойский вулканогенно-терригенный зонально метаморфизованный комплекс; 3 – зона катагенеза, соответствующая шиджатмазской свите туфогенно-терригенных преимущественно тонкозернистых осадков; 4 – зона зеленосланцевой фации метаморфизма, соответствующая малкинской свите аповулканогенных и апотерригенных углеродистых сланцев; 5 – зона неразделенных амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций метаморфизма, соответствующая бечасынской свите кристаллических сланцев; 6 – позднепротерозойский хасаутский габбро-диабазовый гипабиссально-субвулканический комплекс; 7 – позднепалеозойский малкинский гранитовый plutонический комплекс; 8 – площадь смыкающего крыла рудоконтролирующей флексуры; 9 – надвиги; 10 – прочие разломы; 11 – ось Муштинской антиклинали; 12 – продольные зоны повышенной проницаемости, ограничивающие флексуру; 13 – область прогнозирования слепых рудных залежей кварцевого жильно-прожилкового типа; 14 – область прогнозирования слепых рудных зон сульфидного прожилково-вкрапленного типа.

Таким образом, структура Муштинского рудного поля сформирована совокупностью тектоно-магматогенных процессов. Она обусловлена приуроченностью рудного поля к северо-восточному крылу Муштинской антиклинали со слабо наклонным шарниром, осложненному продольными разломами северо-западного простирания, которые проявились в кристаллических породах бечасынской свиты хрупкими деформациями, а в пластичной сланцевой тоще малкинской свиты – пликативными дислокациями. В результате разломные зоны в пределах бечасынской свиты являлись зонами проникновения рудоносных гидротермальных растворов. Достигнув пластичной малкинской свиты, играющей роль геологического экрана, рудоносные растворы распространялись вдоль зон отслоения между пластами проницаемых и экранирующих пород, формируя многоярусные силлы магматических пород и стратиформные рудные залежи.

Формирование флексуры связано с локальным проявлением относительно неглубоко расположенной области разуплотнения, что фиксируется по гравиметрическим данным. Однако небольшой объем этой области привел лишь к выполаживанию перекрывающей толщи и не дошел до появления обычной в такой ситуации куполовидной структуры. На основании повышенных значений положительного магнитного поля предполагается, что зона связана с апофизой малкинского плутонического комплекса (γPZ_3m), занимающего юго-западное крыло Муштинской антиклинали, и полого погружается на северо-восток, создавая локальное поднятие кровли, проявленное Хасаутской флексурой. Таким образом, формирование флексуры происходило в условиях поперечного сжатия, связанного с локальным подъемом гранитоидной магмы.

Литература

1. Багатаев Р.М., Бергер М.Г. Минералого-геохимические особенности золотонсных рудопроявлений в черносланцевых толщах горного Дагестана // Геология и геофизика Юга России. 2012, №4. С. 8-24.
2. Баранов Г.И., Греков И.И. Проблемы докембрия на Северном Кавказе («Докембрий Северной Евразии») / Тезисы докладов, С- Петербург, ИГГД РАН, 1997. С. 11-12.
3. Богатиков О.А., Газеев В.М., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я., Лексин А.Б. Перспективы обнаружения нетрадиционных типов рудных и нерудных полезных ископаемых на территории Южной Осетии: Поисковые признаки и предпосылки // Вестник Владикавказского научного центра. 2009. Т. 9. №4. С. 23-27.
4. Вертий С.Н. Новые данные по структуре Муштинского рудного поля. В сб. Проблемы геол. геозкол. и минер. юга России и Кавказа. Новочеркасск, 2006. С. 252-256.
5. Вертий С.Н., Щеглов В.И. Многомерный регрессивный анализ золотоносности Муштинского рудного поля / Вестник ЮРГТУ № 1, 2009. С. 52-60.
6. Вольфсон Ф.И., Яковлев П.Д. Структуры рудных полей и месторождений. М.: Недра, 1975. 271 с.
7. Емкужев А.С., Емкужев М.С., Парада С.Г. Перспективы развития минерально-сырьевой базы золота и цветных металлов Кабардино-Балкарской Республики / Состояние минерально-сырьевой базы юга России и перспективы ее развития: материалы научно-практической конференции 21-22 мая 2009 г.: Ростов н/Д: «НОК», 2009. С. 76-83.

8. Кокин А. В. Золотое оруденение в дайках диабазов Сете-Дабанского антиклинория. ДАН СССР. 1987. Т. 295, №2. С. 443-446.
9. Кокин А. В. Оценка перспективности рудных объектов. Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2005. 384 с.
10. Корсаков С. Г., Газеев В. М., Гурбанов А. Г. Морфология, генезис и рудоносность полигенных и полихронных брекчий Безенгийского рудного поля (Кабардино-Балкарская республика) // Вестник Владикавказского научного центра. 2012. Т. 12. № 1. С. 26-31.
11. Курбанов Н. К., Рышков М. М. Создание нового центра золотодобычи на южной геополитической окраине Российской Федерации (ЮФО) на основе прогноза и оценки благородных и цветных металлов в пределах Северо-Кавказской и Днепро-Донецкой металлогенических провинций / Состояние минерально-сырьевой базы юга России и перспективы ее развития: материалы научно-практической конференции 21-22 мая 2009 г.: Ростов н/Д: «НОК», 2009. С. 13-27.
12. Парада С. Г., Маркин М. Ю., Шишкалов И. Ю., Холод Ю. В. Геолого-экономическая модель Хасаутского рудного поля (Кабардино-Балкарская республика) / Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования: материалы IX Международной научно-практической конференции г. Новочеркасск, 20 декаб. 2010 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). Новочеркасск: ЮРГТУ, 2011. С. 45-50.
13. Парада С. Г., Столяров В. В. О связи золотого оруденения северного фланга Тырнаузского месторождения с интрузивными комплексами (Кабардино-Балкарская республика) // Доклады Академии наук. 2012. Т. 445, №4. С. 437-440
14. Парада С. Г., Холод Ю. В., Шишкалов И. Ю. Геохимия вторичных ореолов рассеяния Малка-Муштинского рудного узла // Вестник ЮНЦ РАН, 2011. Т. 7, №3. С. 55-60.
15. Пичужков А. П., Письменный А. Н., Терещенко В. В., Зарубина М. А. Новые данные о золотоносности протерозойских черносланцевых отложений Карачаево-Черкесского горст-антиклинория // Региональная геология и металлогения. 2005. №25. С. 140-144.
16. Распопов Ю. В., Рышков М. М., Макарюха С. В., Будков Г. К. Основные тенденции развития минерально-сырьевой базы Южного ФО // Разведка и охрана недр. 2008. №3. С.21-25.
17. Шишкалов И. Ю., Холод Ю. В. Выявление интрузивных тел Малка-Муштинского рудного узла по результатам ГИС-обработки аэромагнитных данных // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2011. №3. С. 77-80.

GEOLOGICAL CONDITIONS OF AURIGEROUS MINERALIZATION LOCALIZATION AND THE STRUCTURE OF MUSHTINSKOE ORE FIELD (KABARDINO-BALKAR REPUBLIC)

**© 2015 S.G. Parada, Sc. Doctor (Geol.-Min.), M.Yu. Markin, Sc. Candidate
(Geol.-Min.), V.V. Stolyarov, I.Yu. Shishkalov, Sc. Candidate (Geol.-Min.)**

FBSIS Institute of arid zones of SSC RAS, 344006, Rostov-on-Don, Chekhov Ave, 41,
e-mail: segripa@rambler.ru

The analysis of lithologic-structural conditions of auriferous deposits and zones localization of Mushtinskoe ore field was carried out based on the results of large-scale geological surveying, geochemical and geophysical data. It was determined that the most important element of the ore field structure is a large flexure found out for the first time by us, which complexifies north-west limb of Mushtinskaya anticline which has a monoclinial folding. Auriferous ore zones and deposits discovered during prospecting work are confined to the flexure knee and its joint limb. Mushtinskoe ore field is referred to the ore fields group confined to folds with flat apex which is complexified by fractures. The main factors which allow referring studied ore field to the definite structure type within the given group are multilayer localization of flat ore bodies in joists of the third order plicative structures coupled with steep ore bodies in complexified or disruptive faulting. Herewith the determinant factor is that ore – hosting flexure appears as plicative deformation only in plastic malkinskaya assise and in underlying more metamorphized bechasynskaya assise its restrictions are shown by disjunctive deformations. This fact allows considering the flexure as a block structure. That's why Mushtinskoe ore field can be referred to the structural type, defined as sheetlike, veined and complex form ore bodies mainly in joists and partly on the limbs of block anticlines with typical vertical morphologic zonality.

Key words: large-scale geological surveying, ore field structure, flexure, fractures, diabase, granites, stratiform deposits, aurum.

УДК 553.2 (470.6)

МЕТАЛЛОГЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА – НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

© 2015 В.И. Черкашин, д.г.-м.н., И.А. Богуш, д.г.-м.н., проф.

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН, 367010, Россия,
Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Ярагского, 75, e-mail: dangeo@mail.ru
Дагестанский государственный университет, 367000, Россия, Республика
Дагестан, г. Махачкала, ул. Гаджиева, 43а, e-mail: dgu@dgu.ru

В работе рассматриваются новые представления о металлогении юрских комплексов Северного Кавказа. Обращается внимание на широкое площадное развитие стратиформного оруденения полиметаллов, свинца, цинка, золота, меди, связанных с раннеальпийскими (киммерийскими) тектоническими движениями. Приводятся примеры двух типов регионального стратиформного свинцово-цинкового и колчеданного оруденения.

Ключевые слова: седиментация, рудная минерализация, металлогения, полиметаллы.

Полученные за последние десятилетия геологические данные дают возможность по-новому оценить перспективность на различные полезные ископаемые осадочных толщ Кавказа и, в частности, металлогению юрских осадочных комплексов. Рассмотреть общую зараженность терригенных комплексов нижнеюрских отложений полиметаллами.

Историческое развитие юрского осадочного бассейна представлено формированием следующих формационных комплексов: терригенного, карбонатно-терригенного, карбонатного, карбонатно-эвапоритового [Леонов, 2007; Металлогеническая карта..., 1985]. Геотектоническая история юрского бассейна Кавказа связана с северной окраиной океана Тетис и развитием киммерийских и позднеальпийских тектонических движений [Леонов, 2007]. В конце аалена бассейн большого Кавказа завершает развитие рифтогенной пассивной окраины океана Тетис и переходит в тектонический режим активной континентальной окраины (байос-бат). Переходная эпоха характеризуется поднятием и интенсивной эрозионной деятельностью севернее Главного Кавказского разлома. Устойчивое поднятие континентальной окраины и горизонтальное сжатие Кавказской окраины, предбайосская складчатость, сопровождались развитием магматических комплексов и флюидоактивной деятельностью. Магматическая деятельность представлена малыми интрузиями, вулканическими, субвулканическими и жильными фациями [Большой Кавказ..., 2007; Металлогеническая карта..., 1985].

В постааленское время юрские толщи были прорваны дайковыми телами долеритов казбекского и кахетинского поясов [Арсмаков и др., 1975; Большой Кавказ..., 2007; Металлогеническая карта..., 1985]. На фоне такой последовательности развития выдержана четкая полиметаллическая и золоторудная специализация регионального оруденения в нижней и средней юре северных склонов Большого Кавказа.

В региональном плане минерагеническая роль нижнеюрских осадочных комплексов Северного Кавказа традиционно определяется господствующим развитием сульфидов полиметаллов (свинец, цинк, медь) на плинсбахском, ааленском (J_1) [Андрущук и др., 1967а, б; Арсамаков и др., 1975; Богуш и др., 2007; Пруцкий и др., 2005; Черкашин, Мацапулин, 2009; Черницин и др., 1971], колчеданного келловейском (J_2) [Богуш и др., 1972; Богуш, Черкашин, 2007; Черкашин, Богуш, 2011] уровнях. За последние годы к этим металлам добавилось золото (Куруш). К ааленскому возрастному и геотектоническому циклу оруденения относятся самые крупные на Большом Кавказе рудные районы и месторождения, в том числе Садонский рудный узел и месторождение Кизил-Дере [Андрущук и др., 1967а; Богуш, Черкашин, 2007].

Полиметаллы. Полиметаллическое оруденение нижней юры, месторождения, рудопроявления и минерализация прослеживаются в семисоткилометровой полосе от верховьев реки Кубани до нижнего течения реки Самур. В Западной части Северного Кавказа эта полоса протягивается между Скалистым и Передовым хребтом. В центральной и восточной части Кавказа эта полоса целиком совпадает с Приводораздельной металлогенической зоной.

Галенит и сфалерит в отложениях *плинсбахского яруса* встречаются, по данным В.Б. Черницина и др. [Черницин и др., 1971], в бассейнах Малки, Тызыла, Гижгита, Эшаккона вблизи рудных полей верхнепалеозойского возраста. По данным этого автора сульфиды свинца и цинка найдены в базальном горизонте вблизи древних месторождений. Плинсбахские слои являются базальным горизонтом юрских толщ гумидной и угленосной формации. Этот слой обследовался по долинам перечисленных рек профилями длиной 18 км, 15 км, 17 км, 21 км, соответственно. В тяжелой фракции шлихов обломочных пород галенит составляет 12–20%, а в угленосной фации обнаружены скопления свинца и цинка. Проявление значительной части свинца и цинка связано с остатками древних механических ореолов рассеяния [Черницин и др., 1971].

Ааленский стратиграфический уровень наиболее обогащен Pb, Zn, Cu, Au, относительно других типов оруденения Северного Кавказа и полиметаллическая минерализация которого широко развита в долине р. Кубани в районе аулов Кумыш, Красногорка, Хумара и Сары-Тюз. В левом борту долины известно Подгорнинское рудное поле (более 100 км²) аалена (рис. 1 и 2).

Подгорнинское стратиформное рудопроявление расположено на левом борту долины р. Кубани в породах джигиатской свиты (J_{1-2} dz) тоар-аалена южнее станции Красногорской. Рудоносный пласт грубозернистых песчаников мощностью 6–8 м прослеживается на протяжении 16 км, полого погружаясь к северу, перекрывается аргиллитами и песчаниками джангурской свиты средней юры. Свинцовая и цинковая рудная минерализация рассеяна по всему пласту, и образует к его основанию рудный прослой мощностью 0,6–0,8 м с содержаниями цинка до 8%, свинца до 1–5% [Черницин и др., 1971]. В остальной части разреза рудоносного пласта содержание этих металлов в сульфидной форме колеблется в пределах 0,01–0,05% (свинец) и 0,01–0,5% (цинк), преимущественно тяготея к основанию разреза пласта. Рудоносный пласт на поверхности активно импрегнирован гидроксидами железа, относительно устойчив к выветриванию и отчетливо прослеживается на всем протяжении в виде скалистого уступа. На фоне пласта песчаника отчетливо выделяется рудный слой бурого цвета с концентрацией вторичных оксидов железа до 30–65% в цементе гравелита.



Рис. 1. Скальная полка (темное) ааленских отложений (джигиатская свита) в левом борту долины р. Кубани в районе аула Кумыш. Ниже скальная стена сложена песчаниками плинсбаха (хумаринская свита).

В основании ааленского рудоносного пласта залегает мощная пачка белых кварцевых песчаников хумаринской угленосной свиты плинсбаха (J_1 hm). По контакту этих свит проявляется маломощный прослой базальных конгломератов.

Исследования кровли и подошвы ааленского рудоносного пласта (джигиатская свита J_{1-2} dz) песчаников позволили установить некоторые особенности контактов и внести коррективы в генетические позиции оруденения (рис. 2-I). В кровле и подошве рудоносного пласта залегают пласты водонепроницаемых глин, ранее не описанные предыдущими исследователями. В данном случае пласт грубозернистых песчаников представляет собой идеальный пласт-коллектор, заключенный между двумя покрывками. По простиранию на юг рудный пласт контактирует с синхронными (по В.Л. Омельченко) магматическими породами шоанской свиты (J_1 šn), в состав которых входят андезиты, андезито-дациты, базальты. Эти магматиты прорывают породы хумаринской свиты. Тоарские отложения в этом районе Кубани отсутствуют.

Рудная минерализация в пачке песчаников и гравелитов джигиатской свиты прослеживается на протяжении более 20 км и в правом борту долины р. Кубани. Пласт песчаников джигиатской свиты (J_{1-2} dz) тоар-аалена в рельефе повсеместно фиксируется скальной ступенью. К этой ступени приурочена площадка древнего Хумаринского городища. Мощность рудоносного пласта здесь достигает 8 м, а литологический состав более разнообразен (рис. 2-II). Ожелезненные с поверхности

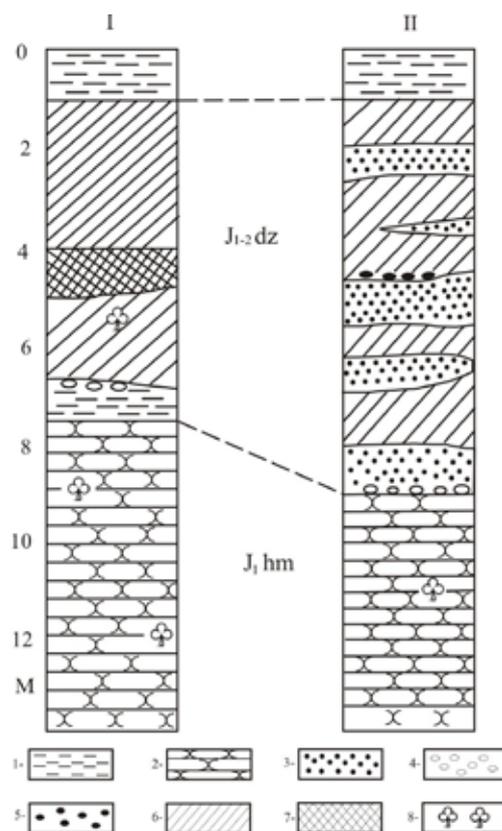


Рис. 2. Разрезы рудоносной пачки аалена в левом (I) и правом (II) борту долины р. Кубань в районе аулов Кумыш и Сары-Тюз.

Условные обозначения:

1 – глины; 2 – песчаники; 3 – песчаники с рудной минерализацией; 4 – конгломераты; 5 – пирит-марказитовые конкреции; 6 – рудоносные песчаники; 7 – оруденение в песчаниках; 8 – остатки флоры.

пласты с рудной минерализацией бурого цвета мощностью 0,5–2,0 м чередуются с пластами белых кварцевых песчаников, визуально не содержащих рудной минерализации. Контакты между минерализованными и безрудными слоями четкие стратифицированные, без постепенных переходов. Контакты висячего и лежачего боков рудоносного пласта разные и отличаются от разреза левого борта Кубани. В висячем боку также повсеместно прослежен пласт глины. В лежачем боку контакт рудоносного пласта с песчаниками хумаринской свиты пласта глины не содержит. Здесь белые кварцевые песчаники джигиатской свиты переходят в белые кварцевые песчаники хумаринской свиты, непосредственно в зоне контакта проявляется маломощный (0,05–0,12 м) прослой базальных кварцевых гравелитов. На правом борту долины р. Кубани минерализованная пачка имеет глину-покрышку только в висячем боку (рис. 2-II), а в лежачем боку – слабо выраженный базальный горизонт белых кварцевых гравелитов, залегающих на песчаниках плинсбаха.

В юго-западном направлении в бассейне реки Кардоник продуктивный ааленский пласт выходит на поверхность и представлен элювиальными отложениями. В этой части рудного поля выявлена площадная аномалия свинца и цинка, в пределах которой начаты поисково-разведочные работы.

При изучении полиметаллического оруденения обнаруживается ряд его особенностей свидетельствующих в пользу гидротермально-метасоматического генезиса:

- крайне неравномерный характер в распределении сульфидов свинца и цинка (галенит, сфалерит) по латерали с широким распространением вкрапленной, гнездовой и прожилково-вкрапленной текстур;
- отсутствие протяженных по латерали рудных пластов, характерных для осадочных рудных месторождений;
- метасоматический характер локализации рудных сульфидов, эти минералы импрегнируют межзерновые полости и замещают карбонатный цемент гравелитов и песчаников, а также корродируют и замещают терригенный кварц;
- индикаторный минерал пирит представлен метасоматическими разностями с редкими реликтами замещенного диагенетического пирита;
- в качестве детрита в рудном пласте присутствует растительное органическое вещество.

При полном отсутствии проявлений регионального метаморфизма гидротермально-метасоматический характер оруденения в рудном пласте подтверждает гидротермальную природу оруденения.

В то же время, привлекает внимание строгая стратификация рудного пласта и изолированность по вертикали рудной минерализации.

Особенности контакта кровли и подошвы ааленского пласта и наложение на него секущих магматических тел хорошо объясняют наложенную стратиформность оруденения. Ааленский пласт песчаников и гравелитов представляет идеальный пласт-коллектор, ограниченный в лежачем и висячем боках покрывками глин. Наличие обугленной органики и диагенетического пирита, высокая пористость пласта-коллектора послужили благоприятной средой для локализации наложенного гидротермального оруденения в пласте-ловушке, прорываемом магматическими образованиями.

Ааленский уровень сульфидного свинцово-цинкового оруденения нижней юры прослеживается узкой полосой по всему Северному Кавказу. Полиметаллы этого возрастного уровня фиксируются в Безенгийском районе Кабардино-Балкарии, группой Садонских месторождений Северной Осетии-Алании, тридцатикилометровой полосой в Ингушетии [Андрушук и др., 1967], и многочисленными проявлениями Приводораздельной зоны Горного Дагестана (Куруш).

Продуктивный *келловейский* уровень вытянут на протяжении более 870 км от бассейна р. Белой на западе до верховий р. Уллучай на востоке, обнажаясь в основании эскарпа верхнеюрских пород Скалистого хребта Большого Кавказа [Богуш и др., 2007; Металлогеническая карта..., 1985; Пруцкий и др., 2005; Черкашин, Богуш, 2011]. Железородное (колчеданное) и свинцово-цинковое оруденение в породах келловейского яруса, по свидетельству В.Б. Черницина [Чернин и др., 1971] и данным ГДП-200 [Пруцкий и др., 2005], распространены в бассейнах рек Белой, Кубани, Малки, Баксана, Терека, Аргуна и др.

Пачка терригенно-карбонатных пород келловейского яруса (песчаники, гравелитовые конгломераты, песчанистые известняки, оолитовый известняк, доломитизированный известняк) трансгрессивно, без тектонических осложнений, залегает на размытой поверхности мощных толщ глинистых комплексов нижней и средней юры. Мощность базальной пачки достигает 130–140 м, а непосредственно сульфидоносной ее части 6–13 метров. Кровля сложена мощной толщей доломитизированных известняков мальма (оксфорд, киммеридж).

Стратифицированное положение колчеданных тел, фоссилизационные органогенные текстуры и структуры, присутствие фрамбоидального пирита, изотопный

состав серы и др. свидетельствуют в пользу аутигенного происхождения сульфидов [Богущ и др., 2007; Черкашин, Богущ, 2011]. По экспертным оценкам в бассейне р. Кубани при мощности продуктивных отложений 5 м на площадь 1 км² приходится до 31–35 тыс. т сульфидов, а в бассейне р. Дзегуты на такой же площади прогнозируется до 90 тыс. т полиметаллов. В бассейне р. Дзегуты 4-х метровый пласт доломитизированных известняков сменяется вверх по разрезу 10–15 метровый пачкой песчаников с прослоями мелкогалечникового конгломерата. В основании доломитизированных известняков на площади в несколько квадратных километров установлена сплошная и гнездовая вкрапленность пирита, переходящего в густо вкрапленный колчедан. Мощность линз сульфидной залежи 0,8–1,0 м, местами 1,5–2,1 м.

Для терригенных, органогенных и смешанных хемогенно-осадочных пород келловей весьма специфична высокая карбонатность, которая возрастает от подошвы к кровле яруса. В этом же направлении уменьшается размерность кластогенного материала терригенных осадков. Разрезы келловей характеризуются значительной неоднородностью литологического состава (рис. 3–5), являющиеся результатом высокой тектонодинамичности и гидродинамичности среды осадкообразования и зоны размыва.

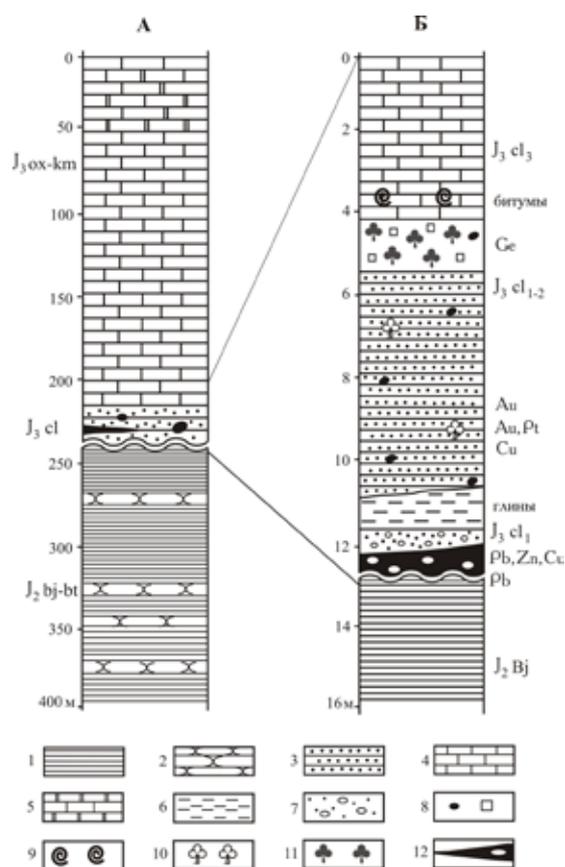


Рис. 3. Литолого-стратиграфический разрез контакта верхней и средней юры (А) и келловейской металлоносной пачки (Б).

Условные обозначения:

- 1 – глинистые сланцы; 2 – гравелиты и грубозернистые песчаники; 3 – песчаники; 4 – известняки; 5 – доломитизированные известняки, доломиты; 6 – глины; 7 – конгломераты; 8 – рудокласты, вкрапленность и конкреции пирит-марказитового состава; 9 – остатки крупной фауны; 10 – растительный детрит; 11 – интенсивно пиритизированный растительный детрит в гравелите; 12 – мегаконкрекции и горизонты сульфидизации.

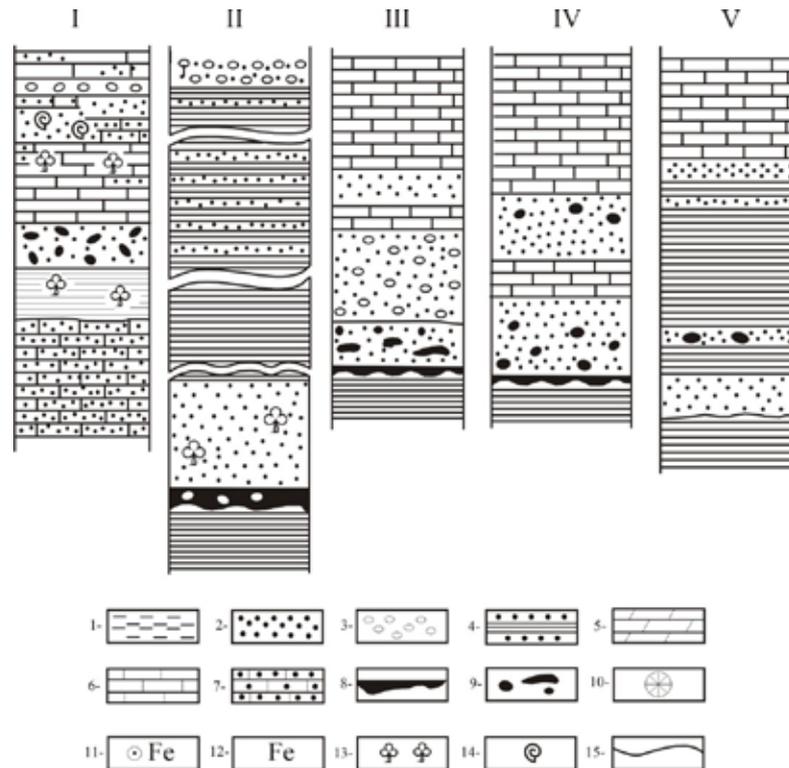


Рис. 4. Разрезы западного фланга полосы келловейского яруса. I – р. Белая; II – бассейн р. Лабы; III – р. М. Зеленчук; IV – междуречье Кубань-Маруха; V – Кубань Красногорка.

Условные обозначения:

1 – глины; 2 – гравелиты, песчаники; 3 – конгломераты; 4 – алевролиты; 5 – доломиты; 6 – известняки; 7 – песчанистые известняки; 8 – линзы и прослои колчедана; 9 – гнезда и конкреции пирита; 10 – сидеритовые конкреции; 11 – железистые оолиты; 12 – гидроксиды железа; 13 – радиальный детрит; 14 – известняки с крупной фауной; 15 – контакты несогласные.

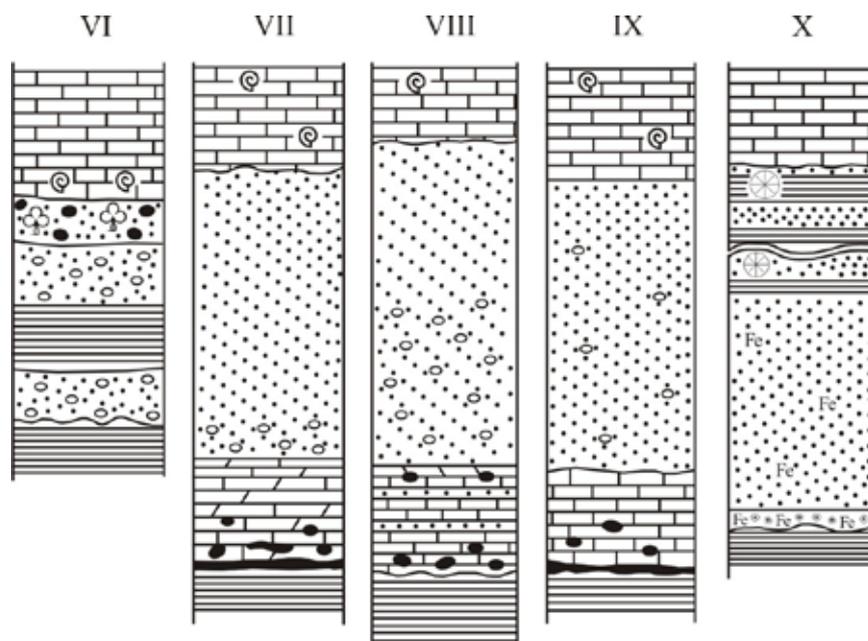


Рис. 5. Разрезы восточной части келловейской полосы:

VI – Кубань, х. Важный; VII – Восточнее Кубани; VIII – Верховье р. Кумы; IX – Верховье р. Джегуты; X – Осетия. Условные обозначения см. рис. 3, 4

Местами в псаммитовой составляющей осадков встречаются рудокласты сульфидизированных метасоматитов. В участках разреза, стратиграфически наиболее полных (бассейн р. Большая Лаба), выделяется [Пруцкий и др., 2005] три подъяруса келловея. Нижний представлен песчано-глинистыми и алевролитовыми породами мощностью 64 м. Средний келловей (сульфидсодержащий) представлен глинами, песчаниками, гравелитами, конгломератами, мощность до 55 м. Верхний келловей представлен известняками оолитовыми, неясно слоистыми массивными, песчанистыми, содержащими прослойки алевролита и песчаника.

Келловейский рудогенерирующий литогенез является классическим выражением, по О.В. Япаскурту [Япаскурт, 2005], литогенеза типа интенсивного погружения. Региональная и локальная циркуляция захороненных внутрiformационных вод является причиной диагенетической трансформации и локализации рудных элементов. Базальный горизонт келловейского яруса Северного Кавказа является региональным геохимическим барьером. В пределах геохимического барьера, обеспечена локальная и региональная свободная циркуляция рудоносных захороненных вод, термодегидратационных и наложенных гидротермальных растворов обогащенных металлами и отжатых из подстилающих сланцевых толщ. Возможности такой межпластовой миграции элементов показаны Ю.О. Гавриловым [Гаврилов, 2008].

В терригенной составляющей базального горизонта келловея наряду с рудокластами колчеданных и полиметаллических руд палеозоя практический интерес представляет золото. В правом борту русла р. Кубани (х. Важный) золото добывалось старателями в течении трех лет, до 1951 года, года закрытия старательской добычи.

Общее развитие юрского осадочного бассейна представлено формированием следующих формационных комплексов: терригенного, карбонатно-терригенного, карбонатного, карбонатно-эвапоритового. На фоне такой последовательности осадкообразования выдержана четкая полиметаллическая и золоторудная специализация регионального оруденения. Последнее активизируется на фоне кратковременных фаз поднятий и активной эрозии центральной части Кавказа и проявлений магматической деятельности. Именно с этими событиями следует связывать поисковые модели и критерии оруденения. Геологические особенности полиметаллического оруденения юрских толщ Кавказа позволяют проводить аналогию с известными месторождениями Миссисипского типа. Базальный горизонт келловейского яруса по всему Северному Кавказу является региональным сульфидным геохимическим барьером.

Заключение и выводы

Стратиформное сульфидное полиметаллическое, свинцовое, цинковое и золоторудное оруденение, приуроченное к юрским терригенным и терригенно-карбонатным толщам, имеет площадное распространение (десятки и сотни квадратных километров). При относительно небольших содержаниях рудных элементов запасы их весьма значительны и представляют потенциальную промышленную ценность (площадные месторождения). При хорошей обнаженности продуктивных толщ необходимо, в первую очередь, провести площадные топоминералогические поисковые и оценочные исследования известных рудопроявлений с целью изучения закономерностей концентрации рудных масс и выявления наиболее богатых участков с рекомендацией постановки на них поисково-разведочных работ. Необходима

генетическая типизация и классификация рудных объектов, создание их поисковых моделей.

В региональном плане минерагеническая роль нижнеюрских осадочных комплексов Северного Кавказа традиционно определяется господствующим развитием сульфидов полиметаллов (свинец, цинк, медь) на плинсбахском, ааленском (J_1) [Андрущук и др., 1967а, б; Арсамаков и др., 1975; Богуш и др., 2007; Пруцкий и др., 2005; Черкашин, Мацапулин, 2009; Черницин и др., 1971], келловейском (J_2) [Богуш и др., 1972; Богуш, Черкашин, 2007; Черкашин, Богуш, 2011] уровнях. За последние годы к этим металлам добавилось золото (Куруш). К ааленскому возрастному и геотектоническому циклу оруденения относятся самые крупные на Большом Кавказе рудные районы и месторождения, в том числе Садонский рудный узел и месторождение Кизил-Дере [Богуш и др., 2007].

На примере региональных осадочных комплексов и рудной минерализации представляется широкая возможность отработки методических основ прогноза и поисков разнотипного и комплексного оруденения осадочных толщ [Андрущук и др., 1967а].

Литература

1. Андрущук В.Л., Рубцов Н.Ф., Савин С.В. Месторождение Кизил-Дере в горном Дагестане // Разведка и охрана недр. М. 1967. №5. С. 10-141.
2. Андрущук В.Л., Черницин В.Б., Рубцов Н.Ф., Ганжарова С.Н. Геологические и минералогические особенности свинцово-цинкового оруденения бассейна р. Армхи (Северный Кавказ) // Тр. По геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа. Выпуск XII. Ставрополь. Ставропольское изд-во. 1967. С. 156-167.
3. Арсамаков Х.И., Кобилев Г.А., Суханов М.К. Минеральные агрегаты в полиметаллических рудопроявлениях горной Чечено-Ингушетии (Северный Кавказ) / Изв. ВУЗ, сер. «Геология и разведка» № 12, 1975. С. 68-73.
4. Богуш И.А., Рабинович А.Л., Веселовский Н.В. Генетические особенности и изотопный состав серы сульфидов келловейского яруса Северного Кавказа // Доклады Академии наук СССР 1972. Том 205, №2. С. 414-417.
5. Богуш И.А., Курбанов М.М., Труфанов В.Н., Рылов В.Г. Субмаринные сульфидные постройки медноколчеданного месторождения Кизил-Дере. / Отечественная геология. №2, 2007. С. 61-66.
6. Богуш И.А., Черкашин В.И. Новый тип колчеданного оруденения на Северном Кавказе / Геодинамические и генетические модели рудных месторождений: Сборник научных статей / Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. С. 55-63.
7. Большой Кавказ в альпийскую эпоху / Под ред. Ю.Г. Леонова. – М.: ГЕОС. 2007. 368 с.
8. Гаврилов Ю.О. Диагенетическая миграция вещества и ее роль в формировании геохимических аномалий и рудогенезе // Материалы 5-го Всероссийского металлогенического совещания. Екатеринбург. 2008.
9. Леонов Ю.Г. Киммерийская и позднеальпийская тектоника Большого Кавказа // Большой Кавказ в альпийскую эпоху // Под ред. Ю.Г. Леонова. – М.: ГЕОС, 2007. С. 317-337.
10. Металлогеническая карта Кавказа, Крыма и Карпат. Редакторы: Твалчредидзе Г.А., Джанелидзе Т.В. Авторы: Р.Г. Кофман, Носов А.А., Носова Е.В., Науменко В.В. и др. Мингео СССР, КИМС. 1985.

11. Пруцкий Н.И., Греков И.И., Баранов Г.И., Энна Н.Л. Геология и минерализация Северного Кавказа / Региональная геология и металлогения. №25. 2005. С.-Петербург. Изд-во ВСЕГЕИ. С. 27-38.

12. Черкашин В.И., Мацапулин В.У. Минералого-геохимические особенности рудных образований и металлогения Восточного Кавказа. Махачкала. 2009. 276 с.

13. Черкашин В.И., Богущ И.А. К киммерийской металлогении Северного Кавказа. Генетические и поисковые модели рудных месторождений // Геология и полезные ископаемые Кавказа. Дагестанский научный центр РАН. Институт геологии. Сб. науч. Тр. Вып 57. Махачкала 2011. С. 181-189.

14. Черницын В.Б., Андрущук В.Л., Рубцов Н.Ф. Металлогенические зоны Центрального и Северо-Западного Кавказа. Изд-во «Недра». 1971. 208 с.

15. Япаскурт О.В. Основы учения о литогенезе. Учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. Ун-та. 2005. 379 с.

METALLOGENY OF THE NORTH CAUCASUS – PRESENT AND FUTURE

© 2015 V.I. Cherkashin, Sc. Doctor (Geol.-Min.), I.A. Bogush, Sc. Doctor (Geol.-Min.), prof.

Institute of geology of Dagestan scientific center of RAS, 367010, Russia, Republic of Dagestan, Makhachkala, Yaragskiy street, 75, e-mail: dangeo@mail.ru;
Dagestan state university, 367000, Russia, Republic of Dagestan, Makhachkala, Gadzhiev street, 43a, e-mail: dgu@dgu.ru

In this paper we consider new ideas about the Jurassic metallogenic systems of the North Caucasus. Attention is drawn to the wide-areal development of stratiform mineralization of base metals, lead, zinc, gold, copper, associated with the early Alpine (Cimmerian) history of geological development is paid. The examples of two types of regional stratiform lead-zinc and pyrite mineralization are given.

Keywords: sedimentation, ore mineralization, metalgenius, polymetals.

ДИСКУССИИ, ОБСУЖДЕНИЯ

УДК 551.24 (234.9)

О ПРОЯВЛЕНИИ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ ПРИ ВЗРЫВОПОДОБНОМ ВНЕЗАПНОМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ ВЫБРОСЕ ЛЕДНИКА КОЛКА 20 СЕНТЯБРЯ 2002 ГОДА

© 2015 М.Г. Бергер, д.г.-м.н., проф.

Северо-Кавказский инновационный центр «Устойчивое развитие горных территорий», 362021, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева 44,
e-mail: conf@skgmi-gtu.ru;

ГФИ ВНЦ РАН, Россия, 362002, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail:
berger7@rambler.ru

Отмечены признаки проявления ударной воздушной волны при внезапном выбросе ледника Колка 20 сентября 2002 г. Дано объяснение причин сохранности отдельных объектов в Геналдонском ущелье.

Ключевые слова: ледник Колка, внезапный выброс, ударная воздушная волна, эффект обтекания.

Взрыв требует особых, непривычных способов исследования. Эти способы бывают чрезвычайно просты, но требуют должного внимания и определенных знаний.

Г.И. Покровский

Считается, что большая часть опыта, накопленного при проведении взрывов на выброс, может быть использована для анализа движения грунта и явлений, связанных с его выбросом при ударном кратерообразовании. Однако явления, связанные с воздушной ударной волной при образовании воронки взрывом, не имеют места в случае высокоскоростного удара... При ударном кратерообразовании... отсутствует воздействие воздушной ударной волны.

Г. Купер, Ф. Сауэр

Особенности процесса (степень диспергирования материала, форма полости, своеобразие акустических импульсов, возникновение или отсутствие ударной воздушной волны и др.) позволяют не только определить тип явления, но и выявить степень участия в нем различных факторов.

И.М. Петухов, А.М. Линьков

При характеристике и генетической расшифровке гигантской природной катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 г. особого рассмотрения заслуживает очень важный (в частности, в диагностическом отношении)

вопрос о проявлении ударной воздушной волны и сопровождающих ее эффектов, тем более что в последнее время данный, казалось бы, вполне очевидный вопрос, решение которого основано на документально установленных фактах [Процесс схода..., 2009; Никитин и др., 2007; Черноморец, 2005; Супруненко, 2005 и др.], являющихся бесспорными доказательствами проявления ударной воздушной волны в ходе Колкинской катастрофы, приобрел некоторую дискуссионность.

Как и во многих других случаях изучения Колкинской катастрофы, основная причина ошибок и разногласий в данном вопросе – недостаточная осведомленность некоторых исследователей о результатах, полученных в обсуждаемой области, в данном случае – в области изучения ударных волн, имеющего уже более чем столетнюю историю. Еще одна, также достаточно распространенная в исследованиях Колкинской катастрофы причина – недостаточная осведомленность об установленных вполне достоверных фактах, относящихся к этой катастрофе и вполне однозначно характеризующих особенности ее проявления.

В частности, А.Л. Комжа [2010] отказывается признать проявление ударной воздушной волны или ветра ураганной силы при Колкинской катастрофе 2002 г., поскольку, по имеющимся у него данным, нет свидетельств их проявления. На самом же деле, такие свидетельства есть, причем совершенно бесспорные и достаточно многочисленные. Некоторые из таких свидетельств будут приведены ниже в данной работе.

Р.А. Тавасиев [2014] отрицает проявление ударной воздушной волны в 2002 г., приводя факты, которые, по его мнению, свидетельствуют о ее отсутствии (сохранность отдельно растущих деревьев в Геналдонском ущелье на значительном удалении от эпицентра катастрофы и старого склепа, кровля которого находится вровень с землей, возле развалин с. Генал). На самом деле, эти факты, как будет показано ниже, не могут служить основанием для отрицания прохождения ударной воздушной волны в данном районе и, в целом, в Геналдонском ущелье.

Р.А. Тавасиев [2014, с. 274] утверждает также, что «во время схода ледника Колка 20.09.2002... не было и ураганного ветра. Не было и забросов обломочного материала выше отложения каменно-ледовой массы». Однако всего двумя абзацами выше на той же странице он же отмечает «ветер, вызванный катастрофическим сходом ледника», и «частицы, похожие на мельчайший сланцевый песок», «повсеместно на склонах выше каменно-ледового завала (под развалинами с. Генал, под с. Верхний Кани и пр.)», принесенные этим ветром вместе с ледяной крошкой на столь значительное расстояние (около 15 км) в течение немногих минут (т.е. ветром, двигавшимся, безусловно, с ураганной скоростью). (Заметим попутно, что образование огромного количества углеродистой пыли («частиц, похожих на мельчайший сланцевый песок») и ледяной крошки – очевидный результат, прежде всего, очень мощного разрушающего, дробящего, раздавливающего воздействия на лед и каменные горные породы сверхвысокого давления природных газов при выбросе ледника, а в какой-то мере результат разрушения фирна, льда и каменных горных пород в ходе предшествовавших катастрофе продолжительных обвалов на ледник Колка с г. Джимарайхох и ее отрогов).

В силу принципиального значения, дискуссионности и недостаточной освещенности в исследованиях Колкинской катастрофы данного круга вопросов остановимся подробнее на их рассмотрении.

Характернейшим признаком взрывных явлений различного типа и различного генезиса является, как известно, ударная волна. Проявилась она и при катастрофическом выбросе ледника Колка 20 сентября 2002 г.

Проявление ударной воздушной волны в ходе Колкинской катастрофы 2002 г. было отмечено и документально подтверждено еще в самых первых публикациях об этом событии [Панов и др., 2002; Поповнин и др., 2003]. В дальнейшем стали известны и многие другие свидетельства ударноволнового воздействия Колкинской катастрофы на окружающую среду [Процесс схода..., 2009; Васьков, 2004; Черногорец, 2005; Супруненко, 2005; Никитин и др., 2007; Заалишвили, Мельков, 2012; и др.].

Проявление ударной волны, как известно, – характерная особенность различных природных, природно-техногенных и собственно техногенных явлений, прежде всего, взрывных и взрывоподобных, в частности, внезапных газодинамических выбросов в подземных горных выработках [Гурин и др., 1983 и др.].

Механизм возникновения ударных воздушных волн, их характер, интенсивность, скорости на различных этапах их распространения и другие особенности достаточно хорошо изучены. Соответствующие исследования относятся, прежде всего, к газодинамике, геофизике и физике взрыва.

Известно, в частности, что ударное действие этих волн проявляется на фронте их распространения, в фазе сжатия воздуха, которая в конце импульса, в тыльной части волны сменяется фазой разрежения воздуха, также весьма опасной для людей и животных, как и практически мгновенный резкий перепад давления между фазами сжатия и разрежения.

При этом, как давно установлено, воздействие ударной волны на различные преграды определяется не только интенсивностью ударной волны, но и другими факторами, в частности, геометрическими параметрами преграды, подвергающейся ее воздействию (как иногда говорят, ударноволновому нагружению), и, соответственно, в зависимости от этих параметров, в одном и том же месте, при одной и той же интенсивности ударной волны, может быть весьма различным по результатам (см. ниже).

Необходимо учитывать также, что в условиях декаплинга (глушения взрыва полостью), вполне вероятно, существовавших при внезапном взрывоподобном выбросе ледника Колка в силу предполагаемого существования под ледником на момент выброса ледника пластовой залежи высоконапорных газов и проявления эффекта газового домкрата (механического отжатия ледника от его субстрата) под давлением газов [Бергер, 2007, с. 54], давление на фронте ударной волны значительно меньше, чем при взрывах той же мощности без декаплинга [Роден, 1987, с. 143].

Тем не менее, такой силы и дальности действия, как при пароксизмальном газодинамическом выбросе ледника Колка, ударная воздушная волна даже при взрывных (эксплозивных) вулканических извержениях достигает крайне редко. З. Кукал [1985], описывая наиболее крупные вулканические катаклизмы, отмечает в числе происшедших в историческое время всего нескольких вулканических сверхкатастроф извержение («суперэксплозию») вулкана Безымянный на Камчатке 30 марта 1956 г., когда «в 24 км от кратера деревья были вырваны из земли» [Кукал, 1985, с. 142]. Соответствующие детальные документальные описания этого извержения приведены в монографии Г.С. Горшкова и Г.Е. Богоявленской [1965]. Примерно такую же или, может быть, несколько меньшую силу (интенсивность) имела ударная

воздушная волна на расстоянии около 20 км от эпицентра выброса ледника Колка в 2002 г. [Васьков, 2004; Васьков и др., 2004; и др.] и лишь механическая преграда Скалистого хребта, в значительной мере (за исключением узкого Геналдонского каньона в хребте, открывающегося с юга Кармадонскими воротами) преградившая путь ударной волне, воспрепятствовала ее дальнейшему интенсивному распространению.

Известно [Гласс, 1977 и др.], что проявляющиеся при взрывных явлениях ударные волны вызывают звуковые эффекты (грохот, громохание, гул и т. п.), повышенные атмосферные давления и сильный ветер. Все эти явления имели место и достоверно зафиксированы в 2002 г. при проявлении катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье.

Согласно многочисленным свидетельствам очевидцев, опубликованным в средствах массовой информации и научных изданиях [Процесс схода..., 2009, с. 125, 131, 132; и др.], во время Колкинской катастрофы были слышны непрерывный гул, страшный грохот, громopodobные звуковые эффекты, доносившиеся из района, где был ледник Колка.

О проявлении ударной воздушной волны при пароксизмальном катастрофическом выбросе ледника Колка 20 сентября 2002 г. однозначно свидетельствуют, в частности, и приведенные в книге Г.И. Кусова [2006, с. 359] показания местных жителей из с. Нижнее Кани, удаленного от эпицентра выброса примерно на 15 км, у которых «заложило уши». Подобные же ощущения, свидетельствующие о резком изменении атмосферного давления, испытывали и камчатские местные жители при уже упоминавшемся выше исключительно мощном эксплозивном извержении (направленном взрыве) камчатского вулкана Безымянный 30 марта 1956 г. [Малышев, 2000, с. 45; и др.]. Именно этот резкий скачок атмосферного давления послужил одним из важнейших оснований для признания взрывного характера данного вулканического извержения.

Вообще, как известно, «основным признаком произошедшего взрыва является резкий скачок давления в среде, окружающей место взрыва» [Теория горения и взрыва, 2013, с. 138]. Сказанное относится, естественно, и к воздушной среде и, соответственно, к атмосферному давлению, резкие скачки которого, обусловленные действием взрывной ударной воздушной волны, могут воздействовать на людей и животных (в частности, при малоуглубленных взрывах на выброс и взрывоподобных внезапных газодинамических выбросах).

Согласно Ю.П. Супруненко [2005, с. 24], «по рассказам очевидцев, воздушная стена впереди смертоносного селя (высокоскоростного ледово-каменного потока продуктов разрушения и выброса ледника Колка. – М. Б.) и перепад давления были такой силы, что испуганные птицы буквально взрывались в воздухе... Даже сидевшие на камнях птицы не успевали взлетать – от них оставались только перья и кровавые пятна...».

Вполне однозначны и достаточно многочисленны [Процесс схода..., 2009; Заалишвили, Мельков, 2008, 2012; Заалишвили и др., 2008; и др.] и свидетельства местных жителей, указывающие на проявление ураганного (или очень сильного) ветра в ходе Колкинской катастрофы 2002 г.

По опросам местных жителей селений Тменикау, Верхнее Кани и Горная Саниба, во время Колкинской катастрофы был очень сильный ветер [Заалишвили и др., 2008, с. 177, 178, 179, 180] и даже в расположенном в соседнем (Даргавском) уще-

лье селении Ламардон «внезапно потух свет и подул ураганный ветер такой силы, что они не могли стоять» [Заалишвили и др., 2008, с. 182].

Как отмечает С.С. Черноморец [2005, с. 113], «по данным маршрутного обследования 5 октября, ... на склонах в всячем положении остались крупные (размером в десятки метров) останцы льда, «впечатанные» в эрозионные ложбины и тальвеги, с включениями грубообломочного материала. Выше заплесков проходила полоса травянистого склона, присыпанная слоем мелких обломков, летевших над движущимся потоком. Ширина полосы составила 10-20 м, мощность отложений достигала 3-10 см. Преобладали обломки фракций песка, дресвы и щебня, отдельные обломки достигали размера 30-40 см. На правом борту долины деревья были повалены ударной волной». Все это зафиксировано на фотоснимках [Черноморец, 2005, рис. 5.2.б, 5.4.а, и 5.4.б].

«Вывал леса и золую присыпку песчано-дресвяной размерности» при «лавино-воздушном набросе на *нетронутую основным потоком* подстилающую поверхность, часто дерново-почвенную» отмечают и М.Ю. Никитин с соавторами [Никитин и др., 2007, с. 8-9, фото 4] (выделено мной. – М. Б.). Ими же непосредственно под с. Генал «наземно зафиксированы следы ударной воздушной волны – смятые и вбитые в склон деревья и глыбы пород» [Никитин и др., 2007, с. 10].

Итак, из установленных, документально зафиксированных многими исследователями и очевидцами катастрофы фактических данных совершенно несомненно, что одним из важнейших проявлений катастрофы 2002 года на леднике Колка и в Геналдонском ущелье была ударная воздушная волна, которая имела огромную интенсивность даже на расстоянии порядка 15 км (и даже более) от эпицентра газодинамического выброса ледника Колка (расположенного в тыльной части ледника). Уже один только данный факт указывает на гигантскую начальную интенсивность ударной волны и исключительно большую мощность вызвавшего ее взрывоподобного направленного выброса ледника. При техногенных взрывах подобные случаи (условно названные выдающимся специалистом в области теории и практики взрыва академиком М. А. Садовским проявлениями «статического действия» ударных волн) наблюдаются, как правило, только при взрывах очень большой мощности (очень больших количеств взрывчатых веществ) [Садовский, 1999, с. 67-68].

Механическое действие ударной воздушной волны, однако, наиболее явно могло проявиться лишь в случаях нахождения на пути ее распространения достаточно крупных объектов и при других благоприятных для этого обстоятельствах, тогда как в других случаях действие ударной волны либо не могло явно проявиться и быть зафиксировано, либо было существенно ослабленным, в частности, вследствие проявления *эффекта обтекания* (см. ниже). При этом, как установлено при изучении действия взрывных ударных волн [Садовский, 1999, с. 71], эффекты обтекания, ослабляющие воздействие ударной волны на преграду, возрастают с увеличением мощности взрыва.

* * *

Вопросы, касающиеся ударной воздушной волны и ее воздействия на различные преграды и, в целом, на среды, характеризующиеся различными плотностью, сжимаемостью и другими параметрами, глубоко исследованы и составляют специальную область физики взрыва.

Одним из важных результатов, теоретически и экспериментально полученных в данной области, является необходимость учитывать различия в воздействии ударной волны на преграды различного размера, например, ширины или же высоты (в частности, на лес и на отдельно растущие деревья, на высокие здания и на сооружения небольшой высоты, почти не выступающие над землей), вследствие установленного явления обтекания преграды ударной волной: «при обтекании давление на преграду уменьшается по сравнению с давлением, когда обтекания не происходит» [Баум и др., 1975, с. 291] (см. также [Андреев и др., 2004, с. 454; Садовский, 1999, с. 56-57]). При этом, в плане теоретического объяснения данного явления Ф. А. Баум с соавторами еще более полувека назад отмечали, что обтекание преграды ударной волной неизбежно, когда ширина или высота преграды меньше глубины волны [Баум и др., 1959, с. 328].

Уже только вследствие этого (при прочих равных условиях) давление одной и той же по интенсивности ударной волны на отдельно растущее дерево значительно меньше, чем на лес. Принципиально аналогичные факты широко известны и давно получили экспериментальное подтверждение и объяснение в физике взрыва, в связи с чем в работе Ф. А. Баума и др. [1975, с. 291] приведено, в частности, следующее прямое указание: «Явлением обтекания можно объяснить взрывоустойчивость таких преград, как столбы, заводские трубы, опоры мостов и т. п. Они разрушаются ударными волнами значительно труднее, чем равные им по прочности (при статическом приложении нагрузки) сооружения, имеющие даже незначительную протяженность. Так, для разрушения забора из столбов нужна волна, интенсивность которой существенно меньше интенсивности ударной волны, способной сломать отдельно стоящий столб» (см. также [Андреев и др., 2004, с. 454]).

Вопросы различной сопротивляемости преград различного размера действию ударной волны с учетом эффекта обтекания глубоко разработаны М. А. Садовским [1999, с. 56 и далее]. (Как отметил М. А. Садовский [1999, с. 8], именно ему «удалось впервые обратить внимание специалистов на необходимость учета явлений обтекания при определении нагрузок, производимых ударными волнами на сооружения, и доказать эту необходимость прямыми опытами»). Полученные в этой области результаты справедливы, разумеется, в отношении воздействия ударных волн не только на искусственные, но и на естественные преграды.

В специальном разделе «Эффект отражения и обтекания преграды ударной волной» М. А. Садовский [1999, с. 56-57], в частности, пишет: «Эффект обтекания приводит к ослаблению действия волны на преграду... Эффектом обтекания объясняется то, что различные по размерам и механически равнопрочные элементы конструкции нередко обладают различной сопротивляемостью действиям ударной волны. Сопротивляемость их будет тем выше, чем легче эти элементы обтекаются, т. е. чем меньше их размеры...

Теория обтекания преграды волной весьма сложна и мало разработана».

В дополнение к сказанному отметим, что в работе, специально посвященной обтеканию препятствий ударной волной, Т. В. Захарова и Ю. Б. Харитон [1994, с. 120-121] показали, что «давление обтекания приблизительно вдвое меньше давления отражения. Практически это сказывается в том, что конструкции, имеющие небольшие поперечные размеры, даже при большой высоте являются более устойчивыми при действии на них ударной волны. Например, на фотографиях, сделанных после мощного взрыва в Оппау в 1919 г., можно видеть неповрежденные фабрич-

ные трубы (прямой аналог одиноко растущих деревьев. – М. Б.), тогда как другие более солидные здания совершенно разрушены».

В свете изложенного сохранность отдельно растущих деревьев в Геналдонском ущелье и старого склепа возле развалин бывшего с. Генал не может быть основанием для отрицания проявления ударной воздушной волны во время Колкинской катастрофы 2002 г. (тем более, при известном факте [Черноморец, 2005; Никитин и др., 2007; и др.] лесоповала в правом борту Геналдонского ущелья выше зоны прохождения ледово-каменного потока продуктов разрушения и выброса ледника Колка).

Известно также, что параметры ударной воздушной волны при одном и том же ее источнике в каждой точке пространства определяются не только величиной начальной интенсивности волны и расстоянием от места ее зарождения, но и различного рода местными сопротивлениями в области ее распространения, характером атмосферных условий (в частности, направлением и скоростью ветра) и другими локальными факторами окружающей среды. От этого зависят не только усиление или же ослабление давления на фронте ударной воздушной волны, но и направление распространения ударной волны, приближение ее действия к земной поверхности или же удаление от нее и другие параметры ударной воздушной волны, определяющие результаты ее воздействия на конкретные объекты окружающей среды.

Кроме того, как отмечают У. Бейкер с соавторами [Бейкер и др., 1986, с. 122], «плавно направленные вверх склоны могут вызвать усиление волны, ... направленные же вниз склоны приводят к расширению волны и ослаблению удара. Эти эффекты, однако, локализованы вблизи местного изменения профиля земли и быстро ослабевают по мере удаления от неровности». Это – только один из примеров связанных с рельефом локальных эффектов влияния на изменение параметров ударной воздушной волны по мере ее распространения.

Таким образом, результаты ударноволнового воздействия на объекты, находящиеся в зоне распространения ударной воздушной волны, зависят от многих факторов (лишь частично отмеченных выше) и, соответственно, могут быть весьма различными при одной и той же начальной интенсивности ударной волны.

В силу изложенного, отсутствие следов заметного воздействия ударной воздушной волны в каком-либо месте Геналдонского ущелья не доказывает того, что ее вообще не было при катастрофическом выбросе ледника Колка.

Сказанное, безусловно, справедливо по своей сути и в других случаях подобных ледниковых катастроф, например, на г. Уаскаран (Перу), где проявления действия ударной воздушной волны отмечены и в 1962, и в 1970 гг. [Петраков 2008], но также, разумеется, лишь локально, а не повсеместно.

В качестве же основного заключения по данному вопросу необходимо признать, что *проявление действия ударной волны в одних участках Геналдонского ущелья в ходе Колкинской катастрофы 2002 г. вполне достаточно для отклонения как необоснованных и ошибочных любых утверждений о том, что ударной волны не было, даже если в пределах других участков действие ударной волны не проявилось либо не имело явно выраженных последствий.*

Проявление ударной воздушной волны в ходе Колкинской катастрофы 2002 г. – одно из многочисленных бесспорных доказательств взрывного (взрывоподобного) характера протекания этой катастрофы, ее эндогенной газодинамической природы и, соответственно, действия высоконапорных глубинных поствулканических газов как главной и единственной причины этой катастрофы.

Литература

1. Андреев С.Г., Бабкин А.В., Баум Ф.А., Имховик Н.А., Кобылкин И.Ф., Колпаков В.И., Ладов С.В., Одинцов В.А., Орленко Л.П., Охитин В.Н., Селиванов В.В., Соловьев В.С., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. Изд. 3-е, испр. В 2 т. Т. 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 832 с.
2. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. Изд. 2-е, перераб. М.: Наука, 1975. 704 с.
3. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. М.: Физматгиз, 1959. 800 с.
4. Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П., Кулеш Дж., Стрелов Р. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. Кн. 1. М.: Мир, 1986. 319 с.
5. Бергер М.Г. Ледник Колка: Катастрофа 20 сентября 2002 года – внезапный газодинамический выброс ледника. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. 248 с.
6. Васьков И.М. Возможный механизм обвала и динамика движения ледо-каменных масс в верховьях р. Геналдон (на центральном Кавказе в сентябре 2002 года) // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. 2004. Т.4. №2. С. 34-45.
7. Васьков И.М., Долгов Г.А., Музаев И.Д., Пикалюк Г.В. Динамика движения масс ледо-каменного обвала в верховьях р. Геналдон РСО-А 20 сентября 2002 года // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. 2004. Т. 4. №1. С. 18-26.
8. Гласс И.И. Ударные волны и человек. М.: Мир, 1977. 192 с.
9. Горшков Г.С., Богоявленская Г.Е. Вулкан Безымянный и особенности его последнего извержения (1955-1963 гг.). М.: Наука, 1965. 172 с.
10. Гурин А.А., Малый П.С., Савенко С.К. Ударные воздушные волны в горных выработках. Изд. 2-е. М.: Недра, 1983. 223 с.
11. Заалишвили В.Б., Бондырев И.В., Невская Н.И., Невский Л.Н. Макросейсмическое обследование зоны схода ледника Колка 20 сентября 2002 года // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа: Труды Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 20-22 сентября 2007 г. – Владикавказ: ВНЦ РАН и РСО-А, 2008. С. 174-184.
12. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Оценка интенсивности сейсмического события, вызванного сходом ледника Колка 20 сентября 2002 года // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа: Труды Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 20-22 сентября 2007 г. Владикавказ: ВНЦ РАН и РСО-А, 2008. С. 196-201.
13. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. и его макросейсмическое проявление по инструментальным данным современных регистрационных систем // Геология и геофизика Юга России. 2012. №3. С. 29-44.
14. Захарова Т.В. и Харитон Ю.Б. Обтекание препятствий ударной волной // Механическое действие взрыва. Сборник. М.: ИДГ РАН, 1994. С. 116-121.
15. Комжа А.Л. К вопросу о причинах запустения поселения Восьмой Генал после гляциальной катастрофы в долине реки Геналдон в середине XVIII века // Опас-

ные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа: Труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня создания Владикавказского научного центра РАН и Правительства РСО-А. Владикавказ, 2010. С. 201-208.

16. Кукал З. Природные катастрофы. М.: Знание, 1985. 240 с.

17. Кусов Г.И. Неизвестная Осетия: Необычные экскурсии по Республике Северная Осетия-Алания. Владикавказ: Издательско-полиграфическое предприятие им. В. Гассиева, 2006. 416 с.

18. Малышев А.И. Жизнь вулкана. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 262 с.

19. Никитин М.Ю., Гончаренко О.А., Галушкин И.В. Динамика и стадийность развития Геналдонского ледово-каменного потока на основе дистанционного анализа // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. 2007. Т. 7. № 3. С. 2-15.

20. Панов В.Д., Ильичев Ю.Г., Лурье П.М. Ледниковый обвал в горах Северной Осетии в 2002 г. // Метеорология и гидрология. 2002. № 12. С. 94-98.

21. Петраков Д.А. Многостадийные ледниковые катастрофы как особый тип стихийно-разрушительных процессов гляциального генезиса // Материалы гляциологических исследований. 2008. Вып. 105. С. 87-96.

22. Поповнин В.В., Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Черноморец С.С. Гляциальная катастрофа 2002 года в Северной Осетии // Криосфера Земли. 2003. Т. VII. № 1. С. 3-17.

23. Процесс схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. / Отв. ред. В.Б. Заалишвили. Владикавказ: ВНИЦ РАН и РСО-А, 2009. 165 с.

24. Роден Г. Неупругие процессы в сейсмических волнах при подземных взрывах // Нелинейные волновые процессы. Сб. статей. Серия: Новое в зарубежной науке. Механика. Вып. 42. М.: Мир, 1987. С. 139-230.

25. Садовский М.А. Избранные труды. Геофизика и физика взрыва. М.: Наука, 1999. 335 с.

26. Супруненко Ю. Был ли предсказуем сход Колки? // Техника молодежи. 2005. № 12. С. 24-26.

27. Тавасиев Р.А. О некоторых дискуссионных вопросах, связанных с катастрофическим сходом ледника Колка // Ледник Колка: вчера, сегодня, завтра / [отв. ред. акад. Ю.Г. Леонов, В.Б. Заалишвили]; Центр геофиз. исслед. Владикавказ. науч. центра РАН и РСО-А. Владикавказ, 2014. С. 272-283.

28. Теория горения и взрыва: учебник и практикум / О.Г. Казаков [и др.]: под общ. ред. А.В. Тотая, О.Г. Казакова. 2-е изд. М.: Юрайт, 2013. 296 с.

29. Черноморец С.С. Селевые очаги до и после катастроф. М.: Научный мир, 2005. 184 с.

ABOUT AIR-BLAST OCCURRENCE AT SUDDEN GAS-DYNAMIC SURGE OF THE GLACIER KOLKA ON 20 SEPTEMBER 2002

© 2015 Berger M.G., Sc.Doctor (Geol.-Min.), prof.

North-Caucasian innovation center «Sustainable development of mountain areas»,
362021, Russia, RNO-Alania, Vladikavkaz, Nikolaev street, 44, e-mail: conf@skgmi-
gtu.ru;

GPI VSC RAS, Russia, 362002, Vladikavkaz, Markov street, 93a, e-mail: berger7@
rambler.ru

Characteristics of air-blast occurrence at sudden surge of the glacier Kolka on 20 September 2002 are noticed in the article. The reasons of single objects preservation in Genaldon gorge are explained.

Keywords: the glacier Kolka, sudden surge, air-blast, flow effect.

НАШИ ГОСТИ

УДК 551.34

ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ

© 2015 И.В. Бондырев, д.г.н.

Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили, институт географии им. Вахушти, Грузия, 0179, Тбилиси, пр. Чавчавадзе, 1, e-mail: bond@gw.acnet.ge

В статье рассмотрены перигляциальные процессы и явления Кавказско-Понтийского региона. Дана классификация перигляциальных образований Кавказа.

Ключевые слова: перигляциальные процессы, криогенные формации, ледники.

Криогенные или перигляциальные явления широко распространены в пределах высокогорий Кавказско-Понтийского региона (рис. 1). Одним из ярких примеров криогенных процессов являются ледники. Необходимо, в этой связи, отметить трагический сход ледника Колка 20 сентября 2002 года и обусловленную этим активизацию исследований опасных природно-техногенных процессов [Бергер, Заалишвили, 2014; Бондырев, Заалишвили, 2003; 2004; 2005; Заалишвили, Харебов, 2008; Заалишвили и др., 2008; 2011; 2012] с включением вопросов сейсмичности [Zaalishvili, Rogozhin, 2011].

Современная площадь распространения криогенных процессов на Южном склоне Центрального Кавказа (Грузия) составляет 3,3 тыс. км², в пределах РСО-Алания – 5,4 тыс. км², а в Кабардино-Балкарии – 4,6 тыс. км² [Бондырев, Майсурадзе, 1978; 1982]. На территории Понтийских гор и Иранского нагорья эти процессы также широко распространены, занимая площадь в 14,2 тыс. км² [Казбек, 1876].

На рис. 3, 4 отобразены основные формы криогенного рельефа высокогорий региона. Среди них особо выделяются такие формы, как разнообразные образования полигональных грунтов (рис. 2).

В зависимости от высоты местности меняется набор факторов, определяющих генезис и морфологию форм перигляциального рельефа. Выделяется три гипсометрических уровня:

1. Верхний пояс, занимающий все пространство нивальной зоны и ограниченный снизу линией снежной границы, которая проходит здесь на высоте 3000–3200 м над уровнем моря (у.м.). Тут развиты преимущественно процессы морозного выветривания и гравитационно-осыпные процессы, которым принадлежит основная роль в формировании облика современного рельефа;

2. Средний пояс располагается ниже снеговой линии и практически совпадает с зоной альпийских и субальпийских ландшафтов. Нижняя граница представ-

лена верхним пределом распространения лесной растительности и в зависимости от конкретных условий колеблется от 1750 до 2300 м над у.м. Здесь преобладают склоновые (солифлюкция, курумы, каменные и снежные лавины, осыпные шлейфы, сели и т. д.) и плоскостные (полигонально-структурные грунты, каменные мостовые, туфуры) процессы перигляциального морфогенеза.

3. Нижний пояс представляет собой область распространения реликтовых криогенных образований (флювиогляциальные отложения, криотурбации и др.) и опускается, в пределах исследуемого региона, до 1400–1600 м над у.м.

На Боковом и северных отрогах Главного хребта, в интервале высот 2800–3000 м над у.м. И. С. Краснослободцевым [Краснослободцев 1971] выделено 208 каменных глетчеров различного морфогенеза. На южных склонах эти образования встречаются гораздо реже – всего 21 каменный глетчер. Столь широкое развитие моренных чехлов и покровов, а также – гравитационно-осыпных процессов определяет факт существования в этом районе многочисленных «ископаемых» ледников (мертвые льды), свидетельствующих о регрессе процесса оледенения.

Величина сезонного промерзания почвогрунтов является важной характеристикой при определении основных рельефообразующих процессов в высокогорье. Знание этих параметров помогает при решении инженерно-геологических, строительных, агробиологических и других задач. Нами было предложено теоретическое определение значений глубины сезонного промерзания для различных пунктов перигляциальной зоны Грузии, по которым имелся минимум необходимой информации. Для этого была использована формула Будникова, с вводимой нами поправкой на высокогорный характер рельефа, высоту снежного покрова и влияние ветра [Бондырев, 1987]. Сравнение полученных данных с теми немногими данными о

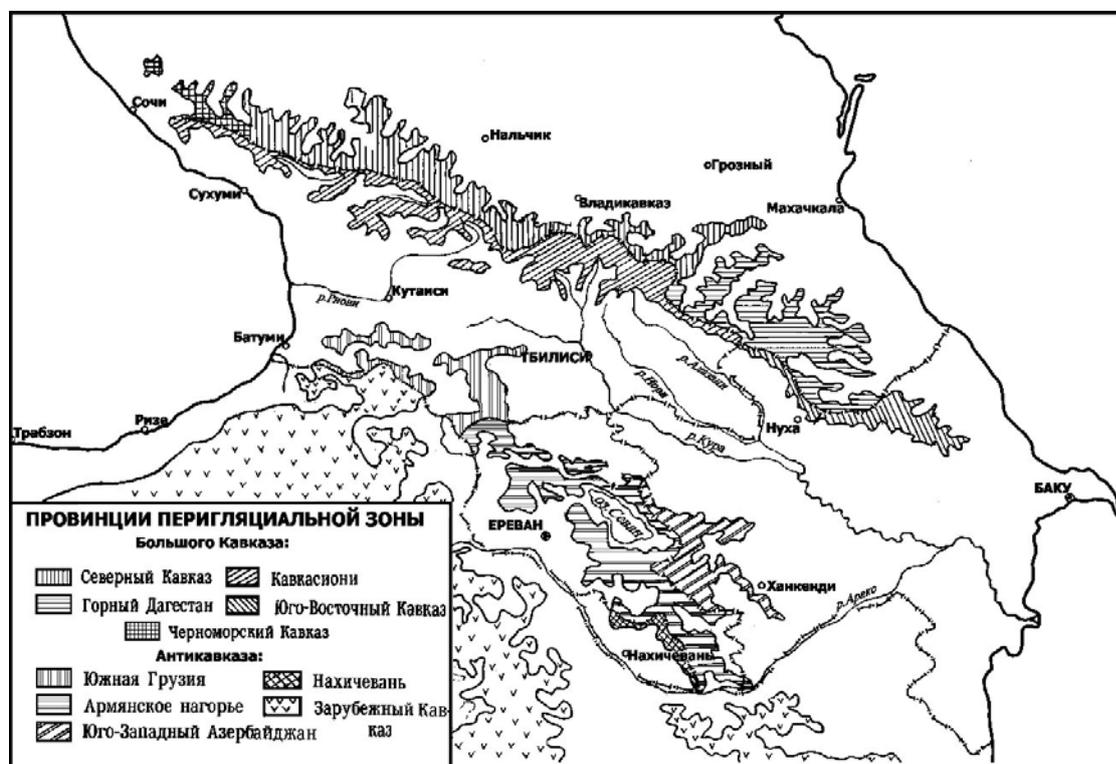


Рис. 1. Характер распространения криогенных формаций на территории Кавказско-Понтийского региона [Бондырев, 1976]

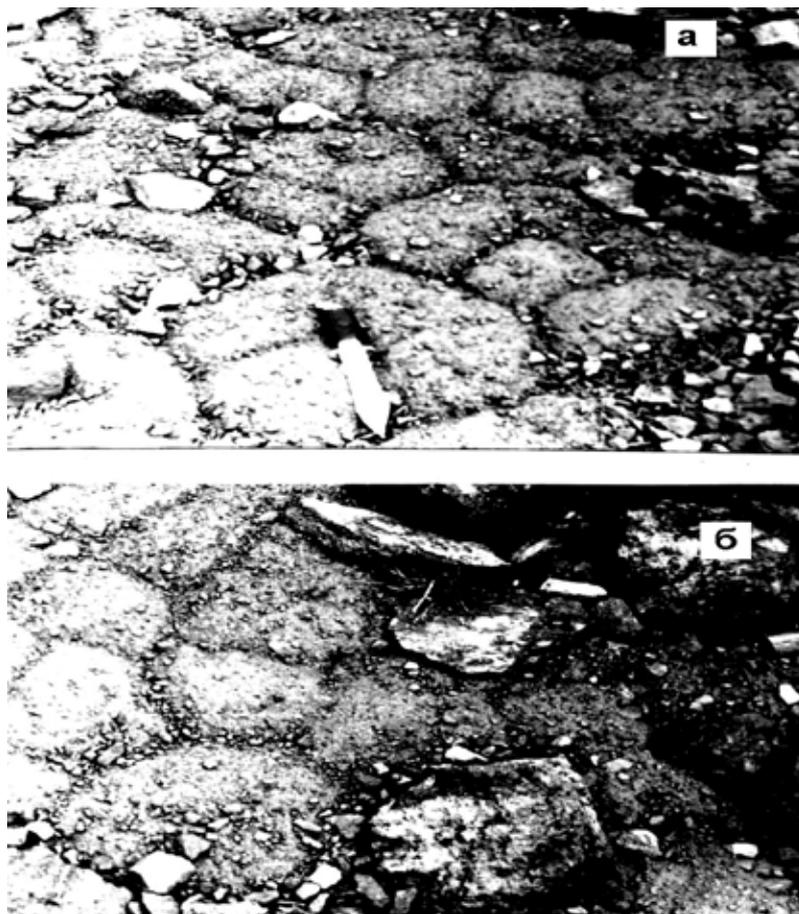


Рис. 2. Полигональные образования юго-восточного склона массива Нарван-хох, Кельское плато (а) и урочища Шавджина, Казбекский массив (б)

глубине сезонного промерзания, которые содержатся в метеорологических ежегодниках Гидромета Грузии или же были практически определены нами в поле, показали лишь незначительные расхождения этих величин (не более 3–6 см). Полученные данные справедливы только для субгоризонтальных поверхностей лишенных почвенно-растительного покрова, имеющих схожий механический состав и одинаковую влажность.

Расчеты проводились по следующей формуле:

$$h_{np} = 5k \left[\sqrt{Tn - \frac{50\ell(n_1 + L)}{t\sqrt{H \cdot V}}} \right]$$

где \sqrt{Tn} – формула Будникова, k – литологический коэффициент, условно принимаемый равным единице, T – средняя температура воздуха за зимний период, t – сред. температура поверхности почвы за зимний период, n – продолжительность периода с отрицательными температурами, n_1 – то же, с положительными температурами за зиму, H – высота местности над у.м. (м), V – средняя максим. скорость ветра за зиму (м/сек), L – высота снежного покрова (средняя за зиму).

Приводимая ниже таблица 1 дает представление о величине сезонного промерзания почвогрунтов ряда пунктов перигляциальной зоны Грузии.

Таблица 1

Значения максимума сезонного промерзания почвогрунтов в ряде пунктов перигляциальной зоны Грузии [Бондырев, Сулханишвили, 1989]

Пункт	Н (высота над у.м.)	Ср. тем-ра за зиму		n	l	Y	X	X ₁	X ₂
		T	t						
Цхинвали	862	-0,7	-4,1	79	12	12	37	21	20 (м)
Цалка	1458	-3,3	-5,0	85	24	26	83	73	69 (п)
Гагрский хр.	1644	-1,4	-3,0	79	9	20	52	39	-
Омало	1880	-7,9	-9,7	90	13	5	133	132	-
Лагодехи в/г	1997	-6,5	-9,3	89	50	30	118	115	-
Годерзский пер.	2026	-7,3	-9,0	90	124	40	130	55	50 (п)
Родионовка	2100	-10,2	-10,2	90	9	40	131	130	130 (м)
Гудаури	2194	-6,9	-9,6	90	29	10	124	122	-
Эрмани	2240	-7,5	-11,3	90	29	26	130	130	-
Крестовый пер.	2389	-9,2	-12,6	90	38	28	146	146	-
Мамисонский пер.	2854	-11,4	-	90	5	34	160	160	-
Казбеги в/г	3653	-14,6	-	90	7	40	190	190	-

X – данные полученные по формуле Будникова; X₁ – наши расчетные данные; X₂ – данные полевых наблюдений (п) и данных метеостанций (м)

Нами предложен новый подход к классификации перигляциальных образований, в основу которого положено представление о «криогенной формации», как некой совокупности форм криогенного рельефа, объединенных как генетическими (единые механизмы формирования), так и региональными (характер подстилающей поверхности и свойства слагающих ее грунтов). Данные формации характеризуются следующими закономерностями своего пространственного размещения:

1. Формации, приуроченные к скальным грунтам, занимают пояс вершин, гребней водоразделов и крутых склонов высокогорья;
2. Формации, приуроченные к грубообломочным грунтам и галечникам, размещаются преимущественно на пологих склонах и у подножий горных хребтов и массивов в диапазоне 2700–1900 м над у.м.;
3. Формации, приуроченные к мелкообломочным и щебнистым грунтам, наиболее ярко выражены на высокогорных плато, в зоне развития неоген-четвертичного вулканизма;
4. Формации, приуроченные к суглинистым и задернованным поверхностям, охватывают довольно широкий диапазон высот, но, в основном, тяготеют к зоне альпийских и субальпийских лугов, а также – пойменным участкам высокогорной зоны. (см. схему классификации перигляциальных образований Кавказа – рис. 5).

Криогенные образования Понтийских гор представлены каменными чехлами и потоками, сложенными либо известняками и гипсовыми породами (верховья р. Харашат), либо гранитоидами (Качкарский массив), занимающими крутые склоны водоразделов в диапазоне высот 2300–3000 м над у.м. Каменные потоки сливаются у подножий в сплошные шлейфовые осыпи, образуя непроходимые завалы. Более пологие склоны, а также участки альпийских лугов на плоских вершинах, покрыты мощными (0,5–1 м) нагромождениями каменных морей-хаосов. Речные долины, имеющие форму теснин, не способствуют развитию в них криогенных склоновых процессов.



Рис. 3. Наиболее типичные формы нивально-криогенного рельефа Кавказско-Понтийского региона

Среди процессов перигляциального морфогенеза ведущая роль принадлежит нивации, широкое развитие которой обуславливается высокой влажностью климата. В альпийской зоне Понтийских и Арсианских гор выпадает в среднем 1000–1200 мм/год осадков.

Многочисленные снежники-перелетки фиксируются преимущественно в понижениях рельефа (трещины, расселины, небольшие котловины и т. д.) на склонах Качкарского массива, Маисис, Онут-дага, Керцен-дага, Алты-Пармака, Квахиди, Триали и др. вершинах Понтийских гор, а также на массивах Хирхата, Арсиан, Шавшет (Арсианский хребет). В результате нивации образуются блоки скалывания, аналогичные описанным нами в Горной Абхазии [Бондырев, 1976]. В ряде мест, на гребне Арсианского хребта отмечаются небольшие поля туфуров, каменные круги и солифлюкционные терраски.

Интересные формы пещер-ледников фиксируются в окрестностях с. Бако (Ардаганский район), где среди чингилов, сложенных обломками песчаников, находится небольшая пещера с постоянно возобновляющимся запасом сублимационного льда. Схожие образования встречаются и западнее, в долине р. Карасу, у г. Харбед [Срвандзтянц, 1887].

Флювиогляциальные отложения отмечаются преимущественно на Качкарском массиве: в долинах рек Пархала, Кизил-су, Чирмакчор, Балакир, на перевалах Зингана и Ялнычза. Эти отложения нигде не опускаются ниже 1700–1800 м абс. высоты. Кроме того, они отмечены в долинах главных притоков р. Имерхеви и на северных склонах Арсианского хребта.

Реликтовые криогенные образования отмечаются на высотах 2600–2700 м и представлены микрополигонами, с диаметром ячеек до 15–30 см [Кригер, 1962]. У подножья г. Марсис, на высоте 2900 м расположены три небольших озера, большее из которых достигает в диаметре 80 м и занимает днище ледникового кара. Два других, как и многочисленные мелкие озера гребневой части Понтийских гор, представляют собой типичные перигляциальные озера-«блюдца». Каменные моря и чингилы широко распространены на Карском плоскогорье. На склонах СВ экспозиции отмечаются мощные снежники-перелетки. Эти снежники оказывают двоякое

воздействие на подстилающую поверхность. С одной стороны, снежный покров как бы «бронирует» ее, смягчает амплитуды температур, а с другой – способствует развитию процессов нивации. Подобная картина наблюдается в окрестностях сел Гюндаш и Сейдивиран, на перевале Ханиор, в долине Думбуруль-арасу и др. В западной части плоскогорья, на высотах около 1800–2200 м, на реках Кара-Хасапн-су, Ашкалы и других безымянных реках этого района отмечаются наледи.



Рис.4. Панорама Центрального Кавказа

1-6 – карлинги (1 – зуб, 2 – пик, 3 – пирамида, 4 – конус, 5 – купол, 6 – игла), 7 – жандарм, 8 – нунатак, 9 – лавинный желоб, 10 – лавинный конус выноса, 11 – снежник, 12 – щель, 13 – расщелина, 14 – камин, 15 – уступ, 16 – плита, 17 – пробка, 18 – полка, 19 – балкон, 20 – погребенные ледники, 21 – кар, 22 – каменные моря, 23 – ледяной стол, 24 – курумь, 25 – конусы и шлейфы осыпания, 26 – полигональные грунты, 27 – солифлюкционные террасы, 28 – солифлюкционный вал, 29 – тuffуры, 30 – «лысы» тuffуры, 31 – нивационные ниши

		IV. Формации приуроченные к суглинистым и задернованным грунтам					
		Буеристо-солифлюкционная	Торфяно-болотистая	Поверхностно-ледниковых микрообразований			
Климат	Современные			1. Ледяные стельки - "пипераки" 2. Ледяные "кружева"			6. Снежные пятна
Биохимические			1. Болота 2. Торфяники				
Человеческая деятельность		1. Цепочки туфуров					
Морозное пучение почво-грунтов		2. Туфуры обыкновенные 3. "Гигантские" туфуры 4. "Лысые" туфуры 5. "Плещины"				6. Линзы пучения	
Зоогенные		6. Склоновые террасы "чаклими"					
Солифлюкция		7. "Рулоны" из дерна 8. Бровки и наплывы 9. Гряды 10. Ритмич. отложен. склонов			3. "Земляные конусы" 4. Суглинистые наплывы - "каскады"		
Эоловые процессы							
Флювиогляциальные потоки							
Нивация							5. Снежножбинок
Морозное пучение почво-грунтов		1. Криотурбации и инволюции					6. Озера-"блюдца"
Биохимические	Реликтовые						
Морозная сортировка грунтов		6. Каменные кольца		3. Погребенный торф			
Эоловые процессы и флювиогляциальные потоки					5. Лессообразный материал		

Рис. 5. Продолжение.

создавая многочисленные горизонтальные микроперегибы склона и обезображивая ландшафты криогенными «шрамами» [Бондырев, 1987].

При оценке активности и степени воздействия криогенных процессов на окружающую среду следует оценивать интенсивность их перемещения по склону. По данным М.И. Ивероновой (1969) интенсивность перемещения каменных шлейфов составляет 0,029–0,190 мм/год, солифлюкции – 0,0001–0,170 мм/год, осыпей – 0,003–0,045 мм/год.

Процессы солифлюкции и морозного пучения грунтов наносят значительный ущерб, нарушая покрытия автодорог и разрушая линии электропередач.

Процессы формирования мощных толщ глинистых и суглинистых грунтов в высокогорных районах исследуемой территории давно вызывали интерес, как со стороны их генезиса, так и возможности их использования в хозяйственных целях.

С этой целью нами был проведен ряд экспериментальных исследований значений величины и скорости морозного выветривания различных типов горных пород. При выборе горных пород были использованы различные типы горных пород. Так в качестве образца № 1 был использован керн со скважины Тбилисской площади, представлявший собой карбонатную мелкозернистую породу эоценового возраста (мергель), взятый в интервале глубин 2574–2580 м. Другой образец представлял со-

бой монолит андезито-дацитовых лав (содержание SiO_2 -50%) с вершины массива Эмликли (2750-2800 м над у.м., Южная Грузия).

В специальной установке создавались условия, аналогичные природным условиям высокогорий. Опыты продолжались 31 день. За это время было проведено более 315 смен режима «замораживание – оттаивание». Обработка полученных результатов позволила вплотную подойти к решению таких вопросов, как определение скорости дезинтеграции горных пород под воздействием морозного выветривания. Ниже приводятся расчетные данные (таблица 2), определяющие скорость морозного выветривания с единицы площади, в зависимости от литологии горных пород и степени их увлажнения.

Таблица 2

**Экспериментальное определение скорости морозного выветривания
горных пород [Бондырев, Сулханишвили, 1989]**

№ варианта	Средняя амплитуда колебания температур за все время эксперимента	Площадь замораживаемой поверхности (см^2)	Начальный вес образца (г)	Вес замерзшего образца (г)	Кол-во циклов замораживания-оттаивание	Вес дезинтегрированных частиц (г)	Скорость дезинтеграции с 1 м^2 замерзающей поверхности в сутки ($\text{гр}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$)	Скорость дезинтеграции (мм/год)
1 – сухой	28,2 ⁰ С	22,56	31,70	31,74	80	0,73	4,0514	0,288
2 – переувлажненный		31,34	41,10	41,47	80	0,07	0,2819	0,040
3 – сухой		34,23	41,94	42,03	70	0,53	2,2079	0,672
4 – переувлажненный		37,84	25,19	25,45	70	0,10	0,3790	0,047

Выводы

Исходя из того, что в пределах исследуемого региона процессы морозного выветривания развиваются, практически, в аналогичных условиях, то появляется возможность использовать расчетные данные эксперимента для расчета аналогичных параметров в реальной обстановке высокогорья, учитывая при этом микроклиматические особенности и вводя на них поправку.

Литература

1. Бергер М.Г., Заалишвили В.Б. Об эволюции и современном состоянии представлений некоторых гляциологов о катастрофе на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 г. Список Л. В. Десинова: факты и артефакты // Геология и геофизика Юга России. 2014. №4. С. 110-121.
2. Бондырев И.В. О характере морфогенеза ряда нивационных форм рельефа перигляциальной зоны Грузии. Тбилиси: Груз НИИНТИ, ТИ, сер. «геол.», №10, 1976, 12 с.

3. Бондырев И.В. Основные проблемы изучения и освоения высокогорных районов Грузии // ОИ, сер. «геол.», вып.1, Тбилиси: ГрузНИИНТИ, 1987, 68 с.
4. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Опасность активизации геодинамических процессов на Северном Кавказе // Вестник Владикавказского Научного центра РАН и РСО-А. – Владикавказ, 2003, №3, с. 39-46.
5. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Результаты исследования активизации процессов в междуречье Гизельдон-Геналдон (Кармадонский блок) летом – осенью 2003 г. // Вестник Владикавказского Научного Центра РАН и РСО-А. – Владикавказ. 2004, №1. С. 27-33.
6. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Современные геодинамические процессы Казбеги-Кельского района Центрального Кавказа // Геофизический центр экспериментальной диагностики ВНИЦ РАН и РСО-А, Институт географии им. В. Багратиони АН Грузии. – Тбилиси, 2005, 154 с.
7. Бондырев И.В., Майсурадзе Г.М. Некоторые особенности динамики, морфогенеза и пространственного размещения мерзлых грунтов на Кавказе, в кн. «Криогенные явления высокогорий», Новосибирск: Наука, 1978 С. 43-59
8. Бондырев И.В., Майсурадзе Г.М. Очерк изученности и особенности пространственного размещения мерзлотно-гляциальных форм рельефа Зарубежного Кавказа, в кн. «Четвертичная система Грузии» (Мат. XI Межд. Конгресса INQUA, Москва, 1982), 1982, С. 74-87
9. Бондырев И.В., Сулханишвили Г.С. Экспериментальные исследования механики морозного выветривания горных пород // Труды ГПИ, «Гидрогеология и инж. геология», Тбилиси: №12 (354), 1989, С. 20-26
10. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Отиашвили М.Г. Использование метода конечных элементов при оценке сейсмической опасности горных территорий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2008. №3. С. 49-52.
11. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Шемпелев А.Г. Мониторинг опасных геологических процессов в зоне предполагаемого Ардонского разлома и на участке трассы газопровода от сел. Дзуарикау до границы РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2012. №4. С. 25-32.
12. Заалишвили В.Б., Певнев А.К., Рогожин Е.А. О геодезическом мониторинге для прогноза землетрясений на Северном Кавказе (на примере владикавказского прогнозного полигона) // Геология и геофизика Юга России. 2011. №2. С. 33-40.
13. Заалишвили В.Б., Харебов К.С. Исследование процесса схода ледника Колка 20.09.2002 по динамическим характеристикам инструментальных записей // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа, 2008. С. 202-221.
14. Казбек Г.Н. Три месяца в Турецкой Грузии, Зап. КОИРГО, кн. 10, вып. 1, 1876
15. Краснослободцев И.С. О каменных глетчерах Большого Кавказа // Вестник МГУ, сер. «география», №1, 1971
16. Кригер Н.И. Четвертичные отложения Африки и Передней Азии, М.: Изд. АН СССР, 1962
17. Свандзтянц Г. Торос Ахпар, ч. II, Мат. для описания Персии, Азиатской Турции и Закавказского края, Тифлис. 1887
18. Zaalishvili V.B., Rogozhin E. A. Assessment of seismic hazard of territory on basis of modern methods of detailed zoning and seismic microzonation // Open Construction and Building Technology Journal. 2011. T. 5. С. 30-40.

PERIGLACIAL PROCESSES AND PHENOMENA

© 2015 Bondyrev I.V., Sc.Doctor (Geog.)

Ivane Javakhishvili Tbilisi state university, Vakhushti Institute of geography, Georgia,
0179, Tbilisi, Chavchavadze Ave, 1, e-mail: bond@gw.acnet.ge

Periglacial processes and phenomena of Caucasian-Pontic region are considered in the article. Classification of periglacial formations of the Caucasus is given.

Key words: periglacial processes, cryogenic formations, glaciers.

УДК 550.34

К ВОПРОСУ О СЕЙСМОТЕКТОНИКЕ ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

© 2015 Т.Я. Маммадли, д.г.-м.н.

Республиканский Центр Сейсмологической Службы НАНА, Баку, Азербайджан,
Az 1001, ул. Н. Рафибейли 25, e-mail: m-tahir@mail.ru

Сегодня все больше внимания уделяется сейсмотектонике, так как от решения ее вопроса зависит, в частности, достоверность карт СР (сейсмическое районирование) сейсмоактивных регионов.

В данной статье рассматривается сейсмотектоника Азербайджана.

Ключевые слова: сейсмотектоника, геодинамические процессы, глубинные разломы.

В условиях активизации геодинамических процессов на Кавказе [Бондырев, Заалишвили, 2005] необходимо большее внимание уделять задачам сейсмотектоники. Главной задачей сейсмотектоники является установление связи между проявлением сейсмичности и тектоникой региона. От решения этого вопроса зависит степень достоверности карты сейсмического районирования сейсмоактивных регионов [Заалишвили, и др., 2008; Заалишвили, Мельков, 2012], установление причинно-следственных связей опасных природно-техногенных процессов [Заалишвили и др., 2005; Заалишвили, Харебов, 2008]. При таких работах необходимо также учитывать локальные условия исследуемых площадок и физическую нелинейность грунтов, которые уточняются их инструментальным сейсмическим [Заалишвили и др., 2012], а также геодезическим и информационным мониторингами.

Исследования различных сильных землетрясений мира [Арефьев и др., 2006; Газлийские..., 1986; Дагестанское..., 1980; Рогожин, 1993, 2000, 1994, 1996; Cisternas et al., 1982; Pavlides et al, 1995] показывают, что все они происходят в зонах глубинных разломов земной коры. Поэтому, для изучения сейсмотектоники того или другого региона, в первую очередь, необходимо выявление активных глубинных разломов в земной коре, да и, вообще, проведение глубинных исследований с помощью современных методов и оборудования [Милюков и др., 2013; Рогожин и др., 2013].

На территории Азербайджана различными геологическими и геофизическими методами установлен ряд зон геологических разломов [Бабазаде, 1973; Карта..., 1992; Кенгерли, Ахмедбейли, 2005]. Эти карты разломов между собой достаточно сильно разнятся. При сопоставлении ныне действующих тектонических карт Азербайджана, пространственные положения и количество глубинных разломов на них не совпадают [Ахмедбейли, Гасанов, 2004]. Это создает определенные сложности при выборе той или иной карты разломов, для решения сейсмотектонической задачи.

Сейсмичность глубинных разломов территории Азербайджана впервые была изучена Р.А. Агамирозевым [Агамирозев, 1976; Агамирозев, 1987]. По его мнению, простое сопоставление сейсмических карт (карты эпицентров, сейсмической активности, изосейст ощутимых землетрясений и т. д.) с геологическими и геофи-

зическими картами не позволяет уверенно выделять сейсмогенерирующие зоны.

Отметим, что, строго говоря, проблема выявления активных разломов (сейсмогенерирующих зон) по сей день остается не решенной.

Для выделения сейсмоактивных зон и определения их сейсмического потенциала, в настоящее время используется так называемый генетический подход, по которому априори допускается, что каждый выявленный геолого-геофизическими методами разлом, является активным (сейсмогенерирующим) по всей своей протяженности; в каждой точке этого разлома возможно возникновение землетрясения с магнитудой (M), равной магнитуде максимального наблюдавшегося здесь землетрясения (M_{max}).

Однако нет основания без веских аргументов, считать все разломы активными, тем более по всей их протяженности.

С целью выявления активных тектонических разрывов в сейсмоактивных регионах, исследователи предлагают также изучить голоценовые тектонические деформации. «Активными разломами» они считают тектонические нарушения, движения по которым происходили в течение позднего плейстоцена – голоцена, что выражается в смещении мелких форм рельефа или отложений соответствующего возраста [Трифонов, 2001].

Однако метод изучения голоценовых тектонических деформаций имеет свои недостатки и не всегда позволяет точно и однозначно оконтурить зоны активных тектонических нарушений. Дело в том, что голоценовые дислокации наблюдаются в плейстосейтовых областях древних сильных землетрясений, а местоположение последних не всегда удается обнаружить. Кроме этого, в зонах, где не известны сильные землетрясения, не проводятся работы по изучению голоценовых дислокаций.

На самом деле основным и ярко выраженным показателем активности разломов является слабая сейсмичность, т. е. активные разломы сопровождаются слабыми сейсмическими толчками, так как они являются зонами контрастных тектонических движений (источниками землетрясений), разграничивающих геотектонические структуры с различным тектоническим режимом.

В отличие от сильных землетрясений, слабые сейсмические толчки происходят довольно часто. Это связано с тем, что все, в том числе и самые мелкие тектонические движения в зонах активных разломов порождают сейсмические толчки. Это наводит на мысль, что по данным слабых землетрясений можно проследить активные разломы.

На территории Азербайджана, который характеризуется высокой сейсмической активностью, в настоящее время действуют 35 цифровых сейсмических станций. Они с высокой точностью регистрируют все, в том числе и слабые землетрясения, что может стать базой сейсмологических данных для оконтуривания активных частей глубинных разломов.

Карта эпицентров землетрясений, произошедших на территории Азербайджана за последние 20 лет, показывает, что сейсмические очаги здесь распределены крайне неравномерно (рис. 1). Из карты также видно, что неравномерное распределение наблюдается и в пределах самых высокоактивных областей, где отмечаются сгущения эпицентров слабых землетрясений на отдельных участках.

На сейсмических разрезах, построенных по профилям различного направления, выделяется ряд сейсмофокальных зон, соответствующих участкам сгущения

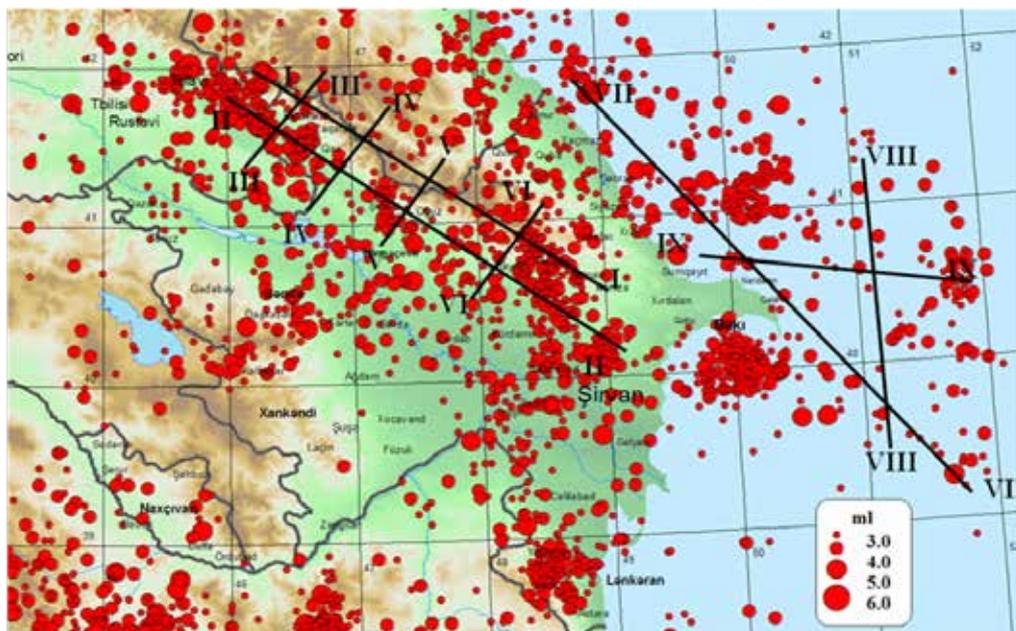


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 3,0$ территории Азербайджана за период 1993-2013 гг.

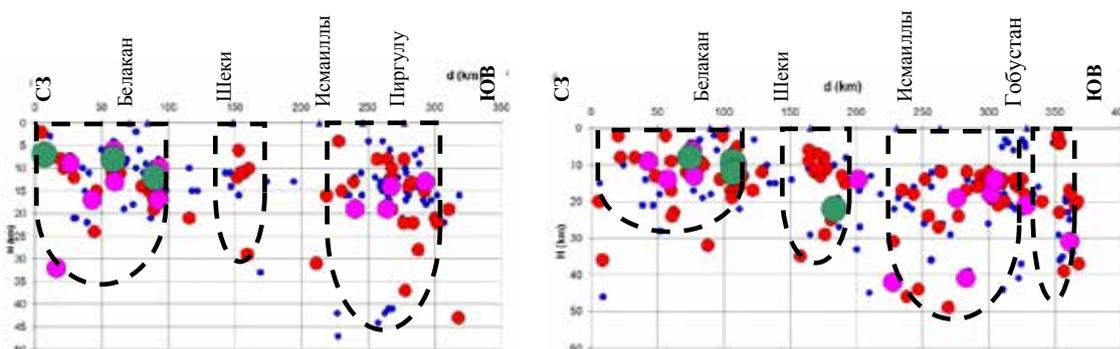


Рис. 2. Сейсмологические разрезы по профилям I-I и II-II

эпицентров. Ниже на (рис. 2) приводятся некоторые сейсмические разрезы. По существу, участки сгущения эпицентров и сейсмофокальных зон являются отражением активных частей глубинных разломов по латерали и по глубине. Отметим, что в этом же районе такие сейсмофокальные зоны были выделены и на сейсмических разрезах, построенных по данным о слабых землетрясениях за более ранний период времени [Рогожин и др., 1988; Гасанов и др. 1997].

Однако наличие участков сгущения эпицентров и сейсмофокальных зон недостаточно для определения сейсмоактивных разломов. Визуальное сопоставление многочисленных эпицентров слабых землетрясений с разломами не позволяет уверенно отнести эти толчки к тому или другому разлому. Это становится трудным или вообще невозможным (особенно в случае территории Азербайджана), когда разломы расположены близко друг от друга.

С целью устранения этих недостатков, автором был разработан метод выявления активных частей глубинных разломов по слабой сейсмичности [Маммадли, 2005; Маммадли, 2011], с помощью которого на территории Азербайджана опреде-

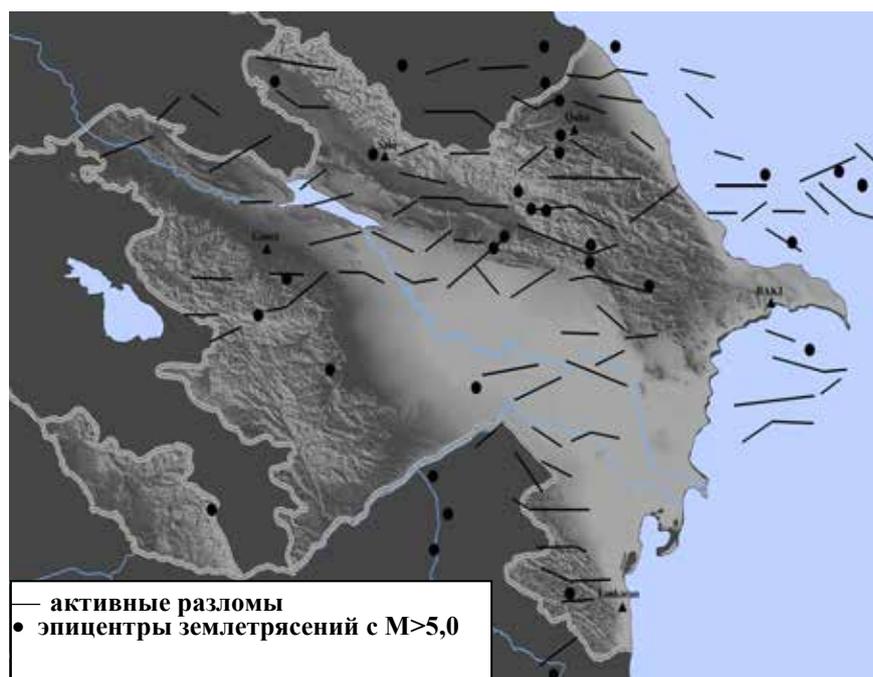


Рис. 3. Схема расположения активных разломов и очагов сильных землетрясений ($M > 5,0$) Азербайджана.

лен ряд активных отрезков глубинных разломов (рис. 3). Было установлено, что в Азербайджане активные разломы (или их активные сегменты) имеют ограниченную протяженность (в пределах 20-70 км), а не простираются по всей территории, как это представляется на различных картах разломов республики [Бабазаде, 1973; Карта..., 1992; Кенгерли, Ахмедбейли, 2005].

Такой вывод подтверждается и результатами проведенных здесь геологических исследований [Рейснер, 1982]. Анализ соотношения структурных планов продольных и поперечных зон в области сочленения южного склона Большого Кавказа с Алазано-Агричайским наложенным прогибом показал, что тенденция развития тектонических движений в четвертичное время характеризуется здесь разрастанием к северу областей опускания. На участках, где продольные структурные зоны южного склона испытывают наибольшее поперечное прогибание, области опускания наиболее далеко проникли в пределы горно-складчатой системы. А на участках поперечных поднятий, проявляющихся в пределах продольных зон, фронт этого процесса задерживается. Таким образом, определенные отрезки глубинных разломов в четвертичное время остаются внутри областей опускания или поднятия. Уже не являясь границами структур (зонами контрастных движений) с различной направленностью тектонических движений, эти части разломов не проявляют сейсмической активности. С другой стороны, сегменты глубинных разломов, разделяющие зоны с различной направленностью тектонических движений, остаются зонами контрастных движений и характеризуются высокой сейсмической активностью.

Таким образом, если основными факторами, обуславливающими активность глубинных разломов, являются контрастные тектонические движения, а эти движения обязательно сопровождаются землетрясениями, то на территории Азербайджана в настоящее время действующими (активными) следует считать разломы,

выявленные по сейсмичности. Если в зонах разломов, выявленных геолого-геофизическими методами, в настоящее время не проявляется сейсмичность, то это свидетельствует о том, что там прекратился процесс разрыва, т. е. эти зоны как разломы уже не разделяют структуры с различными тектоническими режимами и являются реликтами ранее существовавших разломов. Другими словами, по данным геофизических полей можно определить только статическое положение глубинных разломов. Эти данные не достаточны для суждения об их динамическом развитии.

Основные выводы

1. Основным и единственным показателем активности глубинных разломов является их сейсмичность.
2. Известные в настоящее время карты разломов территории Азербайджана неадекватно отражают современную тектоническую обстановку республики. Отдельные отрезки крупных разломов в настоящее время не проявляют активности, хотя играли существенную роль на предыдущих этапах развития территории.
3. Активные разломы территории Азербайджана имеют ограниченную протяженность (от 20-ти до 70-ти км), а не простираются по всей территории, как это представлялось до сих пор.

Литература

1. Агамирозоев Р.А. К сейсмическому районированию Азербайджана. Сейсмо-тектоника некоторых районов юга СССР // Наука. М., 1976, с. 31-41.
2. Агамирозоев Р.А. Сейсмо-тектоника Азербайджанской части Большого Кавказа Баку «Элм», 1987, 224 с.
3. Арефьев С.С., Рогожин Е.А., Аптекман Ж.Я., Быкова Б.Б., Дорбат К. Глубинная структура и топографические модели очаговых зон сильных землетрясений // Физика Земли. 2006. № 10. С. 65-80.
4. Ахмедбейли Ф.С., Гасанов А.Г. Тектонические типы сейсмических очагов Азербайджана. Баку: «Элм», 2004, 130 с.
5. Бабазаде О.Б. Исследование глубинных разломов земной коры Азербайджана по геофизическим аномалиям. Афтореф. дисс. кан. геол.-мин. наук. Баку, 1973, 31 с.
6. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Современные геодинамические процессы Казбеги-Кельского района Центрального Кавказа. Геофизический центр экспериментальной диагностики ВНЦ РАН и РСО-А, Институт географии им. В. Багратиони АН Грузии. – Тбилиси, 2005, 154 с.
7. Газлийские землетрясения 1976 и 1984 гг. Ташкент: Изд. «Фан», 1986. 368с.
8. Гасанов А.Г., Мамедов Т.Я. (Маммадли Т.Я.), Мустафаев Т.Г., Етирмишли Г.Д. //Исследования Сейсмического Режима Шемаха-Исмаиллинской зоны по слабым землетрясениям. Труды института Геологии АН Азерб. Респ. Изд. «Natta-press», Баку, 1997 г. с. 228-234
9. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Сейсмология, геология, геофизика. М.: Наука, 1980. 220 с.
10. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Макиев В.Д., Мельков Д.А. Интерпретация инструментальных данных процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 года Вестник Владикавказского научного центра. 2005. Т. 5. № 3. С. 43-54.
11. Заалишвили В.Б., Харебов К.С. Исследование процесса схода ледника Колка

20.09.2002 по динамическим характеристикам инструментальных записей // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа Центр геофизических исследований ВНИЦ РАН и РСО-А, 2008. С. 202-221.

12. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. и его макросейсмическое проявление по инструментальным данным современных регистрационных систем // Геология и геофизика Юга России. 2012. № 3. С. 29-44.

13. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Отинашвили М.Г. Использование метода конечных элементов при оценке сейсмической опасности горных территорий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2008. № 3. С. 49-52.

14. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Шемпелев А.Г. Мониторинг опасных геологических процессов в зоне предполагаемого Ардонского разлома и на участке трассы газопровода от сел. Дзуарикау до границы РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2012. № 4. С. 25-32.

15. Карта глубинного строения Черноморско-Южно-Каспийской области регионального прогибания М.1:1000000 / Гл. ред. К.М. Керимов, Э.Ш. Шихалибеги. Баку, 1992.

16. Кенгерли Т.Н., Ахмедбейли Ф.С. Обзор исследований тектоники Азербайджана. Геология Азербайджана. Т. V. Тектоника Баку. 2005 г. С. 9-31.

17. Маммадли Т.Я. Выявление очаговых зон сильных землетрясений Азербайджана и определение их максимальных магнитуд (M_{max}) по слабой сейсмичности // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası. Xəbərlər, Yer elmləri. 2005, с. 60-64.

18. Маммадли Т.Я. //Новая методика выявления очаговых зон сильных землетрясений и определение их максимальных магнитуд (M_{max}) по слабой сейсмичности (на примере территории Азербайджана) ПРОБЛЕМЫ СЕЙСМОТЕКТОНИКИ. Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием. Воронеж-Москва 2011 С. 337-341.

19. Милоков В.К., Юшкин В.Д., Миронов А.П., Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Дзеранов Б.В. Мониторинг приращений силы тяжести на опорных гравиметрических пунктах Северного Кавказа высокоточными относительными гравиметрами // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 2. С. 39-45.

20. Рейснер Г.Н. Особенности четвертичной тектоники южного склона Восточного Кавказа // Проблемы геодинамики Кавказа. М.: Наука, 1982, С. 94-99.

21. Рогожин Е.А. Тектоника очаговых зон сильных внутриконтинентальных землетрясений / Сейсмичность и сейсмическое районирования Северной Евразии. М., 1993, с. 217-227.

22. Рогожин Е.А. Тектоника очаговых зон сильных землетрясений Северной Евразии конца XX столетия // Российский журнал наук о Земле. 2000. Т.2, № 1. С. 37-62.

23. Рогожин Е.А. Тектоническая позиция и геологическое проявления Ашхабадского землетрясения 1948 г. // Физика Земли. 1994. № 9. С. 3-14.

24. Рогожин Е.А. Шикотанское землетрясение 1994 г.: тектоническая позиция и геодинамические условия // Геотектоника. 1996. № 1. С. 33-46.

25. Рогожин Е.А., Рейснер Г.И., Мамедов Т.Я. (Маммадли Т.Я.) / Поперечная зональность восточной части Большого Кавказа // Исследования по сейсмической опасности Вопросы инженерной сейсмологии Изд. АН СССР Москва. 1988 г. вып.

29, С.15-20

26. Рогожин Е. А., Горбатиков А. В., Заалишвили В. Б., Степанова М. Ю., Харазова Ю. В., Андреева Н. В., Мельков Д. А., Дзеранов Б. В., Дзедобоев Б. А., Габарев А. Ф. Новые представления о глубинном строении Осетинского сектора Большого Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2013. №4. С. 3-7.

27. Трифонов В. Г. Живые разломы земной коры. // Соросовский образовательный журнал, 2001, №7, С. 46-53.

28. Cisternas A., Dorel J., Gaulon R. Models of the complex source of the El-Asnam earthquake // BSSA. 1982. V.72, №6. P. 2245-2266.

29. Pavlides S., Zouros N.C., Chatzipetros A.A., Kostopoulos D.S., Mountrakis D.M. The 13 May 1995 Western Macedonia, Greece (Kozani-Grevena) earthquake; preliminary results // Terra Nova. 1995. V.7. P. 544-549.

TO THE QUESTION OF SEISMOTECTONIC OF AZERBAIJAN TERRITORY

© 2015 T.Ya. Mammadli, Sc.Doctor (Geol.-Min.)

The Republican Center of Seismic Service of ANAS, 25, Nigar Rafibeyli str., AZ1001, Baku, Azerbaijan, e-mail: m-tahir@mail.ru

Nowadays more attention is paid to a seismotectonic because of its problem solution the accuracy of SZ (seismic zoning) maps of seismically active regions in particular depends on.

Seismotectonic of Azerbaijan is considered in the present article.

Key words: seismotectonic, geodynamic processes, deep faults.

УДК 550.34

О СПЕКТРАХ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТОВ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

© 2015 Э.Г. Геодакян, к.ф.-м.н., С.М. Оганесян, д.ф.-м.н., проф.,
С.Н. Саргсян, Дж.К. Карапетян, к.г.-м.н.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова
НАН РА, 3115, г. Гюмри, ул. В. Сарксяна, 5, e-mail: iges@sci.am

Изучение спектральных и динамических параметров очагов землетрясений по данным инженерных макросейсмических и инструментальных наблюдений необходимо для решения многих задач фундаментальной и прикладной сейсмологии. Это – задачи физики очага, процессов подготовки сильных землетрясений, задачи сейсмического районирования, микрорайонирования, расчета сейсмических воздействий, геофизической защиты территории и т. д.

Ключевые слова: колебания грунтов, спектральные и динамические параметры очагов, сейсмический эффект.

Учитывая, что характер движений, записываемых на сейсмограмме, определяется как средой на пути распространения сейсмических волн, так и источником, необходим комплексный анализ записи, который позволил бы получить дополнительную информацию об очаге землетрясения, лучше понять механизм источника.

На современном этапе развития инженерно-сейсмологических исследований однозначно установлено, что сейсмический эффект на поверхности Земли зависит от ряда основных факторов, связанных с очагом землетрясения, физико-механическими свойствами среды распространения сейсмических волн и геолого-геофизическими условиями грунтовых пород в пунктах регистрации [Бондырев, Заалишвили, 2005; Геодакян и др., 2013; Заалишвили и др., 2010; Карапетян, 2012; Штейнберг и др., 1993].

Для получения и анализа указанных данных необходимо развивать и совершенствовать инструментальный мониторинг территории и формирование соответствующей базы данных сильных движений [Заалишвили и др., 2011; 2012], а также поверхностные и глубинные исследования с помощью современных подходов и оборудования [Милюков и др., 2013; Рогожин и др., 2013].

Основными характеристиками очага принято считать магнитуду, географические координаты эпицентра, время в очаге землетрясения, параметры механизма очага, а также амплитудно-частотный спектр сейсмического излучения и его продолжительность. В качестве динамических параметров очага принимается величина скалярного сейсмического момента – M_0 , длина – (L) и ширина – (W) разрыва, сброшенное в очаге напряжение – $\Delta\sigma$, кажущееся напряжение – $\eta\sigma$, величина радиального коэффициента трения – σ_r , дислокация – u .

Для решения выше перечисленных фундаментальных и прикладных задач важным этапом исследований является количественное определение значений

амплитудно-частотного состава сейсмических излучений, как в очаге землетрясения, так и сейсмических воздействий (ускорений) грунта в ближней зоне землетрясения.

С нашей стороны была поставлена задача исследовать спектральный состав сейсмических сигналов, излучаемых из очагов афтершоков Спитакского разрушительного землетрясения 7 декабря 1988 года и спектральный состав сейсмических воздействий (ускорений) на грунтах в ближней зоне и с их помощью определить ряд динамических параметров очагов афтершоков.

Для решения поставленной задачи в качестве исходных данных были использованы цифровые записи сети из 8-ми временных автономных станций (акселерографов), установленных американскими сейсмологами (таблица 1) в эпицентральной зоне Спитакского землетрясения за период с 1990-2002 гг. Более того, географическое расположение этих станций относительно очага позволяет применить две модификации спектрального анализа колебаний, так называемые частотно-пространственные (Ч. П.) и частотно-азимутальные (Ч. А.) методы, которые дают возможность исследовать спектральный состав колебаний грунта, их пространственную локализацию и азимутальную направленность [Молотков, Серова, 1986].

В работе были использованы цифровые записи 16-ти землетрясений, зарегистрированных на 8-ми станциях, расположение которых приведено на рис. 1.

Основываясь на цифровых записях указанных землетрясений, на первом этапе были построены амплитудно-частотные спектры и с их помощью оценены динамические параметры очагов афтершоков.

Для определения этих параметров использовались количественные связи, установленные между теоретическими моделями источников и основными характеристиками соответствующих спектров [Аптекман и др., 1989].

В качестве примера приводятся количественные значения динамических параметров (таблица 2) землетрясения 16.12.1990 г $M=5,2$.

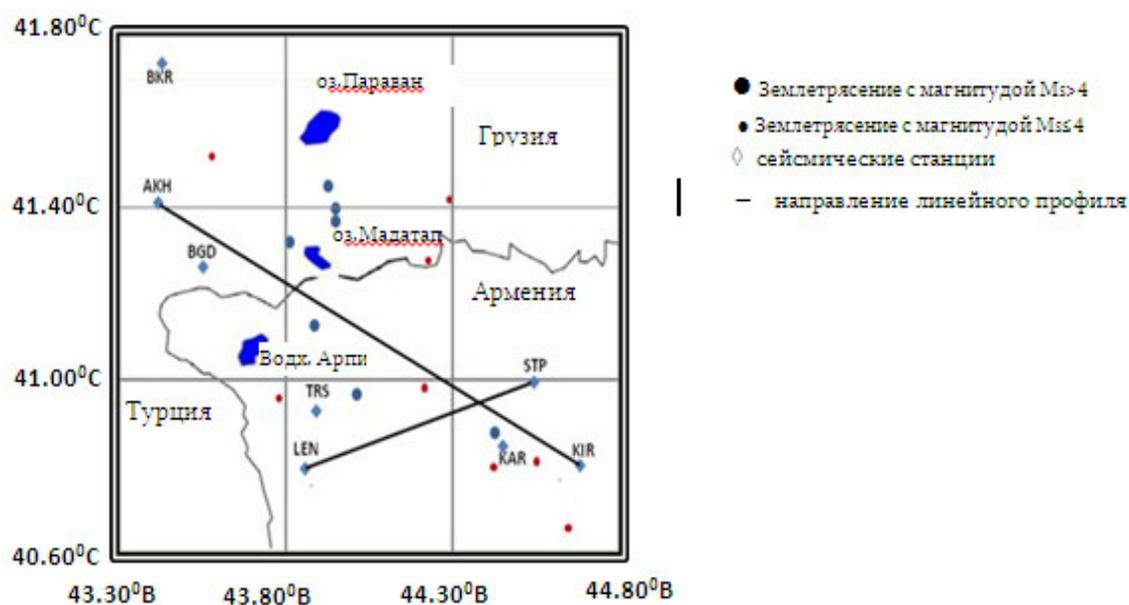


Рис. 1. Карта расположения акселерографов и эпицентров афтершоков

Таблица 1

Цифровые записи сети акселерографов

Код	станция	Сейсмические станции			Время открытия
		Пространственные координаты		высота	
		φ_0N	λ_0E	H (м)	
KIR	Кировакан	40,804	44,506	1380	01.06.1990
KAR	Карадзор	40,848	44,32	1590	01.06.1990
STP	Степанаван	40,997	44,396	1450	01.06.1990
LEN	Ленинакан	40,796	43,847	1640	01.06.1990
TRS	Торос	40,928	43,873	1870	01.06.1990
BGD	Богдановка	41,265	43,6	2000	01.06.1990
AKH	Ахалкалак	41,41	43,493	1700	01.06.1990
BKR	Бакуриани	41,734	43,502	1807	01.06.1990

Таблица 2

Динамические параметры очага землетрясения 16.12.90, 15:45, $\varphi=41,32^0$,
 $\lambda=43,32^0$, M=5,2, K=13,4, H=4

Станция	Угловая частота	Спектральная плотность	Длина разрыва	Ширина разрыва	Скаляр. сейсм. момент	Сброш. напряж.	Кажущ. напряжение.	Подвижка по разрыву	Радиальный коэффициент трения
	f_0 Гц	$S0 * g, \text{ см/сек}^2$	L, км	W, км	$M_0, \text{ Нм}$	$\Delta\sigma, \text{ Па}$	$\eta\sigma, \text{ Па}$	u, м	$\sigma_r, \text{ Па}$
BGD	0,2	0,1	5,1	1,7	$2,34 \cdot 10^{17}$	$2,22 \cdot 10^5$	$5,1 \cdot 10^5$	0,08	$3,99 \cdot 10^5$
AKH	0,22	0,06	4,7	1,56	$2,525 \cdot 10^{17}$	$2,73 \cdot 10^5$	$5,3 \cdot 10^5$	0,1	$3,93 \cdot 10^5$
TOR	0,2	0,3	5,2	1,7	$1,6 \cdot 10^{17}$	$1,4 \cdot 10^5$	$7,4 \cdot 10^5$	0,05	$6,7 \cdot 10^5$
LEN	0,25	0,05	4,2	1,4	$3,29 \cdot 10^{17}$	$5,59 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^5$	0,18	$0,805 \cdot 10^5$
BKR	0,25	0,04	4,1	1,36	$2,69 \cdot 10^{17}$	$4,91 \cdot 10^5$	$4,4 \cdot 10^5$	0,16	$1,945 \cdot 10^5$
STP	0,22	0,04	4,8	1,6	$3,05 \cdot 10^{17}$	$3,47 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^5$	0,13	$2,165 \cdot 10^5$
KAR	0,23	0,04	4,5	1,5	$3,3 \cdot 10^{17}$	$4,56 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^5$	0,16	$1,32 \cdot 10^5$
KIR	0,23	0,03	4,5	1,5	$3,18 \cdot 10^{17}$	$4,3 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^5$	0,15	$1,55 \cdot 10^5$

Работа выполнена в рамках тематического финансирования по проекту 13-1E201 Государственного Комитета по науке МОН РА.

Литература

1. Аптекман Ж.Я., Белавина Ю.Ф., Захарова А.И., Зобин В.М., Коган С.Я., Корчагина О.А., Москвина А.Г., Поликарпова Л.А., Чепкунас Л.С. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очагов. // Вулканология и сейсмология. М.: Наука 1989, С. 66-79.
2. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Современные геодинамические процессы Казбеги-Кельского района Центрального Кавказа // Геофизический центр экспери-

ментальной диагностики ВНИЦ РАН и РСО-А, Институт географии им. В. Багратиони АН Грузии. – Тбилиси, 2005, 154 с.

3. Геодакян Э.Г., Оганесян С.М., Карапетян Дж.К. Об основных направлениях исследований аномальных проявлений сейсмических воздействий в очаговой и ближней зонах сильных землетрясений // Труды I международной конференции молодых ученых, посвященная 70-летию основания НАН РА. Современные задачи геофизики, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства, Изд. “Гитутюн”, НАН РА, 2013, С 321-326.

4. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Бурдзиева О.Г. Определение сейсмического воздействия на основе конкретной инженерно-сейсмологической ситуации района // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2010. № 1. С. 35-39.

5. Заалишвили В.Б., Певнев А.К., Рогожин Е.А. О геодезическом мониторинге для прогноза землетрясений на Северном Кавказе (на примере Владикавказского прогнозного полигона). // Геология и геофизика Юга России. 2011. №2. С. 33-40.

6. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Шемпелев А.Г. Мониторинг опасных геологических процессов в зоне предполагаемого Ардонского разлома и на участке трассы газопровода от сел. Дзуарикау до границы РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2012. №4. С. 25-32.

7. Карапетян Дж.К. Сопоставительный анализ расчетных кривых коэффициента динамичности β (Т,п), полученных различными методами // Вопросы инженерной сейсмологии. ISSN 0132-2826. 2012, Т.39. №3. стр. 33-40.

8. Милюков В.К., Юшкин В.Д., Миронов А.П., Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Дзеранов Б.В. Мониторинг приращений силы тяжести на опорных гравиметрических пунктах Северного Кавказа высокоточными относительными гравиметрами // Геология и геофизика Юга России. 2013. №2. С. 39-45.

9. Молотков С.Г., Серова О.А. Исследования частотно-пространственных и частотно-азимутальных полей колебаний грунта в ближней зоне землетрясений // Детальные инженерно-сейсмологические исследования. М.: Наука, 1986. Вопросы инженерной сейсмологии; вып. 27, С. 74-82

10. Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Заалишвили В.Б., Степанова М.Ю., Харазова Ю.В., Андреева Н.В., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Дзедобоев Б.А., Габарев А.Ф. Новые представления о глубинном строении осетинского сектора Большого Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2013. №4. С. 3-7.

11. Штейнберг В.В., Сакс М.В., Аптикаев Ф.Ф., Алказ В.Г., Гусев А.А., Ерохин Л.Ю., Заградник И., Кендзера А.В., Коган Л.А., Лутиков А.И., Попова Е.В., Раутиан Т.Г., Чернов Ю.К. Методы оценки сейсмических воздействий (пособия) // Вопросы инженерной сейсмологии. М.: Наука, 1993, вып. 34. с. 95

ABOUT SOIL SEISMIC VIBRATIONS SPECTRA IN EARTHQUAKE NEAR ZONE

© 2015 E.G. Geodakyan, Sc. Candidate (Phys.-Math.), S.M. Oganessian, Sc. Doctor (Phys.-Math.), prof., S.N. Sargsyan, J.K. Karapetyan, Sc. Candidate (Geol.-Min.)

Institute of geophysics and engineering seismology after A. Nazarov of NAS RA, 3115,
Gyumri, V. Sarkisyan street, 5, e-mail: iges@sci.am

Study of spectral and dynamic parameters of earthquake sources with the help of the data of engineering macroseismic and instrumental observations is necessary for many fundamental and applied seismology problems solving. These are the problems of earthquake source physics, processes of strong earthquakes origination, problems of seismic zoning, microzonation, seismic impacts calculation, geophysical protection of territory etc.

Key words: soil vibrations, spectral and dynamic parameters of earthquake sources, seismic effect.

ЮБИЛЕИ

МИХАИЛУ ЧОККАЕВИЧУ ЗАЛИХАНОВУ – 75!



Вручение авторских экземпляров книг Президенту Российской Федерации В.В. Путину

Выдающийся российский учёный, политический и общественный деятель Михаил Чоккаевич Залиханов родился 22 июня 1939 года в посёлке Эльбрус (Кабардино-Балкария). Окончил физико-математический (1962), инженерно-технический (1965) и сельскохозяйственный (1971) факультеты Кабардино-Балкарского государственного университета, кандидат биологических наук, доктор географических наук, профессор; действительный член РАН (1990).

Михаил Чоккаевич начал трудовую деятельность в Высокогорном геофизическом институте АН СССР (Нальчик) с 1962 года, где прошел путь от младшего научного сотрудника до директора.

Главные направления научной деятельности: гляциология, изучение физики снега и снежных лавин, геология, геофизика, экология.

Под руководством М.Ч. Залиханова Высокогорный геофизический институт (ВГИ) стал ведущим научно-внедренческим центром страны по разработке и внедрению новых средств активных воздействий на опасные природные явления – град, сели и снежные лавины.

Под его руководством для Северо-Кавказского региона разработана автоматизированная система оповещения населения о стихийных природных процессах, таких как штормы, ливни, град, снегопады, снежные лавины, сели. Организация этой системы включена в перечень объектов, предусмотренных программой «Юг России». Штормы и ливни, прошедшие в последние годы в Краснодарском и Ставропольском краях, а также Ростовской области, ещё раз показали, что эти процессы неожиданно могут приносить не только миллиардные убытки, но и приводить к человеческим жертвам.

В ВГИ создана автоматизированная система противорадовой защиты на базе ракетного комплекса нового поколения, которая позволила создать наукоёмкую, не имеющую аналогов автоматизированную технику и технологию противорадовой защиты. На уровне лучших мировых технологий, разработана автоматизированная система противорадовой защиты «Антиград» и новый ракетный комплекс четвёртого поколения «Алан-Элия». Всё это позволило модернизировать на новой научно-технической основе военизированные противорадовые службы и обеспечить высокую эффективность защиты сельхозкультур от градобития. Военизированная служба активного воздействия на гидрометеорологические процессы Северного Кавказа получила новые высокоэффективные средства для искусственного вызывания снежных лавин «Нурис-1», «Нурис-2», также разработан и прошёл испытания на Северном флоте высокоэффективный, универсальный бесшумный гранатомёт двойного назначения «Хазар» и готов к серийному производству. «Хазар» эффективно действует на речные заторы льда, может применяться в качестве линемёта на речных и морских судах, а также средства восстановления страховки в туризме и альпинизме.

Под его руководством сотрудники ВГИ, опираясь на свои научные достижения в геофизике и метеорологии, создали ряд уникальных инновационных разработок двойного назначения.



С Генеральным секретарем ООН Пересом де Кульяром в его резиденции



С Генеральным секретарем ООН Бутросом Гали и его советником по науке

Так, по решению высших директивных органов СССР ВГИ до конца девяностых годов участвовал в разработках 30 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на решение военно-прикладных задач и разработку новых видов вооружения. Из них в 23-х работах институт был головным исполнителем. В результате выполнения тем «Фантазия», «Чинара» были созданы новые виды боеприпасов, показавшие высокую эффективность в боевых действиях советских войск в Афганистане. 30 участников этих работ получили правительственные награды и Государственную премию СССР, а руководитель работ, член-корреспондент АН СССР М.Ч. Залиханов был удостоен в 1987 году звания Героя Социалистического труда. Остальные награды, в том числе и Государственную премию РФ, вручённую ему в 1997 году, академик Залиханов получил за выполнение также военно-прикладных задач. В частности, и как научный руководитель созданного по его предложению Государственного Высокотехнологического научно-исследовательского испытательного центра авиационной техники и вооружения в Кабардино-Балкарии на склонах Эльбруса.

Под руководством М.Ч. Залиханова по сей день в ВГИ успешно ведутся исследования по созданию электромагнитного оружия и средств защиты авиации и ракет от обнаружения локаторами различных типов.

По результатам выполненных работ им опубликовано более 400 научных трудов, в т.ч. 34 изобретения и 19 монографий.

Академик М.Ч. Залиханов активно занимается общественной деятельностью. Он в течение 8 лет представлял нашу страну в Высшем Совете ООН по стихийным природным процессам и 12 лет был вице-президентом Всемирной организации законодателей по сохранению окружающей среды GLOBE International. В 2012 г. академик Залиханов стал первым учёным-парламентарием страны, удостоенным высшей награды этой авторитетной международной организации: «Хрустальный глобус» «за выдающийся личный вклад в устойчивое развитие». М.Ч. Залиханов

является депутатом Государственной Думы РФ в составе федерального списка кандидатов, выдвинутого Всероссийской политической партией «Единая Россия». Он – действительный член Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова; председатель Высшего экологического совета Федерального Собрания РФ; сопредседатель Координационного Совета общероссийского экологического движения «Экофорум»; член Высшего консультативного комитета ООН по стихийным бедствиям.

Его главным занятием, помимо основной научной работы, был альпинизм. Основные спортивные достижения: мастер спорта международного класса, неоднократный чемпион СССР по альпинизму.

Его увлечения: охота, верховая езда.

Жизненное кредо академика М.Ч. Залиханова, его глубокая убежденность в настоящем и будущем многонациональной России, проверены временем, и выражаются в конкретной общественно-политической деятельности.

М.Ч. Залиханов – выдающийся представитель современной интеллигенции северокавказских народов.

В интервью газете «Горские ведомости» №19 за 2001 г. он сказал: «Если бы мне вдруг завтра пришлось умереть, то я бы завещал своим соплеменникам, народам Северного Кавказа любить Россию как собственную мать. Никому, кроме России, мы не нужны и без России у нас нет никакого будущего!..». И эти слова своего жизненного кредо он реализует в своих многочисленных выступлениях, статьях и книгах, таких как: «Моя Россия» (2003), «Морщины земли» (2005), «Дом мой Эльбрус» (2007), «Россия академика М.Ч. Залиханова» (2010).

Мы в последние годы активно сотрудничаем с коллегами из дорогого сердцу Михаила Чоккаевича Высокогорного геофизического института.



«ЕСЛИ БЫ МНЕ ВДРУГ ЗАВТРА СЛУЧИЛОСЬ УМЕРЕТЬ, ТО Я ЗАВЕЩАЛ БЫ СВОИМ СОПЛЕМЕННОКАМ, БАЛКАРЦАМ И КАРАЧАЕВЦАМ, ЛЮБИТЬ РОССИЮ, КАК СОБСТВЕННУЮ МАТЬ, И В ПЛОХИЕ ДНИ И В ХОРОШИЕ. НИКОМУ, КРОМЕ РОССИИ, МЫ НЕ НУЖНЫ, И БЕЗ РОССИИ У НАС НЕТ НИКАКОГО БУДУЩЕГО!»

М. Ч. ЗАЛИХАНОВ

От имени редколлегии журнала «Геология и геофизика Юга России» и коллектива Геофизического института Владикавказского научного центра Российской академии наук мы горячо и сердечно поздравляем Вас, Михаил Чоккаевич, со славным юбилеем – 75-летием и желаем Вам крепкого здоровья и новых творческих свершений!

Главный редактор журнала,
директор Института,
д.ф.-м.н., профессор



В.Б. Заалишвили

СОБОЛЕВУ ГЕННАДИЮ АЛЕКСАНДРОВИЧУ – 80!



Жизненный путь

Выпускник геологического факультета МГУ (1958 г.). Доктор физико-математических наук (1976 г.), профессор, член-корреспондент РАН, академик РАЕН, Лауреат Государственной премии СССР (1973 г.), Лауреат Государственной премии РФ (2008 г.), Лауреат премии им. Б.Б. Голицына РАН за 2009 г. С 1958 г. работает в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. В 1992-1997 гг. являлся директором Института сейсмологии, входившего в состав ОИФЗ РАН. С 1998-го – работал заместителем директора ИФЗ РАН, директором Геофизического Центра РАН. В настоящее время – заведующий отделением природных, природно-техногенных катастроф и сейсмичности Земли и главный

научный сотрудник Лаборатории физики землетрясений и неустойчивости горных пород (301) ИФЗ РАН.

Научная работа

Основной научный вклад в геофизику связан с его работами по изучению физических свойств горных пород и геофизических полей Земли. Г.А. Соболев – один из создателей пьезоэлектрического и радиоимпульсного методов разведочной геофизики – им было проведено полевое опробование этих методов на многих месторождениях пьезокварца, золота и полиметаллов России, стран СНГ, Канады. Развитие этих работ привело в 1976 г. совместно с В.М. Деминим и Ю.Я. Майбуком к научному открытию «Явление генерации природными полиметаллическими рудными телами импульсного электромагнитного излучения».

Г.А. Соболев проводил научные исследования по физике очага и прогнозу землетрясений. Им выполнены комплексные исследования электромагнитных предвестников землетрясений на Камчатке. Перед рядом землетрясений были обнаружены аномальные вариации поля, рассматриваемые как предвестники. Кульминацией этого этапа была попытка вместе с С.А. Федотовым осуществлять текущий краткосрочный прогноз. Однако, скоро стало ясно, что один и даже несколько методов прогноза не гарантируют надежного успеха без понимания физики очага

землетрясения. Провел уникальные крупномасштабные исследования процессов разрушения горных пород при высоких давлениях, предложил ряд методов прогноза землетрясений по сейсмическим данным. Полученные результаты были использованы при создании совместно В.И. Мячкиным, Б.В. Костровым, О.Г. Шаминой модели лавинно-неустойчивого трещинообразования (ЛНТ) при подготовке землетрясений, получившей в мире название модель ИФЗ.

Совместно с коллегами Г.А. Соболевым была создана методика расчета карт ожидаемых землетрясений по комплексу параметров, развиты алгоритмы, позволяющие обнаруживать последовательные стадии сейсмического затишья, форшоковой активизации, кластеризации гипоцентров небольших землетрясений в очаговой области готовящегося сильного землетрясения, в частности алгоритм RTL. С его использованием с опережением в 16 месяцев осуществлен среднесрочный прогноз Кроноцкого землетрясения 1997 г. на Камчатке с магнитудой 7,7.

В последние годы большое внимание в научных исследованиях Г.А. Соболев уделяет изучению предсказуемости землетрясений с учетом физики нелинейных диссипативных систем, возникновению и эволюции колебаний Земли после землетрясений, а также изучению сейсмического шума. Результаты этих работ в 2014 г. были представлены академической общественности в докладе «Методология, результаты и проблемы прогноза землетрясений» на Президиуме РАН и вызвали широкий интерес, а также вошли в монографию «Сейсмический шум» (2014 г.).

Награды

Лауреат Государственной премии СССР, премии Правительства Российской Федерации, премии имени Б.Б. Голицына Президиума РАН. Автор и соавтор более 350 научных публикаций и 8 монографий (в т.ч. на английском и китайском языках), а также 21 изобретения. Награжден орденом «Знак Почета», золотой медалью ВДНХ, медалями «За доблестный труд», «За трудовую доблесть», «Ветеран труда», «В память 850-летия Москвы», почетной грамотой Российской академии наук и Профсоюза работников РАН. Руководитель ведущей научной школы «Физика и прогноз землетрясений», работы которой в течение ряда лет поддерживались грантами программы государственной поддержки ведущих научных школ России. Член Американского геофизического союза, член бюро Экспертного комитета по прогнозу землетрясений Совета Европы (1994-2001 гг.). Президент (1994-1998) и Вице-президент (1990-1994) Европейской сейсмологической комиссии. Президент Национального геофизического комитета РФ. Председатель научного совета РАН по проблемам сейсмологии. Заместитель председателя диссертационного совета при ИФЗ РАН.

Редколлегия журнала горячо и сердечно поздравляет Соболева Геннадия Александровича со славным юбилеем!

От имени редколлегии журнала «Геология и геофизика Юга России» и коллектива Геофизического института Владикавказского научного центра Российской академии наук

Главный редактор журнала,
директор Института,
д.ф.-м.н., профессор



В.Б. Заалишвили

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА
ЮГА РОССИИ
(№2. 2015г.)**

Подписано в печать 22.05.2015 г. Формат 60×84 1/8.

Усл. печ. лист 10,9. Гарнитура «Times».

Бумага офсетная. Печать цифровая. Тираж 100 экз.

**Издание зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС77-44273 от 17 марта 2011 г.**

Издатель:

**Геофизический институт Владикавказского научного
центра Российской академии наук**

Адрес редакции:

362002, РСО-А, г. Владикавказ, ул. Маркова 93а

тел. 8 (8672) 764084; факс 8(8672) 764056

e-mail: southgeo@mail.ru

<http://cgiras.ru/southgeo>

Отпечатано ИП Цопановой А.Ю.

362000, г. Владикавказ, пер.Павловский, 3.