

УДК 622.83

Харисов Тимур Фаритович

младший научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: Timur-ne@mail.ru

Замятин Алексей Леонидович

младший научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: A.zamyatin@mail.ru

Ведерников Андрей Сергеевич

младший научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: avedernikov@igdur.ru

Kharisov Timur F.

junior researcher,
The Institute of mining UB RAS,
620075, Yekaterinburg,
Mamin-Sibiryak st., 58
e-mail: Timur-ne@mail.ru

Zamyatin Alexey L.

junior researcher,
The Institute of mining UB RAS
e-mail: A.zamyatin@mail.ru

Vedernikov Andrew S.

junior researcher,
The Institute of mining UB RAS
e-mail: avedernikov@igdur.ru

ОСОБЕННОСТИ ЛИКВИДАЦИИ СТВОЛА ШАХТЫ им. С.М. КИРОВА ТУРЬИНСКОГО МЕДНОГО РУДНИКА*

FEATURES OF ELIMINATION THE SHAFT OF THE "S.M. KIROV" MINE IN TURYSKY COPPER MINE

Аннотация:

По результатам геофизических исследований, выполненных на стволе шахты им. С.М. Кирова, были определены глубина залегания пробки из грунта и обломков крепи в нарушенном стволе 50 – 55 м, глубина залегания коренных пород 20 – 25 м. Исходя из полученных данных, согласно РД 07-291-99 «Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами», были разработаны рекомендации, обеспечивающие ликвидацию ствола шахты с учетом его аварийного состояния.

Ключевые слова: ствол шахты, ликвидация, нарушения крепи, деформация массива, геофизические исследования

Abstract:

By the results of geophysical researches performed on a shaft of the "S. M. Kirov" mine the plug soil depth and support fragments were defined in the broken shaft 50-55 m as well as bedrock depth of 20-25 m. Proceeding from the obtained data, according to RD 07-291-99 "The instruction on the order of conducting operations on elimination and preservation hazardous production facilities connected with use of natural resources" the recommendations providing for elimination the mine shaft with due regard for its critical state were developed.

Key words: mine shaft, elimination, support's faults, rock mass deformation, geo-physical researches

Турьинский медный рудник был открыт приблизительно в конце 18-го века и являлся основным поставщиком меди в России. В 1920 г. шахты рудника были законсервированы (затоплены). В 1930 г. работа Турьинского рудника была восстановлена, вследствие чего в 1980 г. проведена реконструкция стволов шахты им. С.М. Кирова, «Капитальная» и «Никитинская».

Ствол шахты им. С.М. Кирова предназначен для выполнения вспомогательных операций; в стволе также размещено лестничное отделение и трубопровод водоотлива, по которому велась откачка воды со всего Турьинского медного рудника. Сечение прямоугольное, площадь сечения в свету $S_{св}=7,7 \text{ м}^2$, глубина ствола 425 м, где он сбит с выработками ТМР лишь одним горизонтом 425 м на отметке –210 м [1]. Ствол закреплен

* Исследования выполнены в рамках гранта РФФИ №14-05-00324

деревянной крепью, состояние которой на сегодня неизвестно. Данные о размере воротника ствола отсутствуют.

15 ноября 2011 г. в 23:00 произошел прорыв воды на отметке –20 м ствола шахты им. С.М. Кирова с разрушением восточной части крепи и вывалом глинистого грунта в ствол. С целью недопущения подобных происшествий была произведена перекрепка нарушенного участка на протяжении 20 м. В июле 2012 г., в связи с продолжающейся деформацией конструкций зданий и сооружений на промплощадке, был произведен демонтаж конструкций копра, надшахтного здания и части галереи ствола шахты. 7 апреля 2014 г. в стволе этой шахты произошел вывал горной массы, который заполнил приямок зумпфового насоса и ствол почти до кровли рудного двора с образованием пробки. Также произошло оседание земной поверхности вокруг ствола. В связи со сложившейся аварийной ситуацией 07.04.2014 ООО «ВМК» был произведен демонтаж оставшихся прилегающих построек с засыпкой образовавшегося провала и выравниванием промплощадки ствола.

Ствол шахты им. С.М. Кирова находится в аварийном состоянии, и необходимо ликвидировать его согласно правилам РД 07-291-99 «Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недрами», с возведением двух перекрытий из железобетона или металлических балок, одно из которых устанавливается на глубине залегания коренных пород, но не менее 10 м от земной поверхности, а другое – на уровне земной поверхности [2].

Образовавшаяся пробка из грунта и обломков крепи не дает полностью засыпать ствол шахты, вследствие чего для ликвидации разрушенного ствола необходимо произвести научно-исследовательскую работу по определению глубины расположения пробки, состояния вмещающих пород, чтобы оценить возможность ее устранения и выполнения необходимых мероприятий по требуемой процедуре его ликвидации. Для решения поставленной задачи были произведены натурные геофизические исследования горного массива вблизи ствола и непосредственно над образовавшейся пробкой [3].

Для зондирования горного массива около ствола использовался комплекс геофизических методов: спектральная сейсморазведка (метод спектрального сейсмопрофилирования (ССП)) и георадарное зондирование (георадиолокация) [4]. Метод спектральной сейсморазведки основан на использовании зависимости между спектральным составом колебательного процесса, возникающего при ударном воздействии на обнаженную поверхность горного массива, и структурным строением этого массива. Физические основы метода подробно описаны в размещенных на сайте его разработчика (www.newgeophys.spb.ru). Метод спектрального сейсмопрофилирования хорошо работает в комплексе с георадарным зондированием, основой которого является отражение электромагнитной волны от границ между средами, имеющими различные электрофизические свойства.

Комплексное геофизическое зондирование с использованием георадара ОКО-2 и комплекса СПП было выполнено по двадцати двум профилям, образующим сетку вблизи ствола и над ним. Расположение сетки профилей зондирования с интервалом между профилями 3 м показано на рис. 1.

На данных, полученных при спектральном сейсмопрофилировании и георадарном зондировании, возможно структурировать массив от поверхности и до глубины 100 м [5]. В качестве образца проанализируем спектральное изображение сейсмосигналов профиля № 16, проходящего непосредственно по поверхности пробки, над стволом шахты (рис. 2). Исходя из величины добротности гармонических составляющих сейсмосигнала на интервале глубины от 0 до 20 – 25 м можно утверждать, что граница залегания коренных пород находится на глубине 20 – 25 м от поверхности (выделена фиолетовым цветом на рис. 2).

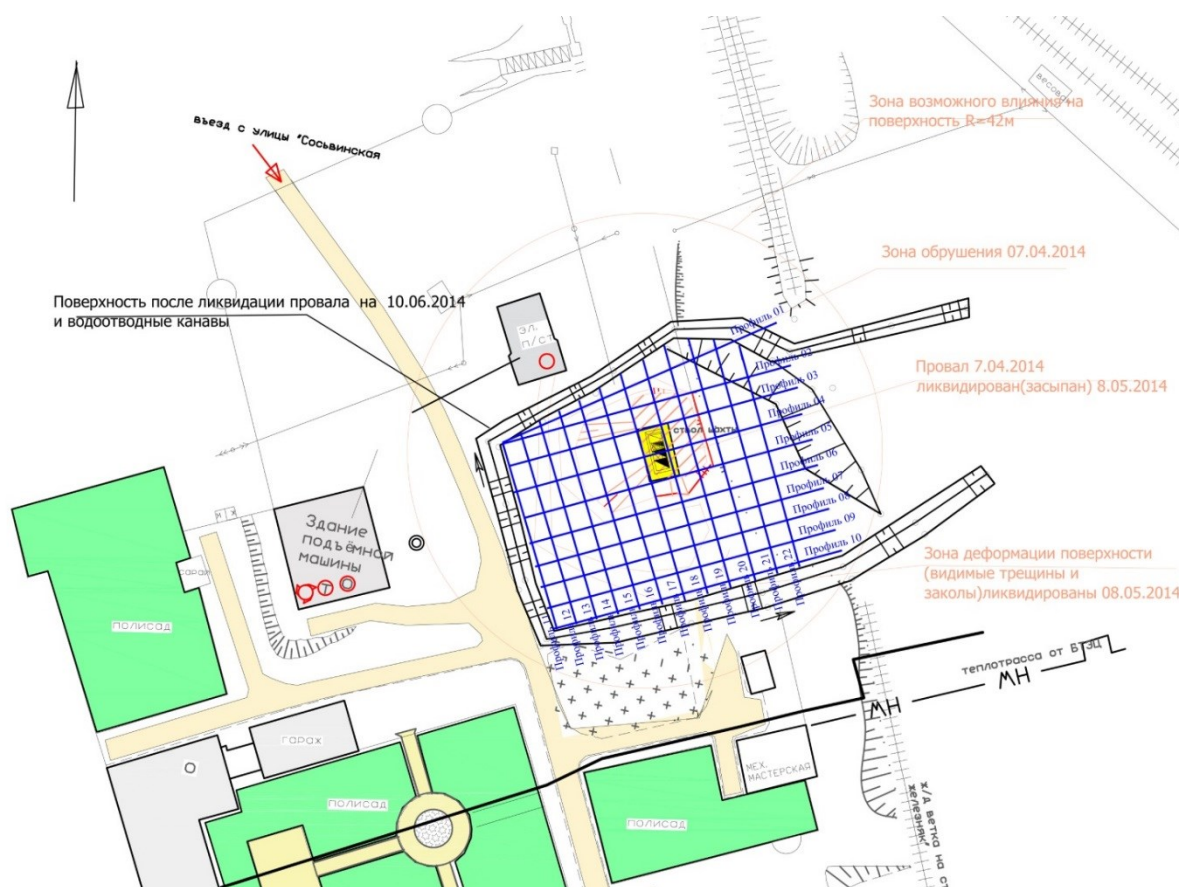


Рис. 1 – Схема расположения профилей зондирования промплощадки ствола шахты им. С.М. Кирова

Зоны с наименьшей добротностью сейсмосигнала обозначены зеленым цветом, это области деструктуризованного массива, повышенная нарушенность которого обусловлена проводившимися ранее на Турьинском медном руднике горными работами.

По спектральному изображению сейсмосигнала на профиле № 16 между 4-м и 8-м метрами по горизонтальной оси и на глубине 50 – 55 м прослеживается скачок добротности сейсмосигнала, что свидетельствует о резкой смене величины сцепления между породами и наличии границы в массиве пород с разной степенью структурной нарушенности, поэтому можно утверждать, что верхняя граница пробки находится на отметке 50 – 55 м от поверхности. Второй скачок данного сейсмосигнала наблюдается на глубине 77 – 87 м, обозначая нижнюю границу пробки в стволе.

Для устранения образовавшейся в стволе пробки необходимо провести вскрышные работы с поверхности и до глубины 87 м. Поскольку обрушенная в ствол порода разрушила крепь, расстрелы, лестничный ходок и коммуникации, велика вероятность того, что на глубине более 100 м могла образоваться еще одна пробка. Также высока вероятность того, что при засыпке ствола образуется новая пробка из-за высокой захламленности ствола. Отсюда следует, что полную засыпку ствола шахты им. С.М. Кирова произвести крайне проблематично.

Сложившаяся ситуация делает невозможным процесс ликвидации ствола по всем правилам инструкции РД 07-291-99, поэтому были разработаны дополнительные организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасную ликвидацию нарушенного ствола с учетом его состояния на данный момент. Предполагается, в связи с невозможностью вскрытия ствола, соорудить два прочных железобетонных перекрытия без засыпки ствола до земной поверхности. (На рис. 3 представлен ствол шахты в аксонометрии со схемой деформаций массива на глубинах 20, 30, 40, 50 и 60 м изображенных изолиниями.) Первое перекрытие, увеличенное по контуру ствола не менее чем на 1 м

(3200×5700 мм), обустроить на глубине залегания коренных пород, т. е. около 20 м от поверхности. Второе перекрытие заглубить за зону промерзания (около 2 м от поверхности), чтобы обеспечить его долговечность. Размеры второго (верхнего) перекрытия определяются исходя из угла воронкообразования, который составляет 85°. Следовательно, размеры второго перекрытия должны составлять 3600×6100 мм [2].

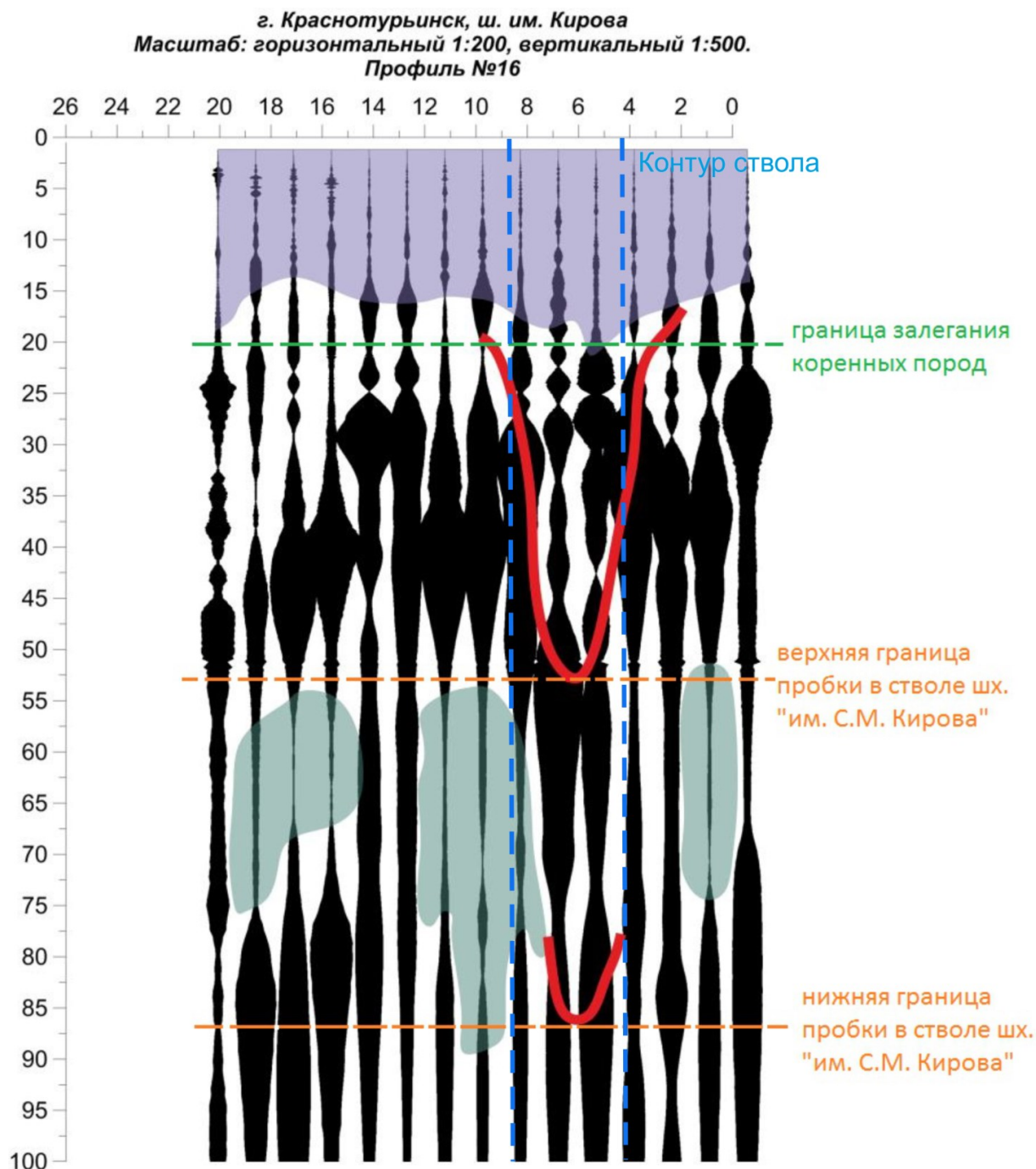


Рис. 2 – Профиль спектрального сеймопрофилирования профиля № 16

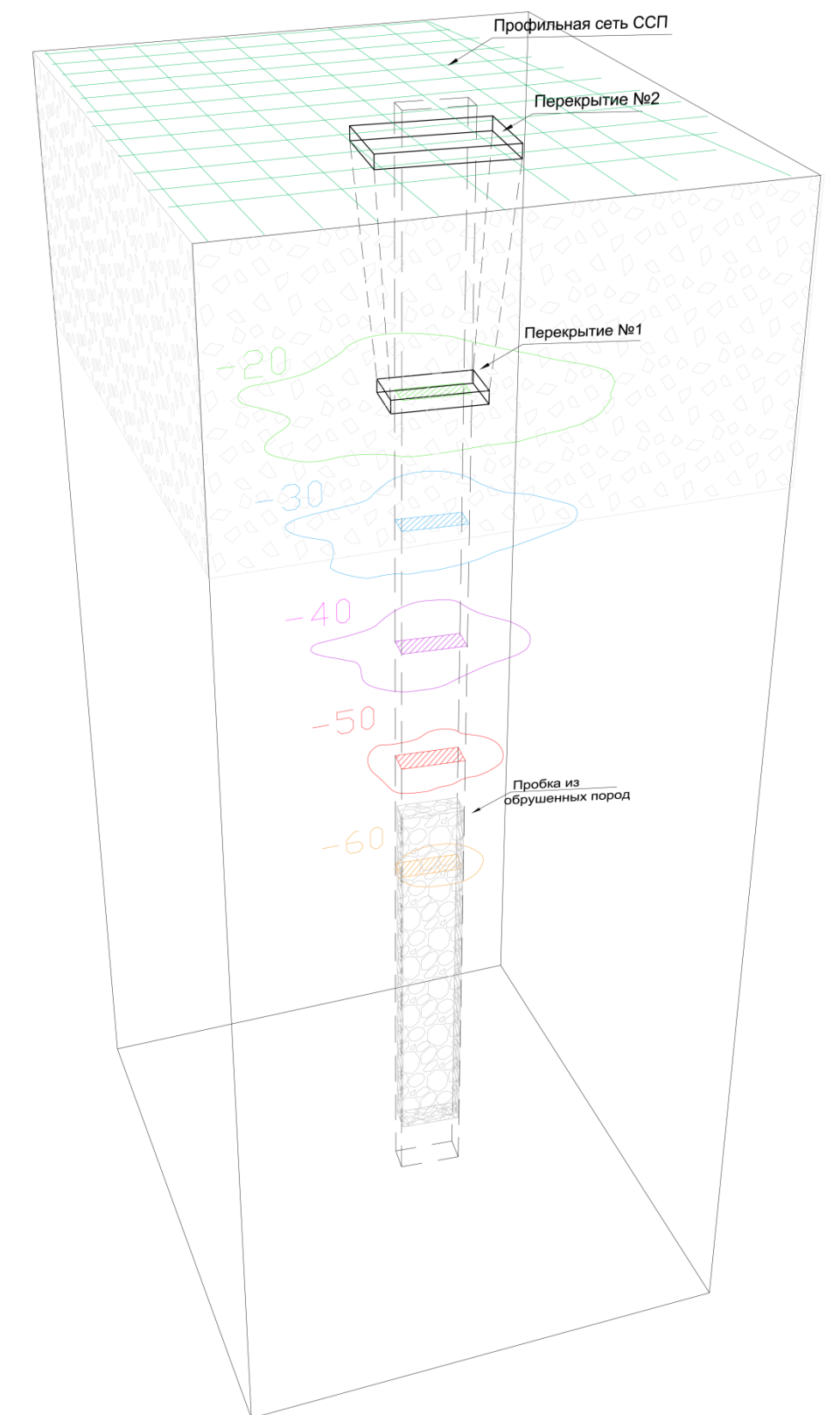


Рис. 3 – Схема ликвидации ствола шахты им. С.М. Кирова в аксонометрии

Толщину перекрытий надо рассчитать исходя из принятых материалов (металлические балки, бетон, арматура и т. д.) и их характеристик. Нагрузку определить исходя из веса налегающих пород, на первой – между перекрытиями, на второй – из веса пород до поверхности. После возведения перекрытий и засыпки их сверху грунтом вокруг устья ствола следует установить ограждение высотой не менее 2,5 м.

Таким образом, разработанные рекомендации к инструкции о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недрами, позволяют обеспечить безопасную ликвидацию ствола шахты им. С.М. Кирова с учетом его аварийного состояния.

Согласно анализу результатов выполненных исследований, можно сделать вывод, что используя современные геофизические методы зондирования горного массива, позволяет разработать оптимальный вариант ликвидации аварийного или действующего ствола исходя из конкретной горно-геологической и горно-технологической ситуации.

Литература

1. Надеин А.Г. Турьинский медный рудник / А.Г. Надеин // Материалы научно-практической конференции, посвященной 150-летию Евграфа Степановича Федорова. – Краснотурьинск, 2004. – С. 24 - 25.
2. Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации производственных объектов, связанных с использованием недрами (РД 07-291-99) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/7/7996/
3. Боликов В.Е. Усовершенствованная технологическая схема проходки сопряжений ствола с горизонтом в массивах со сложными горно-геологическими условиями / В.Е. Боликов, И.Л. Озорнин, Т.Ф. Харисов // Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений: материалы международной научно-практической конференции, г. Екатеринбург, 14 - 16 октября 2009 г. – Екатеринбург: УГГУ, 2009. – С. 35 - 40.
4. Замятин А.Л. Исследование геодинамической активности геофизическими методами / А.Л. Замятин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 6. – С. 312 – 315.
5. Ведерников А.С. Уточнение безопасного расположения автомобильной развязки с помощью геофизических исследований / А.С. Ведерников, Л.В. Григорьев // Геомеханика в горном деле: материалы международной научно-практической конференции, г. Екатеринбург, 12 - 14 октября 2011 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2011. – С. 35 - 40.