

ISSN 2221-3198

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 3 / 2013



СОДЕРЖАНИЕ

Емкужев А.С., Парада С.Г., Столяров В.В., Тарасов В.А. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА (КАБАРДИНО- БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)	3
Заалишвили В.Б., Джгамадзе А.К., Гогичев Р.Р. О СОЗДАНИИ КАРТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ, КАК ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ	20
Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Бурдзиева О.Г., Кануков А.С. УСТАНОВЛЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ В ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕМ РЕГИОНЕ С ОНКОЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ.....	29
Заалишвили В.Б., Харебов К.С., Харебов А.К. СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗЗРЕНИЙ	39
Келоев Т.А., Гудиева И.Н. ОСНОВЫ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКАХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	45
Комжа А.Л. ФИТОИНДИКАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ СХОДА ЛЕДНИКА КОЛКА 20 СЕНТЯБРЯ 2002 ГОДА – ИНСТРУМЕНТ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ КАТАСТРОФ В ДОЛИНЕ РЕКИ ГЕНАЛДОН.....	56

НАШИ ГОСТИ

Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Исламова Ш.К. ОСОБЕННОСТИ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ МИНГЕЧАУРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ЦИФРОВЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА.....	64
--	----

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРОВ

АНАТОЛИЮ ГРИГОРЬЕВИЧУ ШЕМПЕЛЕВУ – 75 !	71
МАРАТУ ГАДЖИАЛИЕВИЧУ ДАНИЯЛОВУ – 70 !	72

CONTENTS

Emkuzhev A.S., Parada S.G., V.V. Stoliarov V.V., Tarasov V.A. EXPERIENCE OF LARGE-SCALE MAGNETIC SURVEY USE IN SEARCH OF GOLD MINERALIZATION IN THE EASTERN PART OF THE FRONT RANGE (KABARDINO-BALKAR REPUBLIC)	3
Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K., Gogichev R.R. DEVELOPMENT OF ENGINEERING GEOLOGICAL ZONING MAPS OF THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA-ALANIA SETTLEMENTS, AS THE BASIS OF SEISMIC MICROZONATION	20
Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Burdzieva O.G., Zaks T.V., Kanukov A.S. ONCOLOGY DISEASE RATE OF VLADIKAVKAZ CITY POPULATION AND ITS INTERRELATION WITH VARIOUS FACTORS	29
Zaalishvili V.B., Kharebov C.S., A.C. Kharebov A.C. STRONG MOTION DATABASE DEVELOPMENT BASED ON CONTEMPORARY IDEOLOGY	39
Keloev T.A. Gudieva I.N. THE BASES OF THE AGGREGATION METHODS OF GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS IN SEARCH OF ORE DEPOSITS	45
Komzha A.L. THE FITOINDICATION OF CONSEQUENCES OF 20 SEPTEMBER 2002 GLACIER KOLKA COLLAPSE - AS A TOOL FOR LONG- TERM FORECASTING OF GLACIAL CATASTROPHES IN THE VALLEY OF THE RIVER GENALDON	56

OUR GUESTS

Yetirmishli G.D., Kazimova S.E., Islamova Sh.K. FEATURES OF SEISMOTECTONIC STRESS OF MINGECHEVIR RESERVOIR ACCORDING TO THE DATA OF DIGITAL SEISMIC STATIONS OF AZERBAIJAN	64
--	----

JUBILEES

THE 75TH BIRTHDAY OF ANATOLIY GRIGORIEVICH SHEMEPEV	71
THE 70TH BIRTHDAY OF MARAT GADZHIALIEVICH DANIYALOV	72

УДК 550.83

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

**© 2013 А. С. Емкужев¹, к.г.-м.н., С. Г. Парада², д.г.-м.н., В. В. Столяров²,
В. А. Тарасов³**

¹Управление по недропользованию по Кабардино-Балкарской республике, Россия, Кабардино-Балкарская республика, 360030, г. Нальчик, ул. Тарчокова, 18-а; e-mail: emku58@mail.ru;

²Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Россия, 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41; e-mail: parada@ssc-ras.ru;

³НПК «Элгео», Россия, 195196, г. С.-Петербург, Петровская коса, д. 1, корп. 1, лит. Р, e-mail: vladtar@yandex.ru.

Проведены исследования восточной части Передового хребта, сделаны записи магнитных вариаций на данном участке. На отдельных профилях проводилось численное моделирование с подбором двумерной модели аномальных объектов. Составлены карты графиков приращения магнитного поля и изолиний приращения магнитного поля участка и др.

Ключевые слова: минералогия, магнитная съемка, магнитная восприимчивость горных пород.

Введение

В последние годы на Северном Кавказе проводятся поисковые и геологоразведочные работы на золото, выполняемые за счет средств Федерального бюджета. В Кабардино-Балкарской республике они уже привели к приросту запасов благородного металла на известном ранее Радужном месторождении и открытию новых золоторудных объектов в Малка-Муштинском междуречье и в восточной части Передового хребта. Ученые отдела геологии ИАЗ ЮНЦ РАН принимали и продолжают участвовать в этих работах на основе хозяйственных договоров и по Программам фундаментальных исследований Президиума РАН. В связи с этим Кабардино-Балкарская республика стала полигоном для разработки и внедрения новых подходов к поискам и оценке золотого оруденения в условиях высокогорья [Емкужев А. и др., 2009; Матишов и др., 2010; Матишов и др., 2011; Зеленщиков и др., 2011; Парада и др., 2011]. Одним из таких подходов является специальное математическое преобразование первичных данных магнитной съемки [Парада и др., 2011]. Результатам такой обработки для восточной части Передового хребта, позволившей выделить региональную и локальную составляющие магнитного поля, посвящена данная статья.

Геолого-минералогическая характеристика исследованной территории

Площадь исследования охватывает восточную часть геоморфологической и структурно-формационной зоны Передового хребта. В соответствии с [Тамбиев, 1986; Ящинин, 2008; Сомин и др., 2010], она является окончанием вулканотектонического грабен-синклинория, представляющего собой узкий тектонический

блок. Схождение пограничных разломных зон по вертикали и латерали приводит к постепенному выклиниванию грабен-синклинория на глубине в восточном направлении и к возникновению клиновидной его морфологии. На тектонику и минерагению изучаемого района также оказало влияние транскавказское поперечное поднятие, ось которого вытянута в меридиональном направлении и проходит через хребет Гитче-Тырныауз, пересекая изучаемую площадь. По мнению некоторых исследователей [Ляхович, 1976; Тамбиев, 1986; Ящинин, 2008] ему отводится решающая роль в формировании альпийского вольфрамо-молибденового и, возможно, сурьмяного и золотого оруденения.

В минерагеническом отношении восточная половина изучаемой территории представлена северным флангом Тырныаузского рудного поля, к которому с юго-востока примыкает собственно Тырныаузское вольфрамо-молибденовое месторождение. Исследуемая площадь вместе с указанным месторождением составляет единый рудный район с минерализациями вольфрама, молибдена, меди, сурьмы, и золота.

Все породы в пределах изучаемой площади объединены нами в составе четырех стратифицированных и трех интрузивных комплексов (рис. 1) [Парада, Столяров, 2012a].

К стратифицированным комплексам отнесены осадочно-вулканогенный, морской терригенный, карбонатный и континентальный обломочный.

В составе осадочно-вулканогенного комплекса объединены породы, относимые к кызылкольской и эльмезтюбинской свитам нижнего-среднего девона. В основании установлены спилиты, выше располагаются лавы среднего и кислого состава, пирокластические породы и красные яшмы. Основная часть комплекса представлена андезитами. С этой частью разреза генетически связано медно-колчеданное оруденение Передового хребта. Нарастивается разрез преимущественно туфогенной толщей. Кроме собственно туфов выделяются пачки кремнистых полосчатых сланцев с примесью туфогенного материала и маломощные пачки глинистых сланцев. Общая мощность туфогенной части вулканогенного комплекса достигает 750 м.

К морскому терригенному комплексу отнесены темно-серые филлитовидные аргиллиты с маломощными прослоями алевролитов, песчаников и гравелитов, известные как артыкчатская или бахмуткинская свита. В основании комплекса залегает горизонт базальных конгломератов, состоящий, в основном, из обломков черных кремнистых сланцев. В верхней части разреза отмечаются пакеты буроватых и бордово-красных филлитовидных аргиллитов и тонкие прерывистые прослои известняков. Суммарная мощность всех отложений не более 400 м.

Карбонатный комплекс объединяет в своем составе отложения гаралыкайской, чимулярской, пастуховской и колсуйской свит, относимые к верхнему девону-нижнему карбону. В основании залегает пачка переслаивания средне-грубозернистых кварцевых песчаников и тонкослоистых зеленовато-серых алевролитов с прослоями глинисто-известковистых сланцев. Перекрывает ее мощный (до 600 м) пласт массивного светло-серого известняка. На известняке залегает пачка глинисто-алевритистых аргиллитов (150 м) с подчиненными прослоями песчаников, глинистых известняков, в отдельных случаях конгломератов с галькой известняков. Выше располагается пачка (до 60 м) переслаивания плитчатых мраморизованных известняков и тонколистоватых алевритистых глинистых сланцев. Венчает разрез пласт глинистого сланца (30 м). Суммарная мощность пород карбонатного комплекса составляет 750 м.

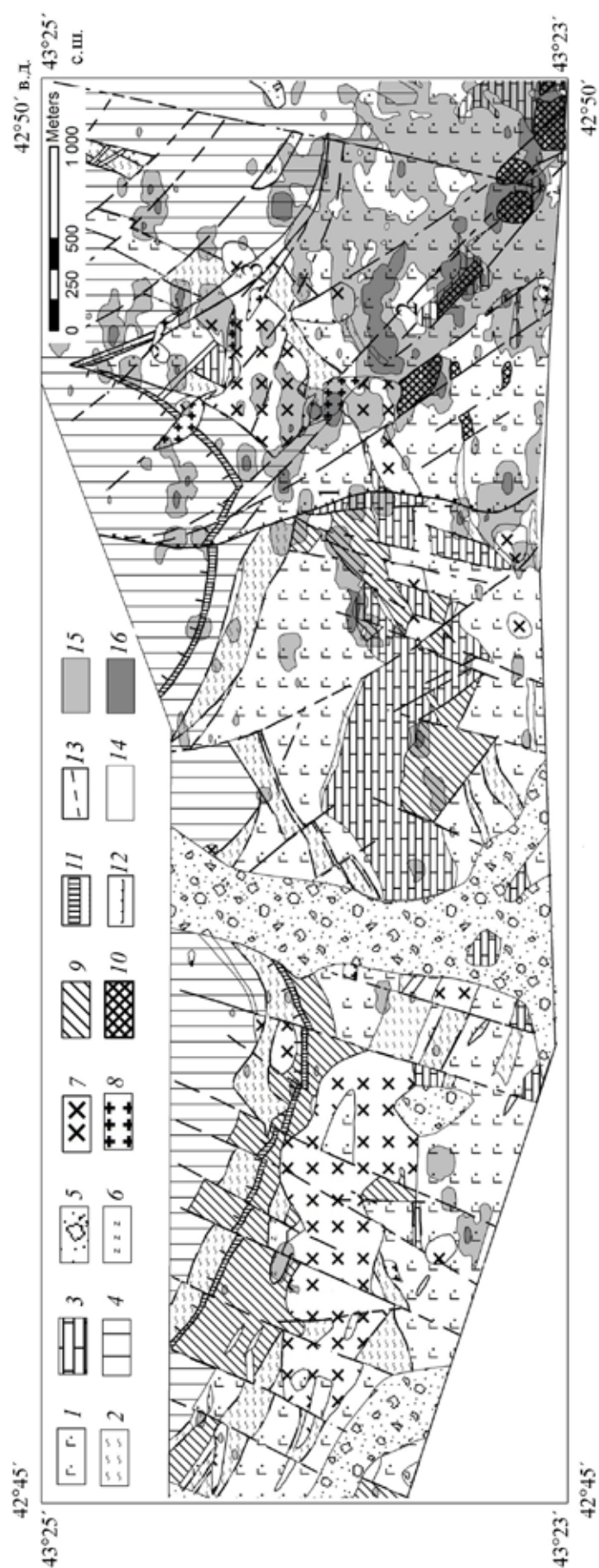


Рис. 1. Карта геологических комплексов и геохимических аномалий золота восточной части Переводового хребта

1-5 – стратифицированные комплексы: 1 – осадочно-вулканогенный (D_2), 2 – морской терригенный (D_3), 3 – карбонатный (D_3-C_1), 4 – континентальный обломочный ($C_{2,3}$), 5 – горно-ледниковых отложений (Q_{3-4}); 6-8 – интрузивные комплексы: 6 – улу-талыкольский гипербазитовый герцинский (PZ₃), 7 – чучкурский диорит-гранодиорит-порфировый гипабиссальный позднегерцинский (P-T), 8 – тырныаузский лейкограново-гранитовый альпийский (N); 9-11 – гидротермально-метасоматические образования: 9 – кварц-карбонатные метасоматиты, 10 – скарны, 11 – лиственитизированные милониты; 12 – надыги: Перевальный (1); 13 – сбросы и взбросы: Зыгыркольский (2), Хромитовый (3); 14-16 – содержания золота во вторичных ореолах рассеяния (в г/т): 14 – менее 0,01; 15 – от 0,01 до 0,09; 16-0,1 и более.

Континентальный обломочный комплекс объединяет отложения караджелмасской и гремучинской свит среднего-верхнего карбона и с размывом залегает на различных палеозойских породах. В генетическом отношении представляет собой позднегерцинскую молассу, сложенную различными сочетаниями песчаников, гравелитов, конгломератов с пачками переслаивания аргиллитов, алевролитов и песчаников в которых отмечаются единичные тонкие (до 0,01 м) линзочки угля. Общая мощность составляет 480 м.

Изучаемая территория характеризуется наличием интрузивных пород двух магматических циклов: позднегерцинского и альпийского [Ажгирей, Баранов, 1976; Баранов, Кропачев, 1976]. В позднегерцинский цикл происходит внедрение ультраосновных пород по многочисленным разрывам преимущественно близширотного простирания, даек и штоков кварцевых диорит-порфиров и гранит-порфиров чучурского комплекса в зоне Передового хребта. В это же время происходит становление батолита гранитов Главного хребта. В альпийский магматический цикл внедрились эльджуртинские граниты и лейкократовые граниты тырныаузского комплекса.

Комплекс гипербазитов герцинского цикла представлен небольшими телами серпентинитов иногда с реликтами пироксена и оливина и с примесью карбоната. Для серпентинитов характерна лиственитизация. При максимальной степени переработки по серпентинитам образуются полосчатые кварцево-карбонатные породы.

Чучурский комплекс диорит-гранодиорит-порфировый гипабиссальный представлен дайками, штоками, силлами, приуроченными к северной части зоны Передового хребта. От одновозрастных гранитов уллукамского комплекса он отличаются специфическими особенностями химизма, что, скорее всего, отражает явления гибридизма в магматических очагах или по крайней мере влияние более глубоких мантийных процессов [Тамбиев, 1986]. Породы чучурского комплекса представлены, в основном, гранодиорит-порфирами. В восточной части Передового хребта, в пределах исследуемой территории, его выходы отмечаются в бассейне правых притоков р. Джуарген, где они представлены в основном кварцевыми диорит-порфирами. Наиболее крупными является массив, слагающий хребет Гитче-Тырныауз и вытянутый вдоль него с перерывами на 2,2 км и массив, расположенный на водоразделе верховий рек Ташорун и Суарык длиной 2,0 км при ширине выходов до 0,5 км. Некоторые исследователи указывали на возможную временную связь с ними вольфрамового оруденения [Гурбанов, Рехарский и др., 1992].

Альпийские интрузии тырныаузского комплекса отмечаются только в восточной половине изученной площади, где они приурочены к Зыгыркольской зоне взбросо-сдвигов северо-западного простирания и представлены небольшими штоками и дайками лейкократовых гранитов и аплитов. Именно со становлением альпийских интрузий чаще всего связывается формирование ореола ороговикования, рудоносных скарнов и околосокарновых роговиков вольфрамово-молибденового месторождения Тырныауз [Пэк, 1962; Пэк и др., 1970; Ляхович, 1976; Ящинин, 2008] и золоторудной минерализации в Зыгыркольской зоне разломов [Парада, Столяров, 20126].

Основная золотоносность исследуемой площади в структурном отношении связана с Зыгыркольской северо-западной зоной разломов, расположенной в восточной части изучаемой площади, где выявлено не менее четырех скарновых тел (см. рис. 1). Повышенная золотоносность приурочена главным образом к гранатсодержащим скарнам, реже к лейкократовым гранитам и скарнированным и орогови-

кованным туфам в участках их более позднего дробления. В основном она связана с наложенными минерализациями разноориентированных микропрожилков кварца и с неравномерной вкрапленностью рудных минералов, в составе которых отмечаются переменные количества пирротина, арсенопирита, магнетита, халькопирита, пирита; редко отмечаются галенит, сфалерит, жозеит, кобальтин, рикардит. Типоморфными являются тетрадимит и самородное золото, которые отложились после образования основной массы сульфидов.

Зыгиркольская рудоносная зона четко проявляется во вторичных геохимических ореолах рассеяния золота. При этом наиболее интенсивные аномалии Au совпадают с выходами скарнов и альпийских даек лейкократовых гранитов, вместе с которыми вытягиваются цепочкой в северо-западном направлении [Парада, Столяров, 2012б].

Методика

Магнитометрическая съемка выполнялась сотрудниками ООО НПК «Элгео» (г. С.-Петербург) по договору с ООО «Каббалкгеология» (г. Нальчик) в составе поисковых работ на золото в восточной части минерагенической зоны Передового хребта (Кабардино-Балкарская Республика) в 2010-2011 гг. Съемка проводилась по сети 100х10м с меридиональной ориентировкой профилей. Разбивка и привязка сети выполнена с помощью GPS приемников. Точки сети привязаны в координатах прямоугольной системы «Пулково-1942» (зона 8N). Измерения осуществлялись протонным пешеходным магнитометром МИНИМАГ производства ФГУ НПП «Геологоразведка» (г. С.-Петербург). Второй такой же магнитометр использовался в автоматическом режиме в качестве магнитовариационной станции. Магнитометры МИНИМАГ обеспечивают измерения модуля полного вектора геомагнитного поля (Т) с суммарной погрешностью (температурной, ориентационной, изменения напряжения питания и др.) не превышающей 1 нТл. Результаты измерения записывались в собственную память приборов, а затем считывались в память компьютера.

Для обеспечения высокой точности магнитной съемки, не превышающей 5 нТл, применялся ряд методических приемов: измерения и учет магнитных вариаций, наблюдения на контрольном профиле или контрольном пункте (КП) в начале и конце каждого съемочного маршрута, контроль наблюдений на профилях рядовой сети по наблюдениям на секущей магистрали.

Измерения вариаций магнитного поля в течение всего периода съемки 2010 г. производились на фиксированной точке, расположенной недалеко от полевого лагеря в области спокойного магнитного поля – КП-2010 с координатами: X: 321521, Y: 4810984. В течение полевого сезона 2011 г. магнитовариационная станция – КП-2011 – была оборудована в точке с координатами X: 324583, Y: 4808823. По результатам одновременных измерений магнитных вариаций на контрольных пунктах была выполнена взаимная увязка КП2010 и КП2011:

$$T_{КП-2010} = T_{КП-2011} + 78 \text{ нТл}$$

Значения вариаций магнитного поля измерялись и записывались автоматически через равные промежутки времени, с интервалом от 10 до 30 сек. Пример суточной записи представлен на рис. 2. Суточные вариации магнитного поля обычно не превышали 30-40 нТл и достигали пика днем между 12:00 и 14:00 Московского времени.

Измерения на контрольном профиле или точке позволяли контролировать точность учета вариаций и отслеживать изменение собственного уровня рабочего съемочного магнитометра. В качестве контрольного профиля в 2010 г был выбран отрезок длиной 70 м, на северном конце профиля 39, в области спокойного магнитного поля, в 2011 г. – контрольная точка рядом с магнитовариационной станцией.



Рис. 2. Пример записи магнитных вариаций в восточной части Передового хребта

Измерения на секущих магистралях, проходивших по концам профилей рядовой сети, производились с увеличенной точностью. Их результаты использовались для дополнительной увязки измерений, выполненных на разных профилях участка.

Для оценки качества полевых измерений были выполнены повторные наблюдения в объеме 5% от общего количества наблюдений. Погрешность магнитной съемки составила 4,02 нТл.

Считывание данных измерений съемочного магнитометра и магнитовариационной станции из памяти приборов в память персонального компьютера производилось в конце каждого рабочего дня по завершении съемочных маршрутов. Для этого использовалась программа-интерфейс МИНИМАГ.exe, поставляемая вместе с магнитометром.

Первичные данные съемки по профилям представляют собой текстовые файлы, содержащие записи измеренных значений поля в наноТеслах (нТл), времени измерения (часы:минуты:секунды), порядковые номера записей, соответствующие пикетам профиля, номер профиля измерений и ряд дополнительных параметров и записей (дата, имя файла, параметр погрешности измерения). Затем с помощью программы VvodVar, созданной в НПП ВИРГ-Рудгеофизика (г. С.-Петербург), поправки за магнитные вариации вводятся в результаты измерений по профилям. Программа также позволяет привести данные к среднему значению поля на участке (49530 нТл), которое было рассчитано с помощью калькулятора геомагнитного поля [<http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels>]. В результате создан файл с колонками чисел, соответствующих номерам пикетов профиля, значениям исходного (измеренного) магнитного поля, величиной поправки за вариации и магнитного поля с учетом поправки. Этот файл дополняется данными о координатах пикетов профиля измерений в принятой системе координат.

Точность учета поправок контролируется по результатам измерений на контрольном профиле в начале и конце съемочного маршрута. В том случае, когда средние значения поля с учетом поправок на контрольном профиле существенно (более чем на 5 нТл) отличаются от принятого среднего значения поля (49530 нТл) в результаты измерений вводится дополнительная поправка за уход собственного уровня магнитометра (аппаратурная поправка).

Дополнительная увязка измерений, выполненных на разных профилях участка, производится по результатам измерений на секущих профилях, расположенных перпендикулярно профилям рядовой сети. Данные после ввода всех поправок и увязки представлены в виде файла, содержащего колонки номера профиля, номера пикета, координат по долготе (X) и широте (Y) и значения полного вектора магнитного поля с учетом всех поправок (табл. 1).

Таблица 1

Вид файла данных магнитной съемки с учетом всех поправок и увязок

Профиль	Пикет	Координата X	Координата Y	Модуль полного вектора магнитного поля T
L0	218	317630	4809778	49585,59
L0	219	317630	4809788	49585,25
L0	220	317630	4809798	49588,23
L0	221	317630	4809808	49587,34
L0	222	317630	4809818	49586,87
L0	223	317630	4809828	49589,34
L0	224	317630	4809838	49591,75
L0	225	317630	4809848	49591,36
L0	226	317630	4809858	49592,7
L0	227	317630	4809868	49592,99
L0	228	317630	4809878	49599,63
L0	229	317630	4809888	49598,84

Из полного значения поля вычитается среднее значение геомагнитного поля на участке T_c (49530 нТл):

$$\Delta T = T - T_c$$

и в дальнейшем при построении карт используется значение приращения модуля полного вектора магнитного поля ΔT .

Результаты измерений по профилю могут быть осложнены высокочастотной составляющей пространственных изменений магнитного поля (одиночные выбросы и резкие колебания поля), связанной с локальными приповерхностными неоднородностями и другими внешними помехами. Высокочастотная составляющая обычно не коррелируется от профиля к профилю, осложняет построение карт изолиний и затрудняет анализ данных. Поэтому, при последующей обработке данных производилось профильное сглаживание (низкочастотная фильтрация) данных, позволяющая исключить наиболее высокочастотную составляющую.

В итоге, в файле первичных данных магнитной съемки содержатся две дополнительные колонки: приращение полного вектора магнитного поля ΔT и сглаженное приращение полного вектора магнитного поля ΔT_f .

Для выяснения природы магнитных аномалий и увязки результатов магнитной съемки с конкретными разностями пород на исследованной площади были выполнены измерения магнитной восприимчивости пород (χ) в естественном залегании с помощью полевого измерителя (ПИМВ) производства ФГУ НПП «Геологоразведка» (г. С-Петербург). Для каждой из разностей горных пород выполнялось по 40-80 независимых измерений с осреднением по трем замерам.

На отдельных (детализационных) профилях проводилось численное моделирование с подбором двумерной модели аномальных объектов. Аномальные объекты геомагнитного разреза в этом случае моделируются вытянутыми поперек профиля съемки призмами с заданной формой, размерами и магнитной восприимчивостью (χ). Подбор параметров аномальных объектов производится вручную, так, чтобы добиться наилучшего совпадения между измеренной и расчетной кривой.

Результаты изучения магнитной восприимчивости горных пород и руд

Осредненные результаты замеров магнитной восприимчивости горных пород и руд приведены в табл. 2.

Наиболее распространенные породы исследованной площади, – андезиты осадочно-вулканогенного комплекса – характеризуются относительно невысокой магнитной восприимчивостью ($5,7 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ). Еще меньшая магнитная восприимчивость свойственна филлитовидным аргиллитам морского терригенного комплекса ($2,9 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ) и конгломератам континентального обломочного комплекса ($2,7 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ). Менее распространенные мрамора и мраморизованные известняки карбонатного комплекса обладают самой низкой магнитной восприимчивостью из исследованных пород стратифицированных комплексов ($7,5 \cdot 10^{-5}$). Для наиболее распространенных из магматических пород кварцевых диорит-порфиров характерна не высокая магнитная восприимчивость ($1,6 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ), заметно меньшая, чем у вмещающих осадочных и вулканогенных пород. Значительно большей магнитной восприимчивостью, как и следовало ожидать, характеризуются серпентиниты ($3,2 \cdot 10^{-2}$ ед. СИ), что позволяет достаточно надежно выделять их по результатам магнитной съемки. Однако это возможно, когда мощности линзовидных тел серпентинитов имеют достаточно большие размеры (не менее 10 м), и когда они не полностью преобразованы метасоматическими процессами в кварцево-карбонатные породы.

Дайки лейкократовых гранитов по магнитной восприимчивости ($2,4 \cdot 10^{-4}$) мало отличаются от кварцевых диорит-порфиров. Зато дайки аплитов обладают самой низкой из всех изученных пород магнитной восприимчивостью ($1,8 \cdot 10^{-5}$).

Важной особенностью рудоносных скарнов является их относительно высокая магнитная восприимчивость ($4,0 \cdot 10^{-2}$ – $1,6 \cdot 10^{-3}$), что при достаточной мощности скарновых тел позволяет надежно выделять их при магнитной съемке. Высокой магнитной восприимчивостью, соизмеримой с таковой для рудоносных скарнов, обладают также скарнированные туфы ($1,8 \cdot 10^{-2}$ ед. СИ).

Таким образом, выявленная высокая магнитная восприимчивость рудоносных скарнов является их важным поисковым признаком.

Результаты магнитной съемки

Дальнейшая обработка данных магнитной съемки сводится к построению карты графиков (рис. 3) и карты изолиний (рис. 4). При построении первичной карты

Таблица 2

**Осредненные результаты замеров магнитной восприимчивости
горных пород и руд в естественном залегании**

Порода	Неровности за- меряемой поверхно- сти, мм	Кол-во замеров	Значения магнитной восприимчиво- сти в ед. СИ		
			min	max	среднее
Андезит	1-2	43	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$
Филлитовидный аргиллит	1-2	21	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Гравелит	2-3	17	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
Мрамор	0-1	20	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$
Сerpентинит	2-3	24	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$
Кварцевый диорит-порфир	1-2	21	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Лейкократовый гранит	1-2	12	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$
Аплит	0-2	22	$<1,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Гранатовый скарн	1-2	20	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Пироксен-гранатовый скарн	2-3	30	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Геденбергитовый скарн	2-3	16	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Скарнированный туф	1-2	21	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$

изолиний использован стандартный метод интерполяции данных измерений на регулярную сетку (гридирование) «kriging» (крайгинг), описанный в работах [Силкин, 2008; Golden Software Surfer 10, 2011]. Крайгинг используется для построения карт в изолиниях, но, в отличие от обычных алгоритмов оконтуривания, он имеет статистически оптимальные свойства.

Построение карт изолиний затрудняется неравномерностью сети наблюдений: расстояние между профилями значительно, в 10 раз, превышает расстояние между пикетами по профилю, что осложняет межпрофильную корреляцию линейных аномалий. Поэтому применялось принудительное задание направления корреляции по широте, в соответствии с простираемостью основных геологических структур. Наиболее важным является то, что этот метод обеспечивает измерение ошибки или неопределенности поверхности изображаемой изолиниями. Крайгинг использует информацию из полувариограммы для нахождения оптимального множества весов, для оценки поверхности в точках, отличных от точек непосредственного измерения. Поэтому такая технология позволяет не только получить расчетную поверхность, но также определить значение точности или достоверности расчета. Крайгинг создает вариограммы и ковариационные функции для оценки значений статистических зависимостей (называемых пространственной автокорреляцией), которые зависят от модели согласования [Давыденко, Финкельштейн, 2004; Давыденко, 2005].

Полученная таким образом карта изолиний магнитного поля отражает многопорядковые аномалии, включающие, как минимум, региональную и локальную составляющие. Разделение их на отдельные составляющие является первой и необходимой задачей, без решения которой их дальнейшая геологическая интерпретация крайне затруднена. Поэтому дальнейшая обработка результатов и их интерпретация заключалась в построении карт мелкомасштабных (региональных) и крупномасштабных (локальных) аномалий магнитного поля.

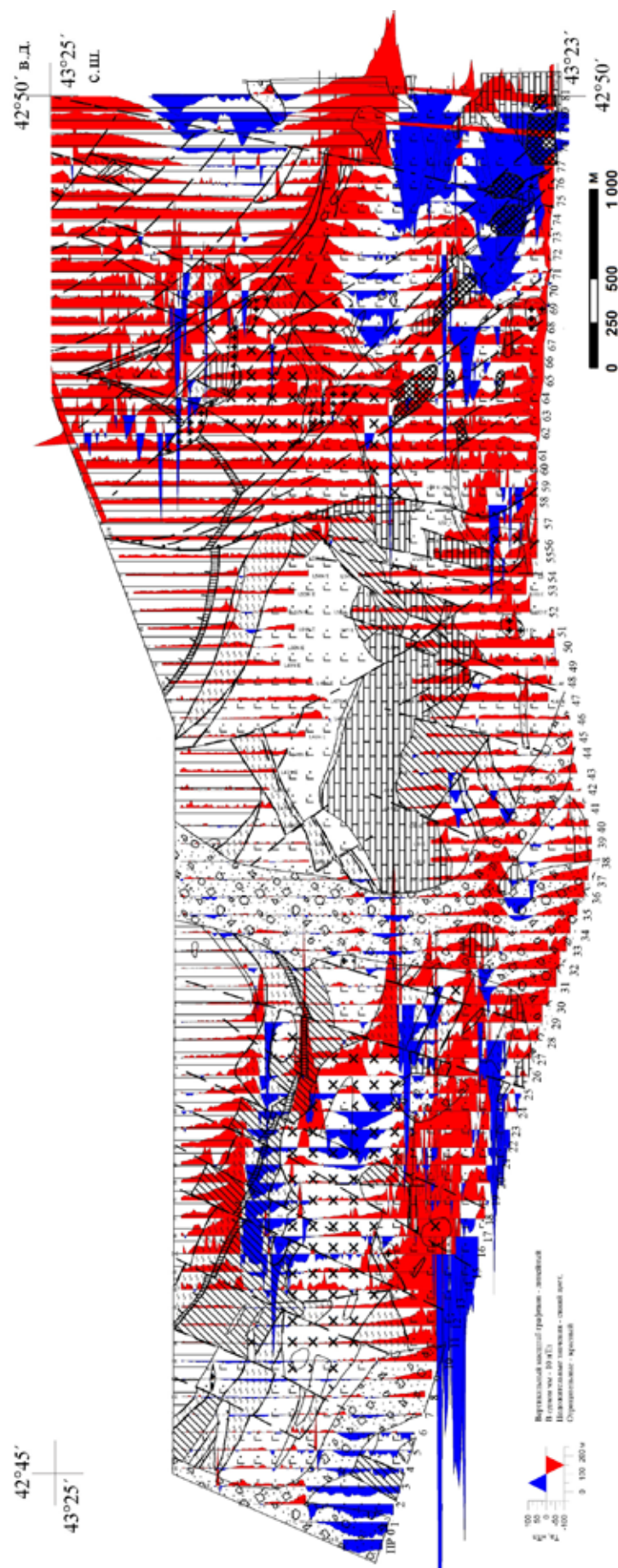


Рис. 3. Карта графиков приращения магнитного поля восточной части Передового хребта на геологической основе

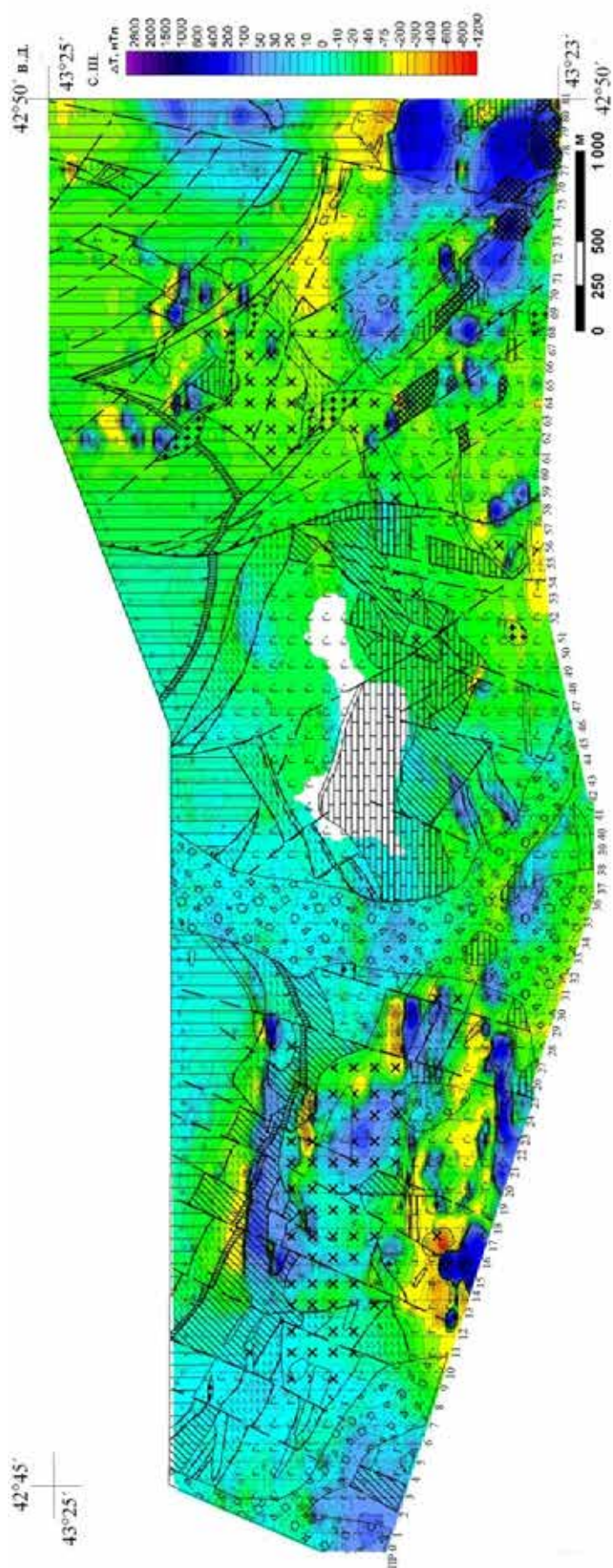


Рис. 4. Карта изолиний приращения магнитного поля восточной части минерагенической зоны
Передового хребта на геологической основе

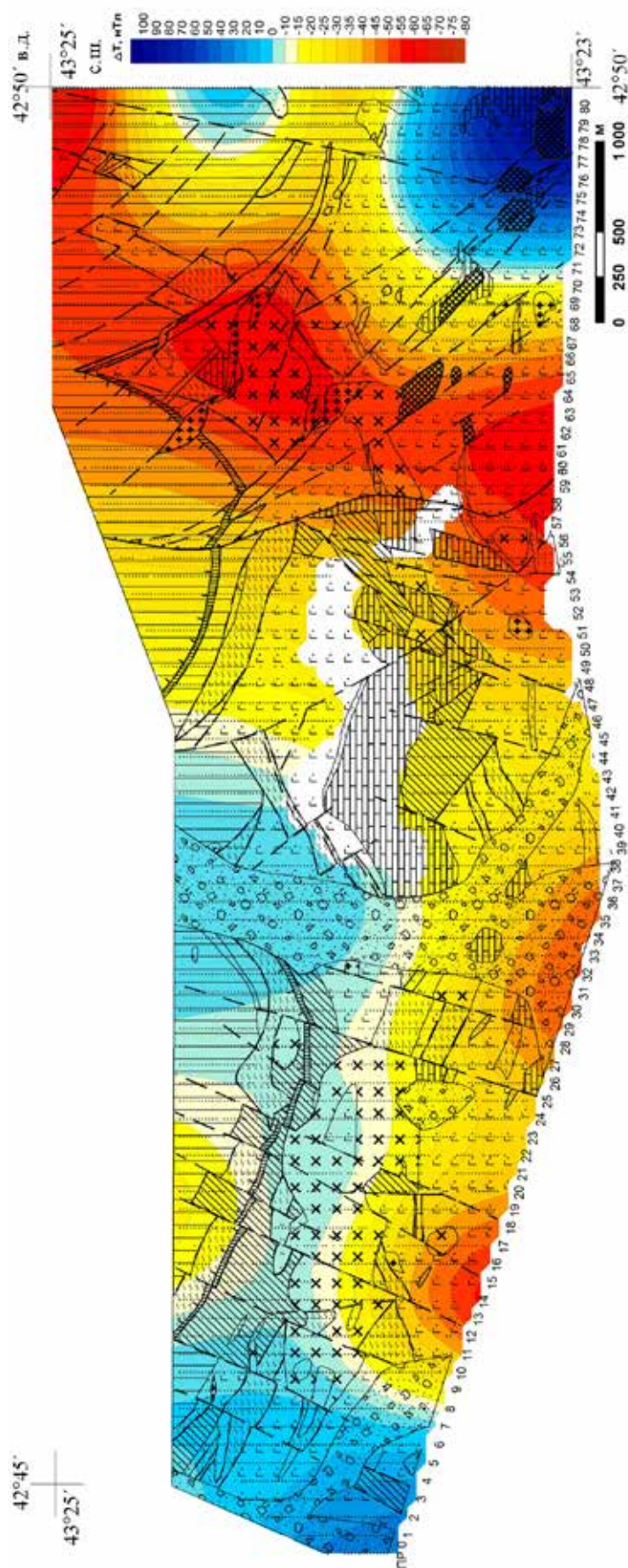


Рис. 5. Карта региональных аномалий магнитного поля восточной части Передового хребта на геологической основе

Региональные аномалии магнитного поля

Региональные аномалии магнитного поля получены в результате низкочастотного сглаживания исходных данных магнитного поля, путем применения к Grid метода цифрового анализа её образа. Процедура реализуется в программе Surfer 10 командой Grid/Filter. Для этих целей используется Nonlinear Filters – Median, при которой задается необходимый размер площадки Filter Size (Rows, Cols), Rows соответствует X, Cols соответствует Y в столбце «Spacing», заданный при создании Grid (исходных изолиний), умноженное на заданное число, т. е. сглаживание вкрест профиля $X 50 \times 15 = 750$ м, а по профилю $Y 50 \times 7 = 350$ м.

Карта региональных аномалий магнитного поля представлена на рис. 5. Она характеризует глубинную геологическую ситуацию на уровне фундамента. На изученном участке общая разница уровня магнитного поля составляет около 180 нТл. Выделяются две наиболее интенсивные положительные площадные аномалии: юго-западная (ПР 0-8) и юго-восточная (ПР 68-81), и часть положительной площадной аномалии уходящей за восточную границу изученной территории. Все эти аномалии никак не коррелируются с приповерхностным геологическим строением территории.

Самая интенсивная из выделенных нами положительных площадных аномалий магнитного поля (с интенсивностью в эпицентре 100 и более нТл) на изученной территории представлена в юго-восточном ее углу северо-западной своей частью. Судя по региональной карте магнитного поля масштаба 1:500000, где выделены аномалии более 100 нТл, она представляет собой относительно изометрическое самостоятельное звено в составе цепочки подобных аномалий с перерывами продолжающейся далее на юго-восток до р. Баксан и далее на правобережье этой реки уже в широтном направлении. Именно к эпицентру этой аномалии приурочен наиболее продуктивный на золото Нижний скарн.

Другая, с менее интенсивным эпицентром (более 30 нТл) площадная аномалия выделяемая в юго-западном углу, также является составной частью региональной аномалии с интенсивностью более 100 нТл, выделяемой на карте масштаба 1:500000. Похожесть ее с юго-восточной аномалией, к которой приурочены золотоносные скарны, позволяет предполагать возможность обнаружения золотоносных объектов к юго-западу от изученной территории. Геохимические предпосылки для этого имеются в виде нескольких металлометрических проб с повышенными содержаниями золота. Еще меньшая по интенсивности аномалия (более 10 нТл) выделяется у восточной границы площади.

Наиболее интенсивная отрицательная площадная аномалия магнитного поля (более –50 нТл) пересекает изученную территорию в северо – северо-восточном направлении, протягиваясь через гору Тырнауз вдоль северо-западного склона хребта Гитче-Тырнауз, и у северной границы площади поворачивает на восток, огибая ранее охарактеризованные положительные площадные аномалии. Она совпадает с положением транскавказского поперечного поднятия, связанного с кайнозойской тектоно-магматической активизацией.

Еще два эпицентра отрицательных аномалий отмечаются у южной границы территории, являясь «заливами» расположенной южнее в зоне Главного хребта крупной отрицательной аномалии с интенсивностью –100 нТл и более.

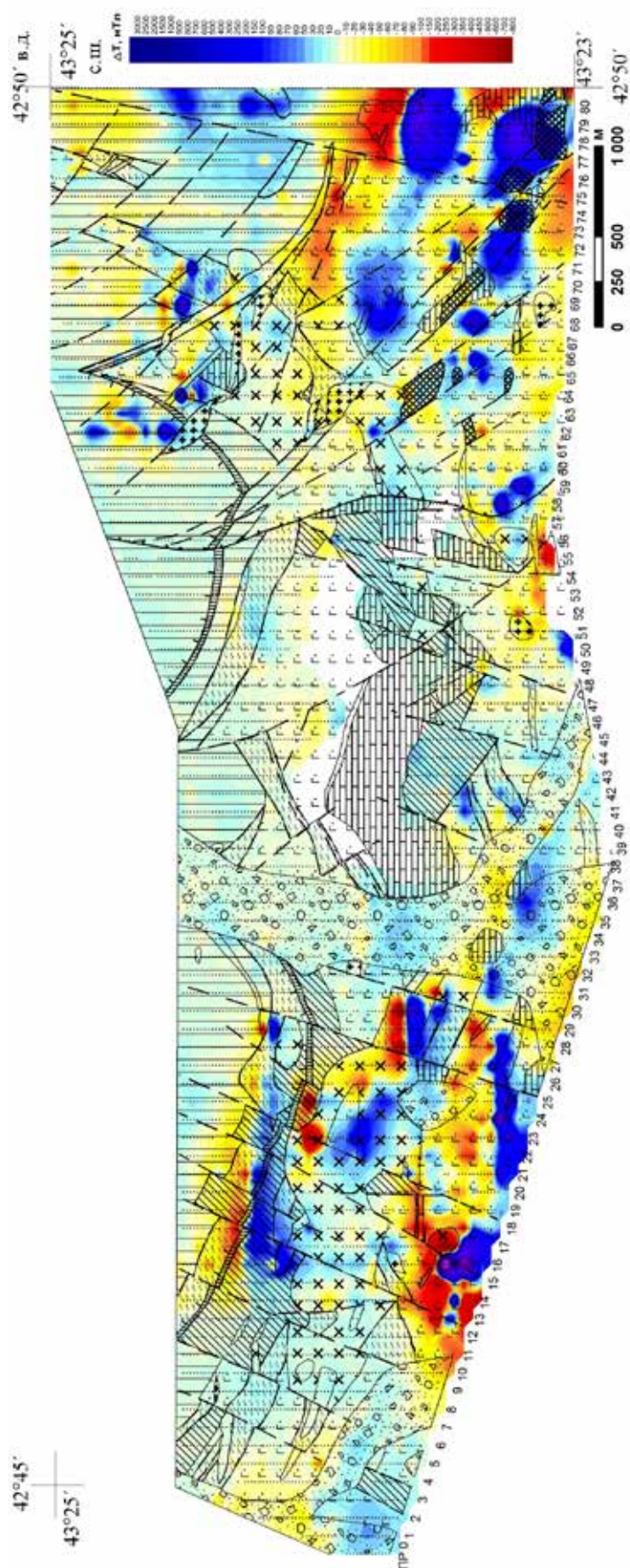


Рис. 6. Карта локальных аномалий магнитного поля восточной части Передового хребта на геологической основе

Локальные аномалии магнитного поля

Локальные аномалии магнитного поля получены путем вычитания из Grid исходного параметра аномалий Grid мелкомасштабных (региональных) аномалий, в результате полученные значения магнитного поля уже не содержат региональной составляющей [Дэвис, 1990]. Процедура производится в программе Surfer 10 командой Grid/Math. Данная команда создает сеточный файл на основе заданной пользователем математической функции вида $C=f(A,B)$, где A и B – входные сеточные файлы, а C – выходной сеточный файл. Заданная функция вычисляется над значениями узлов входных файлов с одинаковыми X-, Y-координатами, а результат вычислений помещается в выходной файл в узел с теми же X-, Y-координатами.

Полученная таким образом карта локальных аномалий магнитного поля представлена на рис. 6. Она отражают неоднородности вблизи дневной поверхности внутри крупных геологических структур, уже выделенных при низкочастотном сглаживания магнитного поля, в том числе связанные с оруденением.

На представленной карте часть исследованной площади, ограниченная ПР 12-32, и восточная ее часть, начиная от ПР 60, отличаются обилием локальных изометричных и линейно-вытянутых положительных и сопровождающих их отрицательных аномалий магнитного поля, обусловленных небольшими по мощности и, судя по аномалиям сопровождения, неглубоко залегающими магнитными телами. Так в западной половине площади аномалии обусловлены телами даек серпентинитов, преобразованных в кварц-карбонатные породы. На севере восточной половины территории подобные аномалии также связаны с телами даек серпентинитов и в связи с ороговикованными и скарнированными разностями туфов.

Наиболее интересные в поисковом отношении аномалии обнаруживаются в южной части восточной половины исследованной площади. Положительные локальные аномалии магнитного поля с отрицательными аномалиями сопровождения здесь связаны с телами гранат-пироксеновых и пироксеновых скарнов, в том числе золотоносных, расположенных в пределах Зыгыркольской рудной зоны (Перевальный, Верхний, Средний и Нижний скарны) и Рудной зоны 69.

Таким образом, локальными аномалиями магнитного поля отмечаются практически все выходящие и не выходящие на поверхность скарны, в том числе золотоносные. В большинстве случаев с этими положительными аномалиями сопряжены отрицательные аномалии магнитного поля, что свидетельствует о достаточно близком от земной поверхности залегании нижнего контакта скарнов и их наклоне в сторону аномалий сопровождения, чаще всего на север. Поэтому локальные аномалии магнитного поля можно предложить в качестве одного из поисковых признаков золотоносных скарнов восточной части Передового хребта.

Литература

1. Ажгирей Г.Д., Баранов Г.И. Геология Большого Кавказа. М., Недра, 1976. 263 с.
2. Баранов Г.И., Кропачев С.М. Стратиграфия, магматизм и тектоника Большого Кавказа на докембрийском и палеозойском этапах развития. Геология Большого Кавказа. М., Недра, 1976. С. 45-153.
3. Гурбанов А.Г., Рехарский В.И., Андрианов В.И. и др.. О временной связи вольфрамового оруденения с гранитами позднепалеозойской диорит-гранитной формации (Северный Кавказ). Изв. АН СССР, сер. геол., 1992, №6. С. 124-132.

4. Давыденко Д. Б., Финкельштейн М. Я. Прогнозирование нефтегазоносности по многоспектральным космоснимкам в среде ГИС ИНТЕГРО // Геоинформатика, 2004. № 1. С. 41-49.
5. Давыденко Д. Б. Прогнозирование полезных ископаемых по дистанционным и геофизическим данным / Проблемы и перспективы комплексного освоения минеральных ресурсов Восточного Донбасса. Ростов-на-Дону. Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. С. 273-290.
6. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. Том 2 // Под ред. Д. А. Родионова; пер. с англ. В. А. Голубевой. М. Недра. 1990. 427с.
7. Емкужев А. С., Емкужев М. С., Парада С. Г. Перспективы развития минерально-сырьевой базы золота и цветных металлов Кабардино-Балкарской республики / Материалы научно-практической конференции «Состояние минерально-сырьевой базы Юга России и перспективы ее развития». Ростов-на-Дону, 2009. С. 76-83.
8. Зеленщиков Г. В., Парада С. Г., Давыденко Д. Б. Опыт применения дистанционной флюидоиндексации для поиска руд благородных металлов и их спутников на юге России // Руды и металлы (специальный выпуск), 2011. №3-4. С. 134-135.
9. Ляхович В. В. Связь оруденения с магматизмом. (Тырныауз). М.: Наука. 1976. 336 с.
10. Матишов Г. Г., Парада С. Г., Давыденко Д. Б. Выбор рудоперспективных площадей по результатам дистанционной флюидоиндексации как фактор рационального недропользования в условиях горных территорий // Устойчивое развитие горных территорий. 2010. № 3 (5). С. 57-62.
11. Матишов Г. Г., Парада С. Г., Давыденко Д. Б. Технологии прогнозирования залежей углеводородов и минеральных месторождений будущей России (на примере южного региона) // Геология и геофизика Юга России. 2011. № 1. С. 20-31.
12. Парада С. Г., Маркин М. Ю., Холод Ю. В., Шишкалов И. Ю. Минерагенические аспекты геохимических исследований Малкинского рудного района // Вестник ЮНЦ. 2011. Т. 7, № 1. С. 47-58.
13. Парада С. Г., Холод Ю. В., Шишкалов И. Ю. Геохимия вторичных ореолов рассеяния Малка-Муштинского рудного узла (Северный Кавказ) // Вестник ЮНЦ. 2011. Т. 7, № 3. С. 55-60.
14. Парада С. Г., Столяров В. В. О роли палеозойских интрузий в локализации золотоносных минерализаций на северном фланге Тырныаузского рудного поля // Вестник ЮНЦ. 2012а. Т. 8, № 2. С. 33-40.
15. Парада С. Г., Столяров В. В. О связи золотого оруденения северного фланга Тырныаузского месторождения с интрузивными комплексами (Кабардино-Балкарская республика) // ДАН. 2012б, том 445, № 4. С. 437-440с.
16. Пэк А. В. Геологическое строение рудного поля и месторождения Тырныауз. Тр. ИГЕМ, М.: Наука, 1962. Вып. 56. 168 с.
17. Пэк А. В., Снежко Е. А., Курдюкова З. И. Новые данные о структуре рудного поля месторождения Тырныауз. В кн.: Проблемы геологии Донбасса и Сев. Кавказа. Новочеркасск, 1970. С. 73-82.
18. Силкин К. Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8: Воронеж: Изд-во ВГУ. 2008. 66 с.
19. Сомин М. Л., Потапенко Ю. Я., Смутьская А. И. Чучкурские ксенолиты и проблема тектонического положения среднепалеозойских вулканогенно-осадочных толщ Передового хребта Северного Кавказа // Докл. Академии Наук. Т. 428, № 3, 2009. С. 368-370.

20. Тамбиев А. С. Палеоструктурный анализ и прогнозирование колчеданного оруденения в базальтоидных комплексах рифтовых зон. Тбилиси, изд. «Сабчота Сакартвело», 1986. 232 с.

21. Ящинин С. Б. Геология, металлогения, рудноминеральные ресурсы Северного Кавказа в начале XXI века. ОАО «Кавказгеология»: Ессентуки, 2008. 198 с.

22. Golden Software Surfer 10. Golden Software, Inc, Colorado, U. S. A. 2011. 60 p.

23. <http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels>

EXPERIENCE OF LARGE-SCALE MAGNETIC SURVEY USE IN SEARCH OF GOLD MINERALIZATION IN THE EASTERN PART OF THE FRONT RANGE (KABARDINO-BALKAR REPUBLIC)

**A. S. Emkuzhev¹, Sc. Candidate (Geol.), S. G. Parada², Sc. Doctor (Geol.),
V. V. Stoliarov², V. A. Tarasov³**

¹Department of Subsoil Resources Management of Kabardino-Balkar Republic, Tarchokova str. 18-a, Nalchik, Kabardino-Balkar Republic, Russia, 360030, e-mail: emku58@mail.ru; ²Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre RAS, Chekhov str. 41, Rostov-on-Don, Russia, 344006, e-mail: parada@ssc-ras.ru; ³NPK «Elgeo», Petrovskaya Cosa str., build. 1, block 1, lit. P, St.Petersburg, Russia, 195196, e-mail: vladtar@yandex.ru.

The eastern part of Front Range was explored and magnetic variations at this site were recorded. On individual profiles the numerical simulation using selection of a two-dimensional model of anomalous objects was conducted. Maps of the magnetic field increment charts and the magnetic field increments isolines were developed, etc.

Keywords: minerageny, magnetic survey, magnetic susceptibility of rocks.

УДК 624.131

О СОЗДАНИИ КАРТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ, КАК ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

© 2013 В. Б. Заалишвили, д.ф.-м.н., проф., А. К. Джгмадзе, Р. Р. Гогичев

Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра РАН и РСО-А, Россия, 362002, Владикавказ, Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru.

В результате проведения исследований созданы карты инженерно-геологического районирования территорий гг. Владикавказ, Беслан, Ардон, Алагир и Дигора. Материалы исследований, составляющие инженерно-геологическую основу карт сейсмического микрорайонирования, представлены в виде набора карт, выполненных в форме ГИС проекта, и содержат информацию, необходимую и достаточную для выделения однородных в инженерно-сейсмогеологическом отношении территориальных единиц.

Ключевые слова: сейсмическое микрорайонирование, инженерно-геологическое районирование.

Опыт изучения последствий сильных землетрясений в РФ и за рубежом, а также анализ результатов работ по сейсмическому микрорайонированию в различных природных условиях свидетельствуют о том, что величина и характер сейсмического воздействия определяются, помимо региональных, многочисленными локальными особенностями геологической среды: литологический состав и физико-механические свойства грунтов, строение геологического разреза, гидрогеологические условия, рельеф, физико-геологические процессы, наличие тектонических разрывов и т. д.

Качество карт сейсмического микрорайонирования, на основании которых определяется сейсмичность строительных площадок, зависит как от полноты и достоверности исходной сейсмологической информации, полученной при общем и детальном сейсмическом районировании, так и от результатов специальных инженерно-геологических исследований, выполняемых при сейсмическом микрорайонировании.

В состав инженерно-геологических исследований входит: сбор и обобщение материалов прошлых лет, комплексная инженерно-геологическая съемка соответствующего масштаба, включающая инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории, геофизические работы, а также камеральные и картографические работы.

В соответствии с принципами крупномасштабного инженерно-геологического картирования, материалы исследований, составляющие инженерно-геологическую основу карты сейсмического микрорайонирования, должны представляться в виде набора карт, содержащих информацию, необходимую и достаточную для выделения однородных в инженерно-сейсмогеологическом отношении территориальных единиц.

ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-Алания, начиная с 2009 года, проводит работы по составлению карт инженерно-геологического районирования населенных пунктов Респу-

блики Северная Осетия-Алания, как основы сейсмического микрорайонирования. Уже составлены карты территорий гг. Владикавказа, Беслана, Ардона, Алагира и Дигора. Проводятся работы по городу Моздок и сел. Чикола.

Проведенные исследования являются одним из разделов (этапов) «Работы по обследованию и паспортизации территорий, разработке стратегий реализации дополнительных мероприятий по повышению защищенности объектов массовой застройки». Проведен анализ большого количества освещающих эту проблему печатных и фондовых материалов и имеющихся в них физико-механических анализов.

В результате работ по сбору и систематизации материалов исследований прошлых лет составляются комплект инженерно-геологических разрезов и карт, отражающих различные аспекты строения районируемой территории.

Построение разрезов и карт производится в соответствии с требованиями нормативных требований, с учетом особенностей строения территории сейсмического микрорайонирования [Республиканские строительные нормы. РСН 60-86].

Карта инженерно-геологического районирования включает обобщение результатов всех выполненных на районируемой территории исследований.

В результате проведения исследований созданы карты инженерно-геологического районирования городов, освещающие вопросы геологического строения, гидрогеологических условий, литологии, морфологии, тектоники, распространения различных типов грунтов на рассматриваемой территории; выделены участки, характеризующие различную глубину залегания галечников или мощности глинистого и суглинистого покрова на галечниках, что является основным параметром, определяющим категорию сейсмичности по СНиП-II-7-81* [Строительные Нормы..., 2000].

Город Владикавказ. Районирование территории города Владикавказа выполнено по двухступенчатой схеме (рис. 1.). За высшую таксонометрическую ступень принят район, выделенный по мощности покровного глинисто-суглинистого слоя, или, что одно и то же, по глубине залегания кровли галечников. Районы разбиты на участки в зависимости от физических показателей, влияющих на сейсмические свойства грунтов. Для данных грунтов – это коэффициент пористости – e и показатель текучести – I_L . Выделены грунты, имеющие коэффициент пористости $e > 0.9$ и показатель текучести $I_L > 0.5$. Грунты, характеризующиеся подобными показателями, являются наиболее опасными для территории и по сейсмическим свойствам относятся к III категории (таб. 1 СНиП II-7-81*). Характерно, что эти грунты распространены на III террасе, характеризуются они относительно большой мощностью (6-25 м) и представлены просадочными обводненными глинами или чередованием их с суглинками [Создание инженерно-геологической основы..., 2009; Джгамадзе и др., 2009; Заалишвили, 2006].

К грунтам II категории относятся валуно-галечники с песчано-глинистым заполнителем более 30% и глинисто-суглинистые грунты твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции ($I_L \leq 0.5$) с коэффициентом пористости $e < 0.9$.

В пределах второй террасы под глинистым покровом (мощность глинистого покрова на галечниках составляет 2.0-2.5 м) залегают валуно-галечники с заполнителем более 30%. Согласно СНиП II-7-81* здесь грунты по сейсмическим свойствам относятся ко II категории [Строительные нормы и правила..., 2000].

Аллювиальные грунты, залегающие в пределах I террасы и поймы р. Терек, с заполнителем менее 30%, по сейсмическим свойствам отнесены к I категории.

При проектировании зданий и сооружений в пределах указанной территории необходимо самое тщательное внимание обратить на количественный состав заполнителя в валуно-галечниках. При выявлении в валуно-галечниках, залегающих под фундаментами сооружений, заполнителя в количестве менее 30%, сейсмичность согласно таб. 1 СНиП II-7-81* должна быть понижена на один балл.

Исходя из гидрогеологических условий территории г. Владикавказа необходимо отметить, что первый от поверхности Земли постоянный водоносный горизонт залегает на глубинах от 134 м до 154 м, а обводненность грунтов в виде верховодки на приращение балльности районируемой территории не оказывает влияния.

Города Беслан и Ардон. Эти города расположены в средней полосе Осетинской наклонной равнины [Джгмадзе, 2007]. Здесь территория характеризуется лучшими грунтовыми условиями с точки зрения сейсмичности (рис. 2, 3).

Анализ пространственной изменчивости частных значений показателей физико-механических свойств грунтов, определённых лабораторными методами с учётом данных о геолого-геоморфологическом строении территории, литологических особенностях грунтов, позволяет выделить в пределах указанных городов, в основном, 2 инженерно-геологических элемента (ИГЭ) – грунты I и II категорий. Только лишь в северо-восточной части города Беслан на территории Бесланского кирпичного завода узкой полосой распространяются пролювиальные глинистые грунты III категории [Джгмадзе и др., 2010].

На основной части г. Беслан и по всей территории г. Ардон первым от поверхности ИГЭ повсеместно являются суглинки, почвенный слой и технический грунт, покрывающие галечниковые отложения. Эти грунты залегают от поверхности, в основном, до 1,0 м, очень редко, на отдельных участках, до 3,5 м [Джгмадзе и др., 2011].

Ввиду того, что на исследованных территориях фундаменты зданий опираются на галечниковые грунты, после снятия относительно тонкого слоя выше указанных грунтов, характеристики этих грунтов, покрывающих галечники, не приводятся и не отражаются на карте инженерно-геологического районирования.

Города Алагир и Дигора (рис. 4, 5). Основная часть территории города Алагир (поймы и III терраса рр. Ардон и Цраудон), в пределах которой суглинистые грунты (с мощностью до 2-х метров) подстилаются галечниками, с включениями валунов, с песчаным и песчано-суглинистым заполнителем менее 30%, грунтами по сейсмическим свойствам I категории, на которой располагается, в основном, город [Джгмадзе и др., 2012; Заалишвили и др., 2007]. По отдельным скважинам (№№ 16, 25, 29, 37, 64, 78 и 88) зафиксировано содержание заполнителя в галечниках более 30%. На этих локальных участках на карте выделены грунты II категории.

В северо-западной части районируемой территории в пределах III террасы от поверхности распространяются аллювиальные суглинки и глины, мощностью до 5,0 м. Они соответствуют грунтам II категории (рис. 4).

В северной части территории города Дигора [Джгмадзе и др., 2013], где мощность глинистого чехла колеблется в пределах 2-10 м, грунты разделяются на II категорию (мощность глинистых грунтов 2-5 м) и III категорию (мощность глинистых грунтов 5-10 и более метров) (рис. 5).



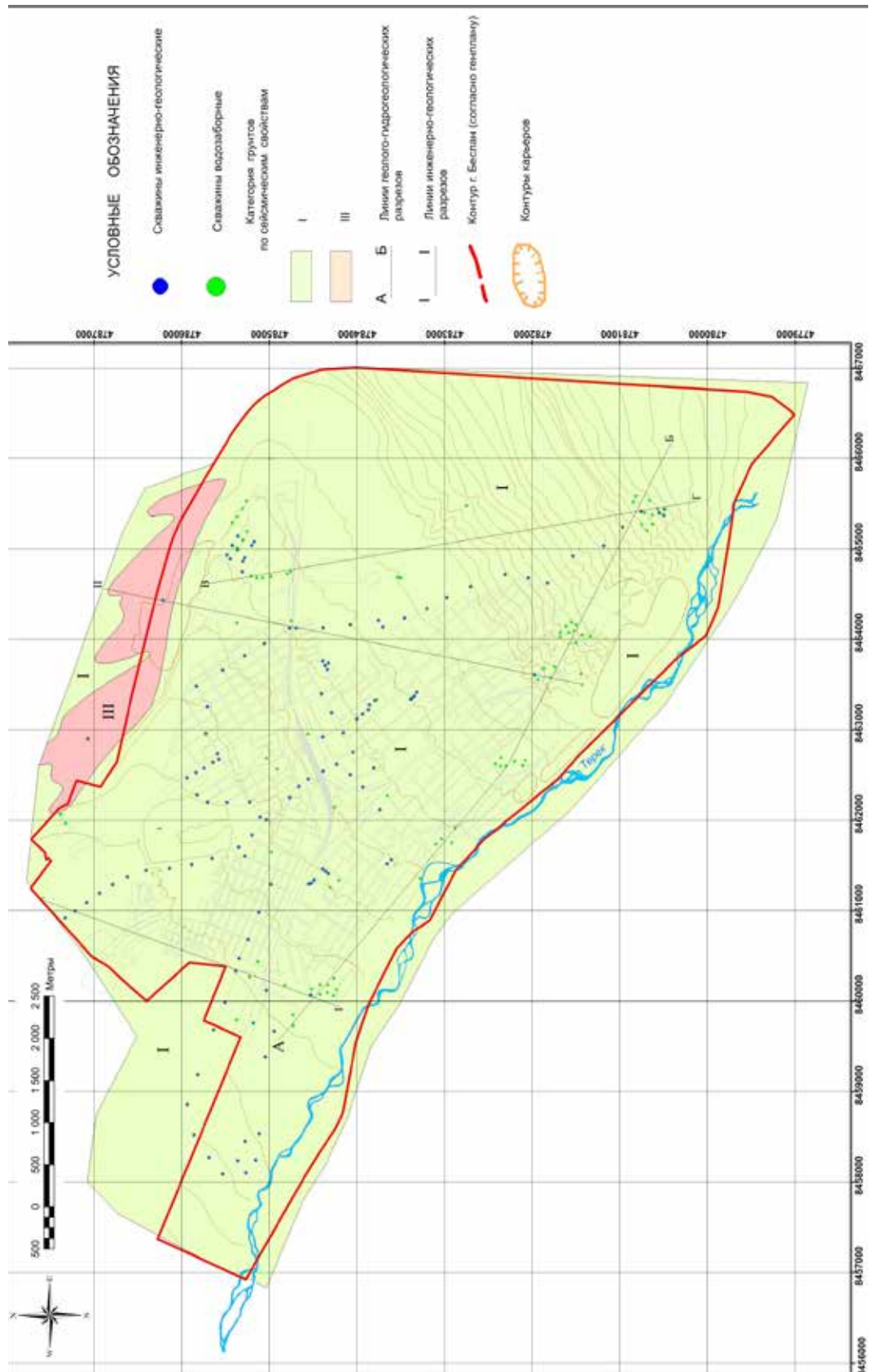


Рис. 2. Карта инженерно-геологического районирования г. Беслан

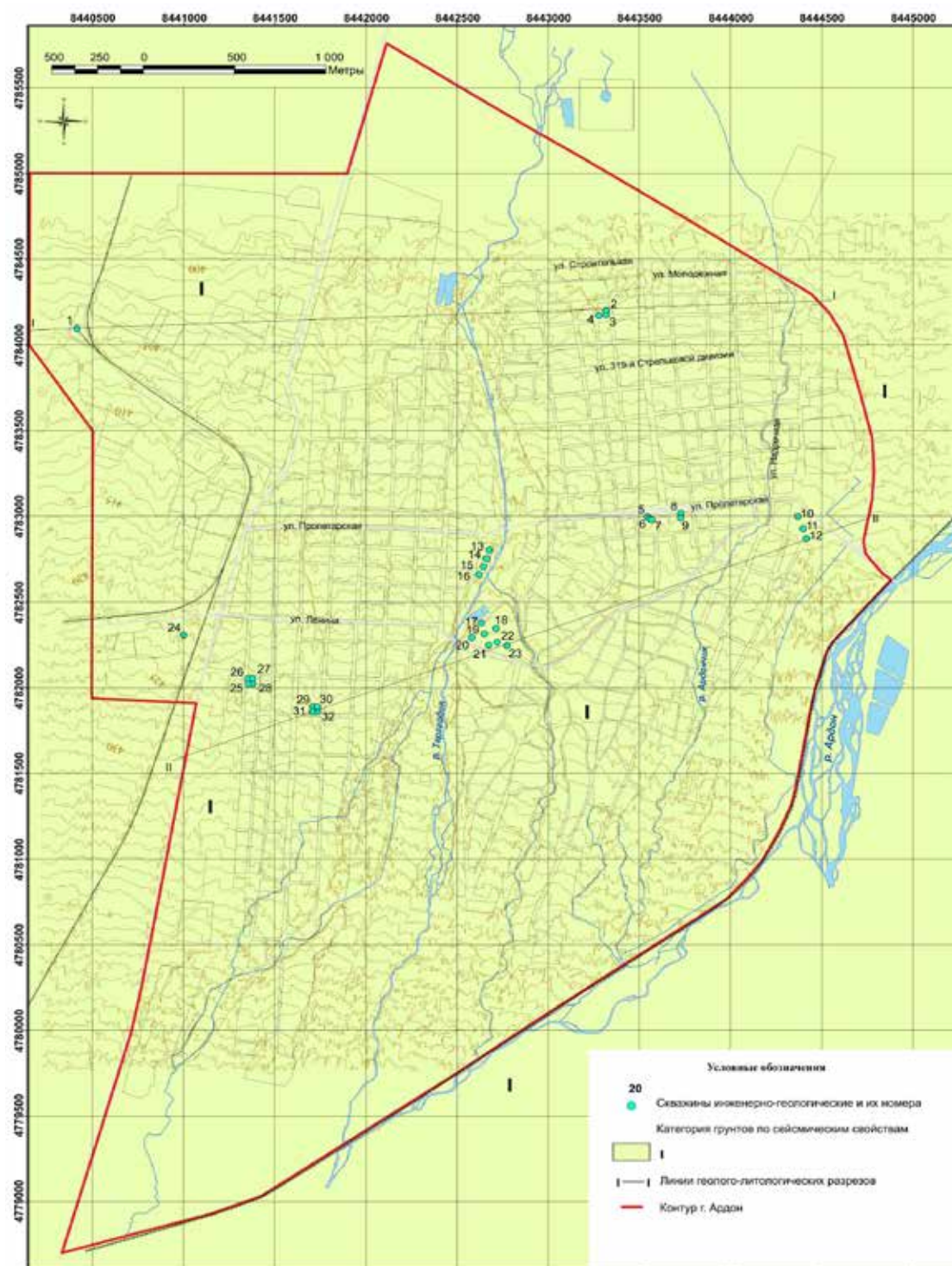
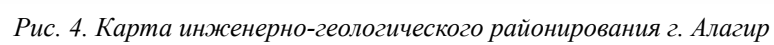


Рис. 3. Карта инженерно-геологического районирования г. Ардон



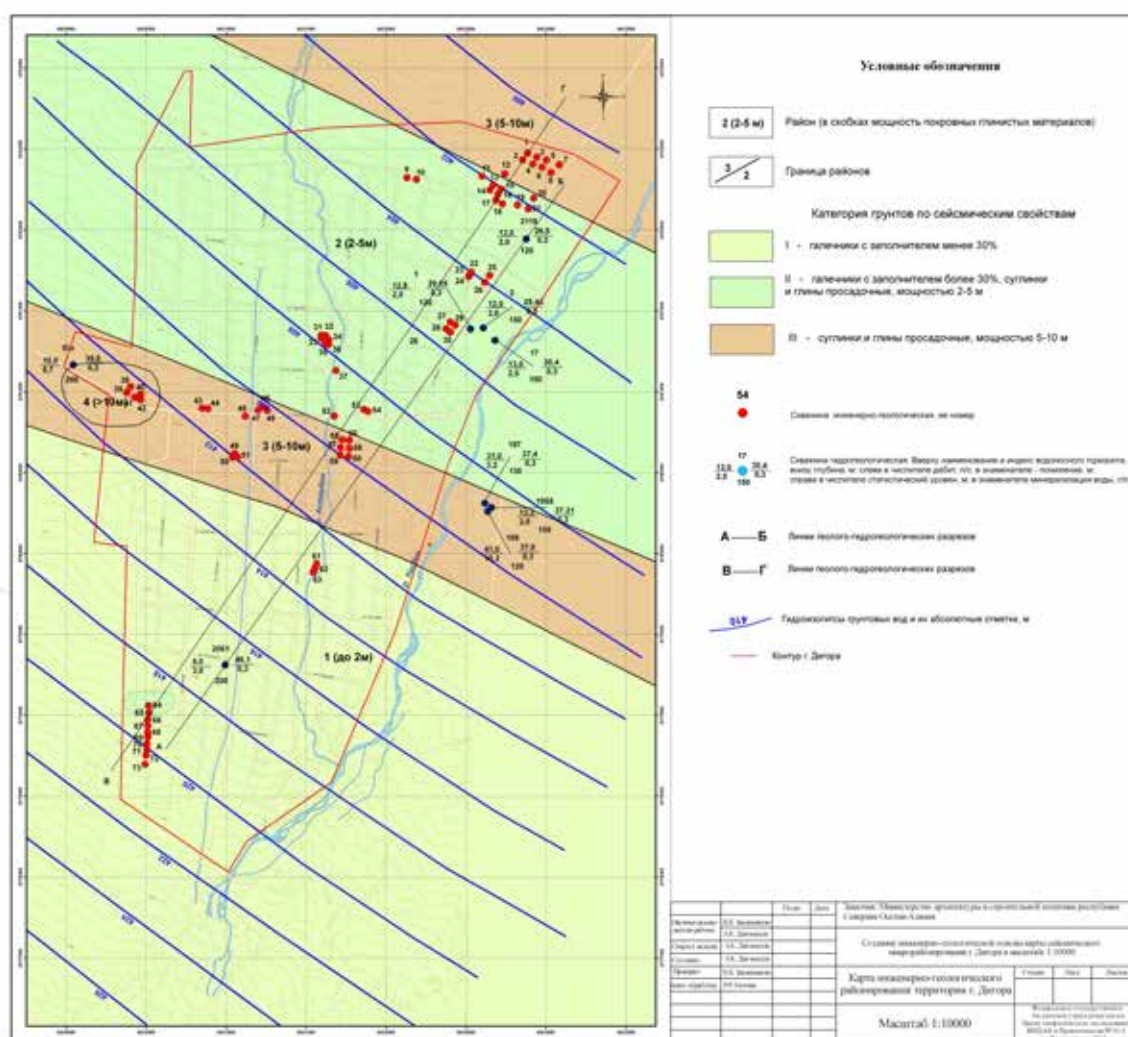


Рис. 5. Карта инженерно-геологического районирования г. Дигора

Южная часть города Дигора, в пределах которой суглинистые грунты (с мощностью до 2 метров) подстилаются галечниками, с включениями валунов, с песчаным и песчано-суглинистым заполнителем менее 30%, по сейсмическим свойствам относятся к I категории. На локальном участке, на западе города галечники с заполнителем более 30% отнесены ко II категории.

Нормативное значение плотности галечниковых грунтов принимается $2,1 \text{ т/м}^3$, модуль деформации – 60 МПа, угол естественного откоса – 40° . Коэффициент фильтрации галечников имеет значительные колебания в зависимости от заполнителя и уплотнённости. По материалам опробования гидрогеологических скважин коэффициент фильтрации галечников с песчаным и песчано-глинистым заполнителем изменяется в диапазоне 20-25 м/сутки.

Составленные карты инженерно-геологического районирования населенных пунктов РСО-Алания не являются окончательными документами. На последующих этапах работ карты будет совершенствоваться.

Литература

1. Джгмадзе А.К. Отчет о результатах гидрогеологических исследований на Бесланском месторождении пресных подземных вод с подсчетом запасов по состоянию на 01.10. 2005г, СКФ ФГУ «ТФИ по ЮФО» г. Владикавказ, 2007.
2. «Создание инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования г. Владикавказа (северная часть, правый берег р. Терек) в масштабе 1:10000», г. Владикавказ, ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-Алания, 2009.
3. Джгмадзе А.К. и др. «Создание инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования г. Владикавказа (западная часть, левый берег р. Терек) в масштабе 1:10000», г. Владикавказ, ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-Алания, 2009.
4. Джгмадзе А.К. и др. «Создание инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования г. Беслана в масштабе 1:10000», г. Владикавказ, ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-Алания, 2010.
5. Джгмадзе А.К. и др. «Создание инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования г. Ардона в масштабе 1:10000», г. Владикавказ, ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-Алания, 2011.
6. Джгмадзе А.К. и др. «Создание инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования г. Алагир в масштабе 1:10000, г. Владикавказ, ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-Алания, 2012.
7. Джгмадзе А.К. и др. «Создание инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования г. Дигора в масштабе 1:10000» г. Владикавказ, ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-Алания, 2013.
8. Заалишвили В.Б. Основы сейсмического микрорайонирования. Владикавказ: ВНИЦ РАН и РСО-А, 2006. 242 с.
9. Заалишвили В.Б. и др. Отчет «Разработка карты общего сейсмического районирования территории (ОСР) Республики Северная Осетия – Алания в масштабе 1:200000». Фонды ГФЦЭД ВНИЦ РАН и РСО-А. Владикавказ, 2007.
10. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81*. Минстрой России. Москва. 2000.

DEVELOPMENT OF ENGINEERING GEOLOGICAL ZONING MAPS OF THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA-ALANIA SETTLEMENTS, AS THE BASIS OF SEISMIC MICROZONATION

V. B. Zaalishvili, Sc. Doctor. (Phys.-Math.), prof., A. K. Dzhgamadze,
R. R. Gogichev

Center of Geophysical Investigations of VSC RAS and RNO-A, Markova str. 93a,
Vladikavkaz, Russia, 362002, e-mail: cgi_ras@mail.ru

The engineering-geological zoning maps of cities were developed in the result of investigations performed. The zoning of cities Vladikavkaz, Beslan, Ardon, Alagir and Digora is completed. The results of research that are engineering-geological base of seismic microzonation maps are given as a set of maps in GIS project form, and contain the information necessary and sufficient for allocation of territorial units homogenous in engineer and seismo-geological respect.

Key words: seismic microzonation, engineering geological zoning.

УДК 616-006

ОНКОЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ Г. ВЛАДИКАВКАЗА И ЕГО ВЗАИМОСЯЗЬ С РАЗЛИЧНЫМИ ФАКТОРАМИ

© 2013 В. Б. Заалишвили, д.ф.-м.н., проф., О. Г. Бериев, д.м.н., проф.,
О. Г. Бурдзиева, к.г.н., Т. В. Закс, к.м.н., А. С. Кануков

Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и PCO-A, Россия, 362002,
г. Владикавказ, ул. Маркова 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru.

Изучено развитие новообразований у жителей г. Владикавказ и проведен анализ зависимости роста онкозаболеваемости от удаленности от промышленных объектов. Разработана база данных с целью обработки полученных данных.

Ключевые слова: новообразования, окружающая среда, опасные природные явления.

В связи с растущим антропогенным воздействием охрана окружающей среды превратилась в глобальную проблему. Вклад в загрязнение окружающей среды вносит горнодобывающая промышленность, доля которой в загрязнении среды значительна.

В условиях гористого рельефа проблема еще более обостряется из-за ограниченности и замкнутости пространства [Бериев и др., 2010]. Факторы, влияющие на состояние окружающей среды, в условиях высокогорья носят приоритетный характер из-за особых признаков ландшафтного, территориального и географического плана [Голик и др., 2007].

Необходимо также отметить, что источниками рисков являются практически все виды природных явлений и процессов геологического, гидрогеологического и метеорологического характера. Одними из наиболее опасных природных явлений в условиях гористого рельефа являются землетрясения. С точки зрения их распространения по территориям и регионам наиболее опасными природными явлениями на территории России являются землетрясения (около 20% территории потенциально подвержено воздействию землетрясений интенсивностью 7 баллов и более).

Помимо своего прямого разрушительного воздействия землетрясение может стать причиной экологической катастрофы на территориях, где расположены промышленные предприятия производящие или перерабатывающие опасные химические вещества.

Оценки потерь от землетрясений, сделанные по мировым данным страховой компании Munich Re, показывают, что число событий с тяжелыми последствиями во всём мире в период 1986-1995 гг. увеличилось по сравнению 1960-ми годами в 3,2 раза, а объём потерь возрос 15,4 раза [Оценка сейсмической опасности..., 1997]. Анализ причин увеличения потерь свидетельствую о том, что это – далеко не случайное явление, а необратимые последствия быстрого роста населения, промышленности, инфраструктуры, коммерческой и экономической деятельности в крупных городах и промышленных центрах, расположенных в сейсмоактивных районах.

Размещаемые в стесненных условиях отходы добычи и переработки создают экологически напряженную обстановку в регионах и способствуют деградации

природной среды. Экологическая емкость биосферы горных систем по сравнению с равнинными территориями ограничена, поэтому техногенное вмешательство в систему горных ландшафтов требует взвешенного подхода [Бурдзиева, Шевченко, 2010].

Территория Северной Осетии расположена в зоне высокой сейсмичности [Заалишвили и др., 2006, 2013]. Здесь с помощью методов палеосейсмологии т.н. «тренинга» неопровержимо выявлены проявления в указанном районе исторических землетрясений с 9-10 балльной интенсивностью [Рогожин и др., 2004]. Кроме того, сейсмический риск – наибольший именно в Республике т.к. здесь при высокой сейсмической опасности наибольшая плотность населения [Заалишвили и др., 2006, 2012]. В 2007 г. на основе зон ВОЗ (возможных очагов землетрясений), составленных Е. А. Рогожиным (рис. 1), сотрудниками ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А были составлены вероятностные карты сейсмической опасности территории РСО-А [Заалишвили и др., 2007, 2011].

ЗОНЫ ВОЗ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ

(Е.А.Рогожин, 2007)

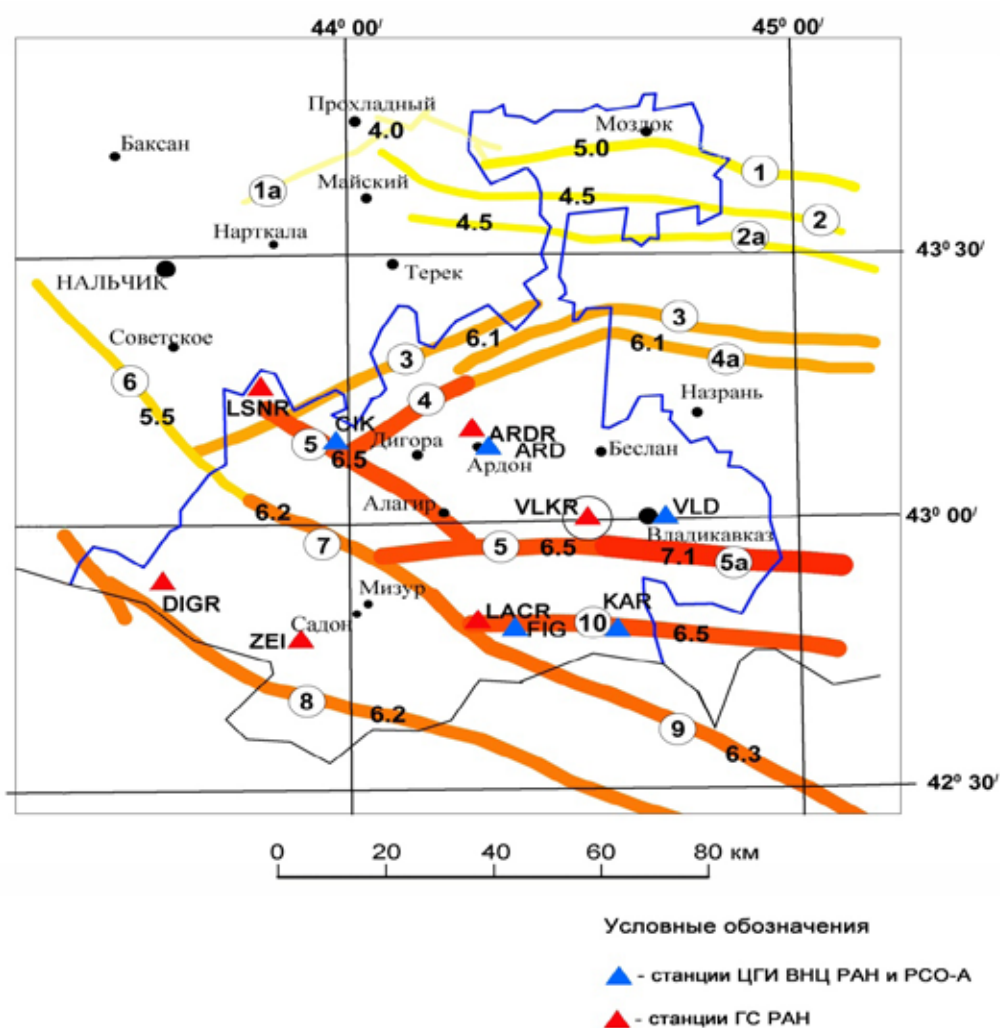


Рис. 1. Карта зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) на территории Республики Северная Осетия-Алания (Е. А. Рогожин, 2007)

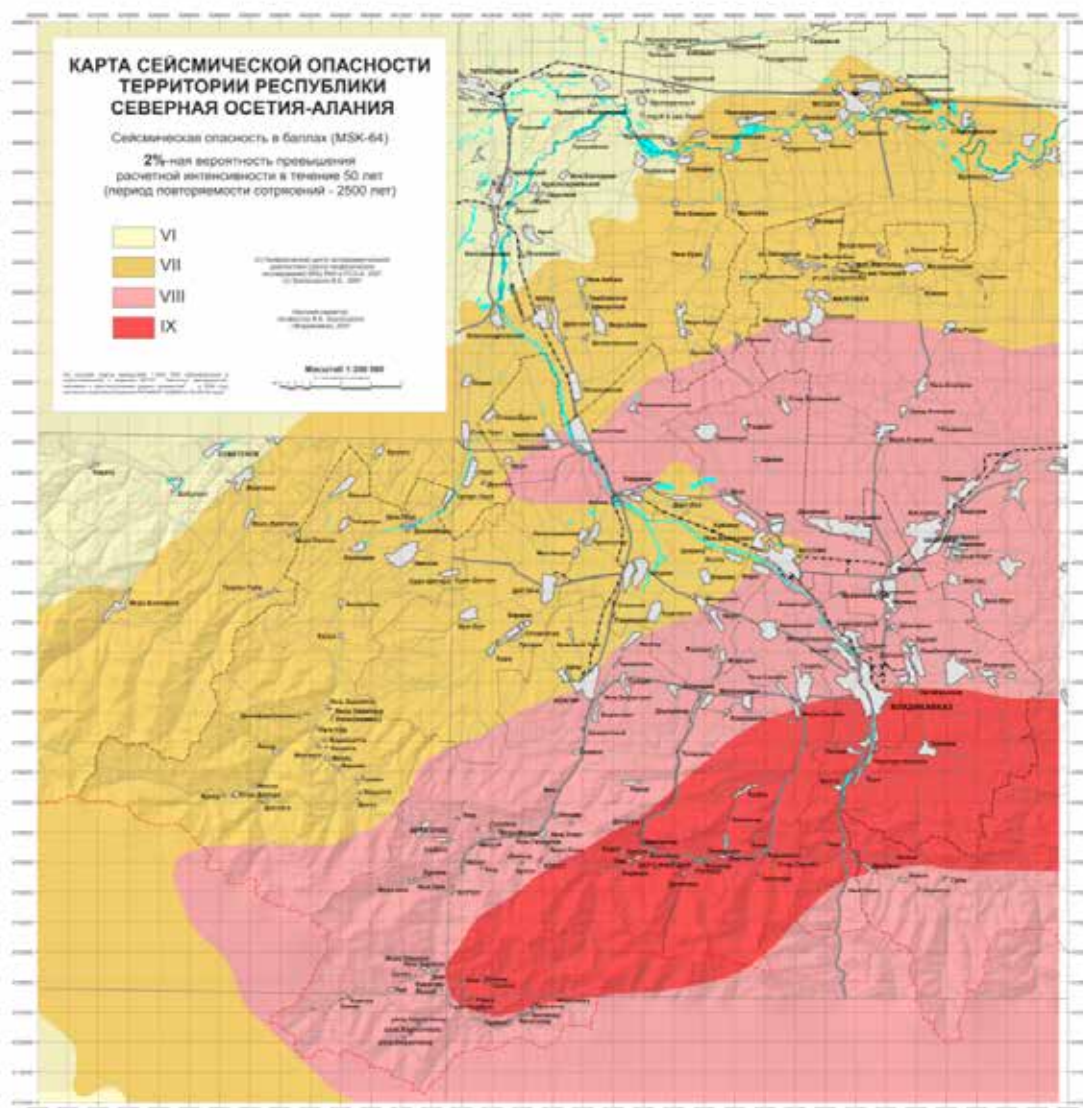


Рис. 2. Карта сейсмической опасности территории Республики Северная Осетия-Алания

Согласно картам сейсмической опасности на территории Республики для ответственных объектов, а мы вполне можем отнести к таким объектам рассматриваемые хвостохранилища, вся южная часть Республики расположена в пределах 9-балльной интенсивности [Заалишвили и др., 2007, 2011] (рис. 2).

При землетрясениях даже с интенсивностью 5 баллов обширная площадка, сложенная тем или иным видом грунтов, и занятая хвостохранилищем, будет подвергаться значительному воздействию. При этом, очевидно, что природный объем раствора, с растворенными в нем металлами, увеличится, ускорится выщелачивание минералов, наконец, повысится объем проникновения токсических веществ в почву и расширится площадь загрязнения. Токсические вещества, более менее «законсервированные» до поры до времени в донных отложениях, например р. Ардон, еще более увеличат загрязненность территории, в результате того, что течение реки большую их часть унесет в устье, загрязняя, в свою очередь, и его. Известно, что даже при слабых землетрясениях т. н. вторичные опасности (например, оползни или пожары) могут многократно превысить сейсмический риск от собственно

землетрясения. При сильных землетрясениях процесс выщелачивания значительно увеличится, а последствия, формируемые подобной вторичной опасностью, могут безо всякого сомнения, во много раз превысить потери от первичных источников.

Целью нашего исследования было изучение развития новообразований у жителей урбанизированной горной территории на примере города Владикавказа. Заболеваемость изучалась в зависимости от удаления металлургических предприятий, расположенных в северо-восточной части города. Ореол рассеяния тяжелых металлов от предприятий выявляется на площади около 40 км², в пределах которого содержание металлов на порядок превышает среднюю концентрацию.

Для обработки и последующего анализа полученных данных о новообразованиях была разработана специальная база данных (рис. 3). Формирующие параметры базы включали местожительство, пол, возраст больного, локализация поражения тела больного (головной мозг, гортань, желудок, женские половые органы, щитовидная железа, кишечник, кожа, кости, кровь, легкие, лимфоузлы, лицо, молочная железа, мужские половые органы, печень, почки, предстательная железа), всего 17 наименований (Ф. И. О. больных по этическим соображениям в первичные данные не включены). Больные были разделены на несколько групп по возрасту до 20 лет, 20-29 лет, 30-39 лет, 40-49 лет, 50-59 лет, 60-69 лет и 70 лет и старше.

ГВА : база данных (формат Access 2002 - 2003) - Microsoft Access

Режим формы

Данные

Код: 1

Год: 2005

Возраст: 60-69

Пол: ж

Локализация: Лицо

Улица:

Дом: 8

Корпус:

Квартира: 85

Записи: 1 из 4732

Поиск

Рис. 3. Диалоговое окно базы данных новообразований населения г. Владикавказа

Нами также учитывалось направление розы ветров для исследования влияния воздушных потоков на распространение загрязняющих веществ и их возможное влияние на онкозаболеваемость населения.

Основными преобладающими направлениями годовых воздушных потоков являются следующие (по многолетним данным метеостанции «Владикавказ»):

- о Север – 9%
- о Северо-восток- 9%
- о Восток – 5%
- о Юго-восток – 20%
- о Юг – 19%
- о Юго-запад – 9%
- о Запад – 16%
- о Северо-запад- 13%
- о Штиль – 33%

Кроме того, была проанализирована зависимость числа случаев онкозаболеваний от расстояния до промышленных объектов на единицу площади (рис. 4). Анализ зависимости показывает, что с увеличением расстояния до промышленных объектов число случаев на единицу площади уменьшается. При этом была построена логарифмическая линия тренда, которая наиболее полно описывает вид исходной кривой. Значение величины достоверности аппроксимации составляет 0,806, что является достаточно точным приближением.

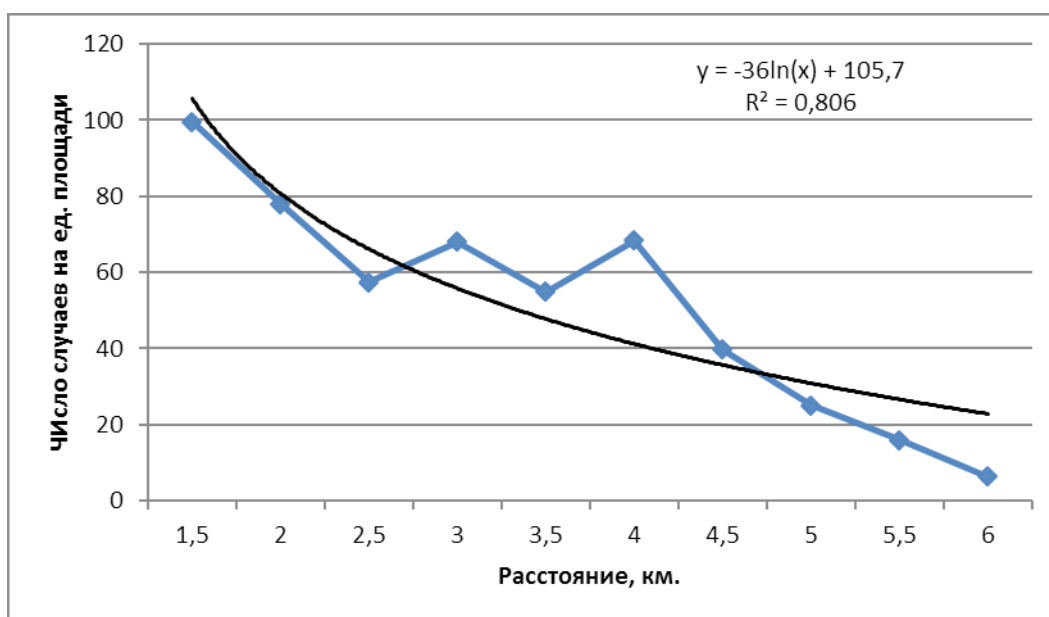


Рис. 4. Зависимость числа случаев онкозаболеваний от расстояния до промышленных объектов на единицу площади

Необходимо отметить, что в процессе поиска вида кривой были также рассмотрены экспоненциальная, линейная, полиномиальная и степенная виды аппроксимации. Выбор конечной формулы производился по двум параметрам и критериям:

1. Соотношение должно было иметь физический смысл, то есть не давать отрицательных значений и должна стремиться к нулю с увеличением расстояния. На основе анализа были исключены линейная, полиномиальная и степенная виды аппроксимации, как не удовлетворяющие данному условию.

2. Значение величины достоверности аппроксимации должно быть близко к единице.

Помимо общей кривой зависимости числа случаев онкозаболеваний от расстояния до промышленных объектов на единицу площади были построены аналогичные кривые для всех возрастных групп, локализаций болезни и по половому признаку.

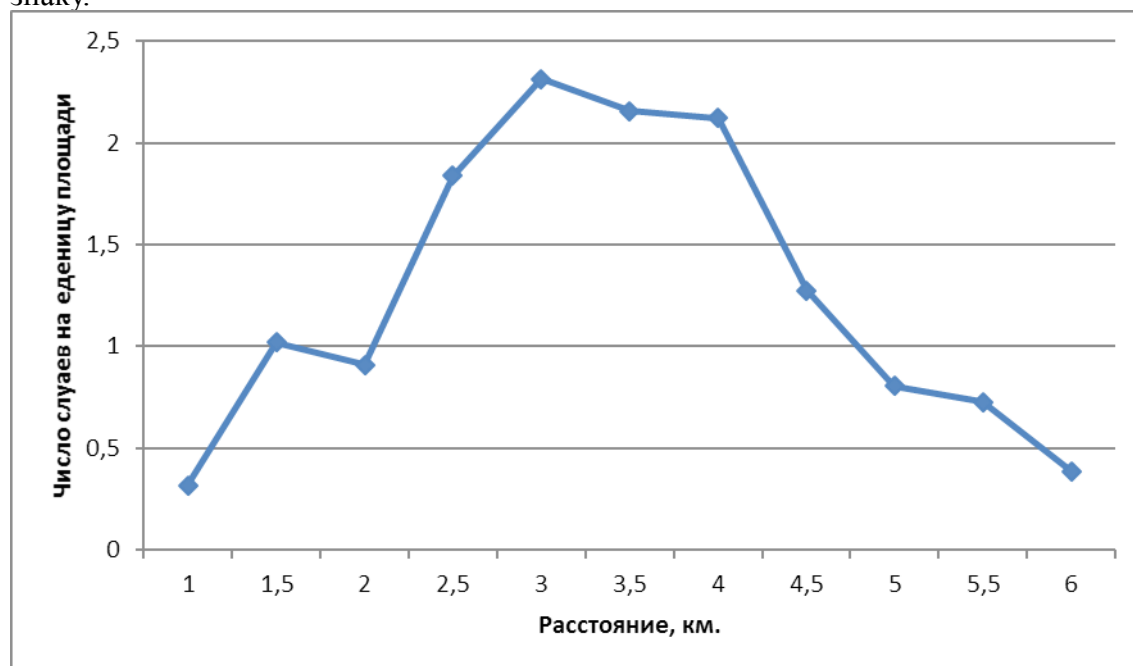


Рис. 5. Зависимость числа случаев онкозаболеваний лимфоузлов от расстояния до промышленных объектов на единицу площади

Было выявлено, что не для всех возрастных групп и локализаций болезни справедливы кривые корреляции зависимости от расстояния. На рис. 5 представлена такая зависимость для лимфоузлов. Такой вид кривой является классическим случаем распределения Пуассона.

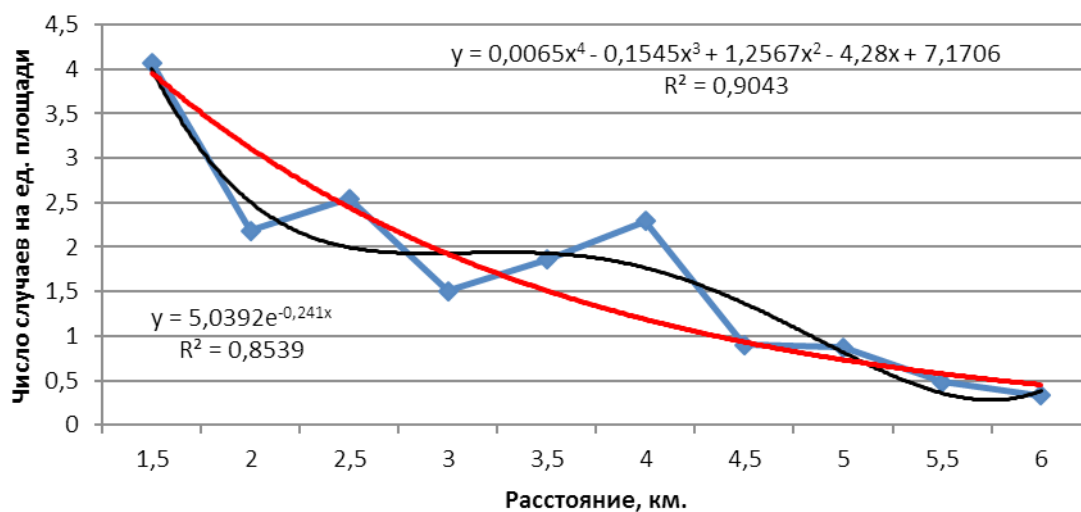


Рис. 6. Зависимость числа случаев онкозаболеваний мочевого пузыря от расстояния до промышленных объектов на единицу площади

В то же время, отдельные группы имеют хорошо выраженную зависимость числа заболеваний от расстояния (рис. 6). Хорошо видно, что в пределах с 2,5 км до 4,5 км имеет место определенное снижение скорости падения кривой.

Наиболее тесная корреляция между особенностями ветровых потоков и онкологической заболеваемостью наблюдается для возрастной группы до 20 лет и по локализации болезней крови, щитовидной железы, мочевого пузыря. Данная локализация характерна для всех возрастных групп.

Для указанных групп населения наибольшая плотность заболеваний наблюдается в северо-западном, западном и южном направлениях, что соответствует преобладающим направлениям воздушных потоков.

Полученные данные говорят о необходимости проведения более объёмного и детального исследования зависимости антропогенных факторов на развитие новообразований у населения города Владикавказа.

Также были построены карты на основе информации о количестве людей, обслуживаемых поликлиниками и числа случаев заболеваний. Таким образом, удалось выделить наиболее опасные зоны, в которых число заболеваний имеет наибольшее значение.

Таблица 1

Заболеваемость новообразованиями по поликлиникам г. Владикавказа

Номер поликлиники	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Среднее значение
1	4,36	4,36	3,83	4,03	3,77	4,15	4,08
3	2,52	2,22	2,60	4,32	3,82	2,98	3,08
4	4,68	4,62	4,03	3,89	4,56	4,59	4,39
5	3,01	3,09	3,35	3,17	2,78	3,42	3,14
7	3,25	2,24	2,68	3,16	2,32	2,81	2,74

По общепринятой методике поликлинического территориального районирования по границам обслуживания поликлиник были получены значения заболеваемости за разные годы, а также среднее значение за несколько лет, которое и было вынесено на карту (рис. 7).

Анализ построенных карт для различных возрастных групп, а также видов локализаций, позволяет заключить, что особенности направлений воздушных потоков и непосредственная близость зданий и сооружений промышленных предприятий «Электроцинк» и «Победит», а также хвостохранилища формируют наибольший негативный вклад для возрастной группы до 20 лет. Необходимо отметить, что подобное воздействие также наиболее отчетливо проявляется для онкологических больных с вполне определенными локализациями (кровь, мочевой пузырь и щитовидная железа).

Следует отметить, что из данных таблицы 1 и карты 7 следует вывод о взаимосвязи воздушных потоков, а также загрязненности территории и онкозаболеваемости населения. К примеру, в западном направлении, где Роза Ветров имеет большое значение вектора, наблюдается падение процента больных при достаточном удалении от промышленных предприятий. Наибольший же процент больных расположен в южном направлении от промышленных предприятий, что также соответствует Розе Ветров (наибольший вектор направлен именно на юг) и карте за-

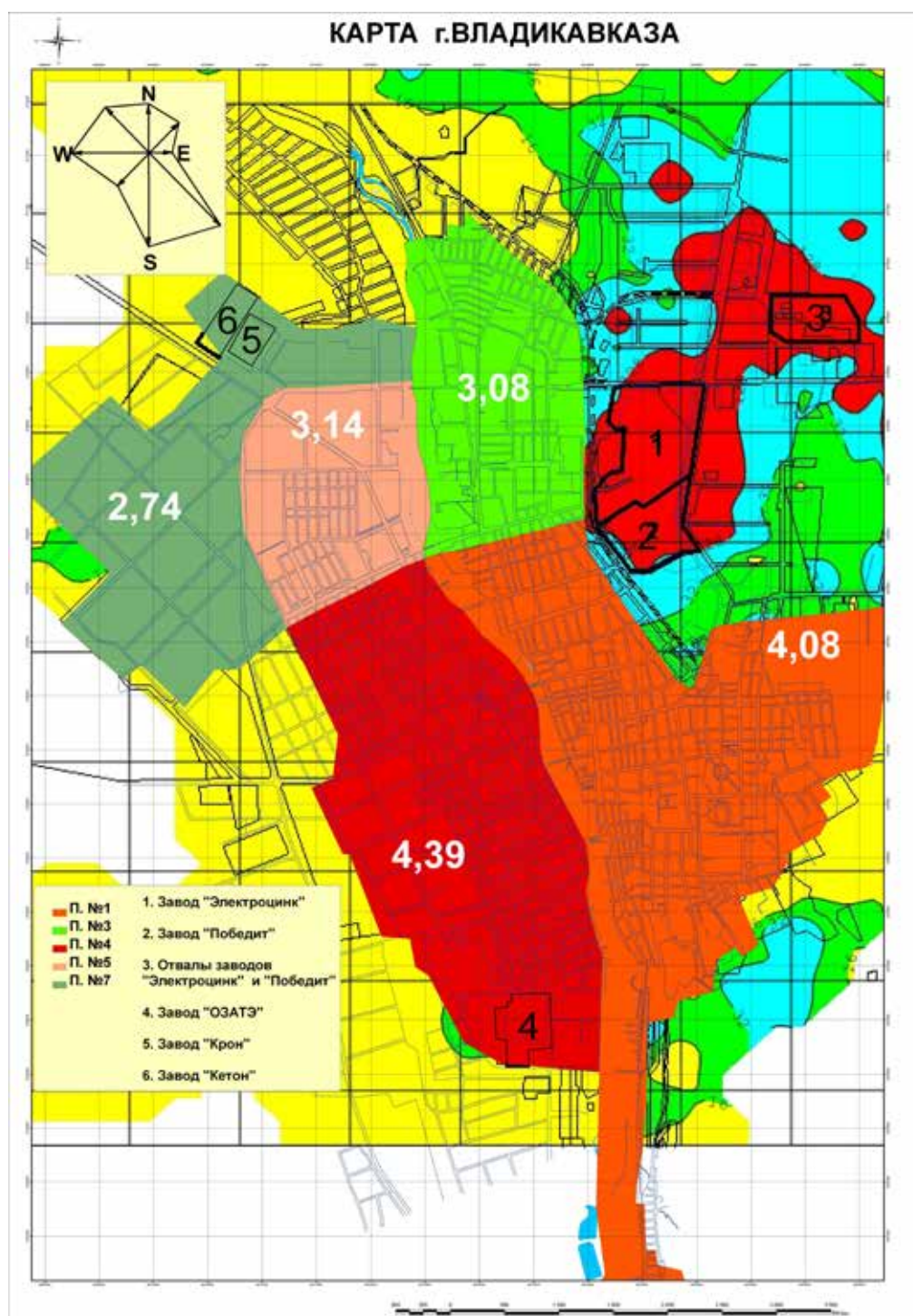


Рис 7. Заболеваемость новообразованиями по территории городских поликлиник.

грязнённости территории. Увеличение процента больных в левобережной части по сравнению с правобережной связано с тем, что в зону обслуживания поликлиники № 1, обслуживающей правобережную часть, входят близлежащие сёла, в которых влияние загрязнённости значительно меньше.

Кроме того, необходимо отметить, что при достаточно сильном землетрясении может произойти выброс в окружающую среду вредных веществ, обрушение хвостохранилищ, нарушение их целостности, загрязнение почвы, грунтовых вод, рек

и воздушных масс, что может стать причиной резкого увеличения заболеваемости населения.

Выводы

- Изучено распространение новообразований у жителей урбанизированной горной территории на примере города Владикавказа. Построена карта заболеваемости новообразованиями для территории города Владикавказа.
- Размещаемые в стесненных условиях отходы добычи и переработки создают экологически напряженную обстановку в регионах и способствуют деградации природной среды, частью которой является население.
- Учитывалось направление Розы ветров для исследования влияния воздушных потоков на распространение загрязняющих веществ и их возможное влияние на онкозаболеваемость населения.
- Заболеваемость новообразованиями анализировалась в возрастных группах до 20 лет, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70 лет и старше.
- Анализ данных показал, что наиболее тесная корреляция между особенностями ветровых потоков и онкологической заболеваемостью наблюдается для возрастной группы от 18 до 20 лет и для всех возрастных групп по локализации болезней крови, щитовидной железы, мочевого пузыря.
- При достаточно сильном землетрясении может произойти выброс в окружающую среду вредных отходов и веществ, которые пагубно отразятся на здоровье населения и окружающей среде в целом.

Литература

1. Бериев О.Г., Заалишвили В.Б., Закс Т.В. Медико-экогеофизический мониторинг урбанизированной горной территории. Труды VII Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений», Владикавказ, 2010
2. Бурдзиева О. Г., Шевченко Е.В. Эколого-экономические аспекты хранения отходов горного производства. // М. Горный информационно-аналитический бюллетень. № 8, 2010.
3. Голик В. И., Дребенштедт К., Комащенко В. И. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 2007.
4. Заалишвили В.Б., Аракелян А.Р., Макиев В.Д., Мельков Д.А., Бурдзиева О.Г., Дзеранов Б.В., Габеева И.Л., Харебов А.К. Разработка карты общего сейсмического микрорайонирования территории (ОСР) Республики Северная Осетия – Алания в масштабе М 1:200000 // Труды ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А, Владикавказ, 2007. Том 2. 38с.
5. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Джгамадзе А.К., Макиев В.Д., Мельков Д.А., Габеева И.Л., Кануков А.С. Оценка сейсмической опасности (сейсмическое микрорайонирование) территорий городов и населенных пунктов Республики Северная Осетия-Алания: разработка и совершенствование методов оценки и прогноза сейсмического риска, включая прямой и косвенный риски и технология их снижения.// Труды ГФЦЭД ВНЦ РАН и РСО-А, Владикавказ, 2006. 114 с.
6. Заалишвили В.Б., Дзеранов Б.В., Габараев А.Ф. Оценка сейсмической опасности территории и построение вероятностных карт // Геология и геофизика Юга России. 2011. № 1. С. 48-58.

7. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Трофименко С.Н., Шемпелев А.Г. Глубинные геофизические исследования в Северо – Кавказском Федеральном округе: проблемы глубинной геологии и геофизики в региональных исследованиях. о зоне предполагаемого Ардонского межглыбового разлома // Геология и геофизика Юга России. 2012. №2. С. 11-20.

8. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Кануков А.С., Шепелев В.Д. Мониторинг опасных природных и техногенных процессов на территории РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2013. №1. С. 17-27.

9. Оценка сейсмической опасности и сейсмического риска: Пособие для должностных лиц. // Под ред. Г.А. Соболева. М.: Центр БСТС, 1997.

10.Рогожин Е.А., Гурбанов А.Г., Мараханов А.В., Овсяченко А.Н., Спиридонов А.В. Бурканов Е.Е. О соотношении проявлений землетрясений, вулканизма и катастрофических пульсаций ледников Северной Осетии в голоцене // Вестник Владикавказского научного центра. Том 4 №3, 2004, Владикавказ, С.41-50

ONCOLOGY DISEASE RATE OF VLADIKAVKAZ CITY POPULATION AND ITS INTERRELATION WITH VARIOUS FACTORS

**V. B. Zaalishvili, Sc. Doctor (Phys.-Math.), prof., O. G. Beriev, Sc. Doctor (Med.),
Prof., O. G. Burdzieva, Sc. Candidate (Geogr.), T. V. Zaks, Sc. Candidate (Med.),
A. S. Kanukov**

Center of Geophysical Investigations of VSC RAS and RNO-A, Markova str. 93a,
Vladikavkaz, Russia, 362002, **e-mail:** cgi_ras@mail.ru.

The neoplasm development of the urban residents on the example of Vladikavkaz city was investigated and the cancer rates growth with the range from industrial sites is analyzed. A database has been developed to process the obtained data.

Key words: Neoplasms, environment, natural hazards.

УДК 550.34

СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗЗРЕНИЙ

© 2013 В. Б. Заалишвили, д.ф.-м.н., проф., К. С. Харебов, к.т.н., А. К. Харебов

Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и PCO-A, Россия, 362002,
г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

В работе рассмотрена структура и принципы построения базы данных сильных движений созданной на основе инструментальных записей землетрясений системы KNET с 1996 г по 2012 г.

Ключевые слова: землетрясения, сильные грунтовые движения, KNET, базы данных.

Исследование взаимных связей показателей сейсмического воздействия на основе анализа инструментальных записей землетрясений различной интенсивности для целей сейсмостойкого строительства и инженерной сейсмологии проводится в ЦГИ с 2002 г. [Заалишвили, Харебов, 2002, Заалишвили, Харебов, 2004; Заалишвили, Харебов, 2007; Харебов] в рамках разработанной базы данных сильных движений SMDB (StrongMotionDataBase).

В процессе исследований выявились недостатки существующих баз данных, например отсутствие необходимой детальности или отсутствии важных характеристик при описании грунтовых условий. При этом следует отметить, что описания данных грунтовых условий весьма разрознены и часто расплывчаты. Это и привело к исключению сомнительных записей из рассмотрения. В то же время, необходимо отметить, что разброс данных может быть большим даже в пределах одной и той станции т.к. каждое землетрясение характеризуется отчетливой индивидуальностью со своими присущими ему спектральным составом приходящих колебаний, амплитудой сейсмического воздействия, эпицентральной расстоянием и т.д.

Анализ указанных данных позволил установить тенденции корреляционных связей между параметрами грунтового движения. В частности, рассматривались показатели потенциала «повреждаемости» объекта и их связь с уровнем проявленной интенсивности или сейсмического эффекта землетрясений. В качестве таких параметров рассматривались кумулятивная абсолютная скорость, индекс интенсивности Анга, площади реального и нормализованного спектров колебаний грунтов и т.д.

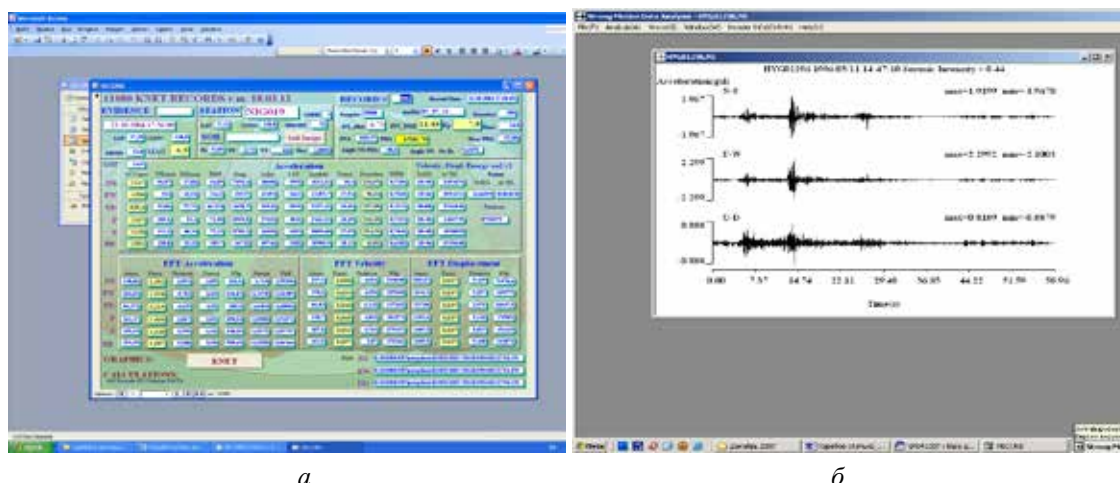
В результате исследования были установлена различная ценность указанных показателей, а также особенности их взаимосвязей. Данные сильных грунтовых движений, имеющие в качестве исходной информации большую ценность для сейсмологии, весьма сложно непосредственно использовать для целей инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства. В результате исследования были разработаны новые концепции и принципы формирования баз данных сильных землетрясений. В то же время из-за особенностей объекта исследований – параметров землетрясений, характеризующихся большим разбросом данных, многие вопросы потребовали дальнейшего изучения.

Основой послужили банк записей землетрясений ЦИГЕД ОИФЗ РАН, были использованы инструментальные записи землетрясений, зарегистрированных системой K-NET а также записи разрушительного землетрясения на Тайване (1999 г.).

Система KNET [KinoshitaS., 2003] была создана после разрушительного землетрясения в Кобе (1995 г.). Мы использовали данные полученные официально через Интернет с сайта <http://www.k-net.bosai.go.jp/> и их разрешено использовать в некоммерческих целях. Данные содержат: время события и время начала записи, географические координаты события и станции, глубину очага, магнитуду, код станции, продолжительность записи, запись ускорений с частотой 100 Гц для трех каналов NS, EW, UD. Данные включают в себя файлы, с экспериментально измеренными параметрами грунтов для всех станций до глубины 20 м: коэффициент пенетрации, скорость продольных и поперечных волн в грунте, плотность грунта, вид грунта – гравий, песок, ил, почва, глина, торф и скала. Указанные величины даются в виде разрезов, соответствующих грунтовых толщ, индексов пенетрации, и других показателей грунтовых слоев инженерно-геологического строения участков. Более того, имеются графические изображения указанных инженерно-геологических разрезов. При этом необходимо отметить, что указанные инженерно-геологические разрезы описывают строения участков расположения соответствующих сейсмических станций, представляющих густую сеть регистрационной системы сильных грунтовых движений.

В настоящее время наша база содержит все записи (около 11 тысяч) с интенсивностью MSK от 5 баллов и выше начиная с мая 1996 г по 2012 г включительно. Также в базе данных содержатся записи с эпицентрными расстояниями от 0 до 3 км включительно при любой интенсивности.

База данных создана на основе СУБД ACCESS. Структура базы данных следующая. Записи сейсмических событий хранятся в отдельных директориях, аналогичных «родному» формату хранения. Общий вид базы данных представлен на рис. 1а. Вывод на экран графиков, ускорений, скоростей, смещений, спектров Фурье и реакции проводится нажатием кнопки «KNET» на рис. 1а. Появляется соответствующий график (рис. 1б). Графики можно строить с помощью программного продукта KNET – SMDA (StrongMotionDataAnalysis), который также рассчитывает и интенсивность события по трехкомпонентной акселерограмме. Графики можно построить также с помощью программ автора. Для инициализации программы автора используется соответствующая процедура (на скрытой кнопке «FROMFILES» (рис. 1а), при этом данные по ускорениям, скоростям, смещениям, спектрам Фурье для всех компонент скидываются в отдельные файлы, после чего строятся и соответствующие графики. Первичный расчет параметров текущей записи проводится по нажатию скрытой кнопки «AUTO» (рис. 1а). Проводится расчет следующих характеристик: пиковое горизонтальное ускорение, пиковое вертикальное ускорение, максимальное ускорение, gms ускорение, интенсивность Анга, суммарная абсолютная скорость, лямбда – среднеквадратичное ускорение, максимальная амплитуда Фурье-спектра, частота макс. амплитуды Фурье-спектра, площадь Фурье-спектра, средневзвешенная частота Фурье-спектра, площадь нормализованного спектра, продолжительность воздействия, преобладающий период, средний коэффициент пенетрации, средняя скорость v_p , средняя скорость v_s , средняя плотность, гравий, гравелистый грунт, песок, песчаный грунт, ил, глина, почва, глина с вулканическим пеплом, торфяник, скала. Соответствующие программы написаны на VisualBasic. Для расчета спектра Фурье используется Fortran-процедура.



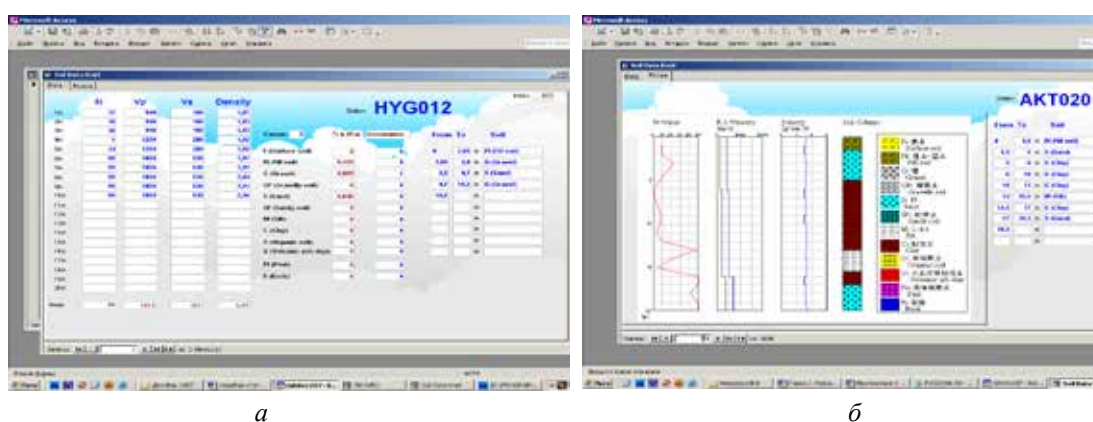
а б
Рис. 1. Главная форма базы данных (а), запись трехмерной акселерограммы (б)

В базе данных приводится максимальная интенсивность в японской шкале (JMA) и в шкале МСК (MSK). Перевод в шкалу МСК был произведен по [Kramer, 1996], где приведено (рис. 2) соответствие разных шкал

MMI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
RF	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
JMA		I	II	III	IV	V	VI	VII				
MSK	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Рис. 2. Соответствие шкал измерения интенсивности сейсмического воздействия.

Нажатие на кнопку «SOILIMAGE» приводит к выводу на экран параметров грунтов в графическом виде (рис. 3а) или в цифровом виде (рис. 3б).



а б
Рис. 3. Параметры грунтов сейсмических станций (а), графики параметров грунтов сейсмических станций (б)

Выводятся на экран и используются в расчетах следующие параметры грунтов: средние величины пенетрации, скорости поперечных и продольных волн, плотности. В KNET учитывается 12 видов грунтов: **F** (Surfacesoil), **FI** (Fillsoil), **G** (Gravel), **GF** (Gravellysoil), **S** (Sand), **SF** (Sandysoil), **M** (Silt), **C** (Clay), **O** (Organicsoil), **V** (Volcanicashclay), **PT** (Peat), **R** (Rock) – (поверхностный слой, насыпной слой, гравий, гравелистый грунт, песок, песчаный грунт, ил, глина, почва, глина с вулканическим пеплом, торфяник, скала, соответственно).

Точность расчетов спектра Фурье подтверждают рис. 4, где представлены амплитудные спектры Фурье для NS, EW, UD – компонент, записи NYG012 11.05.1996 14:47:10 по программе KNET (4а) и по расчетам автора (4б).

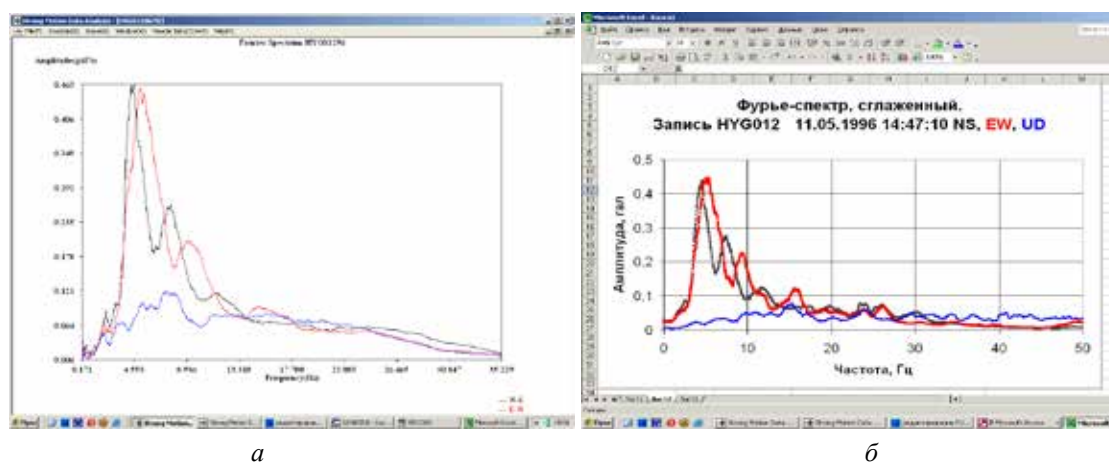


Рис. 4. Фурье-спектр для NS, EW, UD – компонент, записи NYG012 11.05.1996 14:47:10 по программе KNET (а), по расчетам автора (б)

Алгоритм расчета параметров сейсмических записей

При нажатии на кнопку «AUTO» происходит запуск программы на VISUAL BASIC, в которой производятся следующие действия.

- Считываются названия 3 файлов (NS, EW, UD) с исходными данными записи и эти файлы копируются на диск в файлы: accesNS.txt, accesEW.txt, accesUD.txt.
- Запускается программа на FORTRANe, в которой из файлов accesNS.txt, accesEW.txt, accesUD.txt считываются координаты события и станции, количество отсчетов, масштабирующий фактор и отсчеты.
- На основе координат станции и события рассчитывается направление и расстояние от станции до события.
- Все отсчеты умножаются на масштабирующий фактор, находится среднее по отсчетам, из каждого отсчета вычитается среднее и создается запись (акселерограмма) землетрясения с нулевым средним. Находится максимальная и минимальная величины отсчетов по трем каналам: NS, EW, UD. Ищется пиковое горизонтальное ускорение (РНА), равное корню квадратному из квадратов NS и EW отсчетов. Производится расчет показателя Ариаса.
- Длительность записи оценивается после расчета суммы квадратов ускорений, слева и справа отрезаем количество отсчетов, соответствующее 0,025 от общей суммы квадратов ускорений.

- В выбранном интервале длительности производится расчет кумулятивной абсолютной скорости, среднеквадратичной скорости, показателя Анга.
- Далее производится расчет спектра Фурье по 4096 точкам. Поэтому были отброшены записи с меньшим числом отсчетов. Если число отсчетов в выбранном интервале длительности меньше 4096 – добавляем нулевые отсчеты. Если число отсчетов более 4096, то их количество сводится к 4096, выбирая отсчеты через несколько точек.

Заключение

Представлена база данных сильных грунтовых движений, содержащая 11080 трехкомпонентных записей с 23.05.1996 по 31.12.2012с интенсивностью $MSK \geq 5$ баллов, зафиксированных на 1003 станциях KNET. Обработка инструментальных записей производилась с помощью разработанных автором компьютерных программ на VisualBasic и FORTRAN. Для расчета спектра Фурье использована стандартная FORTRAN процедура FFT4G.F. Проведен расчет пикового горизонтального и вертикального ускорений, максимального ускорения, rms-ускорения, интенсивности Анга, интенсивности Ариаса, суммарной абсолютной скорости, среднеквадратичного ускорения, максимальная амплитуда и соответствующая ей частота Фурье-спектра, площадь Фурье-спектра, средневзвешенная частота Фурье-спектра, площадь нормализованного спектра Фурье, продолжительность воздействия и преобладающий период.

Литература

1. Заалишвили В. Б., Харебов А. К. Базы данных сильных движений и взаимосвязь показателей движения при землетрясениях. // Современное состояние и пути развития юга России. Ростов-на Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2007, с.455-461.
2. Заалишвили В. Б., Харебов А. К. Использование базы данных сильных движений для сейсмического микрорайонирования // Сб. докладов V Всеукраинской научно-технической конференции «Строительство в сейсмических районах Украины» с международным участием, г. Ялта, 24-29 мая 2004 г., с. 157-160
3. Заалишвили В. Б., Харебов А. К. и др. Комплекс вычислительных программ «NCB-2» для обработки инструментальных записей природных и техногенных катастроф // Тезисы докл. Межд. конф. «Инф. технологии и системы: наука и практика», Владикавказ, 2002, с. 399-401
4. Харебов А. К. Базы данных сильных движений для целей сейсмического микрорайонирования. // Труды «I Кавказской международной школы – семинара молодых ученых», Владикавказ, ВНЦ РАН и PCO-A, ЦГИ, 2006, с. 212-225
5. Kinoshita S. Kyoshin Net (K-NET), Japan. // Int. Handbook of Earthquake and Engineering seismology, v. 81B, 2003, pp.1049-1056.
6. Kramer. S. L. Geotechnical Earthquake Engineering. NewJersey, 1996, 657p.

STRONG MOTION DATABASE DEVELOPMENT BASED ON CONTEMPORARY IDEOLOGY

**V. B. Zaalishvili, Sc. Doctor (Phys.-Math.), prof.,
C. S. Kharebov, Sc. Candidate (Techn.), A. C. Kharebov**

Center of Geophysical Investigations of VSC RAS and RNO-A, Markova str. 93a,
Vladikavkaz, Russia, 362002, e-mail: cgi_ras@mail.ru

The structure and principles of strong motion database construction based on instrumental system KNET records of earthquakes from 1996 till 2012 is considered.

Keywords: earthquakes, strong ground motions, KNET, database.

УДК 550.83

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКАХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© 2013 Т. А. Келоев¹, проф., д.т.н., И. Н. Гудиева², доц.

¹Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра РАН
РСО-А, Россия, 362002, Владикавказ, Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru,

²Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный
технологический университет), Россия, 362021, РСО-Алания, г. Владикавказ,
ул. Николаева, 44, e-mail: info@skgmi-gtu.ru

Выполнен анализ используемых геофизических методов, используемых при поисках рудных месторождений и предложена методика комплексирования данных для уточнения известных геологических поисково-прогнозных критериев и установления собственно геофизических критериев (как прямых, так и косвенных), определяющих взаимосвязь рудных объектов и характерных элементов физических полей.

Ключевые слова: геофизическое поле, земная кора, интрузии.

Решение любой геологической задачи сводится к выделению того или иного геологического объекта среди вмещающей среды, определению его геометрических форм и вещественного состава. Выделение геологических объектов геофизическими методами возможно в том случае, если исследуемый объект и вмещающая его среда обладают различными физическими свойствами. В этом случае над ними наблюдаются различные по величине и форме физические поля (магнитное, гравитационное, электрическое, радиоактивное и др.).

Между геологическим строением объекта и геофизическим полем над ним существует прямое соответствие, так как они отражают строение одного и того же участка Земной коры.

Если участок сложен какой-то одной горной породой (однородной средой), характеризующейся по всему объему одинаковыми значениями физических свойств, то и величина геофизического поля во всех пунктах будет одинаковой. Если в однородной среде присутствуют жилы, дайки, пласты, интрузии или рудные тела, отличающиеся по физическим свойствам друг от друга и от вмещающих пород, то величина геофизического поля над таким участком резко меняется (рис. 1).

Под комплексным ведением геофизических работ подразумевается проведение различных видов исследований с соблюдением определенной последовательности с целью эффективного решения геологических задач. Эффективное решение задачи предполагает получение геологической информации для обоснования геологического заключения и выводов о целесообразности (или наоборот) проведения геологоразведочных работ последующей стадии.

Один из аспектов комплексирования геофизических методов, характерных для их применения в рудных провинциях определяет сочетание геофизических и сопровождающих их методов внутри одного комплекса, так называемое внутреннее

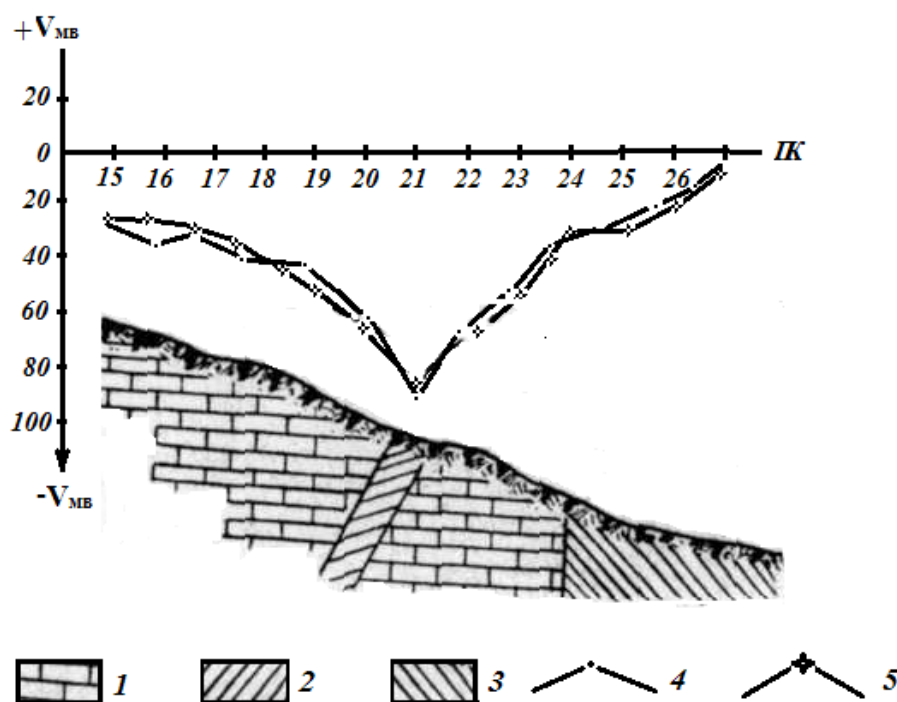


Рис. 1. Графики потенциала естественного поля над полиметаллической жилой. 1 – известняк; 2 – сланцы; 3 – полиметаллическая жила; 4-5 – графики потенциала, снятые в разное время

комплексирование. Входящие в этот комплекс методы нацелены на решение одних и тех же задач, основаны на одном представлении о физико-геологической модели объекта, применяются одновременно или в определенной последовательности на протяжении одного-двух полевых сезонов. Информация, полученная с помощью этих методов, позволяет сформировать общее геологическое заключение и выводы о целесообразности, направлении и содержании последующих геолого-геофизических исследований (рис. 2) [Бородовой, 1984].

Методика анализа геофизических полей основана на комплексной интерпретации геофизических материалов и совместном использовании имеющихся геологических и геофизических данных, что позволяет учитывать особенности глубинного строения земной коры и элементы внутренней структуры крупных ее блоков (рис. 3).

Изучение особенностей глубинного строения земной коры необходимо для установления связей между строением верхних структурных этажей и глубинными структурами и происходящими в них глубинными процессами, а также для научно обоснованного металлогенического прогнозирования, учитывающего эти связи.

Методика анализа геофизических полей с целью изучения глубинного строения земной коры предусматривает построение основных поверхностей раздела, определение пространственного положения глубинных разломов, изучение характера проявления магматизма и установление границы размещения нижних кромок интрузий (рис. 4).

Вторым элементом глубинного строения земной коры, который находит четкое отражение в физических полях, является интрузивный магматизм. Интрузии гипер-

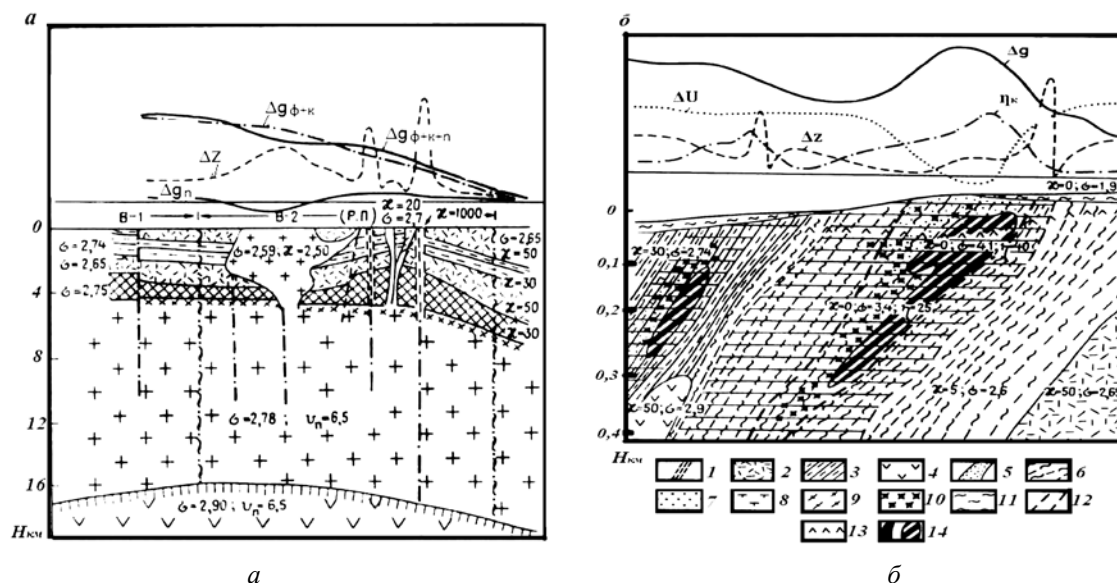


Рис. 2. Физико-геологические модели рудного района (а) и рудного поля (б).

1 – поверхность К, 2 – поверхность каледонского фундамента; 3 – «базальтовый» слой; 4 – «гранитный» слой; 5 – эффузивно-пирокластические образования кислого состав; 6 – кварц-альбитофиты и их туфы; 7 – песчаники, конгломераты; 8 – пиритизация границы рудных объектов; 10 – интрузии гранитоидов; 11 – зоны смятия; 12 – глубинные разломы; 13 – сланцы, алевролиты; 14 – порфириты и их туфы.

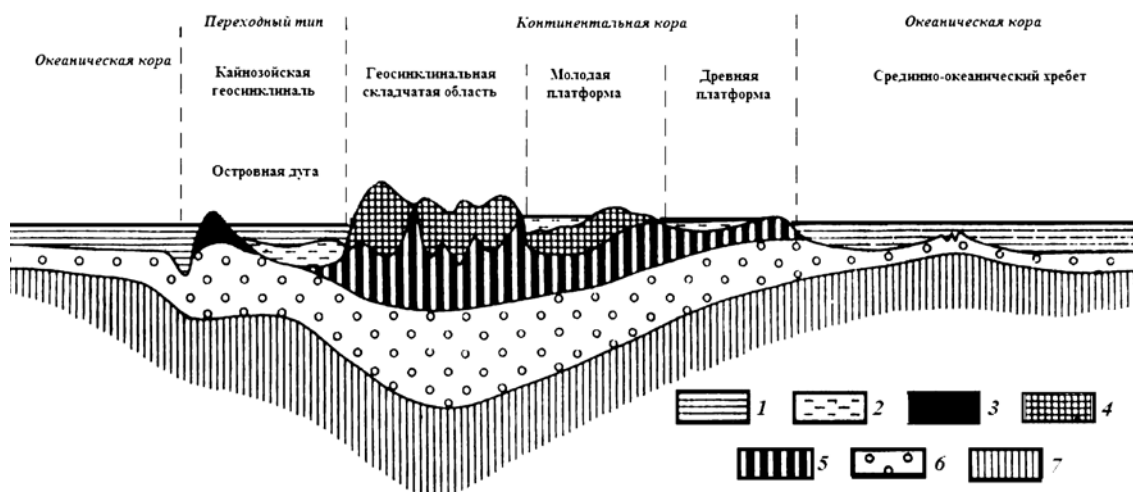


Рис. 3. Основные типы строения земной коры.

1 – виды океанов; 2 – недислоцированные осадки; 3 – молодые вулканические породы; 4 – консолидированные комплексы; 5 – гранитно-метаморфический слой; 6 – базальтовый (гранулит-базитовый слой; 7 – мантия.

базитов, габбро-диоритов, сиенитов и щелочным формациям отвечают определенные гравитационные и магнитные поля (рис. 5).

Это позволило сделать приближенный количественный расчет объемов интродированных масс и, таким образом, получить информацию о качественном и коли-

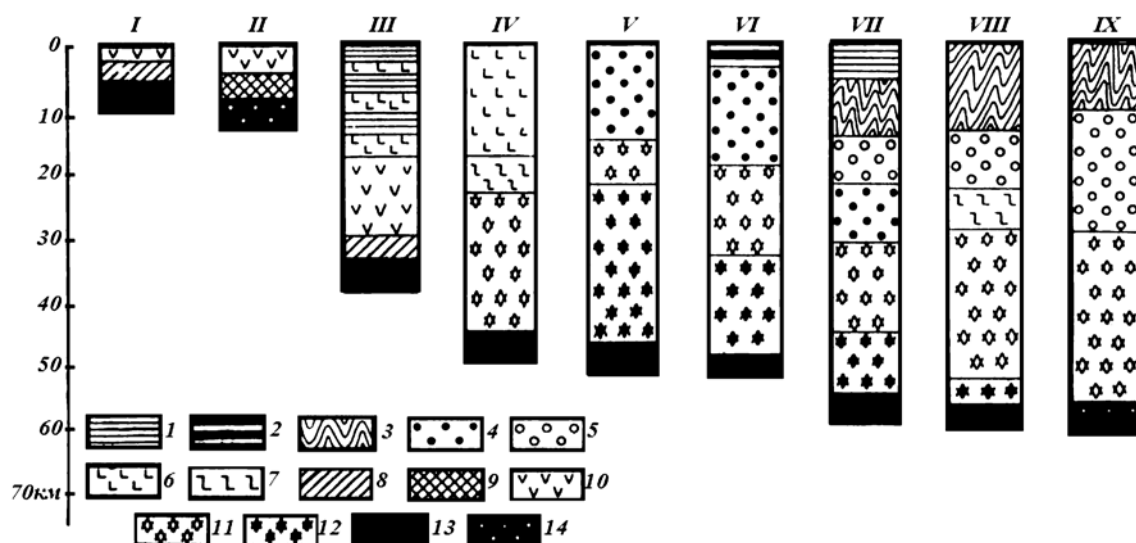


Рис. 4. Строение океанического и континентального типов коры в пределах главнейших структурных элементов.

I – абиссальные равнины океана; II – срединно-океанические хребты; III – новейшие геосинклинали; IV – островные дуги; V – щиты древних платформ; VI – плиты древних платформ; VII – койлозоны; VIII – фанерозойские геосинклинали; IX – современные органические поднятия.

Осадочный слой: 1 – ненарушенный сиалический, 2 – симатический, 3 – складчатые геосинклинальные комплексы; гранитно-метаморфический слой: 4 – амфиболитовая фация метаморфизма, 5 – зеленосланцевая фация метаморфизма; диоритовый слой:

6 – неметаморфизованные андезиты, 7 – андезиты, метаморфизованные до состояния зеленых сланцев; базальтовый слой: 8 – первичная (гравитационная) кора, не переработанная метаморфизмом, 9 – та же кора, претерпевшая зеленокаменное изменение, 10 – неметаморфизованный базальт вулканической коры, 11–13 – базальт, метаморфизованный до стадии амфиболита (11), гранулита и эклогита (12); мантия: 13 – перидотит, 14 – серпентинизированный перидотит.

чественном (по площади) распределении интрузий в отдельных геотектонических блоках. В результате геолого-геофизической диагностики выделяются, во-первых, полосовые линейные гравимагнитные аномалии, характеризующие геологические формации непосредственно в пределах разлома, и, во-вторых, «градиентные аномалии», обусловленные изменением геологической ситуации в контактирующих блоках с их взаимными перемещениями. Наиболее надежный геофизический метод, определяющий глубину проникновения нарушения в кору, – сейсмический. Менее точными, однако, вполне пригодными для подобных построений, являются результаты количественной интерпретации гравитационных аномалий типа «ступень». Направление и угол падения разломов достаточно достоверно определяются сейсморазведкой и менее уверенно (особенно угол падения) – гравимагнитной съемкой (рис. 6).

В геофизических полях находят отражение также форма интрузий, размеры, глубина и условия залегания. Интрузивные массивы консолидируются в виде тел различной формы, среди которых наиболее распространены батолиты, штоки, пластовые залежи, лакколиты. Над батолитами кислого и щелочного состава практически всегда наблюдаются отрицательные гравитационные аномалии. Над межформационными или пластовыми интрузиями (при прочих равных условиях) гравитационные аномалии могут отсутствовать или проявляться весьма слабо. Интенсив-

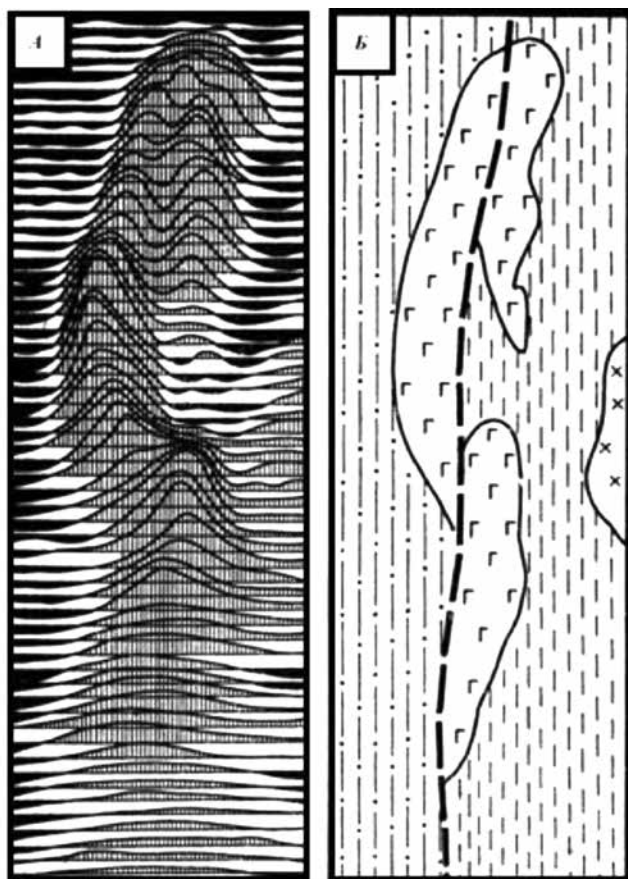


Рис.5. Магнитные аномалии над основными интрузиями в зоне разлома.
А – графики магнитного поля; Б – геологическая схема (жирный пунктир – разлом, вдоль него три интрузии)

ные максимумы гравитационного и магнитного полей характерны для батолитов основного и ультраосновного состава. Основным способом изучения морфологии интрузивных массивов является количественная интерпретация гравитационных аномалий (рис. 7).

Один из приемов морфологического анализа интрузивных тел по геофизическим материалам – построение так называемых морфоструктурных объемных карт по данным количественной интерпретации гравитационных аномалий. Наблюдаемая над интрузивным массивом аномалия гравитационного поля в плане «рассекается» несколькими интерпретационными профилями вкрест и по простиранию объекта, по которым снимаются значения аномалий силы тяжести (Δg). В основу количественной интерпретации положен принцип корреляционных зависимостей между структурами наблюдаемого аномального гравитационного поля и теоретического поля над рядом правильных геометрических тел. По каждому интерпретационному профилю устанавливаются форма и положение объекта, глубина залегания его верхней кромки, глубина расположения нижней границы, элементы залегания, величина избыточной плотности. Результаты интерпретации по отдельным переечениям сводятся воедино на морфоструктурных схемах.

Интрузивные образования находят свое отражение и в волновых полях, исследуемых сейсморазведкой. Пологие поверхности крупных интрузивных массивов иногда представляют собой четко выраженные отражающие и преломляющие границы.

Эффузивные комплексы отличаются пестротой петрографического состава, широким набором формационных типов, разнообразным отражением в физиче-

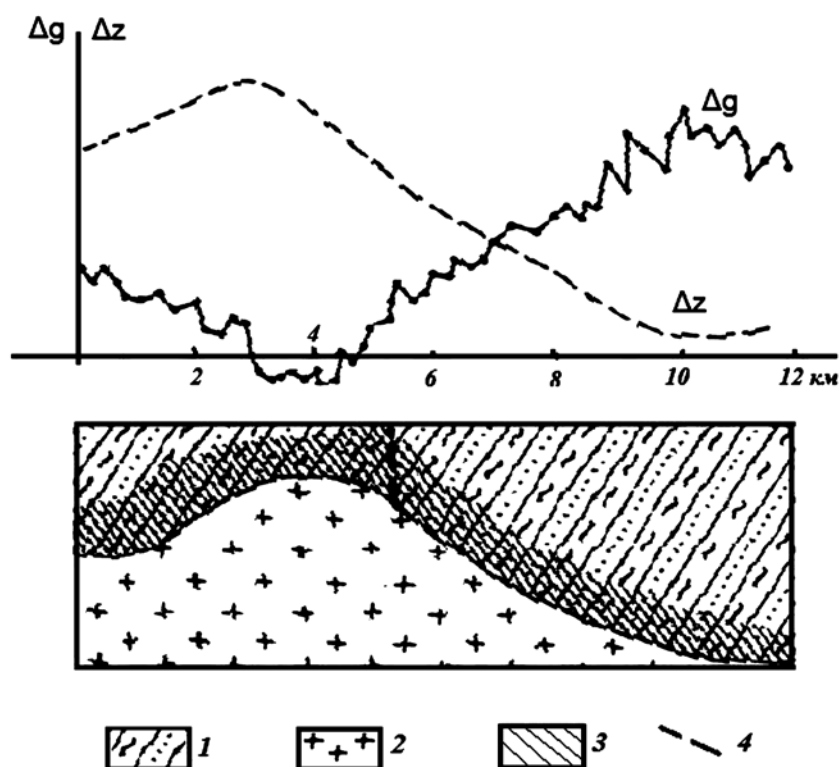


Рис. 6. Графики ΔZ и Δg над нескрытой гранитной интрузией.
 1 – песчаники и сланцы силура; 2 – лейкократовые пермские граниты;
 3 – зоны ороговикования; 4 – рудное тело

ских полях. Положительными магнитными и повышенными гравитационными полями характеризуются эффузивные аналоги габброидов-диабазы, спилиты и ва-риолиты. Пониженные магнитные и гравитационные поля в большинстве случаев соответствуют эффузивным аналогам кислых и средних пород, а закономерные интенсивно варьирующие поля, как правило, соответствуют областям эффузивов смешанного состава.

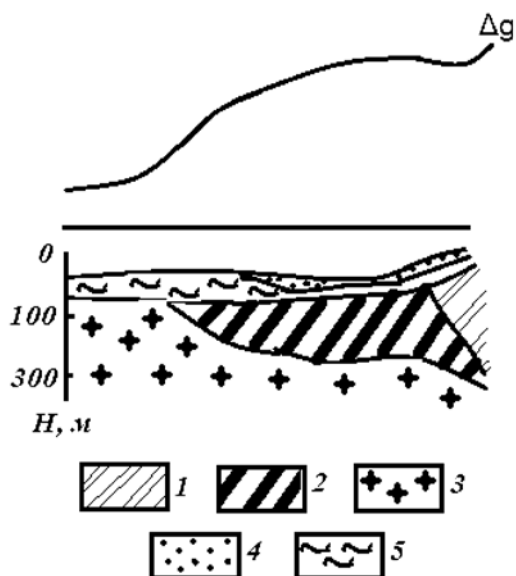


Рис. 7. График Δg над роговиками.
 1 – песчаники, алевролиты;
 2 – ороговики, ороговикованные песчаники, алевролиты; 3 – граниты; 4 – современные отложения; 5 – сланцы, песчаники, известняки палеоген-неогена

Таким образом, в результате комплексной интерпретации геофизических полей над магнитогенными образованиями представляется возможным: а) расширить контуры интрузивных массивов, выявить не вскрытые эрозией глубинные тела, определив при этом их наиболее вероятный петрохимический состав; б) рассчитать глубины залегания пространственных частей не вскрытых интрузивов, приближенно оценить положение их нижних кромок, форму и элементы залегания, а также примерный возраст; в) выделить пояса интрузивных пород различного состава, увязав их положение с глубинной тектоникой региона, выяснить принадлежность определенных интрузивных комплексов к тому или иному формационному магматическому типу; г) выявить общие закономерности пространственно-временного распределения эндогенного оруденения в связи с определенными комплексами интрузий, их морфологическими особенностями; д) установить площади распространения и состав эффузивных образований, их структурные условия залегания и мощность.

Осадочные и метаморфические образования в геофизических полях отражаются менее разнообразно, чем вулканогенные. Умеренные пониженные магнитные и гравитационные поля характерны для осадочных образований ($\sigma = 2,9 \text{ г/см}^3$; $\chi = 0$). Более уверенно осадочные образования дифференцируются по электрическим свойствам (от 100 до 1500 Ом·м) или граничным скоростям распространения упругих волн ($V = 2\text{-}6 \text{ км/с}$). Метаморфические разности основных пород среднего и кислого состава, а также метаморфическим образованиям по осадочным отложениям соответствуют, как правило, спокойные гравитационные и магнитные поля (рис. 8).

Глубинные разломы выделяются по следующим наиболее типичным геофизическим критериям: а) полосовые линейные гравитационные и магнитные аномалии, характеризующие геологические формации непосредственно в пределах разлома; б) «градиентные» аномалии гравимагнитного поля, обусловленные различием состава пород контактирующих блоков; в) гравитационные аномалии типа ступней в зонах крупных перемещений масс вдоль разлома; г) смена характера гравитационных и магнитных полей (направления простираия), вызванная различием геологического строения блоков; д) линейные зоны пониженного магнитного поля, обусловленные изменением магнитных свойств однотипных пород в зоне разлома; ж) резкая смена геосейсмических условий: потеря корреляции сейсмических волн, изменение их динамических особенностей, уменьшение граничных скоростей, наличие точек дифракции; з) резкие изменения геоэлектрических условий: смена типов кривых ВЭЗ, ДЭЗ, ЗПС, нарушение залегания опорных и маркирующих горизонтов, линейные аномалии естественного электромагнитного поля.

Для классификации разломов по глубине их проникновения в земную кору используют следующие материалы: карты поверхностей раздела земной коры, карту интрузивного магматизма, геологические карты различных масштабов, карты наблюдаемых и трансформированных геофизических полей, геосейсмические и геоэлектрические разрезы, карты палеогеографических и палеотектонических реконструкций. Направление падения и угол наклона разлома наиболее достоверно определяются методами сейсморазведки. Если сейсмические материалы отсутствуют, для установления элементов залегания разломов используются данные гравиразведки и магниторазведки. В результате комплексных исследований устанавливается его местоположение, амплитуда смещения блоков, направление падения плоскости нарушений, часто угол падения. Направление падения разломов определяется

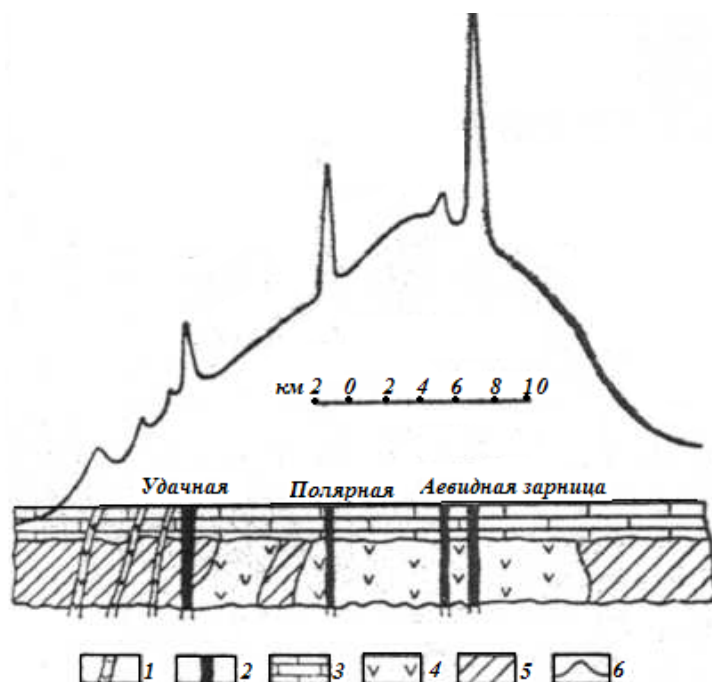


Рис. 8. Выделение кимберлитовых трубок среди магнитных сланцев фундамента платформы аэромагнитной съемкой. 1- дайки основных пород; 2 – кимберлитовые трубки; 3 – карбонатные породы; 4 – магнитные кристаллические сланцы фундамента платформы – ортопороды; 5 – пара-породы, немагнитные кристаллические сланцы; 6 – кривая ΔT на высоте 100 м.

при этом довольно устойчиво, угол падения – приблизительно [Мишин, 1974].

Срединные массивы (глыбы) – жесткие, стабилизированные структуры более древние, чем окружающие или прилегающие складчатые сооружения. Наиболее часты случаи обтекания гравитационными и магнитными аномалиями участков поля, отвечающих глыбам. Если массив не интродуцирован в значительной степени кислыми магмами, ему отвечает положительная гравитационная аномалия, что может быть объяснено наличием более древних (и часто более плотных) образований и нередко сокращенной мощностью земной коры. Если массив сильно интродуцирован гранитоидами, можно наблюдать мозаичное гравитационное поле с четко выраженными отрицательными аномалиями над интрузиями и характерное дифференцированное по интенсивности магнитное поле.

Внутренние поднятия (складчатые, складчато-глыбовые) характеризуются общностью структурного плана с окружающими их складчатыми сооружениями. Это обуславливает ориентировку гравитационных и магнитных аномалий над ними, согласную с общей ориентированностью аномалий всей складчатой системы. В зависимости от состава формаций, слагающих поднятие и окружающие его складки, намечаются прямые и обратные связи структур с физическими полями. При прямой связи поднятия отвечает относительно повышенное гравитационное поле. Это объясняется участием в их строении наиболее древних в районе образований, являющихся, как правило, более плотными.

Обратные связи часто вызваны наличием в районе мощных толщ более молодых эффузивных образований (основного состава), которые отличаются относительно повышенной плотностью. В магнитном поле проявления внутренних поднятий разнообразны и в основном зависят от распределения в разрезе магматических и осадочных образований и от их магнитных свойств. В сейсмических и электрических

полях структуры проявляются в виде поднятий опорных и маркирующих горизонтов [Бусыгин, Мирошниченко].

Внутренние прогибы (синклинали, наложенные мульды, грабен-синклинали, опущенные блоки) в физических полях отражаются различно. Синклинальные структуры складчатых зон всегда сопряжены со структурой противоположного знака, поэтому приведенные выше геолого-геофизические критерии выделения внутренних поднятий применимы и для внутренних прогибов, но в обратной последовательности. Синклинальные структуры и наложенные мульды отмечаются, как правило, аномалиями пониженных значений силы тяжести. Гравитационные минимумы над синклиналями, сложенными терригенными образованиями, нередко усиливаются за счет влияния крупных интрузий гранитоидов батолитового типа, подстилающих синклинали. Если синклинальные структуры выполнены образованиями, более плотными (основные эффузивы и их туфы), чем подстилающие породы, над ними наблюдается интенсивное положительное гравитационное поле с максимальными значениями над зонами наибольшего прогибания. Им же отвечает и повышенное магнитное поле. Пониженное магнитное поле можно наблюдать над синклиналями и мульдами, сложенными мощными осадочными толщами или эффузивами кислого состава. Наиболее полную информацию о структурных условиях внутренних прогибов можно получить в результате сейсморазведки и комплексного анализа геофизических данных (рис. 9).

Комплексное использование геологических и геофизических материалов в рудных районах позволяет отметить закономерности размещения рудных полезных ископаемых в связи с особенностями глубинного строения этих районов: положением основных границ раздела земной коры, интрузивным магматизмом, глубинными разломами, наиболее крупными структурными элементами.

Многие рудные пояса и рудные поля находятся в пределах интрузивных поясов и размещаются в интрузивных и около интрузивных зонах. Пояса гипербазитов, тяготеющие к глубинным разломам четко выделяются положительными гравитационными и магнитными аномалиями. Установление их положения позволяет определить площади для поисков месторождений хромитов, сульфидных медно-никелевых и силикатных никелевых руд, асбеста, талька, магнезита. Перспективными на многие эндогенные месторождения железа, полиметаллов, меди, золота, редких металлов и других полезных ископаемых, являются площади гранитоидных поясов, четко выделяемые аномальными гравитационными и магнитными аномалиями. Так, меднорудные и железорудные месторождения располагаются часто в пределах поясов раннегерцинских гранитоидов, а полиметаллические и редкометальные чаще тяготеют к поясам средне-позднегерцинских гранитоидов и узлам их пересечения.

Анализ связи глубинных разломов с размещением эндогенных рудных месторождений показал, что глубинные разломы первого порядка, проникающие на всю мощность земной коры и представляющие собой линейно вытянутые протяженные зоны больших градиентов и смены характерных особенностей гравитационных и магнитных полей. Сами по себе не являются рудоконтролирующими. Рудные пояса, как правило, контролируются разломами второго и третьего порядков, а размещение рудных полей и месторождений – нарушениями, определяющими крупные разломы.

Металлогеническую специализацию той или иной провинции во многом определяют крупные структурные элементы: срединные массивы, внутренние поднятия

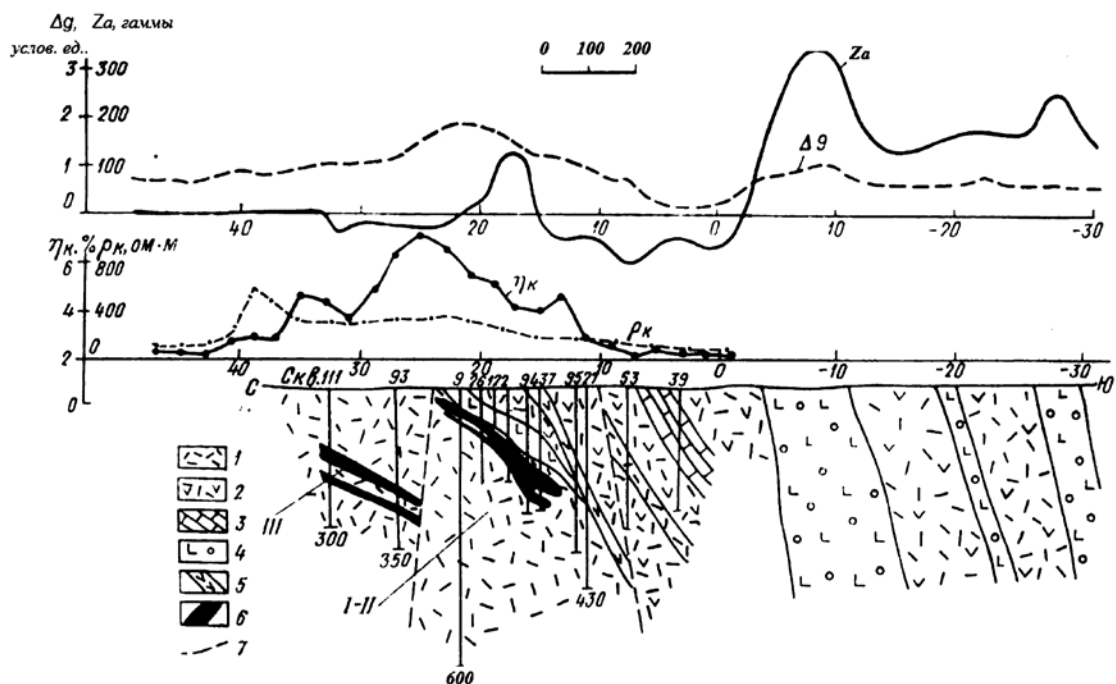


Рис. 9. Результаты исследований методами вызванной поляризации, грави- и магнитометрии.
 1 – альбитофиры и их туфы; 2 – андезитовые, дацитовые порфиристы; 3 – известняки;
 4 – диабазы и их туфы; 5 – дайки габбро-диабазов; 6 – рудные тела; 7 – тектонические нарушения.

и прогибы. Для срединных массивов характерно проявление редкометального, золоторудного, меднопорфирового оруденения. Для внутренних поднятий характерны никеленосные пояса, медноколчеданные, полиметаллические месторождения. К внутренним прогибам тяготеют месторождения медистых песчаников, железорудные пояса.

Следовательно, по результатам анализа геофизических данных, опираясь на достоверные геологические материалы, можно прогнозировать размещение месторождений полезных ископаемых, выделить перспективные площади для их поисков. Геофизические данные могут быть использованы также для уточнения известных геологических поисково-прогнозных критериев и установления собственно геофизических критериев (как прямых, так и косвенных), определяющих взаимосвязь рудных объектов и характерных элементов физических полей.

Список литературы

1. Бородовой В.В. Геофизические исследования в рудных провинциях – М: «Недра», 1984 г. – 259 с.
2. Бусыгин Б.С., Мирошниченко Л.В. Распознавание образов при геолого-геофизическом прогнозировании. Издательство ДГУ, 1991-168 с.
3. Мишин Л.Т. Геофизические и геохимические методы поисков и оценки эндогенных месторождений олова – Ленинград: «Недра», 1974 г. – 224 с.

THE BASES OF THE AGGREGATION METHODS OF GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS IN SEARCH OF ORE DEPOSITS

T. A. Keloev¹, Sc. Doctor. (Techn.), prof., I. N. Gudieva², Docent

¹Center of Geophysical Investigations of VSC RAS and RNO-A, Markova str. 93a, Vladikavkaz, Russia, 362002., e-mail: cgi_ras@mail.ru, ²North-Caucasus Mining Metallurgical Institute (State Technical University), Nikolaeva str. 44, Vladikavkaz, RNO-Alania, Russia, 362021, e-mail: info@skgmi-gtu.ru/

The analysis of geophysical methods used in search of ore deposits is performed and the technique of the data aggregation to specify the known geological prospecting and prognosis criteria and determine the geophysical criteria (both direct and indirect) that define the relationship of ore objects and characteristic elements of physical fields is proposed.

Key words: Geophysical field, the Earth's crust, intrusions/

УДК 581. 502/. 507 (471. 65)

ФИТОИНДИКАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ СХОДА ЛЕДНИКА КОЛКА 20 СЕНТЯБРЯ 2002 ГОДА – ИНСТРУМЕНТ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ КАТАСТРОФ В ДОЛИНЕ РЕКИ ГЕНАЛДОН

© 2013 А. Л. Комжа, к.б.н.

Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и PCO-A,
Россия, 362002, г. Владикавказ, ул. Маркова 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru,
Северо-Осетинский государственный природный заповедник,
Россия 363240, г. Алагир г, ул. Ч. Басиевой, 1.

Изучение последствий гляциальных катастроф в долине р. Геналдон и прогнозирование этих катастроф базируются, как правило, на абиотических индикаторах. Между тем, для этих целей можно использовать целый ряд биологических индикаторов (в особенности, фитоиндикаторов).

В контексте геоэкологического мониторинга долины р. Геналдон нами проведен поиск фитоиндикаторов, маркирующих в ландшафте последствия схода ледника Колка 20.09.2002 г. и предшествующих гляциальных катастроф. В результате установлена возможность эффективного использования некоторых растительных сообществ, достаточно четко идентифицируемых в ландшафтах, для фитоиндикации последствий гляциального события 20.09.2002 г. и долгосрочного прогнозирования гляциальных катастроф в долине Геналдона. Ниже приводятся краткие итоги проведенных исследований.

Ключевые слова: фитоиндикаторы, лавинообразный поток, гляциальный сель.

Терминология. Мы используем термин «лавинообразный поток», следуя более ранним профильным публикациям [Васьков, Гончаров, 2006; Никитин и др., 2006; Никитин 2007]. Лавинообразный поток (ЛП), разгрузив в Канийской котловине основную часть своей каменно-ледовой составляющей, трансформировался ниже Кармадонских Ворот в гляциальный сель (ГС).

1. Нижнее течение р. Геналдон

1.1. Молодой пойменный лес (доминирующая древесная порода – ольха серая), сформировавшийся после катастрофы 20.09.2002 г. в нижнем течении Геналдона, представляет собой одновозрастный древостой (рис. 1). Подобная возрастная структура не характерна для естественно (в течение многих десятилетий) сформированного сообщества, которое характеризуется присутствием (в определенных пропорциях) деревьев разного возраста – от сеянцев до старовозрастных. Данная возрастная структура (массовый молодой подрост при полном отсутствии деревьев старших возрастных групп) указывает на то, что в недалеком прошлом имело место поражение данной долины мощным ГС, который уничтожил всю пойменную растительность, после чего заселение поймы началось с начальных стадий формирования растительного покрова. Обращает на себя внимание и чрезвычайно высокая плотность древостоя, становящегося год от года все более труднопроходимым.

Выявленная закономерность позволяет не только зафиксировать сам факт поражения долины ГС в прошлом, но и датировать время его прохождения. Датиров-

ка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернях древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев различных пород.

Возможность фитоиндикации последствий прохождения последнего ГС будет возможна, как минимум, в течение нескольких десятков лет. Она сохранится даже при достижении нынешними молодыми деревьями ольхи серой предельного возраста: возрастная структура этих древостоев, возникших в процессе посткатастрофической сукцессии, все еще будет отличаться от структуры естественно сформированных сообществ.



Рис. 1. Молодой лиственный лес, сформировавшийся в пойме р. Геналдон после уничтожения прежней древесной растительности гляциальным селом 20.09.2002 г.

1.2. Наличие характерных повреждений коры и древесины на нижних частях стволов деревьев, растущих у подножия склонов, является индикатором, указывающим на прохождение в прошлом по долине мощного ГС. Эти повреждения обусловлены присутствием в селевом потоке твердых компонентов (камней, льда), которые травмировали кору и древесину нижних частей стволов деревьев, оказавшихся в зоне поражения.

Выявленная закономерность позволяет не только зафиксировать сам факт поражения долины ГС в прошлом, но и определить (по верхнему уровню повреждений на стволах деревьев) высоту поражения бортов долины этим ГС. При более детальном изучении характерных повреждений возможна датировка прохождения ГС посредством подсчета годичных колец на кернях древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов деревьев. Наиболее длинный ретроспективный ряд поражений ГС долины Геналдона можно реконструировать при соответствующем изучении старовозрастных деревьев.

В зависимости от продолжительности жизни деревьев различных пород, возможность фитоиндикации последствий прохождения ГС будет сохраняться от нескольких десятков лет (для ольхи, березы) до первых сотен лет (для бука, граба, ясеня).

2. Среднее течение р. Геналдон

2.1. Наблюдения, проведенные на отвесных известняковых скалах Кармадонских Ворот (южная оконечность теснины р. Геналдон в Скалистом хребте), позволили выявить ряд признаков, указывающих на то, что эта часть долины Геналдона и ранее подвергалась поражению ЛП. В числе ведущих признаков, свидетельствующих о периодичности подобных катастроф, установлены следующие:

2.1.1. Очень низкий показатель общего проективного покрытия растительности на отвесных скальных поверхностях Кармадонских Ворот (у входа реки в узкую часть долины). Он существенно ниже, чем на вышележащих скалах, не подверженных поражению ЛП.

2.1.2. Отсутствие на скалах Кармадонских Ворот крупных (старовозрастных) особей гипсолюбок – подушковидных растений, отличающихся значительной (до нескольких сотен лет) продолжительностью жизни, тогда как на вышележащих скалах (не подверженных поражению ЛП) они присутствуют.

Эти признаки интерпретированы нами как фитоиндикаторы, обусловленные последствиями катастрофы 1752 г. – ближайшим аналогом гляциального события 20.09.2002 г. [Комжа, 2007, 2009]. Таким образом, они сохранялись в растительном покрове в течение 250 лет (до 20.09.2002 г.). Их можно было наблюдать до того, как 20.09.2002 г. Кармадонские Ворота были погребены под каменно-ледовым завалом. Эти же признаки стали доступны для наблюдения в последние годы, по мере освобождения скал Кармадонских Ворот из-под каменно-ледового завала. Очевид-



Рис. 2. Ивовые заросли, маркирующие верхнюю границу каменно-ледового завала (северная часть Канийской котловины)

но, они являются фитоиндикаторами гляциальных катастроф, периодически повторяющихся в долине Геналдона.

Вполне логично предположить, что отсутствие развитого растительного покрова (в том числе, отсутствие крупных особей гипсолубок) на отвесных скалах Кармадонских Ворот закономерно и перманентно. Более высокие показатели уровня видового разнообразия сосудистых растений и общего проективного покрытия растительности на этих скалах не могут быть достигнуты в принципе, пока периодически имеет место сход ЛП, сопоставимых с тем, что прошел по долине Геналдона 20.09.2002 г. Они неизбежно будут прерывать посткатастрофическую сукцессию, после чего она снова будет начинаться с чистого листа.

2.2. В Канийской котловине (зона разгрузки ЛП) молодые ивовые заросли, образованные различными видами ивы (*Salix* spp.) маркируют узкими протяженными полосами на склонах долины первоначальную верхнюю границу каменно-ледового завала, образованного при остановке ЛП 20.09.2002 г. (рис. 2). К настоящему времени из-за проседания завала (последствие таяния ледовой составляющей) его верхняя граница на склонах имеет гораздо более низкий гипсометрический уровень.

Особенно отчетливо принадлежность к данной древесной породе проявляется осенью, когда листья различных видов ивы приобретают рыжеватый оттенок. Таким образом, протяженные (применительно к данной долине – меридионально и субмеридионально ориентированные) заросли ивы на бортах ущелий являются биоиндикатором такой важной характеристики подверженных ударам ЛП долин как высота поражения бортов долин при движении ЛП. Датировка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернях древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев.



Рис. 3. Верхняя граница каменно-ледового завала маркируется коренной растительностью – разреженными сообществами вечнозеленого можжевельника обыкновенного (северная часть Канийской котловины)



Рис. 4. Сообщества астрагала козлятниковидного маркируют границу заплеска лавинообразного потока. Левее них – нетронутый катастрофой ландшафт (левый борт долины р. Геналдон под с. Нижний Кани)

2.3. Помимо молодых ивовых зарослей, сформировавшихся после катастрофы 20.09.2002 г., первоначальная верхняя граница каменно-ледового завала маркируется в северной части Канийской котловины коренной растительностью – разреженными сообществами вечнозеленого можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), которые сохранились выше зоны поражения ЛП. Расположенные выше молодых ивовых зарослей, они четко выделяются на склонах в любое время года, благодаря темно-зеленым кронам. Собственно говоря, граница между молодыми ивовыми зарослями и коренными можжевельниковыми сообществами и является здесь первоначальной верхней границей ледово-каменного завала. Особенно актуально использование вечнозеленых зарослей можжевельника в качестве фитоиндикатора зимой, когда ива сбросила листву и ее заросли плохо различимы на местности (рис. 3). Благодаря значительной продолжительности жизни особей можжевельника обыкновенного, возможность фитоиндикации этой границы может сохраняться на протяжении нескольких веков.

2.4. Кроме видов ивы отмечено еще одно растение, которое можно использовать в качестве фитоиндикатора – астрагал козлятниковидный (*Astragalus galegiformis* L.). Наблюдениями установлено, что сообщества этого многолетнего травянистого растения семейства бобовые (*Fabaceae*) достаточно четко маркируют заплески жидких фракций лавинообразного потока на остепненных луговых склонах Канийской семиаридной котловины (рис. 4). Обширные заросли этих высокорослых (до 1,5 м и более) растений с крупными и достаточно ярко окрашенными соцветиями видны издалека. В период массового цветения они четко идентифицируются невооруженным глазом с расстояния нескольких сотен метров. Исходя из продолжительности жизни особей этого вида и позиции, занимаемой им в растительном покрове района, мы полагаем, что такая возможность будет сохраняться не менее 20 лет.

2. Верхнее течение р. Геналдон

3.1. В верхнем течении р. Геналдон (зона транзита ЛП), на более узком участке долины, ивовые заросли маркируют широкими протяженными полосами на склонах высоту зоны поражения ЛП (рис. 5). Датировка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернах древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев.

3.2. Южнее описанного (3.1) участка верхнего течения р. Геналдон, нижняя граница коренных березняков, уцелевших выше зоны транзита ЛП 20.09.2002 г., маркирует высоту поражения правого борта долины ЛП (рис. 6). Надежным индикатором, свидетельствующим о поражении долины ЛП в недалеком прошлом и наличии потенциальной опасности повторения этого в будущем, станет в ближайшей перспективе безлесность нижней части этого склона.

Позднее (по мере восстанавливается почвенно-растительного покрова, уничтоженного лавинообразным потоком), индикатором, выявляющим верхнюю границу потенциально опасной зоны, станут возрастные различия между коренными (старовозрастными) и возрожденными (молодыми) древостоями. Они будут отчетливо видны на протяжении нескольких десятилетий. Датировка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернах древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев возрожденных (молодых) древостоев.



Рис. 5. Ивовые заросли протяженными полосами маркируют высоту зоны транзита лавинообразного потока на левом борту долины р. Геналдон под с. Тменикау (южная оконечность Канийской котловины)

В более поздний период, когда различия между коренными и восстановленными древостоями уже не будут фиксироваться при дистанционном визуальном об-

следовании, их можно будет выявлять при наземном прохождении маршрутов на поперечных профилях долины. Еще дальше (предположительно, до полутора веков) будут прослеживаться различия в возрастной структуре этих древостоев.



Рис. 6. След лавинообразного потока 20.09.2002 г., срезавшего почвенно-растительный покров на правом борту долины р. Геналдона. Нижняя граница коренного лиственного леса (пунктирная линия), сохранившегося выше зоны транзита, маркирует высоту поражения склона долины лавинообразным потоком

В заключение следует отметить, что вышеперечисленные фитоиндикаторы, маркирующие последствия гляциальной катастрофы 20.09.2002 г., несомненно, проявлялись в ландшафте и после предыдущих катастроф, причем их спектр определялся тем, на каком участке долины происходила остановка ЛП. Некоторые из этих фитоиндикаторов сохранялись весьма продолжительное время и вполне могли быть соответствующим образом идентифицированы профильными специалистами. Однако отсутствие квалифицированных геоботаников в составе различных экспедиций и поисковых отрядов, работавших в прошлом в долине Геналдона, явилось причиной того, что следы прежних катастроф, зафиксированные в ландшафте на днище и бортах долины, оставались без соответствующей интерпретации. Между тем, посредством дешифровки этих следов (главным образом, по высоте поражения бортов долины ЛП) можно было бы сделать не только аргументированное заключение о масштабах ближайших из предшествующих катастроф (1902 и 1752 гг.), но и сделать прогноз относительно масштабов предстоящей гляциальной катастрофы, на неизбежность которой указывали многие исследователи. Вышеизложенное убедительно доказывает актуальность методов фитоиндикации в выявлении последствий гляциальных катастроф и их прогнозировании.

Выявленные закономерности могут быть использованы в качестве инструмента прогноза для выявления долин, потенциально опасных в отношении поражения катастрофическими селями, в различных горных регионах.

Литература

1. Васьков И.М., Гончаров В.И. К вопросу о признаках и возможности прогнозирования природных катастроф типа Геналдонской в горной Осетии // Тр. / Сев.-Кавк. горно-металлург. ин-т (Гос. технол. ун-т). – 2006. – Вып. 13. – С. 239-254.
2. Комжа А.Л. Гляциальные катастрофы в долине р. Геналдон (Центральный Кавказ, Северная Осетия) и их фитоиндикация // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа». – Владикавказ, 2007. – С. 56-57.
3. Комжа А.Л. Катастрофические пульсации ледника Колка и возможность их фитоиндикации в каньоне реки Геналдон (Центральный Кавказ) // Тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа». – Владикавказ, 2008. – С. 374-385.
4. Никитин М.Ю., Гончаренко О.А., Галушкин И.В. Динамика и стадийность развития Геналдонского ледово-каменного потока на основе дистанционного анализа // Вестн. Владикавк. науч. центра. – 2007. – Т. 7. – № 3. – С. 2-15.
5. Никитин М.Ю., Хуггел К., Шварц М., Гончаренко О.А., Галушкин И.В. Дешифрирование дистанционных материалов для реконструкции процесса обрушения ледника Колка // Докл. Междунар. конф. «Предупреждение опасных ситуаций в высокогорных районах». – Владикавказ; М., 2006. – С. 156-160.

THE FITOINDICATION OF CONSEQUENCES OF 20 SEPTEMBER 2002 GLACIER KOLKA COLLAPSE – AS A TOOL FOR LONG-TERM FORECASTING OF GLACIAL CATASTROPHES IN THE VALLEY OF THE RIVER GENALDON

A.L. Komzha, Sc. Candidate (Biol.)

Center of Geophysical Investigations of VSC RAS and RNO-A,
e-mail: cgi_ras@mail.ru, The North-Ossetian State Nature Reserve

Investigation of the glacial catastrophes effects in the Valley of Genaldon and prediction of these catastrophes are based generally on abiotic indicators. Meanwhile, one can also use a number of biological indicators (especially fitoindikators).

In the context of Genaldon Valley geoeological monitoring we searched the fitoindikators, which mark in the landscape the consequences of the 20.09.2002 glacier Kolka fall, and earlier glacial collapses. In a result the possibility of effective usage of some plant communities, clearly identifiable in landscapes, for fitoindication of the 20.09.2002 event consequences, and long-term forecasting of glacial collapses in the Valley of Genaldon was established. The summary of the investigations performed is given below.

Key words: fitoindikators, avalanche, glacial mudflow.

УДК 550.34

ОСОБЕННОСТИ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ МИНГЕЧАУРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ЦИФРОВЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

**© 2013 Г.Д. Етирмишли, д.г.-м.н., С.Э. Казымова, к.г.-м.н. Ш.К. Исламова,
диссертант**

Национальная Академия Наук Азербайджана, Республиканский Центр
Сейсмологической Службы, Баку Az 1001, ул. Н. Рафибейли, 9,
e-mail: sabina.k@mail.ru.

Работа направлена на изучение особенностей параметров механизмов очагов землетрясений, произошедших на территории Среднекуринской впадины. Анализ проводился по данным землетрясений цифровых сейсмических станций Азербайджана за период 2003-2013 гг. Механизмы очагов построены по программе «FPFIT». Установлено, что все механизмы на территории Среднекуринской впадины относятся к двум типам: сбросовым и сдвиговым. На континентальной части территории Азербайджана механизмы относятся как к взбросовым, так и сбросо-сдвиговым.

Ключевые слова: сейсмотектоника, землетрясения, сейсмостанции.

Введение

Современный уровень исследований деформационных процессов в тектоносфере Земли невозможен без информации о действующих в ней полях тектонических напряжений. Именно данные о полях напряжений и деформаций, совместно со сведениями о неотектонических и современных движениях, о геологическом, структурно-тектоническом строении, а также данными о действующих в литосфере физических полях (тепловой поток, гравитационные аномалии, скорости сейсмических волн и др.), позволяют корректно решать одну из обратных задач геофизики – задачу создания моделей деформационных процессов крупных тектонических структур земной коры. Одновременно с этой фундаментальной проблемой геофизики данные о полях тектонических напряжений играют первостепенную роль и в решении ряда прикладных задач [Сычева, 2004].

Для решения данной задачи необходимо применение статистических методов анализа совокупностей механизмов очагов землетрясений в противовес тектонофизической интерпретации механизма очагов не только одиночных, достаточно сильных сейсмических событий, но и слабых.

Анализ сейсмотектонических подвижек, опирающийся, прежде всего, на большую статистику механизмов очагов слабых и средних по силе землетрясений до последнего времени рядом сейсмологов признавался, главным образом, в качестве метода детального исследования напряженно-деформированного состояния отдельных сейсмоактивных районов, где создана густая сеть сейсмостанций [Сычева, 2004].

Мингечевирское водохранилище расположено в пределах Среднекуринского прогиба, самого сложного структурного элемента Куринской впадины. Его струк-

турные границы осложнены выступами и прогибами Большого Кавказа [Геология Азербайджана, 2005].

Водохранилище простирается с СЗ на ЮВ и при отметке 83 м, имеет длину около 75 км, захватывая при этом частично и долину р. Алазани. По основным характеристикам Мингечаурское водохранилище можно отнести к средним: Площадь его – 605 км², объём – 16,1 км³, длина – 70 км, наибольшая ширина – 18 км, средняя глубина – 27 м, наибольшая – 75 м. Заполнялось с 1953 по 1959 годы.

Вопрос о характере сейсмических проявлений в районе Мингечаурского водохранилища и возможности появления здесь индуцированных (так называемых наведенных) землетрясений возник еще при строительстве ГЭС, но до настоящего времени специально не изучался. Между тем, накопленные в результате постоянно проводившихся с тех пор сейсмологических наблюдений фактические данные позволяют обратиться к его рассмотрению.

Целью данного исследования является обработка, систематизация, интерпретация и обобщение сейсмологических материалов по механизмам очагов землетрясений на территории Мингечевирского водохранилища на основе современных подходов к анализу сеймотектонических подвижек.

Методика и данные расчета

В ходе исследования рассматривались сейсмологические данные, зарегистрированные сетью телеметрических станций за период 2003-2013 гг. [Етирмишли, 2003-2013]. Механизмы очагов землетрясений были рассчитаны в РЦСС НАНА по знакам первых вступлений Р-волн на цифровых станциях, которые расположены в интервале эпицентральных расстояний 15-350 км при достаточно равномерном распределении по азимутам. Механизмы очагов были рассчитаны на программе «FPFIT» системы «Kinematics» [Reasenberg, 2008].

Комплекс программ состоит из следующих блоков:

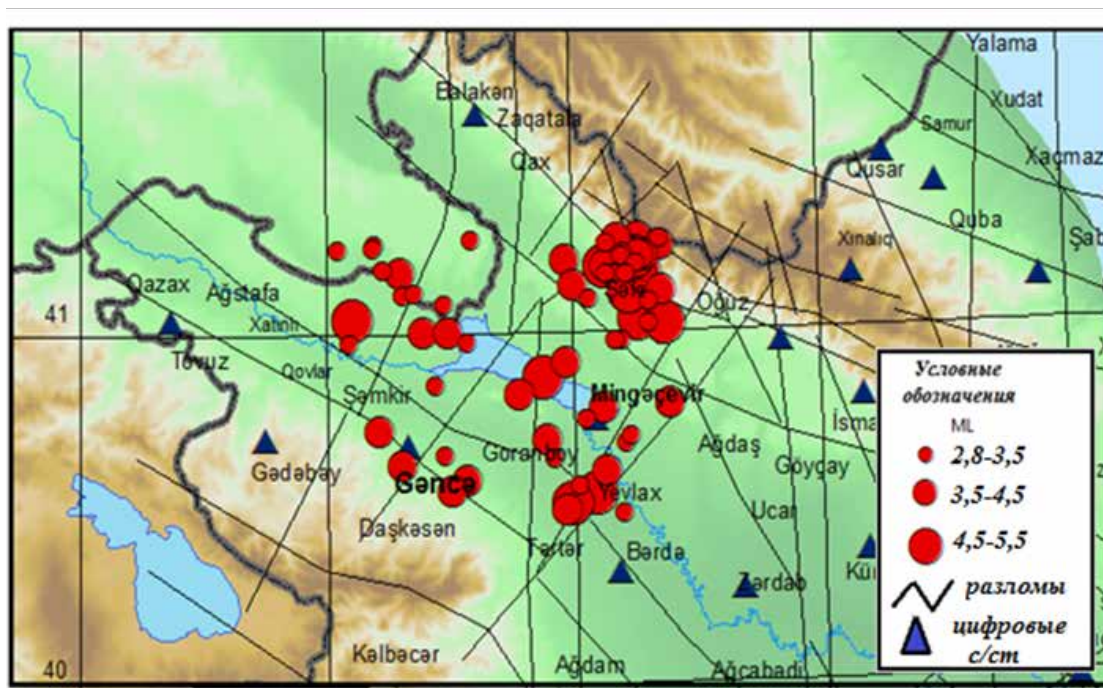


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений исследуемого региона за 2003-2013 гг.

- программа подготовки исходных данных;
- блок расчета механизмов;
- графические программы для просмотра результатов счета;
- программы подготовки файлов для представления результатов счета графическим пакетом SURFER.

При графическом изображении механизма очага землетрясения, последний представляется сферой единичного радиуса с центром в очаге. Учитывая центральную симметрию теоретической картины излучения, при расчетах используют половину фокальной сферы (верхнюю или нижнюю). Все точки, лежащие на верхней или нижней полусфере, проектируются на экваториальную стереографическую проекцию градусной сети шара, проходящую через центр последнего. Экспериментальные данные (знаки первых вступлений объемных волн на записях сейсмических станций) наносятся на сетку Вульфа и, в случае соответствия наблюдаемых данных модели двойного диполя, эти знаки разделяются двумя ортогональными нодальными линиями на квадранты (темные соответствуют областям волн сжатия, светлые – растяжения) [Reasenberg, 2008].

Особенности сейсмотектонических напряжений Мингечаурского водохранилища

В пределах Среднекуринской впадины прослеживается Куринская сейсмогенная зона, обусловленная одноименным межглыбовым глубинным разломом. На всем протяжении Куринской сейсмогенной зоны с ней связаны лишь отдельные неощутимые землетрясения с магнитудой толчков в интервале $M=3-4$ и интенсивностью V-VI баллов. Согласно проведенным расчетам с данной сейсмогенной зоной могут быть связаны максимальные события магнитудой $M=5.3$. Для территории Мингечаурского водохранилища принята сейсмичность 8 баллов [Геология Азербайджана, 2005].

Район проведенного исследования ограничен координатами $40.60^{\circ}-41.20^{\circ}$ по широте и $46.20^{\circ}-47.40^{\circ}$ по долготе и включает как площадь самого Мингечевирского водохранилища, так и окружающие смежные территории.

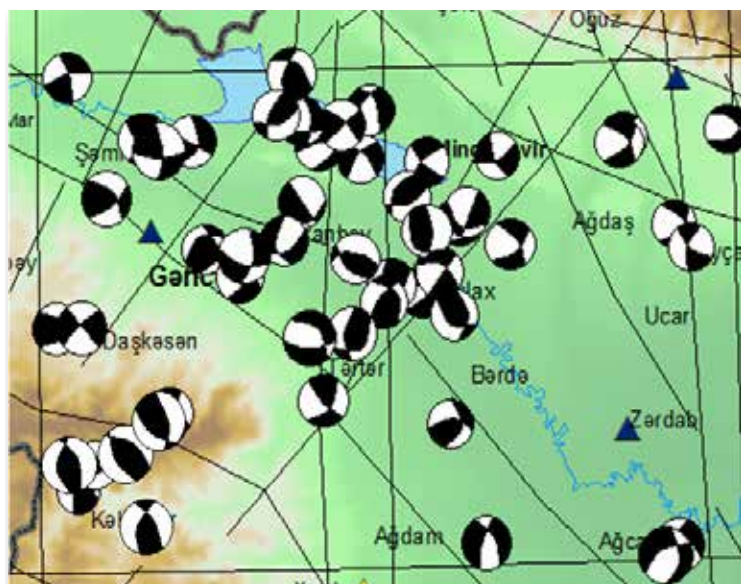


Рис. 2. Карта механизмов очагов землетрясений исследуемого региона за период 2003-2013 гг. с $m_l > 2.8$

На рис. 2 показана карта механизмов очагов землетрясений за 2003-2013 гг.; на рис. 3-4 приводятся примеры 3D проекций механизмов очагов для двух землетрясений.

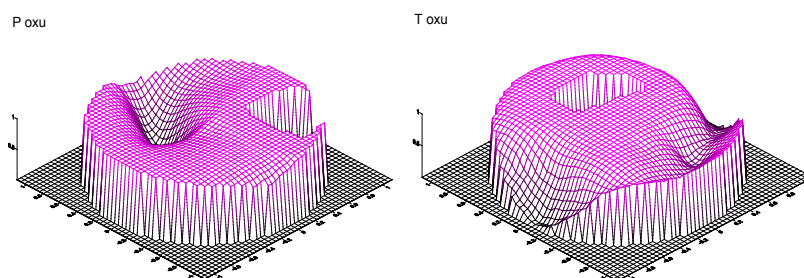


Рис. 3. 3D проекция механизма очага землетрясения, произошедшего 24.04.2003 г.

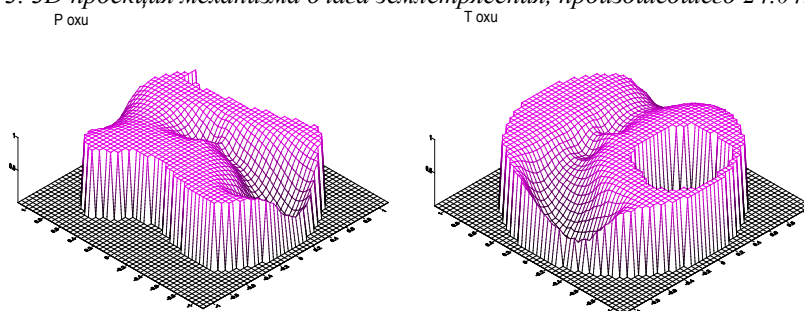


Рис. 4. 3D проекция механизма очага землетрясения, произошедшего 01.06.2005 г.

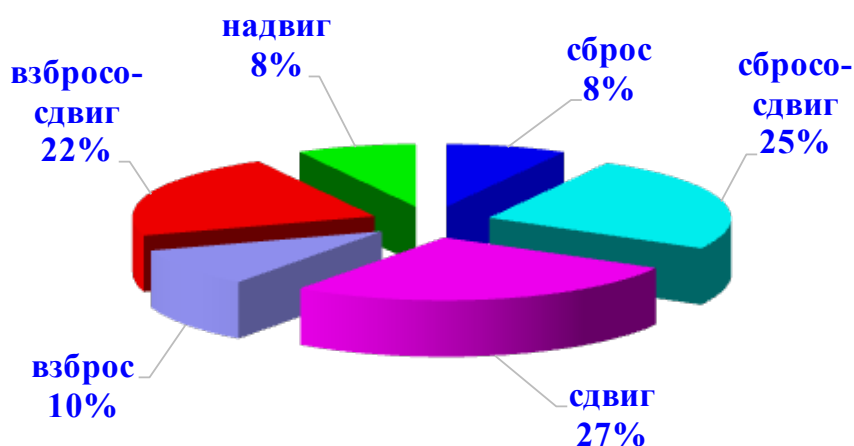


Рис. 5. Распределение типов подвижек Мингечаурского водохранилища в процентном соотношении

Как видно на рис. 5 большая часть территории Куринской впадины подвержена растяжению. Для исследуемой территории характерны сейсмотектонические деформации сбросового типа, с элементами сдвига. Однако в связи со сложным строением и наличием пересечения продольных, поперечных и ортогональных разломов в пределах исследуемого региона наблюдается и взбросо-сдвиговый тип подвижки. Сопоставление нодальных плоскостей механизма очага с тектоникой исследуемого региона показывает согласие нодальной плоскости ЮЗ-СВ и СЗ-ЮВ направлениях, соответствующее Гянджачайскому и Тер-Огузскому поперечным разломам (рис. 6) [Гасанов, 2003].

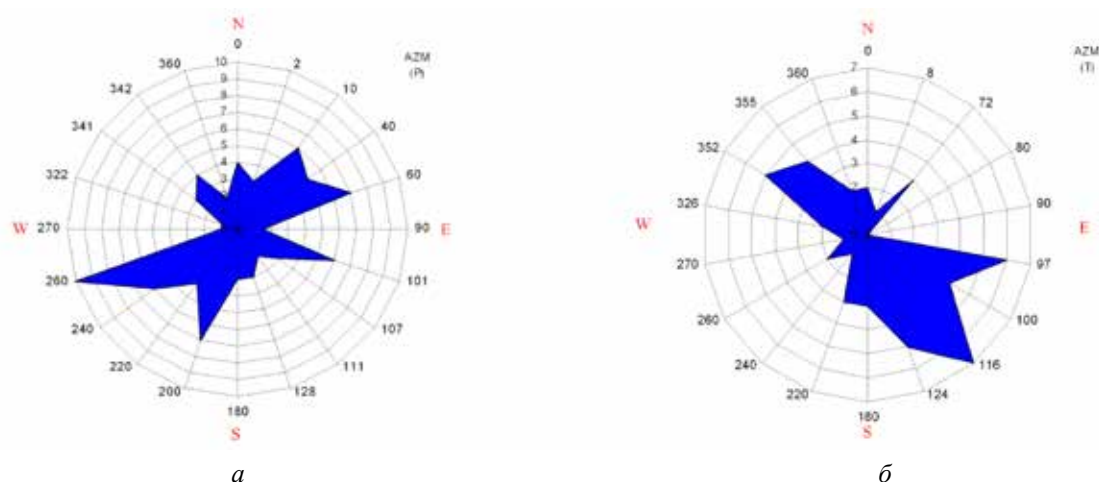


Рис. 6. Ориентация осей сжатия (а) и растяжения (б) на территории Азербайджана

Движение в плоскости разрыва для очагов Куринской низменности содержит как сбросо-сдвиговую, так взбросо-надвиговую составляющие [Агаларова, 1975]. Куринская низменность, как и зона Каспийского моря, является областью горизонтального растяжения на фоне напряженного состояния горизонтального сжатия всего региона, что обусловлено динамикой Аравийской и Евразийской литосферных плит [Ахмедбейли, 2010]. На рис. 7 показано изменение углов с горизонтом главных осей напряжения с глубиной. Установлено, что на глубине от 0-15 км в основном характерны сбросо-сдвиговые подвижки, а в интервале глубин 15-25 км проявляются как сбросовые, так и взбросовые подвижки.

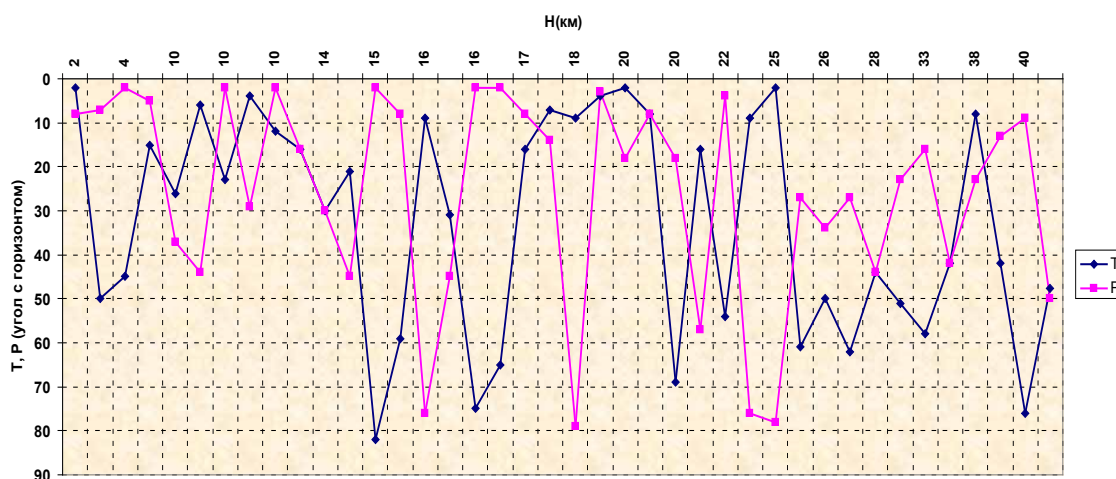


Рис. 7. График распределения углов погружения осей сжатия (P) и растяжения (T) относительно горизонта по глубине

Выводы

Использован статистический подход при анализе особенностей полученных решений фокальных механизмов очагов: визуализация сводных проекций, распределение азимутов и распределение углов наклона главных осей напряжений для контроля расчета сеймотектонических деформаций Мингечаурского района.

Большая часть исследуемой территории подвержена растяжению. Преобладающим направлением для азимутов осей сжатия фокальных механизмов является северо-северо-западное направление, а для осей растяжения – восточно-северовосточное, причем для осей сжатия с глубиной это направление меняется от северо-северо-западного к северному.

Для исследуемой территории характерны два типа режимов сеймотектонической деформации: для западной части – сдвиговый, для восточной – переходный режим от сдвига к сжатию (транспрессия), при этом оси сжатия имеют северо-северо-западную ориентацию, а оси растяжения – восточно-северо-восточную.

Полученные результаты фокальных механизмов, а также компоненты направляющего тензора, могут быть добавлены в сейсмологический архив данных и использованы для прикладных исследований, в том числе для уточнения сейсмического районирования и задач инженерной сейсмологии, а также могут быть использованы при исследовании ключевых проблем современной геодинамики и при оценках сейсмической опасности территории Азербайджана.

Литература

1. Агаларова Э. Б. Детальное исследование напряженного состояния сейсмических областей Азербайджана: Автореферат дисс. канд. геол. – мин. наук. М., 1975, 18 с.
2. Ахмедбейли Ф. С., Исаева М. И., Кадиров Ф. А., Коробанов В. В. Геодинамика неотектонического этапа Кавказского сегмента Альпийско-Гималайского орогенного пояса, 2010, Баку – 212 с.
3. Гасанов А. Г., Маммадли Т. Я., и др. Активность глубинных разломов территории Азербайджана. Каталог сейсмопрогностических наблюдений на территории Азербайджана в 2002 г. Баку 2003 г., с. 12-18
4. Геология Азербайджана, Том IV Тектоника, ред. Хаин В. Е., Ализаде Ак. А. 2005. Баку, Из-во Nafta-Press, С. 214-234.
5. Етирмишли Г. Д., Абдуллаева Р. Р. (отв. сост.), «Каталог землетрясений Азербайджана за 2003-2013 гг.» – Изд. «Элм», Баку 2013 г.
6. Етирмишли Г. Д., Казымова С. Э., Исмаилова С. С. Сравнительный анализ механизмов очагов землетрясений Южно-Каспийской впадины и континентальной части территории Азербайджана / Сейсмо-прогностические наблюдения на территории Азербайджана. Баку 2010. – С. 75-81.
7. Сычева Н. А. Исследование особенностей механизмов очагов землетрясений Северного Тянь-Шаня по данным цифровой сейсмической сети KNET, Диссертация на соискание степени к. ф.-м.н., 2004 г., 176 с.
8. Reasenber P., Oppenheimer D., 2008. FPFIT, FPLOT, and FPPAGE FORTRAN computer programs for calculating and displaying earthquake fault-plane solutions, Distributed to depository libraries on microfiche.

FEATURES OF SEISMOTECTONIC STRESS OF MINGECHEVIR RESERVOIR ACCORDING TO THE DATA OF DIGITAL SEISMIC STATIONS OF AZERBAIJAN

**G.D. Yetirmishli, Sc. Doctor (Geol.), S.E. Kazimova, Sc. Candidate (Geol),
Sh.K. Islamova**

Azerbaijan National Academy of Sciences, Republican Seismic Survey Center, Nigar
Refibeyli str. 9, Baku city, Azerbaijan 1001, e-mail: sabina.k@mail.ru.

Work aims investigation of the peculiarities of the parameters of focal mechanisms of earthquakes occurring in the territory of the Middle Kur depression. The analysis was performed according to earthquake records of digital seismic stations of Azerbaijan for the period 2003-2013. Focal mechanisms are built using the program «FPFIT». It is determined that all the mechanisms at territory of Middle Kur depressions are of two types: downthrow and shift faults. On the continental part of the territory of Azerbaijan mechanisms relate to both upthrow and downthrow-shift faults.

Keywords: seismotectonics, earthquakes, seismic stations.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

ШЕМПЕЛЕВУ АНАТОЛИЮ ГРИГОРЬЕВИЧУ – 75!



15 ноября 2014 года исполняется 75 лет Анатолию Григорьевичу Шемпелеву, кандидату геолого-минералогических наук.

Анатолий Григорьевич родился 15 ноября 1938 г. в г. Иркутске. Окончив в 1961 г. там же политехнический институт по специальности горный инженер-геофизик, он начал свою трудовую деятельность в Забайкалье. Уже через шесть лет Анатолий Григорьевич стал начальником отряда в Центральной геолого-съёмочной экспедиции (ныне ФГУГП «Кавказгеолсъёмка») в г. Ессентуки, а затем занимал должности начальника партии, старшего геофизика и ведущего геофизика геологического отдела организации. Именно этот город и стал постоянным местом жительства Александра Григорьевича.

Свою научную деятельность Анатолий Григорьевич посвятил глубинному строению территории Северного Кавказа, применению геофизических методов в геологическом картировании. В 1977 г., после заочного обучения в аспирантуре Днепропетровского горного института, защитил диссертацию «Результаты изучения тектоники Большого Кавказа геофизическими методами». На основании комплексной интерпретации материалов глубинных сейсмических зондирований было подтверждено предположение о надвиге Северо-Кавказской плиты на Закавказскую.

В течение пяти лет – с 1979 по 1984 гг. – работал в Алжире, где занимал должность старшего геофизика. Принимал участие в комиссии по научному обследованию региона Эль-Аснамовского землетрясения (1980 г.), изучал на местности аэрографические аномалии, составлял геофизическую основу для Металлогенической карты Хоггарта.

А. Г. Шемпелев – автор более 40 статей в реферируемых научных журналах, сборниках статей и трудах конференций не только на Родине, но и за рубежом.

За свой вклад в науку, Анатолий Григорьевич награжден памятными знаками и грамотами Министерства геологии СССР и Министерства природных ресурсов РФ.

Редакция журнала и коллеги горячо и сердечно поздравляют А. Г. Шемпелева со славным юбилеем и желают здоровья и новых творческих успехов!

МАРАТУ ГАДЖИАЛИЕВИЧУ ДАНИЯЛОВУ – 70!

Даниялов Марат Гаджиалиевич родился 1 ноября 1943 года в г. Махачкала ДАССР в семье служащего. В 1960 году после окончания средней школы поступил в Ленинградский кораблестроительный институт, откуда по семейным обстоятельствам в 1963 году перевелся в Дагестанский государственный университет, который закончил в 1967 году по специальности радиоинженер.

Трудовую деятельность начал с этого же года. Работал м.н.с. Дагестанского филиала РАН, инженером Опытно-методической сейсмологической партии, заместителем директора Института проблем геотермии, Института Геологии. Вот уже более 30 лет он руководит сначала Опытно-методической сейсмологической партией, а теперь – Дагестанским филиалом ГС РАН.



На плечах Даниялова М. Г. лежит важнейшая задача слежения за сейсмичностью в одном из самых сейсмоактивных районов России. В самый тяжелый период перестроенной жизни он сумел сохранить сплоченный, работоспособный коллектив, в составе которого есть умудренные опытом ветераны и, что самое главное, молодые талантливые специалисты, готовые продолжать и развивать его дело.

Даниялов М. Г. не только поддержал в работоспособном состоянии сеть сейсмических станций на территории Республики Дагестан, но и расширил ее более чем в 2 раза. Это стало важным вкладом в решение проблемы сейсмобезопасности Республики Дагестан и ее успешное социально-экономическое развитие. Под его руководством сейчас идет процесс технического перевооружения – переход с аналоговой на цифровую систему регистрации. Проводимые под руководством Даниялова М. Г. научные исследования и различные геофизические наблюдения по праву заслужили глубочайшее уважение и признание, как в академическом научном сообществе, так и у геологической общественности. Он постоянно работает над расширением научных контактов с учеными и коллективами не только российской науки, но и зарубежных стран, их углублением и дальнейшим плодотворным сотрудничеством для решения общей задачи – исследования землетрясений, их прогнозирования и оценке геологических и экологических последствий.

Даниялов М. Г. является признанным авторитетом в области исследования закономерностей сейсмичности на Кавказе, много времени и сил отдает вопросам сейсмической безопасности населения и территории республики, в том числе, активно сотрудничая с правительственными структурами Республики Дагестан.

Является автором 4-х монографий, более 100 научных публикаций, участником многих международных конференций.

Имеет благодарности от руководства Президиума РАН и ГС РАН, является почетным членом РАЕН.

Редакция журнала и коллеги горячо и сердечно поздравляют М. Г. Даниялова со славным юбилеем и желают здоровья и новых творческих успехов!

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Объем статей не должен превышать 12 страниц текста, оформленного в соответствии с Правилами.

На первой странице должны быть указаны: УДК (шрифтом Times New Roman, размером 12, выравнивание по левому краю); название статьи на русском языке (прописными буквами, без кавычек, переносы не допускаются, точка в конце не ставится, подчеркивание не используется, выравнивание по центру), кегль 14 полужирный, выравнивание по центру; инициалы и фамилии авторов (кегль 12 полужирный курсив, выравнивание по центру); название учреждения, место работы всех авторов, и контактная информация для переписки (почтовый адрес, адрес электронной почты); аннотация статьи на русском языке и ключевые слова

Текст статьи набирается шрифтом Times New Roman размером 12 пт через одинарный интервал, выравнивание по ширине, без расстановки переносов. Подзаголовок – полужирный размером 12 пт, выравнивание по левому краю. При написании статьи используются общепринятые термины, единицы измерения и условные обозначения, единообразные по всей статье. Расшифровка всех используемых авторами обозначений дается при первом употреблении в тексте. Буквы латинского алфавита набираются курсивом, буквы греческого и русского алфавитов – прямым шрифтом.

Формулы создаются с помощью встроенного редактора формул (Microsoft Equation) с нумерацией в круглых скобках – (2), выравниваются по правому краю, расшифровка всех обозначений (букв) в формулах дается в порядке упоминания в формуле. Большие формулы необходимо разбивать на отдельные фрагменты. Фрагменты формул по возможности должны быть независимы (при использовании формульного редактора каждая строка – отдельный объект). Нумерацию, и по возможности, знаки препинания следует ставить отдельно от формул обычным текстом.

Таблицы, рисунки, фотографии размещаются внутри текста и имеют сквозную нумерацию по статье. Названия всех рисунков, фотографий и таблиц приводятся на русском языке, 11 кегль. Нумерация обозначений на рисунках дается по порядку номеров по часовой стрелке или сверху вниз. Рисунки с большим количеством деталей (сложные схемы, графики) размещаются на всю ширину страницы (16,5 см). Рисунки также должны быть предоставлены отдельными файлами в формате TIFF или JPEG с разрешением 300 dpi для контрастных черно-белых рисунков и 600 dpi – для полутоновых. Цветные иллюстрации допускаются по согласованию с редакцией.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим ГОСТам.

Перечень литературных источников приводится общим списком в конце статьи. Список составляется по алфавиту, сначала следуют источники на русском, затем – на английском. Литература должна быть оформлена согласно ГОСТ 7.1–2003. Отсылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках в строку с текстом документа. Допускается использование кратких библиографических ссылок согласно ГОСТ Р 7.0.5–2008. Если ссылку приводят на документ, созданный одним, двумя или тремя авторами в отсылке указывают фамилии авторов, если на документ, созданный четырьмя и более авторами – указывают фамилию первого автора и сокращение «и др.» («et al.» для документов на языках, применяющих латинскую графику); если авторы не указаны – указывают название документа; далее указывают год издания и при необходимости сведения дополняют указанием страниц. Сведения в отсылке разделяют запятой. Если отсылка содержит сведения о нескольких ссылках, группы сведений разделяют знаком точка с запятой. В отсылке допускается сокращать длинные заглавия, обозначая опускаемые слова многоточием с пробелом до и после этого предписанного знака.

Приложения к статье

1. Аннотация (на отдельной странице – не более 100 слов). В ней не рекомендуется использовать формулы и ссылки на литературу. Если рукопись подается на русском языке, то аннотация должна быть продублирована на английском с указанием названия статьи, фамилий и инициалов авторов на этих языках. Если рукопись подается на английском языке, необходимо привести также аннотацию на русском. Аннотация печатается шрифтом Times New Roman (12 кегль) в одном файле в следующем порядке: название статьи, авторы, наименование организации, текст аннотации на русском языке, ключевые слова; далее, через 2 строки, в той же последовательности – на английском языке. Аннотация также публикуется на сайте журнала (на русском и английском языках).

2. Резюме (на отдельной странице) на русском и английском языках печатается шрифтом Times New Roman (10 кегль) и должно содержать следующую информацию:

- фамилия, имя, отчество всех авторов полностью (на русском и английском языке);
- полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город (на русском и английском языке). Если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно;
- адрес электронной почты для каждого автора;
- корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов);
- опционально: подразделение организации, должность, научное звание, ученая степень, награды и научные премии, профессиональный опыт, основной круг научных интересов, количество публикаций каждого из авторов.

3. Текст реферата (одна страница) для опубликования в реферативных журналах (РЖ) ВИНИТИ. Параметры страницы: формат А4 (210×297 мм); межстрочный интервал полуторный; шрифт Times New Roman (12 кегль) в одном файле в следующем порядке: наименование статьи, авторы, наименование организации, реферат на русском языке; далее, через 2 строки, в той же последовательности – на английском языке.

4. Справка из отдела аспирантуры (для аспирантов). Плата с аспирантов (единственный автор) за публикацию рукописей не взимается.

Тексты статей могут быть высланы в rar или zip архиве (каждая статья отдельно) по электронной почте на адрес редакции southgeo@mail.ru.

В архиве должны присутствовать следующие файлы:

- текст статьи, включая формулы, таблицы, рисунки, подрисуночные подписи, список литературы,
- иллюстрации в формате TIFF или JPG, которые должны быть именованы таким образом, чтобы было понятно, к какой статье они принадлежат и каким по номеру рисунком статьи они являются. Каждый файл должен содержать один рисунок.
- аннотация на русском и английском языках;
- реферат на русском и английском языках;
- резюме на русском и английском языках;

Редакция не возвращает авторам присланные материалы равно как на бумажных, так и на электронных носителях.

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА
ЮГА РОССИИ
(№3. 2013г.)**

Подписано в печать 21.09.2013 г. Формат 60×84 1/8.

Усл. печ. лист 8,3. 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:

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра Российской академии
наук и Правительства Республики Северная Осетия-Алания**

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.