



НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ УЙМОНСКОЙ МЕЖГОРНОЙ ВПАДИНЫ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

Е. В. Деев*, Н. Н. Неведрова*, Г. Г. Русанов**, А. М. Санчаа*, С. М. Бабушкин***, Д. В. Кречетов***, И. Н. Ельцов*, И. Д. Зольников****

Детально охарактеризована неотектоническая блоковая структура района Уймонской впадины. Приводятся результаты выполненного здесь в 2011 г. комплекса электромагнитных исследований (зондирования становлением поля, вертикальные электрические зондирования и электротомография на постоянном токе). Они дают первые представления о геоэлектрическом строении осадочного выполнения впадины и положении кровли ее докайнозойского фундамента, структуре зоны сочленения Уймонской впадины и ее северного горного обрамления.

Ключевые слова: неотектоника, электромагнитные зондирования (ЗС), метод ВЭЗ, электротомография, Уймонская впадина, Горный Алтай.

NEW DATA ON STRUCTURE OF UIMON INTERMOUNTAIN BASIN (GORNYY ALTAI)

E. V. Deev, N. N. Nevedrova, G. G. Rusanov, A. M. Sanchaa, S. M. Babushkin, D. V. Krechetov, I. N. Eltsov, I. D. Zolnikov

The article contains detailed characteristics of neotectonic block structure of Uimon intermountain basin. The results of electromagnetic prospecting carried out in 2011 in the region are given, including data obtained using transient electromagnetic method (TEM), vertical electric sounding (VES), and direct current electrotomography. The results give the first indication of geoelectrical structure demonstrating sedimentary infilling of the depression, the roof location of its pre-Cainozoic basement, and the Uimon intermountain basin and its northern mountain frame conjunction zone structure.

Key words: neotectonics, transient electromagnetic method (TEM), vertical electric sounding (VES), eletrotomography, Uymon intermountain basin, Gorny Altai.

Уймонская впадина находится в Центральной части Горного Алтая и является одним из наиболее крупных отрицательных элементов его неотектонической структуры (рис. 1). Совместно с находящимися восточнее Катандинской, Тюнгурской, Тургундинской и западнее Тюгуюкской, Абайской, Усть-Канской (последние две не попадают в пределы рис. 1) они образуют протяженную цепочку межгорных впадин, разделяющих хребты Теректинский и Камза с одной стороны и хребты Катунский и Коргонский – с другой. С севера Уймонскую впадину ограничивает Теректинский (средние высоты 2000–2900 м, абсолютная отметка высшей точки – г. Казнахта – 2926 м); с юга – Катунский хребет, где находится самая высокая точка Горного Алтая – г. Белуха (4506 м). Котловина вытянута вдоль субширотной оси на 35 км при средней ширине 10–12 км. В ее юго-западной части имеется сужающееся к югу ответвление, совпадающее с отрезком течения р. Катунь северо-восточного простираения. После коленообразного изгиба почти на 90° р. Катунь течет на юго-восток вдоль южного наиболее опущенного края впадины. Отсюда относительно плоское днище котловины воздымается в сторону ее северного борта с абсолютных отметок от 850–900 до 1100–1150 м.

*ИНГГ СО РАН (Новосибирск); **ОАО «Горно-Алтайская экспедиция» (Малоенисейское); ***Сейсмологический филиал Геофизической службы СО РАН (Новосибирск); ****ИГМ СО РАН (Новосибирск)

Предположительно впадину выполняют достаточно мощные толщи четвертичных и неогеновых отложений, но ни стратиграфия, ни генезис, ни их вещественный состав в должной мере не изучены. Ничего не известно о рельефе поверхности и блоковом строении фундамента впадины, поскольку ни одна скважина его не вскрыла, а геофизические исследования никогда не проводились. Плохо изучена и неотектоническая блоковая структура горного обрамления впадины.

В полевой сезон 2011 г. в Уймонской котловине впервые был выполнен комплекс электромагнитных исследований: зондирования становлением поля (ЗС), вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ) и электротомография на постоянном токе. Вкупе с изучением неотектонических черт горного обрамления эти исследования позволяют пролить свет на некоторые аспекты строения впадины.

Неотектоника горного обрамления

Комплексный анализ разномасштабных топографических карт, данных дистанционного зондирования Земли (космоснимки Landsat, цифровые модели рельефа Земли SRTM¹ и ASTER GDEM Version 2, модели на их основе), а также полевые наблюдения позволили охарактеризовать неотектоническую блоковую структуру района Уймонской впадины (см. рис. 1).

¹ Shuttle Radar Topography Mission.

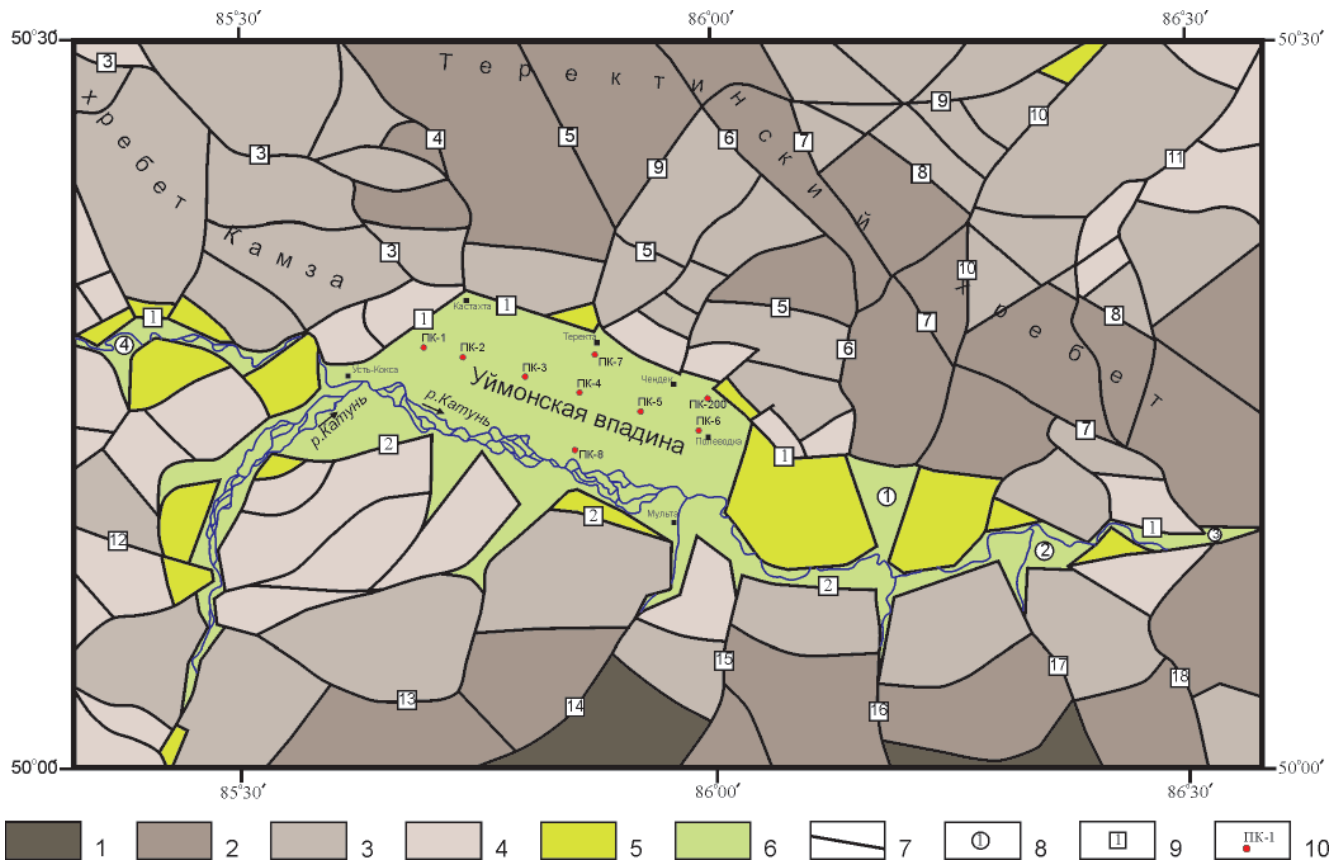


Рис. 1. Неотектоническая схема района Уймонской межгорной впадины

1–6 – поднятые блоки с абсолютными высотами: 1 – свыше 3000 м, 2 – от 3000 до 2500 м, 3 – от 2500 до 2000 м, 4 – от 2000 до 1500 м, 5 – от 1500 до 1000 м, 6 – осадочные комплексы, перекрывающие блоки с отметками ниже 1000 м; 7 – разломы; 8 – впадины (цифры в кругах): 1 – Катандинская, 2 – Тюнгурская, 3 – Тургундинская, 4 – Тюгюрюкская; 9 – разломы (цифры в квадратах): 1 – Южно-Теректинский, 2 – Кучерлинско-Уймонский, 3 – Камзинский, 4 – Кастахтинско-Каерлыкский, 5 – Теректинский, 6 – Верхнекатандинско-Каракольский, 7 – Тургундинско-Каракольский, 8 – Казнахтинский, 9 – Большеяломанский, 10 – Яломано-Катандинский, 11 – Малояломанский, 12 – Южно-Актайгинский, 13 – Окольский, 14 – Мультинский, 15 – Акчанский, 16 – Кураганский, 17 – Кучерлинский, 18 – Аккемский; 10 – пикеты зондирований ЗС и ВЭЗ и их номера

Теректинский хребет имеет овальное в плане очертание с удлиненной осью северо-западного простираения. Помимо указанных впадин с севера и востока он ограничен долинами рр. Ябоган, Ело, Урсул и Катунь. В строении хребта наблюдается асимметрия, выраженная в наличии относительно пологого и длинного северо-восточного склона и более крутого и короткого юго-западного. Его основная блоковая неоднородность, а также соотношения с хр. Камза определяются системой разломов северо-западного простираения: Камзинским, Кастахтинско-Каерлыкским, Теректинским, Верхнекатандинско-Каракольским, Тургундинско-Каракольским, Казнахтинским. Они фрагментарно наследуют структуры Чарышско-Теректинский зоны разломов палеозойского заложения.

Целостность блоков северо-западного простираения нарушена системой разломов северо-северо-восточного простираения, некоторые из них имеют «сквозной» характер, протягиваясь с одного склона хребта на другой (Большеяломанский, Яломано-Катандинский, Малояломанский и др.). Эта система активно дренируется речной сетью: рр. Малый Яломан, Яломан, Большой Яломан,

Нижняя и Верхняя Катанда, Чендек, Теректушка, Большая Теректа (см. рис. 1). Наконец, смещения по ряду более мелких разломов субширотного и северо-западного простираения обеспечивают погружение хребта в сторону Уймонской котловины и на северо-восток к субмеридиональному отрезку долины р. Катунь

От расположенных южнее впадин хребты Теректинский и Камза отделяются Южно-Теректинским разломом северо-западного простираения, дважды коленообразно изгибающимся в районе пос. Кастахта и Усть-Кокса. Зоне Южно-Теректинского разлома свойственны серии тектонических уступов, количество, высотное положение и морфологическая выраженность которых изменяются вдоль простираения разломной зоны. Наши наблюдения, а также материалы геологической съемки [2, 4] показывают, что в тектонических уступах, наряду с коренными породами, вскрываются позднеплейстоцен(?)–голоценовые пролювиальные, делювиальные, аллювиальные, озерно-оплывневые и лессовидные отложения. В работе [12] указывается, что у с. Баштала тектонический уступ выработан в деформирован-



ных за счет надвигания Теректинского хребта на Уймонскую впадину пестроокрашенных глинах неогена и срезает замок антиклинальной складки северо-восточного простирания (северо-западное крыло имеет азимут падения 340°, угол 30°, юго-восточное – 150° и 32° соответственно). Там же приводятся данные о том, что скважина, пробуренная к западу от с. Маргала, у подножия Теректинского хребта, на глубине 62 м вскрыла под толщей метаморфических сланцев теректинской свиты красно-бурые глины [12]. Во второй скважине эти глины были вскрыты под толщей сланцев мощностью 81,5 м. На забое (124,2 м) скважина так и не вышла из глинистой толщи. Таким образом, сделан вывод, что скважины вскрыли зону крутопадающего взброса вдоль подножия Теректинского хребта, где метаморфические сланцы протерозоя надвинуты на глины предположительно неогенового возраста.

Отроги Катунского хребта с высотами 2000–3000 м и более, включающие в том числе и небольшие хребты (Каменный Белок, Холодный Белок, Борондинский, Ороктойский и др.), отделены от впадин Кучерлинско-Уймонским разломом. Блоковая структура хребта здесь осложнена субмеридиональными и дугообразными разломами, активно дренируемыми речной сетью (рр. Мульта, Акчан, Кураган, Кучерла, Аккем, Окол и Большой Окол, Черемшанка, Воровской ключ, Большой Сугаш), при этом в приустьевых частях некоторые притоки протекают по расширенным ящикообразным долинам. Как и в пределах Теректинского, блоковую делимость Катунского хребта дополняет серия субширотных разломов, определяющих общее снижение его абсолютных высот в сторону межгорных котловин.

Современная активность разломов территории подтверждается историческими и инструментально зарегистрированными землетрясениями [1, 3, 9]. Активность Южно-Теректинского разлома проявляется в наличии цепочек мелких источников, образующих заболоченные западины и протягивающихся вдоль зоны разлома в северной части Катандинской впадины [2] и на участке между пос. Кастахта и Усть-Кокса. Несколько подземных источников со значительным дебитом выявлено вдоль линий молодых разломов, ограничивающих и секущих хр. Ак-Тайга [4].

Методика, аппаратура электромагнитных исследований и интерпретация данных

Совместное использование методов ВЭЗ и ЗС для изучения кайнозойских впадин Горного Алтая (Чуйской, Курайской), Байкальской рифтовой зоны дало неплохие результаты [5–7, 14]. Методом ВЭЗ получены детальные геоэлектрические характеристики маломощных приповерхностных слоев. Метод используется для исследования самой верхней части разреза до глубины в среднем 300 м (в зависимости от геоэлектриче-

ских характеристик разреза и размеров установок). С помощью метода ЗС возможно изучение более глубинного строения впадин, включая весь осадочный чехол и верхнюю часть фундамента. Этот же комплекс было решено использовать при измерениях в Уймонской впадине.

Измерения **методом ЗС** выполнялись в двух модификациях (с соосными и разнесенными установками). Сторона генераторной петли равнялась 500 м, измерительной – 200 м. Измерительные модули в разнесенных установках размещались в 600–1000 м от центра генераторной конструкции.

Зондирования проведены с помощью регистраторов «Байкал-МЭРС» – новой перспективной разработки, позволяющей оперативно выполнять измерения методом ЗС. Это многоканальная система, предназначенная для организации как профильной, так и площадной систем регистрации высокой плотности. Измерительные модули располагаются непосредственно у приемных петель, что избавляет от проблемы передачи аналоговых сигналов по длинным коммуникационным цепям. Тем самым повышается качество записываемого материала и помехозащищенность измерителя. Система «Байкал-МЭРС» имеет модульную структуру, состоящую из 15 отдельных регистраторов. Каждый регистратор – это 4-канальный прибор для сбора данных; все каналы сделаны на основе сигма-дельта АЦП: три низкочастотных (до 4 кГц) с разрядностью 31 бит; один высокочастотный (до 100 кГц) с разрядностью 24 бит. В состав регистратора входит GPS-модуль, который привязывает измеряемые данные к всемирному времени (UTM) с точностью не хуже 1 мкс, и съемная флеш-карта SD с файловой системой FAT-32. Предусмотрены четыре независимых входа для регистрации сигналов от разных секций приемной петли (отличающихся, например, количеством витков) и приемных линий MN. Полевой измеритель состоит из устройства управления, АЦП, усилителя, встроенного источника питания. Он герметичен, защищен от воздействия факторов окружающей среды. Современная аппаратура и технологии измерений метода ЗС обеспечили высокую детальность и производительность исследований.

К настоящему времени в интерактивных компьютерных системах интерпретации и математического моделирования нестационарных электромагнитных полей выполнены предварительная обработка и интерпретация полевых данных ЗС. Использовались две автоматизированные системы, разработанные в электромагнитных лабораториях ИНГГ СО РАН: программные комплексы «Эра» и EMS [10, 13]. «Эра» – универсальная диалоговая система для работы с данными электроразведки, а интерпретационная система EMS – ее развитие и расширение для современных компьютерных средств. В ней заложены значительные перспективы для использования новых модификаций ЗС и способов визуализации результатов.

**Характеристики измерителя «Байкал-МЭРС»**

Число каналов в каждом модуле, шт.	4
Число модулей, шт.	15
Разрядность данных, бит	24 (ВЧ канал), 31 (НЧ канал)
Частота дискретизации, кГц	
ВЧ канал	100, 50, 25, 12.5
НЧ канал	4, 2, 1, 0.5, 0.2
Коэффициент усиления	1, 8, 16, 32, 64
Тип входов	дифференциальный
Шум, приведенный ко входу, мкВ	< 0,2
Динамический диапазон, дБ	135
Стабильность внутреннего генератора (-20...+60 °С), с	2·10 ⁻⁷
Точность привязки времени	
Встроенный GPS, мкс	±1
Объем энергонезависимой памяти, ГБ	до 32 (флеш-карта)
Времена регистрации, с	0,00001–64
Синхронизация работы приемников-регистраторов	GPS-контроллеры
Потребляемая мощность, Вт	< 2,5
Диапазон рабочих температур, °С	-30...+60
Масса, кг	1,5
Пылевлагоустойчивость	IP 67

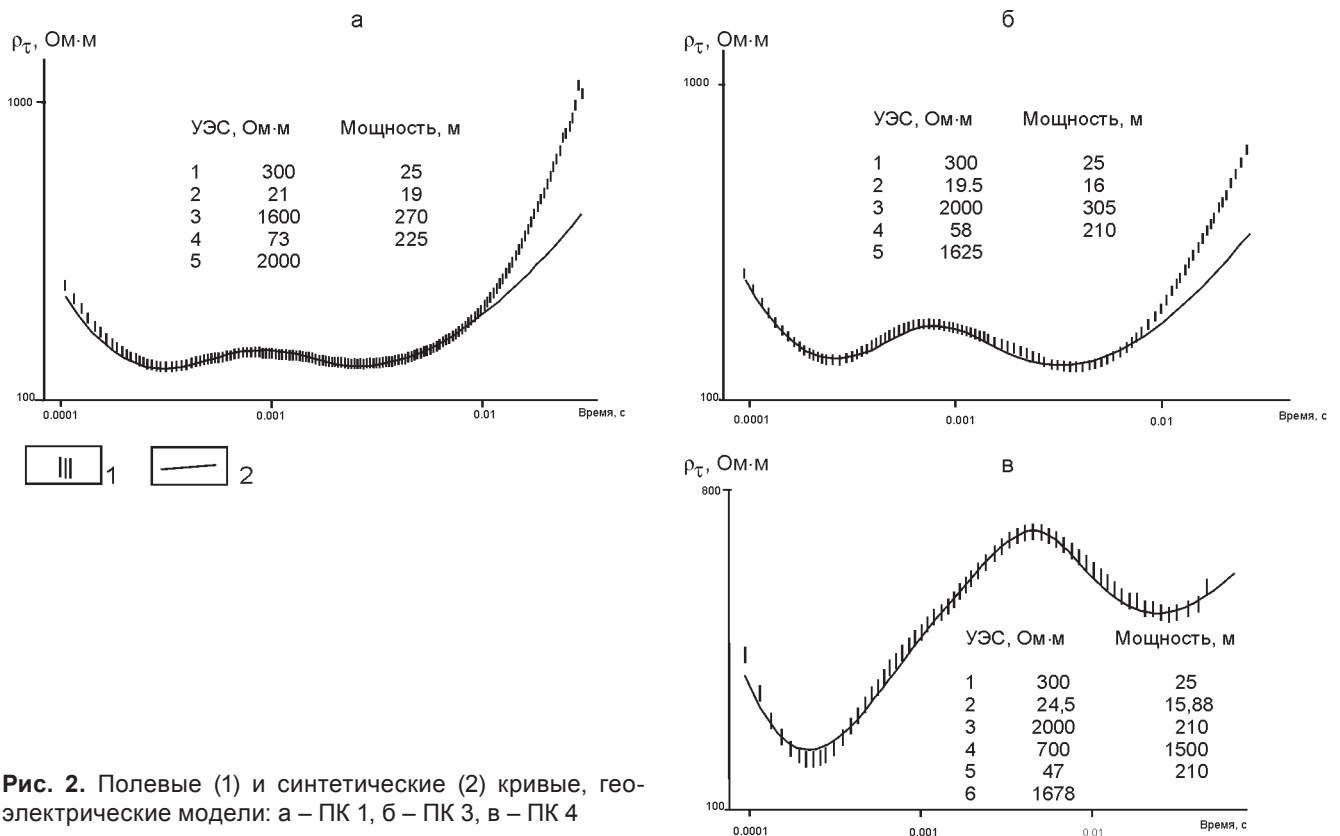


Рис. 2. Полевые (1) и синтетические (2) кривые, геоэлектрические модели: а – ПК 1, б – ПК 3, в – ПК 4

Обе системы позволяют выполнить обработку и интерпретацию полевых данных электромагнитных зондирований с активным источником, используя модели горизонтально-однородных сред.

Рассмотрим материалы ЗС с соосными петлями. Данные для разнесенных установок, как более подверженные искажениям, обусловленным латеральными неоднородностями разреза, нуждаются в дополнительном анализе, и мы их пока не приводим. На рис. 2 представлены полевые и синтетические кривые, а также геоэлектрические модели, полученные в результате инверсии полевых данных для пунктов ЗС 1 и 3 (их расположение см. на

рис. 1). Эти пункты расположены в западной части впадины, и в них получены кривые одного типа. Полевые данные показаны вертикальными штрихами, величина которых соответствует погрешности измерений; синтетические кривые – сплошной линией. Невязка решения обратной задачи для всех кривых в интерпретационном интервале времен не превышает 5 %. Инверсия выполнена с использованием горизонтально-слоистой модели среды. Искажения наблюдаются только на очень поздних временах и не влияют на определение основных параметров модели. Значения мощности и удельного электрического сопротивления



(УЭС) отдельных геоэлектрических горизонтов получены в рамках погрешности 5 %, что соответствует средней погрешности измерений. Модели отражают пятислойный разрез с чередованием высоко- и низкоомных горизонтов, причем наблюдается значительный контраст значений УЭС этих чередующихся слоев – более, чем на порядок. Глубинность исследования в этой части впадины превышает 800 м.

На рис. 3 приведен предварительный глубинный геоэлектрический разрез по профилю через северную часть Уймонской впадины. При рассмотрении разреза следует учитывать большие расстояния между пунктами наблюдений, возможное наличие разломов между пикетами зондирования во внутренней структуре впадины. Таким образом, полученный результат можно охарактеризовать как общее схематичное приближение глубинного строения этой части впадины.

Следует отметить, что на протяжении всего профиля наблюдаются значительные глубины до опорного горизонта от 550 м (в районах ПК 1 и 3) до 850–870 м (ПК 2, 7, 6). УЭС этого горизонта, соответствующего докайнозойскому фундаменту впадины, 1250–2000 Ом·м. Выше выделен проводящий горизонт мощностью 200–300 м со значениями УЭС 50–150 Ом·м. Основная часть осадочного выполнения впадины представлена мощным (более 630 м в районе ПК 2) высокоомным слоем с УЭС 1600–2000 Ом·м. В районе ПК 6 и 7 между проводящим и высокоомным горизонтами получен еще один слой со значениями УЭС 255–543 Ом·м. Наконец, в верхней части профиля до глубин в среднем 40–50 м выделены два относительно маломощных слоя; нижний, проводя-

щий, характеризуется УЭС 19–27,5 Ом·м, а верхний – 300–525 Ом·м.

Опыт наших геолого-геофизических исследований в Чуйской и Курайской межгорных впадинах Горного Алтая [5, 7] позволяет представить следующую предварительную геологическую интерпретацию обсуждаемого геоэлектрического разреза. Значения УЭС 50–20 Ом·м характерны для осадков глинистой и алевритовой размерности различных генетических типов: кор выветривания и продуктов их переотложения, озерных и озерно-ледниковых фаций. С учетом стратиграфического положения и мощности залегающего на фундаменте проводящего геоэлектрического слоя его можно условно соотнести с неогеновыми озерными отложениями. Выклинивающийся слой с сопротивлениями 255–543 Ом·м может быть сопоставлен с алеврито-песчаным и песчаным типами разреза, которые также могли быть сформированы в фациальных условиях неогеновых озер. Мощный высокоомный горизонт с УЭС 1600–2000 Ом·м предположительно соответствует грубообломочным фациям: щебни, галечники и валунники. В стратиграфическом отношении они могут представлять собой нерасчлененный неоплейстоценовый комплекс. Верхние относительно маломощные слои могут отвечать озерным и делювиально-пролювиально-аллювиальным позднеоплейстоцен-голоценовым отложениям.

Существенно грубообломочный тип верхней части разреза в районе ПК 6 подтверждается материалами гидрогеологической скв. 151, пробуренной в 1966 г. в районе пос. Полеводка. Глубина на забое скважины составила 110 м. На всем протяжении вскрыт обломочный материал осадочных

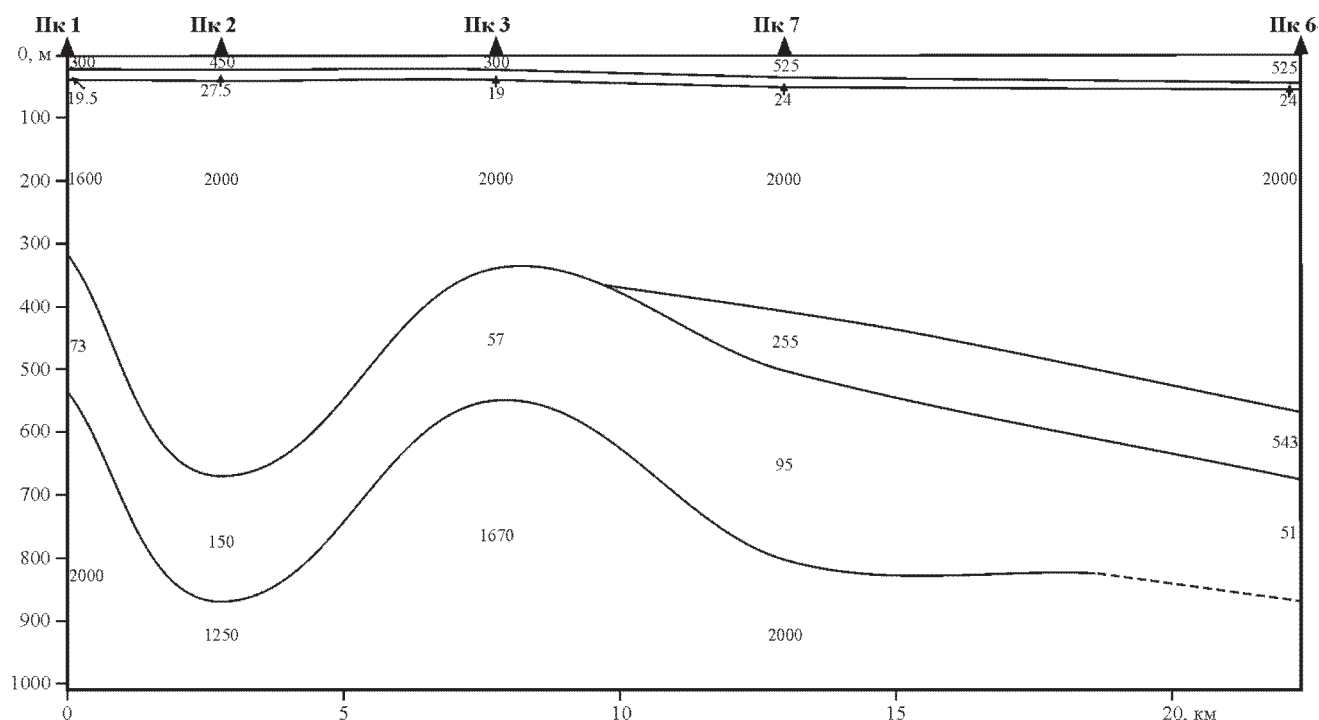


Рис. 3. Предварительный глубинный разрез вдоль Уймонской впадины по данным ЗС с соосными установками. Цифрами указаны значения УЭС



Геoeлектрические модели по данным ЗС

№ слоя	УЭС, Ом·м	Мощность, м
ПК 5		
1	300	25
2	31	15,9
3	2000	700
4	850	164
5	210	467
6	152	241
7	900	
ПК 8		
1	524	44
2	24,8	15,5
3	2000	340
4	100	130
5	440	1000
6	145	

и метаморфических пород с песчаным и песчано-глинистым заполнителем [8].

Тип полевой кривой ЗС ПК 4 (см. рис. 2, в) в целом отвечает кривым для ПК 1 и 3, однако геoeлектрическая модель отличается наличием двух высокоомных горизонтов, первый имеет мощность 210 м, УЭС 2000 Ом·м, второй – 1500 м и 700 Ом·м соответственно. Получена существенная глубина залегания кровли опорного горизонта (фундамента) – 1960 м.

Приведем также предварительные геoeлектрические модели, полученные по данным ПК 5 и 8 (см. таблицу). Левые и правые ветви полевых кривых этих зондирований искажены, и в рамках горизонтально-слоистой модели параметры двух верхних слоев разреза и опорного горизонта подобраны с погрешностью более 15 %. Три верхних горизонта геoeлектрических моделей для ПК 5 и 8 неплохо согласуются с моделями ЗС, пред-

ставленными выше; нижняя же часть разреза отличается: например, по данным ПК 5 получена семислойная модель. Общее согласование всех моделей ЗС требует дополнительных исследований. Предварительно можно констатировать, что ПК 4, 5, 8 расположены в пределах блока, отличающегося по строению от остальной исследованной территории впадины.

Для работ **методом ВЭЗ** была использована аппаратура АНЧ-3. Измерения проводились симметричной четырехэлектродной установкой Шлюмберже (MN<<AB). Полуразносы питающей линии находились в интервале от 1,5 до 1000 м. Размеры приемной линии для поддержания уровня измеряемого сигнала изменялись от 1 до 200 м соответственно. Первичная обработка полевых данных выполнена в полевых условиях для оценки качества материала и определения погрешности измерений, средняя величина которой не превышала 5 %. Анализ полевых данных показал, что получены полные кривые зондирования хорошего качества. Количественная интерпретация ВЭЗ осуществлялась в программном комплексе моделирования и инверсии «СОНЕТ».

По данным ВЭЗ более подробно расчленяется самая верхняя часть разреза, а глубинность определяется геoeлектрическими условиями и размером установки. На рис. 4 показан геoeлектрический разрез, построенный по данным ВЭЗ и ЗС (ПК 200). Зондирования выполнены к западу от пос. Маргала (см. рис. 1), на площадке, которая отделена от поверхности осадочного выполнения впадины тектоническим уступом высотой около 20 м. Для измерений ВЭЗ размеры установок не превышали 300 м, поэтому глубинность исследования получена в пределах 70 м. Разрез показывает, что тектонический

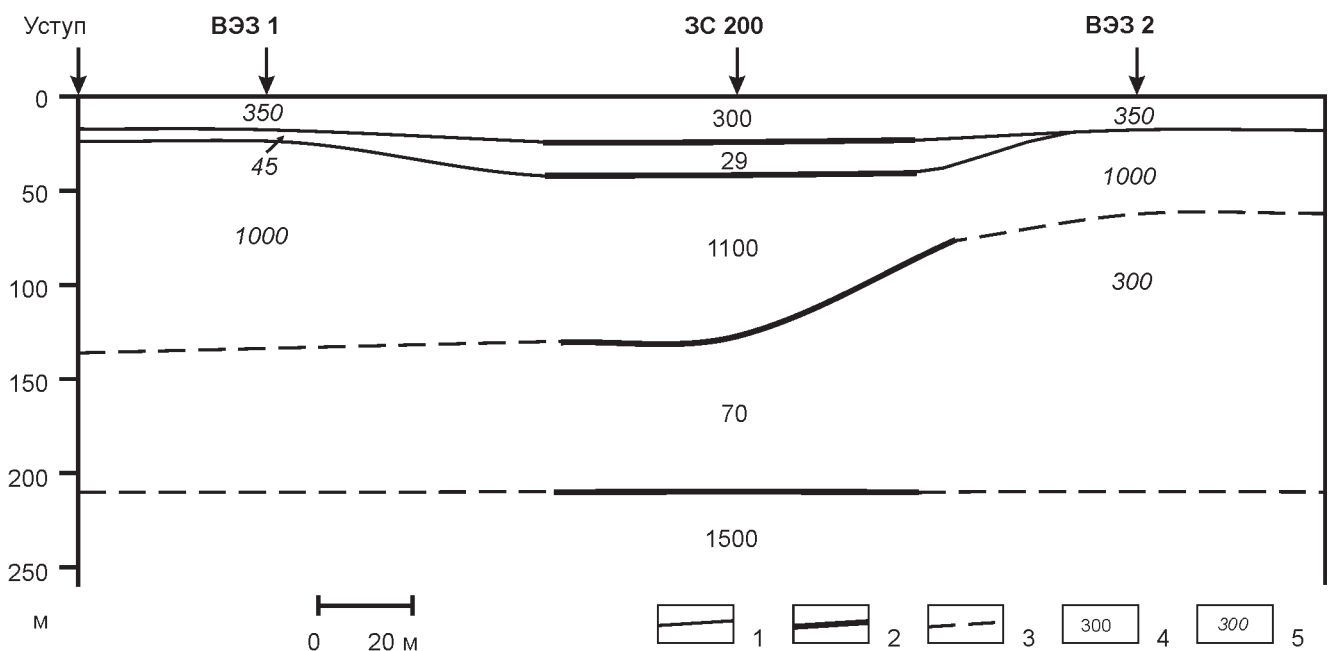


Рис. 4. Геoeлектрический разрез по данным ВЭЗ и ЗС на площадке тектонического уступа возле пос. Маргала. Геoeлектрические границы: 1 – по данным ВЭЗ, 2 – по данным ЗС, 3 – предполагаемые; значения УЭС по данным: 4 – ЗС; 5 – ВЭЗ

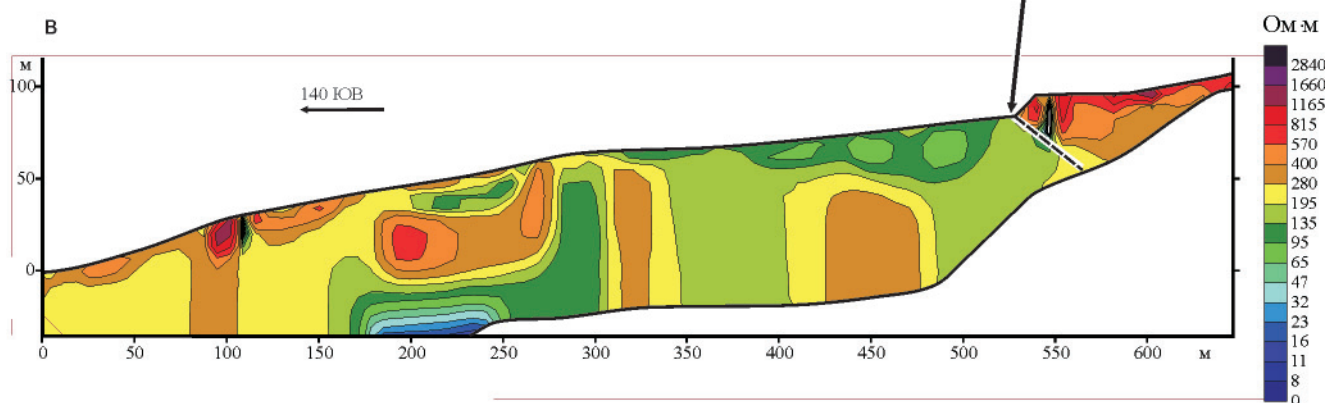
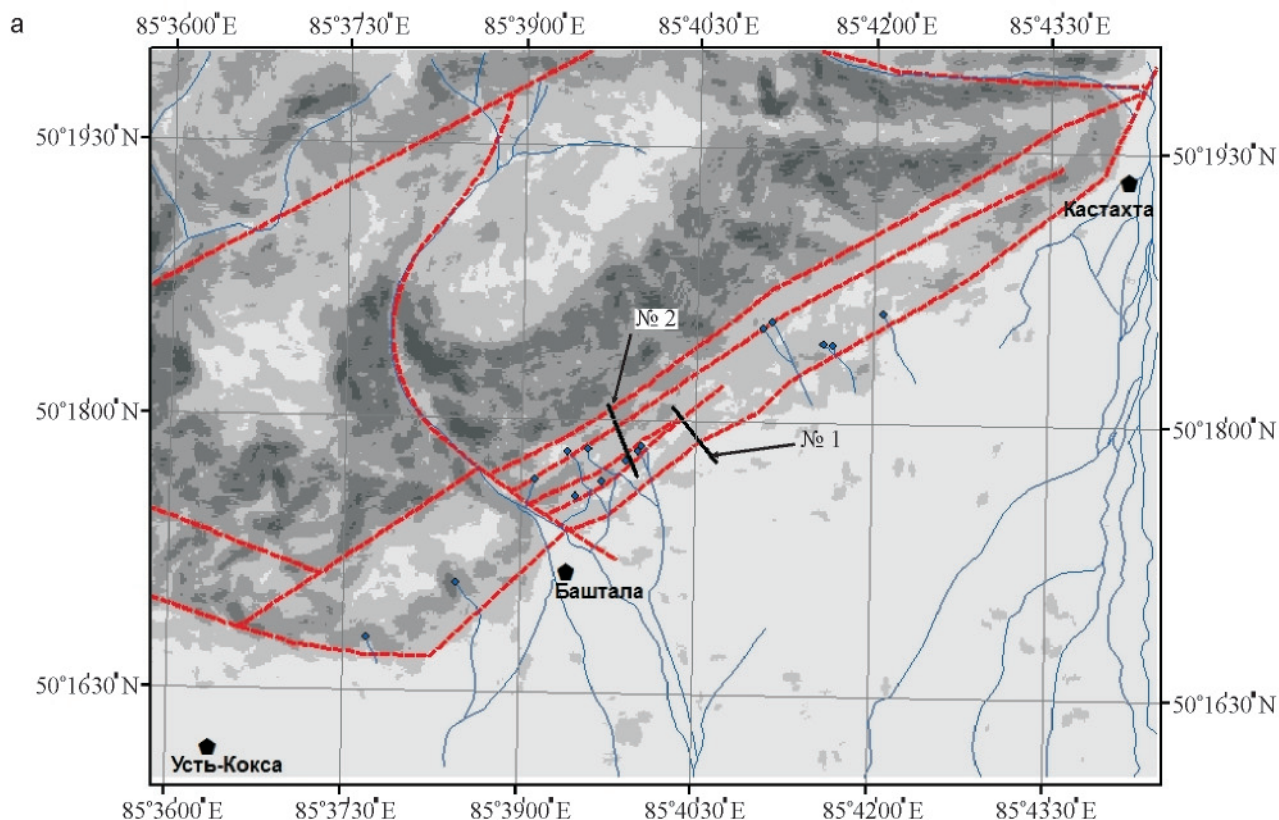


Рис. 5. Схема вертикальной расчлененности рельефа (а) с выделяемыми в рельефе разломами (номера соответствуют первому и второму электротомографическим профилям); строение зоны сочленения Уймонской впадины и хребта Камза (зона Южно-Теректинского разлома) (б), пунктиром обозначены выделяемые в рельефе разломы; электротомографический профиль № 1 (в); пунктиром нанесен разлом

уступ выработан в рыхлых отложениях, в составе которых обособляются относительно низкоомные слои (300–350 Ом·м), разделенные высокоомным

(1000 Ом·м). Последний, видимо, представлен грубообломочными гранулометрическими разностями. Из разреза также следует, что данные ВЭЗ и ЗС

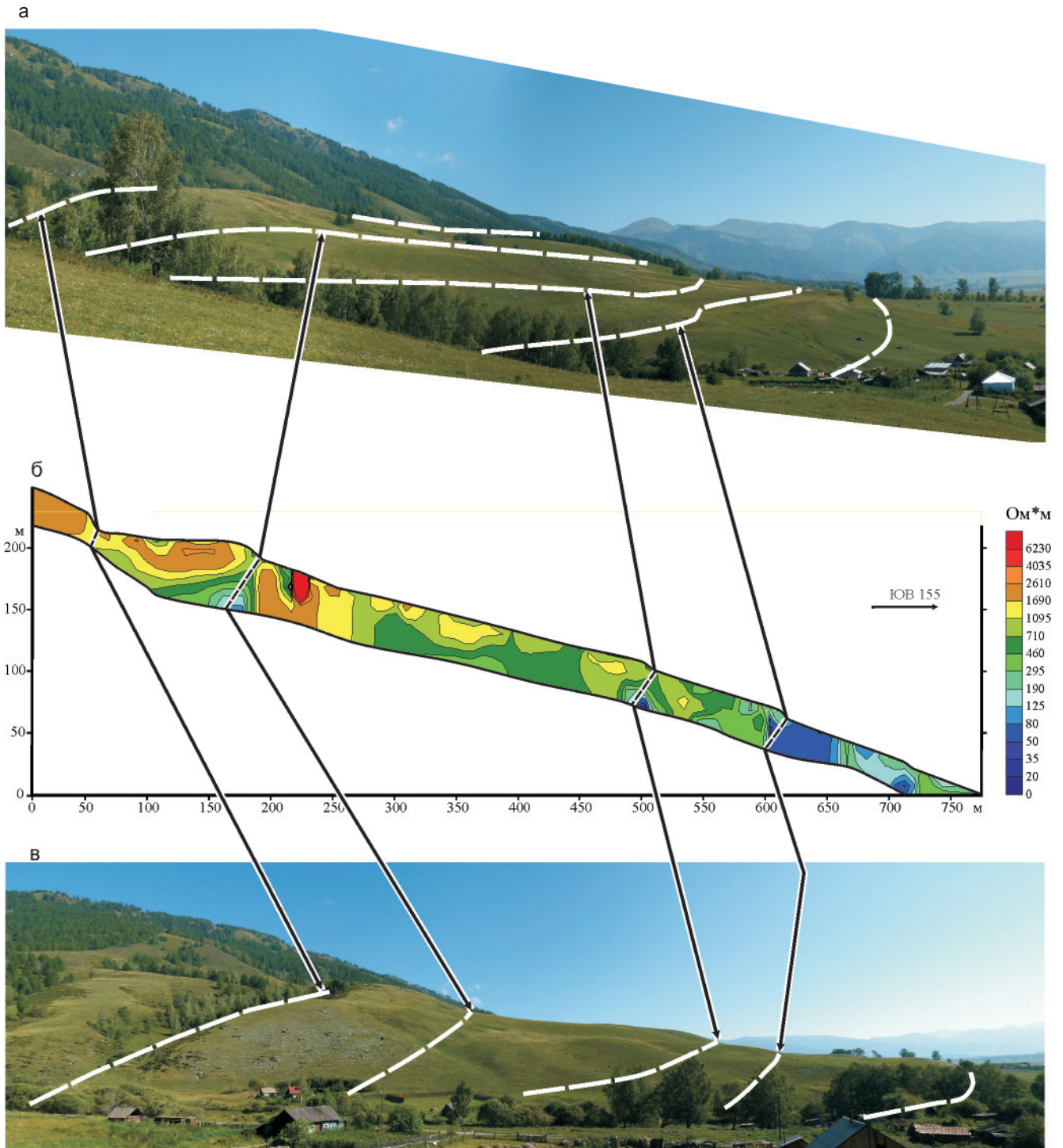


Рис. 6. Строение зоны сочленения Уймонской впадины и хребта Камза (зона Южно-Теректинского разлома) в районе пос. Баштала (а, в), пунктиром обозначены выделяемые в рельефе разломы; электротомографический профиль № 2, на котором пунктиром нанесены разломы (б)

достаточно хорошо согласуются в его верхней части, но материалы ЗС за счет большей глубинности метода позволили на глубине свыше 200 м определить кровлю еще одного высокоомного слоя, возможно, соответствующего фундаменту впадины.

Изучение близповерхностных отложений впадины и серии тектонических уступов в ее северо-западном обрамлении, на участке между пос. Баштала и Кастахта (рис. 5, а), было продолжено с использованием методик и аппаратуры для электротомографии на постоянном токе.

Электротомографическое профилирование выполнялось с использованием станции «Скала-48», предназначенной для работы методом сопротивлений в различных модификациях (ВЭЗ, электропрофилирование, 2D- и 3D-томография). К станции подключаются два 24-электродных кабеля с шагом между электродами 5 м, что позволяет получить геоэлектрический разрез по профилю протяженностью 235 м. Более протяженные непрерывные профили построены путем переноса первого сегмента многоэлектродного кабеля преды-



дущей расстановки на место второго в последующей. Для увеличения глубины измерений до 100 м использовались два выносных электрода длиной 500 м каждый, располагавшиеся перпендикулярно к многоэлектродной кабельной линии.

Профили (см. рис. 5, в и 6, б) пересекают серию выраженных в рельефе тектонических уступов (см. рис. 5, а, б и 6, а, в) в зоне Южно-Теректинского разлома, отражающих надвигание юго-восточного окончания хр. Камза на осадочное выполнение Уймонской котловины, с вовлечением в тектонические движения части кайнозойских отложений (см. также подраздел «Неотектоника горного обрамления»). Часть из выделяемых в рельефе горного склона разломов фиксируется в электротомографических данных градиентами изменения сопротивлений, а также низкоомными проводящими участками, указывающими на их обводненность. На дневной поверхности обводненные разломы трассируются цепочками мелких источников, образующих заболоченные западины.

Выводы

Можно сделать общий вывод: отложения, выполняющие Уймонскую впадину, хорошо дифференцированы по электрическим характеристикам, методы электрических и электромагнитных зондирований здесь эффективны. Возбуждаемые электромагнитные поля распространяются от поверхностных до глубоких слоев разреза и позволяют получить информацию о строении и физических свойствах пород, слагающих полный разрез впадины вплоть до ее докайнозойского фундамента. Полученные геофизические данные свидетельствуют о значительных (<550 м) глубинах залегания фундамента впадины и ее сложной внутренней структуре. Геолого-геофизические исследования подтвердили сложное строение зоны сочленения Уймонской впадины с северным горным обрамлением, которое надвигается на ее осадки по зоне Южно-Теректинского разлома, вовлекая их в процесс тектонического движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Богачкин, Б. М.** История тектонического развития Горного Алтая в кайнозое [Текст] / Б. М. Богачкин. – М. : Наука, 1981. – 132 с.
2. **Волков, В. В.** Геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Серия Горно-Алтайская. Лист М-45-ХV : Объяснительная записка [Текст] / В. В. Волков, В. П. Сергеев. – М. : Госгеолтехиздат, 1961. – 98 с.
3. **Жалковский, Н. Д.** Сейсмичность и некоторые характеристики напряженного состояния земной коры Алтае-Саянской области [Текст] / Н. Д. Жалковский, О. А. Кучай, В. И. Мучная // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36, № 10. – С. 20–30.

4. **Левицкий, Е. С.** Геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Серия Горно-Алтайская. Лист М-45-ХIV : Объяснительная записка [Текст] / Е. С. Левицкий, С. Н. Баженова, А. В. Борцова. – М. : Недра, 1964. – 87 с.

5. **Неведрова, Н. Н.** Геоэлектрическое строение Курайской впадины Горного Алтая с учетом тектонических особенностей [Текст] / Н. Н. Неведрова, А. М. Санчаа, Е. В. Деев // Геофизика. – 2011. – № 6.

6. **Неведрова, Н. Н.** Интерпретация данных комплекса электромагнитных методов в сейсмоактивных районах (на примере Чуйской впадины Горного Алтая) [Текст] / Н. Н. Неведрова, Е. В. Поспеева, А. М. Санчаа // Физика земли. – 2011. – № 1. – С. 63–71.

7. **Параметрические** геоэлектрические исследования отложений Чуйской котловины (Горный Алтай) [Текст] / Е. В. Деев, Н. Н. Неведрова, И. Д. Зольников [и др.] // Геофизика. – 2011. – № 1. – С. 40–49.

8. **Подземные воды СССР.** Обзор подземных вод Алтайского края. Горно-Алтайская автономная область (дополнения). Буровые на воду скважины [Текст] / Сост. : Т. В. Сизикова, Т. К. Никифорова, А. М. Гунова. Т. 2. – М., 1973. – 45 с.

9. **Пространственно-временные** особенности сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны [Текст] / А. Ф. Еманов, А. А. Еманов, А. Г. Филина, Е. В. Лескова // Физическая мезомеханика. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 49–64.

10. **Система** интерпретации данных зондирования методом переходных процессов EMS [Текст] / О. Г. Хабинов, И. А. Чалов, А. А. Власов, Е. Ю. Антонов // ГЕО-Сибирь-2009. Т. 2. Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых : Сб. матер. V Междунар. науч. конгр. – Новосибирск : СГГА, 2009. – С. 108–113.

11. **Филина, А. Г.** Тюнгу́рское землетрясение 18 сентября 1997 года с $M_s = 4,4$, $10 = 6$ (Горный Алтай) [Текст] / А. Г. Филина, В. Г. Подкорытова, Л. А. Подлипская // Землетрясения Северной Евразии в 1997 г. – Обнинск : ГС РАН, 2003. – С. 236–239.

12. **Шмидт, Г. А.** К вопросу о происхождении уступов на южном склоне Теректинского хребта в Центральном Алтае [Текст] / Г. А. Шмидт // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1963. – № 28. – С. 161–164.

13. **Эпов, М. И.** Автоматизированная интерпретация электромагнитных зондирований [Текст] / М. И. Эпов, Ю. А. Дашевский, И. Н. Ельцов. – Новосибирск : ИГГ СО АН СССР, 1990 – Препринт № 3. – 28 с.

14. **Эпов, М. И.** Геоэлектрическая модель Баргузинской впадины Байкальской рифтовой зоны [Текст] / М. И. Эпов, Н. Н. Неведрова, А. М. Санчаа // Геология и геофизика. – 2007. – Т. 48, № 7. – С. 811–829.

© Е. В. Деев, Н. Н. Неведрова, Г. Г. Русанов, А. М. Санчаа, С. М. Бабушкин, Д. В. Кречетов, И. Н. Ельцов, И. Д. Зольников, 2012