

УДК 55(092)

ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ БАРСУКОВ

Л.И. КОЗЫРЕВА, А.Я. СИДОРИН

*Институт физики Земли им. О.Ю.
Шмидта РАН, г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены основные этапы деятельности видного отечественного геофизика О.М. Барсукова, участника Великой Отечественной войны, прошедшего путь от Москвы до Берлина. Основные научные

достижения О.М. Барсукова связаны с изучением земных токов и поиском предвестников землетрясений методами электромагнитного зондирования земной коры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

земные токи, предвестники землетрясений, электромагнитные методы, Великая Отечественная война, ветеран, персоналии, О.М. Барсуков.

Олег Михайлович Барсуков родился 16 апреля 1924 г. в г. Ефремове Тульской области в семье служащего. В 1936 г. семья переехала в Москву. К моменту начала Великой Отечественной войны О.М. Барсуков закончил 9 классов средней школы № 592 Краснопресненского района г. Москвы.

Уже 6 июля 1941 г. он добровольно ушел на фронт, вступив в ряды Московского народного ополчения, которое формировалось из не подлежащих призыву граждан возрастом от 17 до 55 лет. О.М. Барсуков был зачислен в состав 22-го полка 8-й Краснопресненской дивизии народного ополчения. Поначалу полк занимался подготовкой огневых позиций на Можайском направлении, а позже О.М. Барсукову пришлось участвовать в тяжелых боях за выход из Вяземского котла, освобождении Праги и взятии Берлина в составе 1-го Украинского фронта.

После окончания войны О.М. Барсуков служил в частях Советской Армии в Чехословакии, Венгрии, Румынии, Болгарии, а в январе – феврале 1948 г. в Туркменистанском военном округе в г. Самарканде. Был демобилизован 22 февраля 1948 г.

После демобилизации О.М. Барсуков экстерном сдал экзамены на аттестат зрелости и в сентябре 1948 г. поступил на геофизический факультет Московского геологоразведочного института им. С. Орджоникидзе, который окончил с отличием в 1953 г. по специальности «геофизические методы разведки месторождений полезных ископаемых». Тогда же был направлен на работу в Геофизический институт АН СССР (ГЕОФИАН), с 1956 г. – Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта АН СССР (ныне Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН), где и работает до сих пор.



В 1953–1956 гг. О.М. Барсуков участвовал в полевых электроразведочных работах. В 1955 г. младший научный сотрудник О.М. Барсуков был начальником Уральской геофизической экспедиции ГЕОФИАНа, работавшей на колчеданных месторождениях вблизи Челябинска, а в 1956 г. – Северной геофизической экспедиции, проводившей работы на Хаутоварском месторождении в Карелии. Им был выполнен большой объем методических работ и проведены государственные испытания прибора АФИ-1 (амплитудно-фазовых измерений). В ходе выполнения электроразведочных работ О.М. Барсуков модифицировал метод амплитудно-фазовых измерений, предложил новые способы градуировки измерительных

электроразведочных приборов [1, 2], измерений переменного электромагнитного поля [3] и комбинированного возбуждения переменного электромагнитного поля [4], оценил погрешности измерений эллиптически поляризованного электромагнитного поля [5], обнаружил связь изменений амплитуды и фазы электрического поля с элементами магнитного эллипса поляризации [6].

В мае 1957 г. О.М. Барсуков в отделе магнитометрии ИФЗ АН СССР возглавил группу обработки материалов советских станций земных токов, функционировавших в рамках проведения Международного Геофизического Года. Однако он не ограничился лишь обработкой данных, а принимал активное участие в укомплектовании, наладке и инспектировании станций. Обладая в достаточной мере теоретическими знаниями и практическими навыками в области исследования переменного электромагнитного поля, а также организаторскими способностями, О.М. Барсуков удачно совмещал основную деятельность по обработке и обобщению данных сети станций с экспериментальными работами в полевых и лабораторных условиях.

О.М. Барсуков занимался вопросами градуировки аппаратуры, регистрирующей короткопериодные вариации земных токов [7], составил подробное описание сети и оснащения советских станций земных токов, сформулировал задачи проводимых с этими станциями исследований [8], детально изучил морфологические особенности и закономерности изменений электромагнитного поля, связанные с процессами в ионосфере и верхней атмосфере, хромосферными вспышками [9–13], исследовал суточный ход возмущенности земных токов [14] и спектральный состав вариаций, азимутальные и амплитудные характеристики электромагнитного поля, подробно описал тонкую структуру магнитных бурь, проявляющихся на записях земных токов, выявил новые типы колебаний, связанных с различными фазами магнитных бурь. Выявленные Олегом Михайловичем морфологические особенности поля позволяют более плодотворно исследовать механизм возникновения и развития магнитных бурь, повышают точность и надежность прогнозирования ионосферных и геомагнитных возмущений.

В результате систематического изучения вариаций электромагнитного поля Земли О.М. Барсуков открыл новый тип синхронных планетарных колебаний с периодом

5–20 мин, регистрируемых одновременно всей сетью мировых станций [15]. Амплитуды этих колебаний в пределах среднеширотной зоны не зависят от географического положения пункта наблюдений, а относительные амплитуды для каждой станции имеют постоянные значения.

Важным результатом исследований О.М. Барсукова стал вывод о том, что преимущественные направления электромагнитных колебаний обусловлены неоднородностями локального геологического строения в районе наблюдений и меняются при переходе от одного пункта в другой. Это открыло принципиально новые возможности изучения вариаций земных токов с позиций их зависимости от особенностей геологического строения района исследований [16].

Используя многочисленные данные всей сети советских станций земных токов, Олег Михайлович показал, что неоднородное анизотропное геологическое строение становится причиной неперпендикулярности векторов вариаций электрических и магнитных составляющих поля [17]. Эти результаты сыграли важную роль в истории разведочной геофизики, поскольку убедительно доказали возможность решения задач структурной геологии методами электроразведки.

В работах [18, 19] О.М. Барсуков предложил новый принцип и новые индексы оценки активности земных токов. Он подробно обосновал эти нововведения на основе тщательного анализа особенностей электромагнитного поля и использовал их для изучения пространственно-временных особенностей возмущенности поля. В результате ему удалось обнаружить новые корреляционные связи активности земных токов с солнечной активностью. Введенные О.М. Барсуковым индексы применяются для изучения закономерностей изменений активности земных токов и в исследованиях солнечно-земных связей.

Изложенные выше результаты исследований земных токов и особенностей морфологии их вариаций О.М. Барсуков обобщил в диссертации, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук [20]. Диссертация внесла заметный вклад в развитие представлений о природе и закономерностях естественного электромагнитного поля Земли и была успешно защищена Олегом Михайловичем на заседании Совета физического факультета Ленинградского государственного университета им. А.А. Жданова.

нова 19 января 1961 г. Решение Совета было утверждено Высшей аттестационной комиссией 10 июня 1961 г. В 1962 г. О.М. Барсукову присвоено научное звание старшего научного сотрудника.

Вскоре после защиты диссертации О.М. Барсуков опубликовал цикл статей с описанием результатов исследований особенностей монохроматических колебаний $Pc1$ – так называемых жемчужин [21–25]. Эти исследования осложнялись тем обстоятельством, что жемчужины – достаточно редкое явление, возникающее спорадически и длящееся около получаса. Жемчужины с периодами более 2–3 с проявляются локально, а с периодами менее 2 с, как правило, глобально. О.М. Барсуков предложил гипотезу генерации жемчужин, основанную на механизме захвата магнитным полем Земли солнечных протонов с энергиями порядка нескольких килоэлектронвольт. Олег Михайлович показал теоретически и доказал экспериментально, что частоты реально наблюдаемых жемчужин совпадают с циклотронной частотой протонов такой энергии, если сгустки корпускул захвачены магнитосферой на высотах порядка нескольких радиусов Земли. Предложенная О.М. Барсуковым гипотеза объясняет также ряд особенностей жемчужин, зарегистрированных одновременно в магнитосопряженных точках [22, 24].

Важное место в публикациях О.М. Барсукова занимает статья, написанная совместно с В.А. Троицкой [26]. В ней дан развернутый анализ состояния на тот момент исследований земных токов, рассмотрены морфологические и спектральные особенности, амплитудные и азимутальные характеристики, структурные особенности короткопериодных пульсаций, показаны принципиальные преимущества использования комплексных измерений всех компонент электромагнитного поля в широком диапазоне периодов. Большое внимание в статье уделено анализу особенностей поля в Антарктике, Арктике и сопряженных точках.

Среди последующих публикаций О.М. Барсукова по вопросам исследований вариаций электромагнитного поля Земли следует отметить еще одну его совместную статью с В.А. Троицкой [27].

В 1964 г. О.М. Барсуков параллельно с исследованиями земных токов приступил к работам по поиску электромагнитных критериев прогноза землетрясений. Эта тематика надолго стала основным научным интересом Олега Михайловича. Он первым в мире

начал поиск возможных изменений электрического сопротивления горных пород непосредственно очаговых зон землетрясений, т.е. изучал вариации свойств горных пород на достаточно больших глубинах. В этом состояло принципиальное отличие идеи О.М. Барсукова от работ японских исследователей, начатых примерно в это же время, но ориентированных на изучение вариаций сопротивления самого верхнего слоя земной коры – мощностью не более нескольких десятков метров.

Экспериментальные исследования О.М. Барсуков проводил на Гармском геофизическом полигоне в Таджикистане [28]. На первом этапе были использованы методы магнитотеллурического зондирования и теллурических токов [29]. По результатам выполненных исследований О.М. Барсуков сделал вывод о бесперспективности использования естественных электромагнитных полей для электромагнитного зондирования земной коры в целях прогноза землетрясений. В качестве основных аргументов были приведены следующие:

- вариации естественного поля практически не содержат периодов, соответствующих максимальному эффекту изменения электрического сопротивления, во всяком случае применительно к конкретным геоэлектрическим условиям Гармского полигона;
- неустойчивость режима источника поля ограничивает точность измерений;
- сложный характер поля в условиях неоднородного анизотропного строения района исследования и его неустойчивость по периодам вариаций и направлению векторов напряженности магнитных и электрических составляющих не позволяют сравнивать с необходимой точностью результаты измерений, выполненных в разное время;
- не удается с достаточной эффективностью избавиться от влияния помех промышленной частоты.

Эти результаты в основном были подтверждены дальнейшими экспериментальными исследованиями в различных регионах мира.

О.М. Барсуков первым в мировой геофизической практике провел эксперимент по мониторингу электрического сопротивления горных пород на глубинах до нескольких километров в сейсмоактивном

регионе с использованием искусственного источника поля [28–36]. Для обеспечения этих работ О.М. Барсуков модифицировал метод дипольного электрического зондирования [32], предложил способ калибровки измерительных каналов, используемых для мониторинга электрического сопротивления горных пород в полевых условиях [37], при котором эталонный сигнал с известной амплитудой первой гармоники формируется непосредственно из исследуемого сигнала, что принципиально исключает ошибки за счет несовпадения частот калибровочного и измеряемого сигналов.

Эксперименты начались в районе сейсмической станции Чусал в северной части полигона [28–32]. В результате этих работ были выявлены значительные по амплитуде внутрисуточные вариации кажущегося электрического сопротивления горных пород даже при расстоянии между питающим и приемными диполями в несколько километров. После ряда целенаправленных экспериментов был сделан важный методический вывод о влиянии на результаты глубинных электромагнитных зондирований изменений уровня воды в р. Сурхоб, в непосредственной близости от которой располагалась система зондирований [32].

Триумфальным для О.М. Барсукова и исключительно важным для развития геофизики стал следующий этап эксперимента, когда Олег Михайлович, учтя опыт первого этапа, расположил питающий диполь в центральной части Гармского полигона, вдали от крупных рек. Под руководством О.М. Барсукова в 1967–1973 гг. был выполнен мониторинг электрического сопротивления горных пород в центральной части Гармского полигона [33–36]. Наблюдения проводились с помощью электроразведочного генератора мощностью около 30 кВт. Импульсы тока обеих полярностей с амплитудой 50 А подавались в электрический диполь. Прием сигналов осуществлялся на двух приемных станциях, одна из которых располагалась в зоне максимальной сейсмичности Гармского района на расстоянии около 6 км от питающего диполя. Именно на этой станции за период наблюдений с 1967 по 1973 гг. были обнаружены значительные изменения кажущегося сопротивления. На более близкой станции изменения были существенно меньше. Поскольку с увеличением разности между питающим и приемным диполями возрастала глубинность зондирований, был сделан вывод о том, что наблюдаемые вариации

кажущегося сопротивления обусловлены глубинными процессами. Этот вывод был также подтвержден данными зондирования на различных частотах и с помощью мониторинга изменений удельного электрического сопротивления на глубинах 0.3 и 1.5 м.

Анализ полученных в результате этого эксперимента временных рядов изменений кажущегося сопротивления на приемной станции, расположенной непосредственно в эпицентральной зоне нескольких сильных землетрясений, происшедших за годы мониторинга сопротивления, показал, что все эти землетрясения предварялись значительным (до 18 %) уменьшением кажущегося сопротивления. С помощью специального методического эксперимента по зондированию верхнего слоя земной коры, сопоставления знаков вариаций на разных станциях и некоторых других данных была доказана обусловленность обнаруженных вариаций кажущегося электрического сопротивления глубинными процессами, и они были интерпретированы как предвестники местных землетрясений [34–36].

Характерная бухтообразная форма зарегистрированных изменений сопротивления использовалась в качестве одного из важнейших экспериментальных фактов для разработки различных моделей процессов подготовки землетрясений, а количественные параметры – для оценки размеров зоны подготовки землетрясения [36]. Результирующий график из работ О.М. Барсукова включался практически во все обобщающие работы по прогнозу землетрясений, а параметры аномалий-предвестников использовались для изучения закономерностей проявления предвестников землетрясений и получения корреляционных зависимостей между параметрами предвестников и магнитудой землетрясений.

Наряду с выполнением уникальных экспериментальных исследований О.М. Барсуков существенно продвинулся в физическом обосновании проводимого мониторинга сопротивления и теоретического истолкования обнаруженных эффектов. Предложенная им на основе полученных результатов гипотеза, объясняющая связь электропроводности горных пород и землетрясений диффузией флюидов в очаговую зону, вызывающей одновременное уменьшение удельного электрического сопротивления горных пород и ослабление их прочности [34–36], стала по существу ключевым элементом одной из наиболее развитых моделей процессов под-

готовки землетрясений – дилатансионно-диффузионной (ДД-модель) [38]. Согласно выдвинутой О.М. Барсуковым гипотезе об одновременном уменьшении электрического сопротивления и прочности горных пород в очаге готовящегося землетрясения [39] уменьшение электрического сопротивления горных пород обусловлено не ростом упругих напряжений, а повышением порового давления. Важно, что предложенная О.М. Барсуковым модель позволяет количественно оценить зависимость электропроводности и прочности горных пород от порового давления.

В дальнейшем О.М. Барсуков разработал электрическую модель горной породы, позволяющую учитывать изменения извилистости токовых каналов в процессе дилатансии [40]. Эта модель получила развитие в работе [41], в которой выполнены оценки, показавшие, что уменьшение сопротивления горных пород перед разрушением может быть связано также с повышением роли поверхностной проводимости порового флюида в микроскопических трещинах. Перечисленные теоретические модели, позволяющие оценивать количественные эффекты, существенно продвинули развитие физических представлений о процессах в очаге и физике предвестников землетрясений.

Обнаруженные О.М. Барсуковым изменения кажущегося электрического сопротивления в 1979 г. были зарегистрированы Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий в качестве открытия явления изменения эффективного удельного электросопротивления горных массивов перед местными землетрясениями [42], которое зарегистрировано в Государственном реестре открытий СССР за № 216 16 июля 1979 г. с приоритетом от 26.12.1968 г.

Результаты экспериментальных и теоретических работ О.М. Барсукова были настолько убедительными, что привлекли внимание ученых всего мира и стимулировали развитие исследований по прогнозу землетрясений с помощью электрических зондирований. В частности, именно под влиянием результатов, полученных О.М. Барсуковым, в Соединенных Штатах Америки были начаты аналогичные эксперименты [43].

Поскольку ключевой идеей гипотезы О.М. Барсукова о связи электропроводности горных пород и землетрясений была диффузия флюидов в очаговую зону, вызывающая уменьшение удельного электрического со-

противления горных пород и одновременно ослабление их прочности, сформировались определенные представления об оптимальной стратегии поиска предвестников землетрясений, согласно которым следовало использовать зондирующие установки с возможно большими разносами, чтобы обеспечить мониторинг сопротивления на достаточно больших глубинах, в идеале – непосредственно в очаговых зонах готовящихся землетрясений. Поэтому для поиска предвестников землетрясений с помощью изучения вариаций сопротивления в бывшем СССР в течение многих лет использовались исключительно дипольные установки, позволяющие обеспечить достаточно большую глубину зондирований [44, 45]. Исследования по поиску предвестников землетрясений методом электромагнитных зондирований с мощными источниками проводились в Таджикистане (Гармский полигон, Душанбе), Туркмении, Узбекистане, Киргизии, в районе оз. Байкал.

Реализацией представлений О.М. Барсукова о глубинном характере вариаций сопротивления стало также внедрение в практику исследований по прогнозу землетрясений мощных импульсных источников – МГД-генераторов и разряда высоковольтной батареи конденсаторов. О.М. Барсуков был одним из инициаторов этих работ и решил ряд методических вопросов их проведения [46–48]. В СССР было разработано несколько специализированных мощных генераторных установок, в том числе импульсные МГД-генераторы и высоковольтные батареи конденсаторов большой емкости, для работ по поиску предвестников землетрясений [44–54].

В 1970 г. в ИФЗ АН СССР была создана лаборатория электромагнитного прогноза землетрясений с постоянным штатом более 20 человек, заведующим этой лабораторией был выбран по конкурсу О.М. Барсуков. Перед лабораторией была поставлена задача разработать и обосновать способ электромагнитного прогноза землетрясений с использованием искусственных источников поля. География полевых исследований О.М. Барсукова не ограничивалась Гармским полигоном.

В результате эксперимента по режимному дипольному зондированию вблизи тектонического разлома на Ташкентском геодинатическом полигоне в Узбекистане была установлена корреляция вариаций кажущегося электрического сопротивления с приливны-

ми изменениями силы тяжести. На основе этих данных О.М. Барсуков высказал предположение, что при пористой структуре пород в разломных зонах гравитационный прилив может вызывать миграцию подземных вод и менять тем самым прочностные свойства горных пород [55]. Это означало возможность триггерного воздействия приливов на сейсмичность.

Учитывая важную роль воды в процессе подготовки землетрясений, О.М. Барсуков высказал предположение о перспективности использования методов электромагнитных зондирований земной коры для поиска предвестников землетрясений, наведенных заполнением водохранилищ, – так называемых плотинных землетрясений. Это предположение подтвердилось в результате режимных дипольных зондирований в районе Чиркейского водохранилища в Дагестане, где были обнаружены высокоамплитудные изменения кажущегося сопротивления перед «плотинными» землетрясениями [56].

Помимо электромагнитных зондирований, О.М. Барсуков участвовал в работах по изучению и объяснению природы аномалий магнитного поля Земли [57] и поиску тектономагнитных эффектов [58–65]. Важной методической работой в этом направлении была регистрация изменений магнитного поля в связи с мощным взрывом при строительстве селезащитной плотины в Медео [58]. После наземного взрыва 400 т тротила на расстоянии около 1 км от места взрыва были надежно зарегистрированы изменения магнитного поля амплитудой до 10 нТл в слабромагнитных породах. Эффект релаксировал до уровня нормального поля в течение 4–6 ч.

В 1970–1972 гг. были выполнены магнитометрические исследования в районе эпицентральной зоны Зангезурского землетрясения [59–61]. Наряду с некоторыми геофизическими результатами была убедительно продемонстрирована непригодность использовавшейся в то время магнитометрической аппаратуры для решения задач поиска предвестников землетрясений и разработано техническое задание на разработку более совершенных измерительных средств – высокочувствительных компонентных протонных магнитометров. Помимо этого, О.М. Барсуков решил ряд других методических за-

дач, имеющих большое значение для поиска тектономагнитных эффектов. Он исследовал различные методические погрешности широко использовавшихся в практике поиска предвестников землетрясений и исследований тектономагнитных эффектов градиентных измерений полного вектора магнитного поля, в частности влияние геоэлектрических неоднородностей [62, 63] и электрокинетических эффектов [64, 65].

О.М. Барсуков одним из первых в отечественной геофизике стал внедрять в практику полевого эксперимента вычислительную технику [66].

С середины 1980-х годов О.М. Барсуков проявляет интерес к исследованиям влияния на сейсмичность внешних (в частности, космических) факторов, изучает периодичности различных природных процессов и их синхронизацию между собой [67–73].

О.М. Барсуков – автор трех изобретений и более 80 научных статей. В его научной деятельности выделяются несколько направлений исследований, которыми он занимался в разное время: 1953–1956 гг. – полевые электроразведочные работы на колчеданных месторождениях Урала и Карелии; 1957–1964 гг. – изучение земных токов; 1964–1998 гг. – изучение тектономагнитных эффектов и разработка способа электромагнитного прогноза землетрясений с искусственными источниками поля; 1986 – по настоящее время – исследования периодичности различных природных процессов и их синхронизации между собой. О.М. Барсуков занимался также решением некоторых специальных задач, в частности регистрацией эффектов атмосферных ядерных взрывов.

В каждое из перечисленных направлений О.М. Барсуков внес весомый вклад, наиболее выдающийся – в исследования процессов подготовки землетрясений методами электрического зондирования земной коры с искусственными источниками. Важно отметить комплексный подход Олега Михайловича Барсукова к решению любой задачи, состоящий в сочетании тщательных методических разработок, теоретического обоснования эксперимента, полевых наблюдений, интерпретации полученных данных. Предлагаемые Олегом Михайловичем решения всегда отличаются оригинальностью и тщательностью их проработки и обоснования.

1. Барсуков О.М. Способ градуировки измерительных электроразведочных приборов // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1956. № 1. С. 109–111.
2. Барсуков О.М. Градуировка амплитудно-фазовой электроразведочной аппаратуры // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1957. № 4. С. 523–534.
3. Барсуков О.М. О выборе способа измерений переменного электромагнитного поля // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 3. С. 365–369.
4. Барсуков О.М. Способ комбинированного возбуждения переменного электромагнитного поля // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1956. № 12. С. 1488–1494.
5. Барсуков О.М. Погрешности измерений эллиптически поляризованного электромагнитного поля // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1956. № 2. С. 226–231.
6. Барсуков О.М. О связи изменения амплитуды и фазы электрического поля с элементами магнитного эллипса поляризации // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1957. № 3. С. 404–406.
7. Барсуков О.М., Ривин Ю.Р. Градуировка аппаратуры, регистрирующей короткопериодные вариации земных токов // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1965. № 1. С. 131–134.
8. Барсуков О.М., Троицкая В.А. Советские станции земных токов. М., 1959. 24 с. (Международ. геофиз. год, 1957–1958).
9. Барсуков О.М. Геомагнитная эффективность хромосферных вспышек по материалам 1957 г. // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1959. № 11. С. 1690–1693.
10. Барсуков О.М. О связи эффекта хромосферных вспышек с геомагнитной активностью (по наблюдениям 1957–1959 гг.) // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 7. С. 977–978.
11. Барсуков О.М. К вопросу о трех «скоростях» корпускулярных потоков // Известия АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 1. С. 154–157.
12. Барсуков О.М. Три скорости корпускулярных потоков из хромосферных вспышек // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 5. С. 743–745.
13. Барсуков О.М. Наблюдения за возмущенностью электрического поля Земли // Советская Антарктическая экспедиция. Вып. 9. Вторая континентальная экспедиция 1956–1958 гг. (Науч. результаты). Л., 1960. С. 25–30.
14. Мишин В.М., Барсуков О.М. О суточном ходе возмущенности земных токов по наблюдениям советских станций в период МГГ // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 1. С. 148–150.
15. Барсуков О.М. Некоторые особенности вариаций теллурического тока с периодом от 5 до 20 минут // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1959. № 9. С. 1396–1401.
16. Барсуков О.М. Вариации преимущественного направления и средней амплитуды короткопериодических колебаний теллурических токов // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 8. С. 1040–1043.
17. Барсуков О.М., Зыбин К.Ю. О неперпендикулярности векторов вариаций E и H электромагнитного поля Земли // Короткопериодические колебания электромагнитного поля Земли / III раздел программы МГГ: Геомагнетизм. М., 1961. С. 83–88.
18. Барсуков О.М. Введение E_H -индексов возмущенности теллурического поля // Возмущения электромагнитного поля Земли / III раздел программы МГГ: Земной магнетизм и земные токи. № 2. М., 1960. С. 63–69.
19. Барсуков О.М. E -индексы активности геоэлектрического поля. По материалам советских станций земных токов на период МГГ. М., 1960. 28 с.
20. Барсуков О.М. Некоторые вопросы морфологии геоэлектромагнитной активности: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: ИФЗ АН СССР, 1960. 12 с.
21. Барсуков О.М., Зыбин К.Ю., Шепетнов Р.В. О закономерностях распределения короткопериодных колебаний геоэлектромагнитного поля // Электромагнитное зондирование и магнитотеллурические методы разведки. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1963. С. 95–102.
22. Barsukov O.M. Caractéristiques essentielles de la structure des oscillations on perles dans des regions géomagnétique conjuguées // Ann. Geophys. 1964. V. 20, № 4.
23. Барсуков О.М. Вопросы геометрии короткопериодных вариаций электромагнитного поля Земли (биения) // Геомагнетизм и аэрономия. 1965. Т. 5, № 3. С. 487–493.
24. Барсуков О.М. Эксперимент в магнитосопряженных точках // Земля и Вселенная. 1965. № 4. С. 74–78.
25. Барсуков О.М. Характерные периоды ва-

- риаций типа «жемчужин» // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1966. № 1. С. 80–84.
26. Троицкая В.А., Барсуков О.М. Состояние исследований в области земных токов // Исследования по геомагнетизму и аэронауке. М., 1963. С. 53–59.
27. Троицкая В.А., Барсуков О.М. Исследования вариаций электромагнитного поля Земли // Известия АН СССР. Физика Земли. 1974. № 1. С. 46–57.
28. Гармский геофизический полигон / Под ред. А.Я. Сидорина. М., 1990. 240 с.
29. Барсуков О.М. Поиски электрических критериев прогноза землетрясений // Экспериментальная сейсмология. М.: Наука, 1971. С. 392–398.
30. Барсуков О.М. Изменение ρ_k во времени – возможный критерий прогноза землетрясений // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1968. № 7. С. 86–88.
31. Барсуков О.М. О связи электрического сопротивления горных пород с тектоническими процессами // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1970. № 1. С. 84–89.
32. Альтгаузен Н.М., Барсуков О.М. О временных вариациях электропроводности // Физические основания поисков методов прогноза землетрясений. М., 1970. С. 104–110.
33. Барсуков О.М. Вариации электросопротивления горных пород и землетрясения // Предвестники землетрясений. М.: ВИНТИ, 1973. С. 198–206.
34. Barsukov O.M. Variations of electric resistivity of mountain rocks connected with tectonic changes // Tectonophysics. 1972. V, 14. N 2/3. P. 273–278.
35. Барсуков О.М., Сорокин О.Н. Изменения кажущегося сопротивления горных пород в Гармском сейсмоактивном районе // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1973. № 10. С. 100–102.
36. Барсуков О.М., Краснюк П.Д., Листов Н.А., Сорокин О.Н. Ориентировочная оценка размеров зоны подготовки землетрясения по измерению электрического горного массива // Предвестники землетрясений. М.: ВИНТИ, 1973. С. 207–214.
37. Барсуков О.М., Краснюк П.Д., Листов Н.А., Сорокин О.Н. Способ калибровки измерительного канала при исследовании вариаций ρ_k во времени // Разведочная геофизика. М., 1974. Вып. 65. С. 97–99.
38. Барсуков О.М. Гипотеза связи электрического сопротивления с прочностью осадочных горных пород // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1972. № 9. С. 11–24.
39. Mjachkin V.I. Brace W.F., Sobolev G.A., Dietrich J.H. Two models for earthquake forerunners // Pure and Applied Geophysics. 1975. V. 113, N 1/2. 169–183.
40. Барсуков О.М. Возможная причина электрических предвестников землетрясений // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1979. № 8. С. 86–88.
41. Барсуков О.М. Электросопротивление низкопористых горных пород и трещинообразование // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1983. № 4. С. 91–96.
42. Барсуков О.М. Явление изменения эффективного электросопротивления перед местными землетрясениями: Диплом на открытие № 216, приоритет 26.12.1968 г.
43. Mazzella A., Morrison H.F. Electrical resistivity variations associated with earthquakes on the San Andreas fault // Science. 1974. V. 185, N 4154. P. 855–857.
44. Зейгарник В.А., Сидорин А.Я. Генераторные установки периодического действия и их применение в исследованиях по прогнозу землетрясений // Сейсм. приборы. 1997. Вып. 28. С. 69–88.
45. Осташевский М.Г., Полтанов А.Е., Сидорин А.Я. Генераторная техника для исследований по прогнозу землетрясений методом электромагнитных зондирований с накоплением сигналов // Сейсм. приборы. 1997. Вып. 27. 1997. С. 15–20.
46. Велихов Е.П., Волков Ю.М., Дьяконов Б.П., Зотов А.В., Барсуков О.М. Использование импульсных МГД-генераторов для геофизических исследований и прогноза землетрясений: Препр. ИАЭ, № 2532. М.: ИАЭ, 1975. 12 с.
47. Барсуков О.М., Денискин Н.А. Опыт применения импульсного возбуждения электромагнитного поля для геофизических целей // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1976. № 11. С. 77–79.
48. Барсуков О.М. Экспериментальная оценка надежности частотных спектров одиночных импульсов длительностью 0.1–4 с // Измерение и обработка одиночных сигналов при геофизических исследованиях с импульсными источниками. Апатиты, 1979. С. 78–82.
49. Журавлев В.И., Зейгарник В.А., Сидорин А.Я. Электромагнитные зондирования земной коры Гармского полигона одиночными импульсами. М.: ОИФЗ РАН, 1997. 208 с.

50. Зейгарник В.А., Сидорин А.Я. МГД-генератор «Памир-1» в исследованиях по прогнозу землетрясений // Сейсм. приборы. 1997. Вып. 27. С.77–91.
51. Зейгарник В.А., Сидорин А.Я. Импульсные МГД-генераторы в исследованиях по прогнозу землетрясений // Сейсм. приборы. 1997в. Вып. 28. С.89–98.
52. Сидорин А.Я. Первое применение МГД-генераторов в геофизике: эксперимент на Гармском полигоне // Теория и методика глубоких электромагнитных зондирований на кристаллических шитах. Ч. 1. Апатиты: КНЦ РАН, 2006. С.114–124.
53. Сидорин А.Я., Зейгарник В.А. Электромагнитные зондирования с МГД-генератором, оснащенным преобразователем напряжения // Сейсм. приборы. 1997а. Вып. 29. С.30–34.
54. Сидорин А.Я., Зейгарник В.А. Батарея конденсаторов как генераторная установка для исследований по прогнозу землетрясений // Сейсм. приборы. 1997. Вып. 29. С.69–84.
55. Барсуков О.М., Муталиев Н. Связь вариаций электрического сопротивления с приливными изменениями силы тяжести // Узб. геол. журн. 1972. № 5. С. 47–51.
56. Идармачев Ш.Г., Барсуков О.М. «Плотинные» землетрясения и вариации электросопротивления массива пород в районе Чиркейского водохранилища // Докл. АН СССР. 1978. Т. 240, № 2. С. 302–305.
57. Барсуков О.М., Безуглая Л.С., Вадковский В.Н., Сквородкин Ю.П. О природе одной из аномалий векового хода магнитного поля Земли // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1968. № 9. С. 85–87.
58. Барсуков О.М., Сквородкин Ю.П. Магнитные наблюдения в районе взрыва в Медео // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1969. № 5. С. 68–69.
59. Барсуков О.М., Ахвердян Л.А. Изучение модуля напряженности полного вектора на профиле Кафан – Гярд // Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1973. С.247–250.
60. Барсуков О.М., Ахвердян Л.А., Андропова Л.Н., Овсепян О.Г. Наблюдение сейсмомагнитного эффекта у очага Зангезурского землетрясения 9 июня 1968 г. // Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1973. С. 232–246.
61. Барсуков О.М., Ахвердян Л.А. О некоторых особенностях бухтообразных возмущений // Изв. АН АрмССР. 1973. Т. 26, № 5. С. 88–91.
62. Барсуков О.М., Булатова Г.А. Методические погрешности градиентного способа измерений полной напряженности магнитного поля // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1975. № 1. С. 109–113.
63. Барсуков О.М. Влияние геоэлектрических неоднородностей на «градиентные» измерения протонными магнитометрами // Прогноз землетрясений. Москва; Душанбе, 1986. Т. 7. С. 71–73.
64. Барсуков О.М. Оценка магнитных возмущений электрокинетической природы // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1990. № 1. С. 125–128.
65. Barsukov O.M., Shamina S.V. On earthquake precursors and anomalies in the electric filtration potential // J. Earthq. Pred. Res. 1998. V. 7, N 4. P. 424–433.
66. Иванов А.П., Барсуков О.М. Об автоматизации наблюдений при прогнозе землетрясений электромагнитными методами // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1980. № 1. С. 108–110.
67. Барсуков О.М. Два типа 11-летней цикличности сейсмической активности // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1986. № 6. С. 76–78.
68. Барсуков О.М., Булатова Г.А. 11-летняя цикличность землетрясений // Прогноз землетрясений. Москва: Душанбе, 1986. Т. 7. С. 16–21.
69. Барсуков О.М. Довод в пользу 11-летней цикличности сейсмической активности // Космос и метеорология. М., 1987. С. 161–163.
70. Барсуков О.М. Сезонная периодичность землетрясений и межпланетное магнитное поле // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1989. № 4. С. 78–80.
71. Барсуков О.М. Солнечные вспышки, незапные начала и землетрясения // Физика Земли. 1991. № 12. С. 93–96.
72. Гохберг М.Б., Барсуков О.М., Моисеев С.С. О механизме модуляции количества сильных землетрясений и частоты вращения Земли // Докл. РАН. 1995. Т. 341, № 6. С. 313–315.
73. Барсуков О.М. К вопросу о синхронизации природных явлений // Геофизические процессы и биосфера. 2006. Т. 5, № 2. С. 18–26.

**СВЕДЕНИЯ
ОБ АВТОРАХ**

КОЗЫРЕВА Людмила Ивановна – старший научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: (499) 254-42-68.

СИДОРИН Александр Яковлевич – кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: (499) 254-42-68. E-mail: sidorin@ifz.ru

OLEG MIKHAILOVICH BARSUKOV

LUDMILA I. KOZYREVA, ALEXANDR YA. SIDORIN

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ABSTRACT. The main scientific activity stages of a known geophysicist O.M. Barsukov are considered. He is a veteran of the Great Patriotic War and participated in combat activity from Moscow to Berlin. His principal contributions into geophysics are related to studies of the Earth currents and earthquake prediction research with electromagnetic methods.

KEYWORDS: Earth currents, earthquake precursors, electromagnetic methods, Great Patriotic War, veteran, personalia, O.M. Barsukov.