

Секция 3. СЕЙСМОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА И ГЕОДИНАМИКА

Становление, современное состояние и перспективы развития сейсмологии в Дагестане

П.И. Крамынин, В.И. Черкашин
ИГ ДНЦ РАН

Территория Дагестана в геологическом отношении является весьма сложно построенным структурным элементом, расположенным на северо-восточном окончании Кавказского мегантиклинория. Эта территория разбита системой тектонических блоков и характеризуется высокой сейсмической активностью. Дагестан неоднократно подвергался восьми- семи- и шести балльным сотрясениям, в связи с чем в 1968 г. председателем Дагестанского филиала АН СССР Х.И. Амирхановым было принято решение о создании лаборатории сейсмологии в составе института физики, заведующим которой был назначен к.г.-м.н. Р.А. Левкович. Задача лаборатории, согласно долгосрочной программе, состояла в развитии на фундаментальной основе комплекса исследований в области сейсмологии и геодинамики.

Своевременность создания лаборатории сейсмологии полностью подтвердилась во время сильного землетрясения 14 мая 1970 г., когда исключительно силами Даг. ФАН СССР были организованы макросейсмические обследования плейстосейстовой зоны. Инструментальные исследования проводились большим коллективом ведущих ученых страны из института Физики Земли им. О.Ю. Шмидта АН СССР, возглавляемым Н.В. Шебалиным и Д.Н. Рустановичем, которые внесли большой вклад в подготовке местных научных кадров. В составе московской экспедиции активное участие принимал и П.И. Крамынин, который в то время являлся аспирантом ИФЗ им. О.Ю.Шмидта от института Земной коры СО АН СССР. Им были установлены сейсмостанции «Эки-Булак», «Буйнакск» и «Дружба», длительное время дававшие надежную сейсмическую информацию. На основе эпицентральных сейсмических станций в дальнейшем была создана Дагестанская сеть инструментальных сейсмологических наблюдений и группа первичной обработки сейсмограмм (О.А. Асманов, З. Мусалаева, А. Гамидова, Ю.В. Быстрицкая). Результаты исследований Дагестанского землетрясения изложены в двухтомнике «Дагестанское землетрясение 14 мая 1970г.», М. «Наука».

Для успешной реализации и улучшения научно-организационных работ, проводимых и планируемых исследований, было принято решение о создании в пределах Дагестанского клина в районе Сулакского каскада ГЭС комплексного сейсмогеодинамического полигона. В то время весь комплекс геолого-геофизических и сейсмологических исследований выполнялся в рамках программы общегосударственной научно-технической проблемы «Сейсмология и сейсмостойкое строительство». На основании этой программы приоритетными задачами исследований, поставленных перед лабораторией сейсмологии, состояли в:

- организации инструментальных сейсмологических наблюдений, являющихся основой всего комплекса работ, что позволило контролировать пространственно-временные закономерности возникновения землетрясений, выявлять участки с наиболее напряженным сейсмическим режимом и увязывать их с особенностями геологического строения, геодинамическими процессами и др. (Р.А.Левкович, П.И.Крамынин, С.С.Арефьев, О.А.Асманов, Ш.Г.Идармачев, Г.Н.Омаров, А.Г.Дейнега, В.А.Щукин);
- организации геодинамических наблюдений, которые предусматривали изучение современных медленных движений земной коры в зависимости от морфо- и геоструктурных особенностей территории (Г.Г.Бунин, Г.И.Дейнега С.А.Каспаров);
- организации геомагнитных исследований, направленных на изучение вариаций магнитного поля Земли с целью установления его периодичности, а, следовательно, и распределения источников магнитных аномалий различных классов в разрезе земной коры (А-Б.И.Сулейманов);
- организации гравиметрических исследований, предназначенных для выяснения особенностей тектоногенеза, установления взаимозависимости и взаимообусловленности вариаций силы тяжести, геомагнитного поля, вертикальных движений земной коры и теплового поля Земли с сейсмическим режимом. Также было организовано изучение вариаций электромагнитного поля в период подготовки землетрясений (Ш.Г.Идармачев, Г. Н.Омаров, М.Алиев, Г.С.Алисултанова, Д.Г.Таймазов, Г.С.Казарьянц).

Кроме этого была проведена организация гидрогеодинамических и гидрогазогеохимических исследований, данные о которых позволили изучать изменение состояния гидрогеодинамического поля (ГГД-поля) в период подготовки сильных землетрясений (Д.Г.Осика, О.А Саидов, Т.М.Сулжиева, Т.С.Янковская). Большой вклад в развитие гидрогазогеохимических исследований внесли д.г.-м.н. Д.Г.Осика и к.г.-м.н. О.А.Саидов, который с 1994 по 2002гг исполнял обязанности зав. лабораторией сейсмогеохимии. Сотрудниками этой лаборатории в полевых условиях в течение 10 лет выполнялись гидрогазогеохимические исследования, результаты которых были положены в основу выявления информативных и статистически надежных геохимических признаков предшествующих сейсмическим событиям. В настоящее время О.А.Саидов совместно с ДОМП ГС РАН выполняет наблюдения на Манасской структуре, пополняет и составляет банк гидрогазогеохимических данных и разрабатывает методы их интерпретации. Одновременно с этим проводились работы по выявлению геотермических аномалий и исследованию вариаций теплового потока из недр Земли в сейсмоактивных районах Дагестана (А.Г.А.Курбанов, П.И.Крамынин).

Значительным событием в дальнейшем развитии сейсмологии в Дагестане стало назначение директором ИГ ДНЦ РАН д.г.-м.н. В.В. Суетнова. Будучи ученым-геофизиком с мировым именем и широким диапазоном знаний, он понимал какой вклад вносят сейсмологические и геофизические исследования в развитие науки о Земле. Для решения неотложных задач в этой области он создал группу из специалистов высокой квалификации (П.И.Крамынин, И.М.Газалиев, Г.Г.Бунин, А-Г.Г.Курбанов, Н.Т.Романов, Н.К. Паливода), тем самым дав новый импульс комплексным исследованиям сейсмоактивных областей Дагестана. Также необходимо отметить вклад д.г.-м.н. А.М. Магомедова как при организации лаборатории, так и на разных этапах ее развития, который являлся куратором и руководителем полевых работ, к.г.-м.н. Г.И.Дейнегу, организовавшего геодинамические исследования, к.ф.-м.н. С.С.Сардарова(ст.), развивавшего экспериментальные методы прогноза землетрясений и к.г.-м.н. С.О.Гаджиева, плодотворно исследовавшего миграцию очагов землетрясений во времени.

В настоящее время лаборатория сейсмологии и геодинамики проводит фундаментальные исследования по теме: «Изучение сейсмического режима и выявление предвестников землетрясений в Дагестане и прилегающей акватории Каспия», в соответствии с приоритетным направлением, определенным Отделением Наук о Земле РАН, по проблеме «Геодинамика и напряженное состояние земных недр», направленной на изучение геодинамических процессов и напряженного состояния земных недр. Согласно поставленной проблеме лаборатория сейсмологии и геодинамики занимается изучением сейсмического режима, выявлением предвестников землетрясений и разработкой прогнозных методов количественной оценки сейсмической опасности Восточного Кавказа. Основное внимание уделяется продолжению исследований современных геодинамических процессов и сейсмического режима с целью уточнения зон возможных землетрясений (ВОЗ) и сейсмическому районированию территории республики. Кроме этого проводятся работы по организации инженерно-сейсмологических наблюдений. Большой объем исследований, посвящен прогнозу сейсмических воздействий при возможных сильных землетрясениях. Частично полученные данные включены в Республиканскую программу «Сейсмическая безопасность Республики Дагестан на период 2003-2010гг» (П.И.Крамынин).

Важные исследования ведутся в направлении определения времени возникновения землетрясений. Эта задача решается путем выявления информативных предвестников сильных землетрясений геофизическими, сейсмическими, гидрогазогеохимическими, гидрогеодинамическими, геотермическими и биологическими методами (Ш.Г. Идармачев, Р.А. Магомедов, А-Б.И. Сулейманов, А-Г.Г. Магомедов, Д.Г.Осика, О.А.Саидов, А.Б.Сутуев, Г.П. Ходжаян). Возобновлены режимные наблюдения за вариациями водорода, гелия, и аргона в приморской и предгорной частях Дагестана (О.А.Саидов, А-Б.И.Сулейманов). Продолжаются и исследования по выявлению причинно-следственных связей между сейсмичностью и климатическими факторами (Э.Ф. Магомедова).

Выявленные предвестники землетрясений могут способствовать развитию теоретических и методических основ прогноза землетрясений, совершенствованию объемно региональной модели формирования очагов землетрясений на базе импульсной дегазации и энергетической диссипации геологических структур разного порядка.

В последнее время большое внимание уделяется изучению теплового режима Земли в связи с сейсмичностью. В этом направлении в лаборатории при поддержке РФФИ проводятся работы по моделированию процессов формирования теплового режима в сейсмоактивных и нефтегазоносных районах (А.А. Курбанов). Проведена значительная работа по формированию банка данных на основе комплексного анализа предвестниковой информации. (С.А. Мамаев, А.Б. Сутуев, Г.С.Казарьянц, О.А.Саидов, А-Б.И.Сулейманов др.).

В течение длительного времени в лаборатории проводятся работы по совершенствованию аппаратуры и методики деформационного мониторинга Земной коры для развития научных основ прогноза землетрясений (Д.Г.Таймазов).

Кроме тематических исследований в лаборатории проводились исследования в соответствии с заданием ОНЗ РАН по подпроекту «Геодинамика зоны коллизии Африкано-Аравийского и Евразийского континентов на Восточном Кавказе» в рамках программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН «Глубинное строение Земли, геодинамика, магматизм и взаимодействие геосфер» (П.И.Крамынин, Н.Т.Романов, В.И.Черкашин).

Сотрудники лаборатории принимали участие и выступали с научными докладами на многих международных, республиканских и региональных конференциях и совещаниях. Деятельность лаборатории отражена в нескольких сотнях работ. Только за последний десятилетний период опубликовано более 300 работ, издано 5 монографий (Д.Г.Осика, А.А.Курбанов, Д.Г.Таймазов, Д.Г.Осика и В.И.Черкашин, Р.А.Магомедов), подготовлены и обсуждены 3 докторские диссертации, защищена кандидатская диссертация. Сотрудники лаборатории ведут активную пропагандистскую деятельность, выступая в печати, на радио и на телевидении с разъяснениями проблем, стоящих перед сейсмологами Дагестана при решении задач прогноза землетрясений и способов использования научных результатов для решения практических задач, составляют программы по заявкам правительства Дагестана и различных министерств. В течение многих лет П.И Крамынин является членом республиканского экспертного совета по сейсмологии. Результаты научной деятельности лаборатории неоднократно докладывались на Президиуме ДНЦ РАН, получая положительную оценку Президиума ДНЦ РАН.

Многолетний и добросовестный труд на благо российской науки успешное содействие развитию фундаментальных и прикладных научных исследований многих сотрудников лаборатории отмечен почетными грамотами Президиума Академии наук СССР и профсоюза работников Академии наук (П.И.Крамьнин, Ш.Г.Идармачев, Г.С.Казарьянц, А.-Б.И.Сулейманов, К.Д.Джабраилова, А.-Г.Г.Магомедов, Т.С.Янковская, Р.А.Магомедов), почетной грамотой Госсовета Республики Дагестан (П.И.Крамьнин).

Особо следует отметить сотрудников, которые удостоены звания заслуженного деятеля науки Дагестана (д.г.-м.н., гл.н.с. Д.Г.Осика), заслуженного изобретателя Дагестана (к.ф.-м.н., снс, А.А.Курбанов, снс, Д.Г.Таймазов), заслуженного геолога России (снс, Н.Т.Романов) и заслуженного эколога РД и России (к.х.н., снс, С.Х.Магидов).

Перспективы развития научных исследований лаборатории диктуются постановлениями правительства России об усилении работ направленных на обеспечение сейсмической безопасности населения и важных объектов, расположенных в сейсмоактивных районах России. В связи с этим планируется проведение научно-исследовательских работ согласно Государственной Программе «Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии», которая состроит из трех крупных взаимосвязанных частей: сейсмичность, геодинамика и сейсмические воздействия, включающих в себя семь основных разделов исследований:

- развитие методологических и научно-методических основ количественной оценки сейсмической опасности. Исследования носят поисково-прикладной и фундаментальный характер и, в свою очередь, состоят из трех взаимосвязанных научных направлений включающих: сейсмологические исследования, которые объединяют комплекс работ по выявлению потенциально опасных очаговых зон и оценке их энергетического потенциала, исследование по геотектонике и геодинамике с целью создания соответствующих геодинамических моделей и инженерно-сейсмологические исследования, направленные на оценку сейсмических воздействий и сейсмического риска;

- создание специализированных баз данных и системы программно-математического обеспечения исследования динамики сейсмических процессов и сейсмического районирования, предусматривающих сбор, анализ и унификацию исходных сейсмологических, геолого-геофизических, тектонических, геодинамических и других данных, а также создание в машиночитаемой форме специализированных баз и банков данных;

- проведение работ по системному анализу баз данных и картирование основных параметров, характеризующих глубинное строение, активную тектонику, современную геодинамику и сейсмичность изучаемой территории.

На исследуемых территориях Восточного Кавказа, в состав которого входит и Дагестан, осуществляется картирование очаговой сейсмичности, отражающей размеры и ориентацию очагов крупных землетрясений и других геофизических полей, активных разломов, геоблоков и геологических структур земной коры, сейсмодислокаций и палеоземлетрясений, новейшей и современной геодинамической активности.

Прибрежная и Предгорная части Дагестана в последние десятилетия характеризуются усилением сейсмической активности. В зону особого сейсмического риска попадают крупные города и селения республики, гидроэлектростанции Сулакского каскада ГЭС, магистральные трубопроводы и нефтегазопроводы и т.д. Таким образом, в зону особого сейсмического риска попадает практически вся инфраструктура Дагестана. Ощутимые землетрясения периодически происходят и вдоль побережья Каспийского моря. В последние годы в непосредственной близости от г.Махачкалы слабыми землетрясениями проявляет себя Талгинская структура, которая ранее считалась асейсмичной. Все перечисленные сейсмические события связаны с сейсмогенерирующими разломами и особенно с узлами их пересечения. В узлах пересечения глубинных разломов и разломов в осадочном чехле (дизъюнктивные узлы), как правило, формируются очаги сильных землетрясений. Выявление и уточнение местоположения зон повышенной геодинамической, и как следствие, сейсмической активности, является важной фундаментальной и практической проблемой.

Согласно новой карте общего сейсмического районирования (ОСР-97) вся прибрежная и предгорная части Дагестана переведены в 8-9 балльные зоны сотрясений. Недостатком комплекта карт ОСР-97 является то, что они имеют мелкий масштаб и носят региональный характер. На них показаны обширные региональные зоны возникновения очагов землетрясений с максимальной магнитудой. Но в этом случае не учтены локальные структурные неоднородности в верхней части земной коры, которые могут оказывать существенное влияние на сейсмичность. Учет этих факторов может приводить или к снижению исходной балльности, или, наоборот, к повышению ее. Поэтому для уточнения сейсмичности и определения параметров сейсмических воздействий необходимо в пределах региональных зон ВОЗ выявлять локальные зоны ВОЗ различных энергетических порядков. Эта задача может быть решена поэтапно методами детального сейсмического районирования. При этом предусматривается проведение следующих видов исследований:

- уточнение карты общего сейсмического районирования и определение исходной балльности;
- детализация карты ОСР и преобразование ее в карту инженерно-сейсмического районирования;

- проведение специальных научно-исследовательских работ по детальному сейсмическому районированию на опытных сейсмогеодинамических полигонах для отработки сейсмологических, геофизических и инженерно-сейсмологических приемов и их сочетаний с целью выявления сейсмоактивных областей.

Результаты исследований будут способствовать получению достоверных данных о параметрах колебаний грунтов, что послужит основой при разработке программ расчета сейсмических воздействий при максимально возможных и наиболее вероятных сильных землетрясениях.

При переходе от общего сейсмического районирования к детальному неизбежно приходится изменять методику и преобразовывать привычную карту сейсмического районирования по баллам в инженерно-сейсмологическую по физическим параметрам на основе инструментальных наблюдений. Инструментальные данные в виде смещений, скоростей, ускорений, спектров и длительностей колебательных процессов закладываются в основу расчета вибрационных нагрузок, причем грунты рассматриваются как источник передачи колебаний сооружениям с учетом его роли преобразования колебаний в зависимости от прочностных и скоростных характеристик. При более подробном решении поставленных задач необходимо также учесть факторы, контролирующие сейсмическую интенсивность. К таковым относятся:

- особенности геологического строения и геодинамическая активность районов;
- особенности физико-механических свойств грунтов в зависимости от их состава;
- особенности характеристик очагов землетрясений, таких как энергия, глубина залегания очага, функция направленности сейсмического излучения и затухание сейсмических волн с расстоянием;
- расстояние от эпицентра до районированного участка и физические свойства грунта подстилающих пород и мощных рыхлых отложений.

При детальных исследованиях используются данные по тектонике, сильным землетрясениям прошлых лет и другая геолого-геофизическая информация, позволяющая обосновывать интенсивность ожидаемых землетрясений. Наиболее трудным этапом при расчете сейсмических воздействий является определение ожидаемых спектров колебаний грунтов, поскольку спектральный состав колебаний зависит и от вышеперечисленных факторов, но в большей мере от особенностей механизмов очагов землетрясений и от их размеров. Поэтому получение достоверных количественных данных необходимо производить путем детальных сейсмических исследований с помощью высокочувствительных сейсмических станций.

Чтобы частично исключить или предупредить разрушительные последствия необходимо прогнозировать ожидаемую оценку сейсмической опасности. Накопленный опыт в исследованиях по оценке сейсмической опасности территорий свидетельствует о том, что основным направлением здесь должно стать выявление всех потенциально опасных зон возникновения очагов сильных землетрясений (зон ВОЗ) с оценкой максимально возможных магнитуд, расчета интенсивности и ожидаемых сейсмических воздействий от них. Для решения поставленной задачи разработана методика прогноза ожидаемых сейсмических воздействий и расчета количественной оценки сейсмической опасности. Методика базируется на результатах обработки инструментальных данных большого количества землетрясений Мира за период 1933 года по сей день. В результате анализа разработаны параметрические модели прогноза сейсмических воздействий, использование которых позволит дать количественную оценку сейсмической опасности территорий и построить соответствующие карты ожидаемых разрушений при возможных сильных землетрясениях. Эти прогнозные данные будут способствовать заблаговременной разработке соответствующих мероприятий по выявлению районов наибольших разрушений и оказанию помощи пострадавшим, а разработка упреждающих природоохранных мероприятий по укреплению зданий и сооружений поможет в какой-то степени снизить размеры сейсмического риска.

Результаты проводимых исследований будут служить основой для решения задач по прогнозу землетрясений в комплексе с выявлением различных геофизических, геохимических и гидрогеодинамических вариаций связанных с подготовкой землетрясений. Изучение электромагнитных свойств среды было начато в семидесятых годах на Чиркейском сейсмогеофизическом полигоне с целью выявления влияния заполнения и функционирования Чиркейского водохранилища на вариации кажущегося электрического сопротивления во времени. В процессе наблюдений за изменением электрических параметров среды в связи с обводнением было выявлено изменение в вариациях кажущихся электрических сопротивлений в период подготовки слабых, но близких землетрясений. Это послужило основой для постановки прогнозных геоэлектрических наблюдений. В процессе полевых геофизических работ были получены многообещающие результаты, но полевые работы в последующие годы пришлось проводить эпизодически из-за резкого сокращения финансирования.

Также на Чиркейском полигоне проводились маршрутные геомагнитные и гравиметрические исследования. В частности нами был обнаружен геомагнитный эффект, в связи с подготовкой сильных землетрясений в Грузии. Но режимные наблюдения по известным причинам также пришлось свести к минимуму. Поэтому мы сосредоточили работы в непосредственной близости от г.Махачкалы. Поводом к этому послужило обследование и изучение землетрясения, произошедшего в 1999 году. В результате профильных наблюдений в районе трасса-Алмало и трасса-Тимиргое-Улубиевка нами был обнаружен эффект осциллирующего с высокой частотой магнитного поля на ограниченном участке профиля связанного с Пшекиш-Тырныузским глубинным разломом. Этот эффект был вызван физическими процессами протекающими в очаговой зоне в период подготовки землетрясения. И действительно через шесть часов

в районе Верхнего Чирюрта произошло землетрясение, сила которого составила шесть баллов. Для исследования сейсмогенерирующего Пшекиш-Тырныаузского разлома в дальнейшем нами был заложен третий профиль (Турали-Талги) восточнее города Махачкалы. По этим профилям необходимо продолжать мониторинг изменения вариаций геомагнитного с целью установления надежного прогнозного параметра.

Одновременно с геоэлектрическими и гравимагнитными исследованиями необходимо проводить и гидрогазогеохимические наблюдения за изменением состава термальных вод по данным скважин и естественных источников в области Дагестанского клина. В результате предыдущих исследований нами уже разработана методика выявления аномальных изменений геохимических параметров подземных водно-газовых систем в связи с крупными сейсмическими событиями Северо-Кавказского региона и сопредельных территорий, включая акваторию Каспийского моря. Суть этой методики заключается в регистрации и поэтапной обработке данных геохимических временных рядов, включающих вычисление средних значений вариаций геохимических параметров, в частности отношений метана к азоту, с определенной шириной окна (О.А.Саидов). Отмечено, что за 10-40 суток, в зависимости от энергетического класса землетрясения отмечается увеличение дисперсии, а это является прогностическим признаком, поскольку вариации геохимических полей вызываются изменением упруго деформированного состояния среды в области подготовки очага землетрясения. На заключительной стадии, т.е. на стадии срабатывания, очаг представляет собой генератор механических импульсов, а регистрирующая гидрогазогеохимическая система представляет собой резонатор с ограниченным набором собственных частот. Появление предвестника есть не что иное, как отклик на воздействие одной из собственных частот регистрируемой системы.

Обращается особое внимание на гидрогеодинамические (ГГД) исследования процессов протекающих в недрах в связи с подготовкой землетрясения которые проводятся на специально оборудованной скважине II-РСП на полигоне «Солнце», совместно с ОПНИЦ РАН. Регулярный мониторинг гидрогеодинамических процессов в сейсмоактивных зонах является одним из составляющих многообразия методов выявления предвестников землетрясений. Вариации уровня подземных вод (УПВ) и их реакция на процессы подготовки землетрясения свидетельствуют или о сжатии или о растяжении земной коры. Регулярные наблюдения за вариациями ГГД-поля позволяют определять краткосрочные аномалии в УПВ в виде необратимых мгновенных изменений, свидетельствующих о наличии однонаправленных криповых подвижек перед землетрясением или о наличии гидрогеодинамического равновесия, которое определяется по стабилизации УПВ на определенной отметке. Кроме этого определяются малоамплитудные аномалии вариаций УПВ.

Проводимые комплексные сейсмические, геофизические, гидрогазогеохимические и гидрогеодинамические исследования позволяют выделять ареалы «восприимчивости» наблюдательных постов к изменению состояния геологической среды в период подготовки очагов землетрясений. Кроме этого решается фундаментальная задача по выявлению особенностей динамики гидрогеодинамического поля в отдельных структурно-тектонических элементах. Вся поступающая информация после предварительной обработки поступает в ГИС-центр, где формируется банк данных.

Сейсмическая опасность Дагестана обусловлена тем, что многие районы республики расположены в зонах сочленения крупных блоков земной коры с разнотипными мощностями его консолидированного комплекса. В связи с этим и вышеизложенным нами, на первом этапе, в рамках проведения работ по сейсмомониторингу, составлено обоснование на организацию в пределах Дагестанского клина Махачкалинского комплексного сейсмопрогностического полигона. Каждый из четырех пунктов полигона должен быть оснащен цифровой сейсмической станцией, установками для проведения геоэлектрических, геомагнитных, гидрогазогеохимических и гидрогеодинамических наблюдений работающих в автоматическом режиме. Информация через средства связи будет передаваться в единый центр обработки данных. Результаты исследований дадут возможность отслеживать сейсмическую ситуацию, выявлять наиболее информативные предвестники сильных землетрясений и поведение их в период подготовки очередного сильного землетрясения. Получаемая информация будет использована для составления прогнозных карт и схем сейсмической опасности городов, районов и отдельных стратегически и жизненно важных объектов Дагестана и для разработки методов краткосрочного прогноза землетрясений.

Дагестан, являясь уникальным регионом в геологическом, сейсмотектоническом, геофизическом, гидрогазогеохимическом и геотермическом отношениях, генетически связанный с геодинамическими процессами протекающими в зоне коллизии Африкано-Аравийского и Евразийского континентов, является уникальной природной сейсмогеофизической и геодинамической лабораторией. Исследования вариаций различных геофизических, гидрогазогеохимических, геотермических полей и установление закономерностей их изменения в процессе геодинамического развития региона имеют фундаментальное и прикладное значение. Организация исследований по краткой программе, приведенной выше, позволит разработать наиболее точные методики по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений. Разрабатываемые нами методики в дальнейшем могут быть внедрены в другие регионы России и мира.

Реализация выше изложенных перспектив возможна лишь при условии необходимого финансирования на приобретение современного оборудования и проведения полевых работ.