

ПРОБЛЕМЫ ГЕОФИЗИКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ

© 2004 г. С. М. Оганесян, А. М. Аветисян, Э. Г. Геодакян, В. Г. Григорян, К. С. Варданян, С. С. Карапетян, Дж. О. Минасян, А. О. Оганесян, А. О. Симонян, А. А. Тамразян, А. З. Чилингарян, Ф. М. Фиданян

Институт геофизики и инженерной сейсмологии (ИГИС) НАН РА
377515, Гюмри, ул. В. Саргисяна, 5, Республика Армения
E-mail iges@shirak.am

Поступила в редакцию 29 10 2003 г.

Начиная с 60-х годов ИГИС НАН РА является ведущей научной организацией, занимающейся теоретическими и прикладными задачами геофизики и инженерной сейсмологии. Благодаря известным ученым-геофизикам (А.Г. Назаров, Ц.Г. Акопян, Ш.С. Оганесян, Г.М. Ванцян и др.) и созданной ими школы, были поставлены и решены многие проблемы, имеющие большое научное и прикладное значение. Это – изучение структуры земной коры, развитие методов поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, изучение геомагнетизма и палеомагнетизма, решение разных задач сейсмологии, изучение сейсмичности и определение сейсмоопасности территории и площадей и другие задачи.

В настоящей работе рассматриваются актуальные проблемы геофизики и инженерной сейсмологии, конкретные задачи, методологические аспекты, перспективы развития.

1. Вопросы геофизического моделирования глубинных структур земной коры

Одним из самых важных направлений современных наук о Земле является создание комплексной геолого-петролого-геофизической модели земной коры и верхней мантии. Обобщение с помощью взаимно согласующихся данных результатов геолого-геофизических исследований о строении и составе литосферы – такова современная стратегия получения новых сведений о закономерностях глубинного строения различных регионов и проведения на этой основе целенаправленных поисков месторождений полезных ископаемых, а также уточнения оценки сейсмической опасности. Важное место в этих комплексных исследованиях занимает геофизическое моделирование.

В течение 25-30 лет разработаны основные методологические, методические и технологические аспекты моделирования по отдельным геофизическим методам. При этом математические методы интерпретации развивались гораздо более интенсивно, чем методы геологического истолкования исходных полей и данных количественных расчетов, т.е. методы собственно геологической интерпретации. Преодоление сложившегося положения, по нашим представлениям, состоит в формализации концепций и средств геологического истолкования полей и данных математических расчетов.

В связи с этим одной из важных проблем является разработка системной интерпретации данных комплекса геолого-геофизических методов. Решение этой проблемы должно осуществляться на основе создания глубоко продуманной совокупности содержательных методологических правил, универсальных алгоритмов и машинно-реализованных программ трехмерной интерпретации, а также эталонных приемов геологического истолкования. В настоящее время эта проблема весьма актуальна.

Рассмотрим основные проблемы геофизичес-

кого моделирования глубинных структур земной коры территории Армении по некоторым методам.

Проблемы гравитационного моделирования. Любые геолого-геофизические задачи, в том числе и такие сложные, как создание моделей глубинных структур, представляют собой сложную проблему, в определяющей мере зависящую от модельных представлений изучаемой среды. В рамках этой проблемы математические методы являются одним из способов решения поставленных задач. Поэтому при гравитационном моделировании сведение проблемы исключительно к поискам формальных математических решений не только сужает содержательный смысл получаемых моделей, но может служить причиной заблуждений или ошибок, если при применении конкретного математического аппарата не учтены или искажены свойства и особенности изучаемой среды.

В связи с этим, при гравитационном моделировании ключевое значение имеет решение задачи определения плотности соответствующей изучаемой глубины геологической среды.

Но если скоростную характеристику горных пород глубинных горизонтов в сейсмометрии и сейсмологии можно определять косвенно, сравнивая скорости распространения волн на определенных глубинах с результатами лабораторных исследований в идентичных термодинамических условиях, то в гравиметрии на поверхности наблюдений регистрируется только гравитационное влияние совокупности плотностных неоднородностей глубинных толщ. Эти материалы в прямом виде не содержат информации о плотностях пород, на их основании можно судить только о качественных отличиях или подобии осредненных плотностных характеристик различных блоков. Поэтому для изучения плотности пород всей толщи земной коры первостепенное значение имеет выявление и уточнение связи между плотностью ρ и скоростью распространения продольных V_p и поперечных V_s волн (которые определяются по данным сейсмометрии –

ГСЗ) на основании экспериментальных исследований при термодинамических условиях, характерных для соответствующих глубин.

Несмотря на то, что экспериментальное изучение ρ , V_p и их взаимосвязи интенсивно продолжается в различных лабораториях мира, обобщенных материалов пока еще мало. Поэтому уже на начальном этапе применения гравитационного моделирования, опираясь на данные сейсмометрии – ГСЗ, возникла проблема возможности определения соотношения плотность-скорость с учетом результатов сейсмогравитационного моделирования.

Имеющийся на территории Армении единственный детальный скоростной разрез, полученный глубинным сейсмическим зондированием по профилю Армаш-Аспиндза, позволил проводить аналогичные исследования – уточнение корреляционной связи между ρ и V_p .

На основе применения полученных результатов, по профилю Армаш-Бавра построена сейсмогравитационная модель, которая является реперной при составлении трехмерной гравитационной модели глубинного строения земной коры территории Армении в среднем масштабе.

В дальнейшем решение задачи трехмерного сейсмогравитационного моделирования земной коры территории Армении связано с решением задачи сейсмической томографии, т.е. с обратной задачей сейсмологии и построением скоростной модели земной коры территории.

Проблемы сейсмологического моделирования. Несмотря на ясность основных идей и постановки задач, давно сформулированных в сейсмологии, задачи теории и обработки сейсмологической информации настолько сложны и нетривиальны для классических приемов вычислительной математики и математической физики, что для их решения в разных сейсмоактивных районах необходимы новые или коренные модификации известных методов регистрации и обработки сейсмологической информации. На этом пути первая проблема, с которой сталкиваются геофизики, – это построение математической модели, которая включает основные характеристики изучаемого процесса, необходимые для анализа разрешающей способности различных методов исследования характерных особенностей сейсмологического поля в конкретных случаях.

Основные трудности при построении математической модели возникают по следующим причинам. Во-первых, уравнения, выражающие связь сейсмологических наблюдений с параметрами среды, чаще всего оказываются приближенными из-за случайных и систематических ошибок, вызванных погрешностями измерений, геологическими неоднородностями, неуточненными вариациями физических полей. Во-вторых, сейсмологическая информация дискретна, и невозможно определение закона распределения случайных ошибок, так как погрешности обусловлены не только результатами измерений, но и локальными геологическими причинами.

Таким образом, модель среды и методы решения сейсмологических задач на любой

стадии их решения по возможности должны:

– во-первых, в максимальной степени соответствовать геолого-геофизическим данным изучаемого региона;

– во-вторых, модель, с одной стороны, должна быть естественной и удобной в практической работе, а с другой стороны – должна дать уверенные результаты при наличии погрешностей исходных данных;

– в-третьих, необходимо, чтобы методы решения способствовали преодолению трудностей

Основы интерпретации экспериментальных сейсмологических данных, которые дают наиболее полные и достоверные представления о внутреннем строении Земли, сейсмичности, при определении координат источника и скоростных характеристик среды и т.д., являются обратной задачей сейсмологии.

Характерная черта обратных задач, затрудняющая их однозначное решение, – неустойчивость, т.е. некорректная поставленность по Адамару, в результате которой из-за неустойчивости обратной задачи получается решение, сильно отличающееся от точного.

Игнорирование неустойчивости обратных задач может привести к неправильным результатам.

Необходимо отметить, что если точно решать обратную задачу с приближенными данными, то вследствие неустойчивости обратной задачи можем получить решение, сильно отличающееся от истинного.

Для успешного решения сейсмологических задач для территории Армении необходимо:

1. Построение оптимальной системы наблюдений, которая является сложной физической задачей, учитывающей массу влияющих факторов, представляющих собой совокупность теоретических результатов и численных методов, ориентированных на нахождение и идентификацию наилучших вариантов из множества алгоритмов. Оптимальная система наблюдений позволяет избежать полного перебора, оценивая при этом возможные варианты, и обеспечивает повышенную точность определенных параметров.

2. Провести отбор и предварительную обработку данных, имеющих не менее важное значение, чем следующий за ними интеллектуальный этап. Качество итогового результата больше всего зависит от того, как сделана эта часть исследования, чем от того, какой именно выбран алгоритм.

3. Построение математических моделей изучаемого процесса путем совершенствования существующих методов с привлечением геологических основ.

4. Исследование математических моделей при интерпретации сейсмологических наблюдений с помощью детализации структуры. Это может быть достигнуто увеличением объема используемой информации.

5. Создание новых методов обработки и средств наблюдений (специальных сетей для решения разных задач).

Отсюда следует вывод о том, что как система наблюдений, так и обработка результатов должны проводиться совместно, в одной организации.

при этом необходимо организовать гибкую систему управления, где в полной мере должен действовать принцип эмерджентности.

Только изучение взаимосвязи вышеуказанных этапов позволит эффективно решать обратные задачи.

Проблемы геотермического моделирования. Возможности геотермического метода при решении данной проблемы сильно сокращены из-за недостаточного объема экспериментальных материалов, а также из-за отсутствия общепринятых требований к обработке и анализу геотермических данных.

Использование геотермического метода ограничено наличием кондиционных скважин, пригодных для измерений естественных температур.

Новый этап в исследованиях геотермического поля начался с внедрения методов машинной обработки данных, что позволило зафиксировать значительные достижения в интерпретации геотермических данных, а также комплексировать геотермический метод с другими геофизическими методами.

Для расширения сети наблюдений теплового потока (ТП) можно использовать также мелкие картировочные скважины, что даст возможность поднять на новый качественный уровень геотермическую изученность территории.

До настоящего времени на территории Армении определены всего около 70 значений ТП, построенные на их основе карты малоинформативны, отражают только самые общие, региональные характеристики теплового поля территории.

На основе имеющихся данных, с учетом истории геологического развития построена обобщенная региональная тепловая модель территории Армении, тепловое поле сопоставлено (на полуколичественном уровне) с гравитационным, магнитотеллурическим, сейсмическим полями.

Имеющиеся аномально высокие значения теплового потока, обилие молодых вулканических сооружений и гидротермальных источников дают все основания полагать наличие значительных петрогеотермальных ресурсов в недрах территории Армении.

Для выявления конкретных "горячих" объектов близповерхностного залегания необходимы серьезные экспериментальные (полевые и лабораторные) исследования теплового потока и теплопроводности пород.

В заключение отметим, что решение указанных вопросов геофизического моделирования требует большой согласованной работы всех специалистов, занимающихся проблемой глубинного строения земной коры и верхней мантии.

2. Геомагнитные исследования

Изучение земного магнитного поля и его вековых вариаций является важной составляющей в комплексе общих геофизических исследований благодаря широкому пространственно-временному спектру явлений, обусловленных и отраженных в магнитном поле Земли. В нем находят свое отражение процессы, протекающие как в

глубоких недрах планеты Земля от ее ядра до магнитоактивной части земной литосферы, так и процессы, протекающие в околоземном пространстве — в ионосфере и магнитосфере, несущие информацию о состоянии и динамике солнечно-земной связи.

По источникам наблюдаемое магнитное поле разделяется на внутреннюю и внешнюю, относительно Земли, составляющие. Соответственно, приходится решать проблему разделения магнитного поля и его вариаций с определением источников их генерации. Проблема решается путем организации разновысотных и спутниковых измерений, разработкой математических методов комплексного анализа данных наблюдений и обновлением наших представлений о физических процессах, послуживших источниками, порождающими земное магнитное поле и его вариации. Однако наблюдаемое на поверхности Земли магнитное поле имеет в основном внутриземное происхождение. А в нем огромную долю имеет главное геомагнитное поле, т.е. поле, генерированное в жидком ядре Земли. Оно и носит основную информацию о физическом состоянии глубоких недр планеты и о процессах, протекающих в них.

Изучение главного геомагнитного поля имеет принципиальное и фундаментальное значение с физической точки зрения, так как оно отвечает также на вопрос о природе и процессах генерации магнитных полей планет земной группы в целом.

Важное значение имеют исследования, посвященные вековым и палеовековым вариациям главного геомагнитного поля, так как в них отражаются динамические процессы, протекающие в ядре планеты Земля, собственные частоты геодинамо и эволюция нашей планеты в целом.

В этих исследованиях особое значение имеет изучение вариаций с характерными временами меньше ста лет, так как в них отражаются мелкокомасштабные процессы геодинамо. С другой стороны, они представляют тонкую структуру динамики земного магнитного поля, способствуя решению структурных вопросов, относящихся к земной коре и верхней мантии и их геологической, тектонической активности.

На фоне общих геомагнитных проблем в настоящее время возникла необходимость иметь ответы на следующие вопросы: можно ли в диапазоне от одного до ста лет разделить вариации разных источников, исходя из чисто амплитудно-частотных характеристик, или же при этом важны их пространственные особенности? Справедлива ли концепция о периодичном характере вариаций в данном диапазоне, или же правомочна гипотеза о стохастическом характере вековых вариаций в области высоких частот? Как соотносятся та и другая концепции с такими глобальными характеристиками, как глобальная магнитная активность и дрейф магнитного центра Земли, западный дрейф геомагнитных структур, вариации осевого вращения Земли и солнечная геомагнитная активность?

Важнейший вклад в изучение внутриземных процессов могут внести палеомагнитные исследова-

дования, которые уникальны с точки зрения реконструкции величины и направления геомагнитного поля в геологическом прошлом. Изучение истории главного геомагнитного поля (в Армении начато еще в 60-ые годы) является одной из фундаментальных задач современной геофизики, с решением которой связан ряд проблем теории геомагнетизма, глобальной тектоники, геодинамики и стратиграфии.

Согласно периодичности геолого-геофизических перестроек предполагается, что все геонимические процессы являются направленно-периодическими и взаимосвязанными. Здесь особое значение может приобрести исследование эволюции геомагнитного поля, если иметь в виду, что на данном этапе невозможно однозначно представить в виде единой системы с причинно-следственными связями процессы внутри и на поверхности Земли. К настоящему времени изучены отдельные сочетания явлений и их взаимодействие, которые представляют фрагменты эволюционной цепочки, между которыми нужно найти логические связи, соответствующие современному уровню знаний о Земле и его магнитном поле. Каждый результат научных исследований в данной области может добавить крупную истину в построении теории эволюции Земли.

Для выявления геонимических этапов в настоящее время палеомагнитные исследования предусматривают выявление закономерностей группирования палеополюсов, характера изменений напряженности и полярности геомагнитного поля в разные этапы эволюции Земли.

Главным результатом таких исследований должно быть установление характерных особенностей состояния и нюансов динамики геомагнитного поля во времени. Это может служить основой для создания «каркаса» магнитостратиграфических построений. На данном этапе основным методическим приемом изучения динамики геомагнитного поля является анализ магнитостратиграфических и магнито-геохронологических шкал соответствующих временных интервалов.

Многолетние палеомагнитные исследования на территории Армении дали возможность получить обширный фактический материал, на основе которого был составлен сводный палеомагнитный разрез фанерозоя, выявить некоторые характерные изменения параметров магнитного поля Земли (величина, направление и вековые вариации).

Принятые сейчас разными исследователями разделение состояний геомагнитного поля на этапы и попытки установить определенную иерархию структурных элементов шкалы магнитной зональности являются в значительной степени формальными и содержат весьма большую долю субъективизма.

С научной точки зрения представляют интерес сопоставление, взаимодополнение и корреляция палеомагнитных шкал разных авторов и разных регионов. Это может служить основой моделирования таких явлений, как инверсии, экскурсы и эпизоды геомагнитного поля и его вековых вариаций, а также определения вероятности наступления инверсии геомагнитного поля в ближайшем будущем.

Результаты палеомагнитных исследований, совместно с данными геолого-геофизической изученности территории Армении, можно применять для сопоставления палеотектонических, палеоклиматических, палеовулканических и др. схем с временной шкалой инверсий магнитного поля Земли.

3. Сейсмологические исследования

Наиболее важным и актуальным направлением геофизики в Армении являются сейсмологические исследования, в связи с высокой сейсмической опасностью ее территории и необходимостью разработки методов организованной защиты населения от разрушительных землетрясений. Сейсмологические исследования в Армении развивались в двух направлениях: структурные и очаговые. В области структурной сейсмологии (включая сейсморазведку) по мере развития инструментальных наблюдений начали разрабатываться сейсмологические методы изучения строения земной коры и верхней мантии. Физической предпосылкой развития этого направления является то обстоятельство, что сравнительно короткопериодные объемные и поверхностные упругие сейсмические волны легко проникают на различные глубины литосферы и приносят более богатую информацию о ее строении, чем квазипостоянные электрические, магнитные, гравитационные и тепловые поля. В этом направлении были проведены исследования по определению скоростного разреза распространения объемных сейсмических волн в земной коре территории Малого Кавказа и Армянского нагорья и на их основе составлены годографы объемных сейсмических волн. На основе изучения невязок времен пробега сейсмических волн Р и S были определены и картированы неоднородности внутреннего строения в земной коре и верхней мантии. Исследованием дисперсии групповых скоростей поверхностных сейсмических волн, формирующихся при сильных землетрясениях, определены мощности земной коры в целом, а также отдельных слагающих ее слоев по территории Армении и прилегающих областей. Сейсморазведочные исследования методами КМПВ, ОГТ, МОВЗ и ГСЗ по территории Кавказа (включая и территорию Армении) внесли существенный вклад в выявлении геологических структур, тектонических дислокаций и определении общих закономерностей глубинной структуры строения земной коры. Составление сейсмических разрезов по определенным профилям размещения полезных ископаемых (нефтегазоносность и рудоносность) послужило основой для интерпретации других геофизических полей с целью получения прогнозных оценок.

Второе направление — очаговая сейсмология, изучает две очень важные проблемы — это физика очага землетрясения и физика совокупности очагов или сейсмического режима. Изучение сейсмического режима территории Армении имеет более давнюю историю в связи с необходимостью оценки сейсмической опасности и составления карт сейсмического районирования, име-

ющих важное народнохозяйственное значение. Исследовалось пространственно-временное распределение сильных землетрясений на территории Армении и определялись долговременные средние количественные характеристики уровня сейсмичности и их повторяемость. В этих исследованиях на базе сейсмостатистических данных применялась упрощенная модель сейсмического режима, отображающая только энергетико-пространственно-временной аспект и в ряде случаев приводящая к серьезным ошибкам типа «пропуск цели» на картах сейсмического районирования. В сейсмоактивных областях такие ошибки приводят к таким катастрофическим трагедиям, как Спитакское землетрясение 7-го декабря 1988 года.

В 80-ые годы прошлого столетия, в связи с постановкой проблемы прогноза землетрясения, начались активные исследования флюктуаций количественных характеристик сейсмического режима по небольшим временным отрезкам, связанным с процессами подготовки сильных землетрясений и на их основе разработки сейсмологических методов выявления долгосрочных и среднесрочных предвестников землетрясений. Разработаны методы выделения сейсмических брешей, затиший и методика изучения изменений параметра v/v_0 , которые внедрены в практику сейсмологических исследований по территории Армении.

В области физики отдельного очага землетрясений сейсмологические исследования в Армении были направлены на определение энергии землетрясений, уточнение и сопоставление макросейсмических и инструментальных данных ощутимых землетрясений. В дальнейшем начали развиваться исследования, направленные на определение механизмов очагов сильных землетрясений и на их основе — на изучение процесса разрывообразования.

На территории Армянского нагорья и Малого Кавказа определены механизмы очагов сильных и ощутимых землетрясений, а также скалярные величины сейсмических моментов, которые служат основой для расчета нового параметра сейсмического режима — величины сеймотектонической деформации сейсмогенного слоя.

Изучение напряженно-деформационного состояния сейсмогенного слоя в пространственно-временном разрезе в виде компонент тензора скоростей деформаций существенно расширяет модель сейсмического режима, позволяет получить дифференцированную информацию о протекании сейсмического процесса. Результаты этих исследований непосредственно используются как для изучения процесса подготовки сильных землетрясений, так и для оценки сейсмической опасности и риска.

Катастрофическое Спитакское землетрясение 7-го декабря 1988 года и связанные с ним комплексные геолого-геофизические и сейсмологические исследования очаговой зоны, выполненные в содружестве со специалистами ведущих мировых сейсмологических центров, послужило важной вехой для оценки состояния сейсмологических исследований и выбора пер-

спективных направлений. В области структурной сейсмологии это в первую очередь исследования, направленные на изучение временных изменений структуры волновых полей, связанных с геодинамическими процессами в геофизических средах.

Эти исследования позволяют выявить не только неоднородности разных масштабов и тектоническую расслоенность коры, но и аномалии, связанные с подготовкой и последствиями происходящих землетрясений. Сейсмический процесс представляет собой нелинейный процесс неупорядоченного проявления во времени и в пространстве геодинамических явлений, изучением особенностей которых занимается новейшее направление геодинамики — нелинейная геодинамика. Это перспективное направление исследований открывает новые возможности для объяснения тектонического процесса, связанного с внутренней энергией осадочных и кристаллических толщ в процессе их деформирования.

Развитие этих исследований может выявить новые сеймотектонические закономерности и представления.

В области очаговой сейсмологии важнейшим направлением исследований для территории Армении являются детальное изучение региональной сейсмичности, создание ее структурно-динамической модели, оценка сейсмического потенциала составляющих ее элементов с дальнейшей прогнозно-вероятностной оценкой повторяемости сейсмических сотрясений. Эти исследования необходимы для решения двух крупных научных проблем — детальной оценки сейсмической опасности и выявления долгосрочных и среднесрочных сейсмологических предвестников подготовки сильных землетрясений.

Детальная оценка сейсмической опасности вероятностными значениями повторяемости максимальных сейсмических сотрясений в заданные интервалы времени является основой для расчета сейсмического риска, представляющего собой элемент организованной защиты населения от сильнейших землетрясений.

Исследования физики очага землетрясений должны быть развиты в области изучения процессов разрывообразования, определения спектрально-динамических параметров очагового излучения и на их основе создания моделей каждой из основных очаговых зон. Каждая из основных очаговых зон Армении имеет свои региональные особенности проявления сейсмического режима, связанного с геологическим строением, тектоническими условиями и напряженно-деформированным состоянием. В связи с этим изучение характера проявления параметров сейсмического режима и периода подготовки, возникновения и релаксации накопленных напряжений и выявление определенных закономерностей представляют собой важные характеристики очаговых зон.

4. Разведочная геофизика

Геофизическая разведка в рудниках знаменует собою начало весьма необходимого и важного этапа геофизических исследований. Опыт

показал, что рациональное сочетание наземных, скважинных и шахтно-рудничных геофизических исследований способствует повышению информативности разведки.

Согласно научной программе исследованы специфические особенности постановки геофизических методов в подземных горных выработках. В результате разработаны подземные варианты методов естественного электрического поля (ЕЭП), блуждающих токов (БТ), вызванной поляризации (ВП), сверхдлинноволнового варианта радиокип (СДРВ), методика анализа гетерогенных сред рентгенорадиометрическим методом, усовершенствована методика применения гравиразведки, электрической корреляции (ЭК), погруженных электродов и пьезометод (ПЭМ) на рудниках. Дана оценка постановки подземного аналога того или иного геофизического метода, указаны их возможности, особенности подземных наблюдений и их преимущества. Выявлена количественная связь между физическими параметрами и геологическими факторами.

На основании проведенных исследований рекомендована методика подземных наблюдений и рассмотрены принципы комплексирования геофизических методов применительно к основным типам рудных месторождений Армении на различных стадиях их изучения. Получена количественная оценка геолого-экономической эффективности геофизических методов и установлен оптимальный геофизический комплекс на соответствующих стадиях разведки рудных месторождений.

Повышение глубинности и разрешающей способности геофизических методов в существенной степени определяется использованием эффективных методов обработки и интерпретации исходных данных.

В настоящее время нами накоплен большой фактический материал геофизических наблюдений в рудных месторождениях Армении, который требует широкого привлечения современных статистических методов анализа геофизических полей.

Наиболее актуальными задачами являются выделение слабых геофизических аномалий на фоне помех геологического происхождения, построение математических и физико-геологических моделей изучаемых объектов, оценка геологической информативности применяемых методов.

Развитие и использование математического аппарата корреляционного анализа, современные статистические методы обнаружения слабых сигналов позволяют успешно решать указанные задачи.

Одним из приоритетных задач дальнейших изысканий является усовершенствование теории и методики ЕЭП, БТ, ЭК и рентгенорадиометрических методов для выделения слабых аномалий.

5. Инженерная сейсмология. Задачи дальнейших исследований.

Основная задача инженерной сейсмологии — прогноз сейсмических воздействий.

В принятом парламентом Армении в 2002 году законе "О сейсмической защите" одним из основных положений является долгосрочная стратегическая программа уменьшения сейсмического риска по всей территории Республики. Она предполагает, наряду с другими задачами, определение долгосрочной сейсмической опасности (прогноз сейсмических воздействий).

Одним из главных научных направлений ИГИС НАН РА долгие годы являлись разработка и усовершенствование методов оценки количественных параметров сейсмических воздействий. Институт был признан ведущей организацией в этой области в бывшей СССР. Тому способствовали выдвинутые академиком А. Назаровым научные и прикладные предпосылки и созданная за долгие годы школа высококвалифицированных ученых-специалистов.

Данная научная задача — одна из приоритетных направлений института.

Вторая задача в общей проблеме по оценке (прогнозу) сейсмических воздействий — разработка и усовершенствование методов сейсмического районирования (ОСР), детального сейсмического районирования (ДСР) и микросейсмо-районирования (МСР).

За последние годы в рамках тематических научных программ были разработаны и рекомендованы новые методические принципы по оценке сейсмической опасности и построению многопараметровых и разномасштабных карт сейсмической опасности. В ходе разработки находится "Методическое руководство по определению ожидаемой сейсмической опасности территории дамб водохранилищ". Задача дальнейших исследований состоит в рассмотрении более сложных моделей пространственно-временного распределения очагов сильных землетрясений, более объективных и приемлемых с инженерной точки зрения количественных характеристик, определяющих уровень ожидаемой сейсмичности территории и площадок под строительства, методов их картирования, а также в привлечении данных о повторяемости землетрясений.

Ряд теоретических и прикладных задач возникли в ходе анализа результатов обследований Спитакского землетрясения 7 декабря 1988г.

Так, например, ретроспективная оценка сейсмического риска как всей территории Армении, так и, в частности, г. Гюмри позволила выдвинуть ряд важных научно-методических аспектов, которые необходимо обязательно учитывать. В предлагаемых ныне схемах по оценке сейсмического риска они либо не учитывались, либо принимались очень грубые или упрощенные модели.

Одной из первоочередных задач инженерной сейсмологии являются также воссоздание, усовершенствование и оснащение новыми, современными приборами базы регистрирующей сети (в том числе инженерно-сейсмометрических станций и, в первую очередь, городов Еревана и Гюмри). Новые технологии регистрации, обработки и интерпретации базы данных позволяют на современном уровне решать проблемы, связанные с оценкой сейсмической опасности и риска, а также

многие теоретические и прикладные задачи сейсмостойкого строительства.

Следующей важной задачей в общей проблеме инженерной сейсмологии является усовершенствование сейсмической шкалы. Опыт проведения макросейсмических работ в плейсто-сейстовой области Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года (и не только Спитакского землетрясения) и инженерный анализ результатов обследований показали несостоятельность действующих вариантов сейсмических шкал в условиях Армении. Анализ работ позволил выдвинуть ряд научных и практических аспектов по реконструкции шкалы. Исследования в этой области должны быть развиты и направлены на создание усовершенствованной шкалы сейсмической интенсивности, способной учитывать региональные (национальные) особенности градостроительства.

И последнее. На основе разработанных и усовершенствованных методов оценки параметров воздействий с применением современных методов их картирования нами предложен вариант карты сейсмоопасности территории Армении в масштабе 1:200000. На ней впервые выделены зоны с ожидаемыми значениями максимальных ускорений грунта порядка 0,5-0,6g.

Очевидно, что приписываемые средним грунтам такие значения ускорения, учитывающие еще и коэффициенты, приведенные в Нормах для 3-4 категории грунтов, неизбежно приведут к увеличению расчетной сейсмovoоруженности зданий и сооружений и к резкому удорожанию строительства. Кажется, что оно, как следствие, повлечет за собой резкое сокращение масштабов строительства в этих зонах, приводя одновременно к росту сейсмического риска на значительной части территории республики.

С 1991 года в ИГИС НАН РА ведутся теоретические и опытные исследования одномерных моделей зданий и сооружений с целью выявления неизвестных резервов сейсмостойкости. Решение задачи приведет к соответствующим изменениям расчетной схемы одномерных моделей при кинематическом возбуждении.

Думаем, что эти изменения укажут тот путь, который позволит выйти из ныне существующего тупика в инженерной сейсмологии и сейсмостойком строительстве, возникшего в результате того, что в основе расчетов задаются нереальные ускорения колебаний грунтов.

Результаты этих научных разработок и полученные новые данные послужат основой новых редакций СНиП.

ԵՐԿՐԱՖԻՉԻԿԱՅԻ ԵՎ ԻՆՃԵՆԵՐԱԿԱՆ ՍԵՅՍՄԱՐԱՆՈՒԹՅԱՆ ՊՐՈՔԼԵՄՆԵՐԸ

Ս. Մ. Հովհաննիսյան, Ա. Մ. Ավետիսյան, Կ. Ս. Վարդանյան, Է. Գ. Գեոդակյան, Վ. Գ. Գրիգորյան, Ս. Ս. Կարապետյան, Ջ. Հ. Մինասյան, Հ. Հ. Հովհաննիսյան, Ա. Ա. Թամրազյան, Ա. Հ. Սիմոնյան, Ա. Չ. Չիլինգարյան, Ֆ. Մ. Ֆիդանյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Սկսած 60-ական թվականներից ՀՀ ԳԱԱ ԵՒՍԻ-ն հանդիսացել է երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության տեսական և կիրառական խնդիրներով զբաղվող գլխավոր գիտական կազմակերպությունը Հայաստանում: Շնորհիվ ինստիտուտի ակունքների մոտ կանգնած հայտնի գիտնականներ Ա.Նազարովի, Յ.Հակոբյանի, Շ.Հովհաննիսյանի, Հ.Վանցյանի և այլոց բեղմնավոր գործունեության և ավելի քան 40 տարիների ընթացքում ձևավորված գիտնական-մասնագետների դպրոցի դրվել և լուծվել են բնագավառի կարևոր գիտական և կիրառական բազմաթիվ խնդիրներ: Գիտական գործունեության կարևոր ուղղություններից են եղել երկրակեղևի կառուցվածքի ուսումնասիրությունները, օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնման և հետախուզման մեթոդների կատարելագործումը, երկրամագնիսականության և հնէամագնիսականության ուսումնասիրությունները, սեյսմոլոգիական տարաբնույթ խնդիրների լուծումը, սեյսմիկականության ուսումնասիրումը և տարածքների ու շինհրապարակների սեյսմավտանգավորության գնահատումը և այլ բազմաթիվ խնդիրներ:

Ինստիտուտի առաջատար գիտնականների համահեղինակությամբ ներկայացվող այս հոդվածում դիտարկվում են երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության արդի պրոբլեմները, կոնկրետ որոշակի խնդիրներ, ոլորտի զարգացման հեռանկարները:

PROBLEMS OF GEOPHYSICS AND ENGINEERING SEISMOLOGY

**S. M. Hovhannisyan, A. M. Avetisyan, K. M. Vardanyan, E. G. Geodakyan,
V. G. Grigoryan, S. S. Karapetyan, J. H. Minasyan, H. H. Hovhannisjan,
A. A. Tamrazyan, A. H. Simonyan, A. Z. Chilingaryan, F. M. Fidanyan**

Abstract

Since the 60-s, the IGES of NAS of RA has been a leading scientific organization engaged in theoretical and applied tasks of geophysics and engineering seismology. Owing to the contribution of the distinguished geophysicists (A. G. Nazarov, Ts. G. Hakopyan, Sh. S. Ohanessyan, G. M. Vantsyan and other) and the school they created, many problems of a great scientific and applied importance were formulated and solved. Among other these included studies of the structure of the Earth crust, development of mineral deposits exploration and prospecting methods, studies of geomagnetism and paleomagnetism, solution of diverse seismological tasks, seismicity studies, assessments of seismic hazard for areas and sites, and a number of other tasks.

In the presented work, the authors consider urgent problems of geophysics and engineering seismology, specific tasks, methodological aspects, and development prospects.