

УДК 550.34.01

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ В СЕЙСМОЛОГИИ

© 2004 г. академик В.А. Бабешко^{1,2}, О.М. Бабешко¹

В статье обсуждаются следующие проблемы сейсмологии: описание геологии территории с использованием имеющихся исследовательских материалов, полученных в различные временные периоды; описание тектонических особенностей территории; проведение геофизических экспедиционных исследований в зонах территории, нуждающихся в уточнениях; исследование геодезических характеристик территории; выявление зон блочного строения территории; исследование наличия глубинных неоднородностей литосферной плиты, разломов, полостей, включений; исследование наличия поверхностных концентраторов сейсмических напряжений.

К числу не решенных современных проблем наук о Земле относится проблема прогноза землетрясений. Исследования в этой области ведутся веками, опубликовано большое количество работ. Участие в них принимали и принимают выдающиеся ученые планеты. И, несмотря на это, до сих пор нет сколько-нибудь надежных решений этой проблемы.

Все это происходит по той причине, что оценка сейсмического состояния глубинных слоев Земли относится к числу труднейших задач, с которыми когда-либо сталкивались исследователи, в ней воплощены все известные проблемы математики, механики, физики, химии и экспериментальных исследований [1–8].

Назовем некоторые из них. Прежде всего, недоступность глубинных слоев Земли для получения надежных данных как относительно параметров среды, так и относительно протекающих там процессов. Известны лишь сравнительно приближенные модели тектонического строения Земли. Велико разнообразие и разброс как геометрических характеристик глубинных зон, так и физико-механических и химических процессов, протекающих в активных зонах, известных лишь приближенно, а зачастую принимаемых на основе гипотез.

Отсутствуют знания или установившиеся точки зрения относительно строения коры Земли – является она сплошной структурой или блочной.

Накоплен значительный материал, относящийся к оценке произошедших землетрясений, проявлению признаков нарастания сейсмичности, закону повторяемости землетрясений по оценкам магнитуды и бальности сейсмических событий и местах тра-

диционного проявления их. Однако исследований по анализу сейсмической напряженности с позиции механики разрушения литосферных плит выполнено очень немного.

Известные в этой области работы связаны со значительной идеализацией литосферных плит – идеализацией неоднородностей, разломов, вызванных незнанием строения литосферных плит в заданном районе. И, тем не менее, концепция механического разрушения литосферных плит имеет под собой основу.

Приведем соображения, которые дают основания применять этот подход в проблеме сейсмичности. Кора Земли представляет собой деформируемое тело – сферическую плиту, в основном упругую, имеющую сложное строение, в которой различают, как правило, три характерные границы – между осадочными структурами и кристаллическими – гранитом, между гранитом и базальтом (граница Конрада) и между базальтом и верхней мантией (граница Мохоровичича). Это не исключает наличия и других многочисленных границ, «своих» в разных местах Земли. Нельзя исключать и часть коры Земли, занимающую превосходящую по площади территорию суши, покрытую океаном, где сформирована граница между водным слоем и непосредственно твердыми кристаллическими структурами дна.

С точки зрения происходящих сейсмических событий кору Земли нельзя рассматривать крупномасштабным объектом, поскольку сейсмические события в масштабах размеров Земли носят мелкомасштабный, локальный характер. Максимальные, зарегистрированные разломы Земли, появившиеся при землетрясениях, не превосходят 100 км в длину, что в масштабах протяженности экватора Земли (40000 км) является малой величиной. Это же показывают и сейсмические события. Их проявления в

¹ Южный научный центр РАН г. Ростов-на-Дону

² Кубанский государственный университет, г. Краснодар

одних местах, как правило, не влекут за собой подобные события в других, более удалённых. В связи с этим при изучении сейсмического события в литосферной плите анализируются мелкомасштабные особенности, разломы, включения, неоднородности, воздействия, а сама литосферная плита принимает образ горизонтально протяжённой и даже неограниченной трёхмерной плиты, имеющей сложное строение с рельефными внешними и внутренними границами. Проблема усугубляется тем, что относительно литосферной плиты нам известна форма доступной её верхней границы. Имеется, с учётом знаний и теорий исторических геологических процессов, предположительное описание строения зон осадочных пластов и пород, возможно содержащихся в них, и совсем мало сведений известно относительно кристаллической части литосферной плиты. В то же время понятно, что основная часть упругой энергии накапливается именно в этой зоне, здесь формируются очаги землетрясений, наиболее сильных, что следует из оценок глубин этих очагов.

Известно, что кора Земли имеет толщину от 6–8 км под дном океанов, до 50 км в зонах горных массивов, потому сильные землетрясения с глубинами более 50 км не случаются. Граница Мохоровичича разделяет упруго-деформируемую, кристаллическую часть, коры Земли и предположительно пластическую, относящуюся к верхней мантии. Наличие и места расположения разломов литосферных плит глобального характера, большой протяжённости, если они не выходят на поверхность, установлено по сейсмическим проявлениям, местам эпицентров землетрясений, сейсмической активности. Это приэкваториальная зона, насыщенная вулканическими объектами, а также береговые зоны ряда океанов, в том числе и на севере.

Однако сейсмические события происходят и в зонах, удалённых от глобальных разломов, т.е. определенную роль играют и разломы сравнительно малой мощности. Более того, в последние годы жизни академик М.А. Садовский, посвятивший много исследований проблемам сейсмичности, пришел к концепции блочного строения коры Земли. В его работах приведены многочисленные примеры, свидетельствующие о наличии оснований для такого утверждения. Однако изучение волновых явлений в коре Земли не позволяет отвергать и ее сплошности. Экспериментальные исследования глубинного строения литосферной плиты вплоть до нижнего основания в штате Огайо, выполненные профессором Р. Вильямсом (университет Теннесси, США) методом вибросейсморазведки с использованием тяжелого передвижного

вибросейсмоисточника У-3000, показали наличие как трещиноватого строения, претендующего на блочность литосферной плиты, так и зоны ее сплошности.

Скорее всего, имеет место и то и другое. Касаясь строения литосферных плит, нельзя не учитывать их преднапряжённость, сильную анизотропию, термоэластичность, хотя и слабо проявляющуюся, а также вязкоупругость, по крайней мере, верхних слоёв, где известны поднятия и опускания геологических структур.

Не меньше проблем представляет описание внешних факторов, влияющих на напряжённо-деформированное состояние литосферных плит. К их числу относится следующий, далеко не полный набор: центробежные силы, связанные с вращением Земли, наиболее значительные на экваторе и, возможно, наиболее значимые при подготовке землетрясений; атмосферное давление; притяжение Луны и возникающие приливы; выпадение осадков и волнения морей и океанов; подводные океанические течения, вызывающие Кориолисовы силы; смена времён года; солнечная активность; техногенные воздействия, связанные с деятельностью человека. Нельзя исключать из рассмотрения и роль, избивающих на поверхности Земли и в глубинах ее коры электролитов – естественных и наведенных, выемки углеводородного топлива в различных формах и др. Наконец, мало изученный фактор внешних воздействий на нижнее основание литосферной плиты (границу Мохоровичича), происходящий от глубинной активности Земли в нижней мантии между границами Гуттенберга и Мохоровичича, где не исключаются в условиях высокой плотности сложные физико-химические, а, возможно, и термоядерные процессы, сопровождающиеся конвективными движениями жидких масс с выделением тепла, газов и радиации.

К числу важнейших факторов необходимо отнести известный, зарегистрированный медленно происходящий по границе Мохоровичича дрейф литосферных плит, сопровождающийся их горизонтальной деформацией, причина которого до конца не ясна. Нельзя исключать из рассмотрения ни один, даже кажущийся незначительным, фактор, поскольку вблизи точки бифуркации он сможет спровоцировать сейсмическое событие.

Именно сложность строения литосферных плит и многофакторность внешних воздействий на них явились той причиной, что даже до сих пор нет признанного и строго установленного фактора или факторов, являющихся наиболее ответственными за нарастание сейсмической напряжённости литосферных плит. Понятно лишь одно – землетрясение – это

разрушение литосферной плиты, происходящее с высвобождением упругой энергии, накопившейся в литосферной плите за счёт внешних воздействий. Здесь можно назвать несколько сценариев разрушения литосферных плит. В одних случаях места разрушения расположены в зонах наибольшей концентрации напряжений. Процессы разрушения происходят при максимальных соответствующих напряжениях, если зона без неоднородностей. Если имеются разломы, то разрушения проявляются в вершинах трещин, включений или иных структур сложного строения, состоящих из совокупностей неоднородностей (вирусов вибропрочности). Могут иметь место упруго-пластические разрушения при наличии больших нелинейных деформаций.

Наряду с разрушением литосферных плит по причине превышения предельных значений концентрации напряжений, в основном, в зонах разломов, нельзя исключать разрушение их в связи с потерей устойчивости как нелинейных протяженных оболочек сложного строения за счет выпучивания или иных сложных движений, в том числе крутильного характера, но уже при сравнительно меньших напряжениях, чем нужны для разрушения твердого тела. Возможны и иные комплексные процессы, вызывающие разрушение литосферных плит, возникающие лишь при одновременном синхронном воздействии на плиту нескольких факторов в моменты подходящего стечения обстоятельств.

Таким образом, при любых подходах, направленных на решение проблемы прогноза мест подготовки землетрясений, вопрос исследования напряженно-деформированного состояния литосферной плиты, как сложного деформируемого тела, обязательно возникает, и не видны сколько-нибудь обоснованные основания уклониться от анализа этих вопросов, если мы хотим понять процесс ее разрушения.

Вышеперечисленное показывает, что проблема оценки сейсмичности в теоретической части сопрягается практически со всеми разделами современной механики, прикладной математики, термодинамики, физики твердого тела, геофизики. Но для того, чтобы они могли быть успешно применены в проблеме оценки сейсмичности, многие задачи и методы из числа перечисленных направлений нуждаются как в доработке, так и в приспособлении к проведению с их помощью многофакторного анализа.

Специфика проблемы состоит в том, что в описанных задачах сейсмичности воедино переплетаются такие факторы, влияющие на прочность и разрушение литосферных плит, как сложная геометрия тел с неоднородностями, в том числе разной размер-

ности и гладкости, сложное физико-механическое строение тел, совместное влияние различных полей, воздействующих и на внутренние, и на внешние точки твердого тела.

Добавим, что эта задача ставится в условиях достаточно большой неопределенности. Если влияние вращения Земли вокруг оси, гравитационное поле достаточно определенное, то факторы, связанные с малыми движениями плит, не говоря о воздействии на нижнее основание на границе Мохоровичича, оказываются неизвестными.

Описанная картина сложности в исследовании литосферных плит поначалу может показаться исключающей возможность решения проблемы.

В то же время современные технологии и аппаратура позволяют получать ряд важных данных геофизического характера, необходимых для постановки и решения этой задачи.

На территории Краснодарского края комплексом рассредоточенных специальных скважин и созданной для этих целей аппаратурой фиксируется ежедневное вертикальное движение различных участков поверхности Земли, найдены корреляции с другими внешними воздействиями. При поддержке отечественных и зарубежных фондов, руководства Краснодарского края, американских ученых, Кубанского и Теннесси университетов, нефтяных компаний Тенгаско (США) и Роснефть-Термнефть создан при КубГУ исследовательский геофизический полигон. На нем сосредоточены самые мощные стационарные отечественные (100 тонн) и американские передвижные (17 и 30 тонн) современные вибросейсмоисточники и средства приема и обработки геофизической информации, сейсмографы N-48 из Силиконовой Долины. С их помощью оказывается возможным получать ряд данных, необходимых для корректных постановок математических задач.

По мере углубления в анализ состояния и динамики литосферных плит, как механических объектов, становилось ясно, что необходим специально приспособленный для исследований в этой области математический аппарат. Многие задачи механики для неоднородных упругих сред с трещинами и разрезами оказывались как по постановке, так и по результатам далекими от реальности, даже приближенной.

В частности, практически не рассматривались задачи для совокупностей трещин и включений. Было очевидно, что прочность и разрушение литосферных плит, как и любых объектов сплошной среды, зависит как от типов неоднородностей – трещин, включений, так и их геометрических параметров, взаимного расположения.

При изучении этих вопросов появилась теория «вирусов вибропрочности», справедливо названная так из-за скрытости совокупностей неоднородностей (названных вирусами), в одних условиях, и их разрушительного воздействия на механический объект, в других [9].

Учет блочных объектов, неоднородностей той же размерности, что и плита привел к необходимости разработки методов исследования задач прочности с такой направленностью, чтобы учитывалось совместное, комплексное влияние как физических, так и геометрических характеристик поставленных задач. Протяженность, неограниченность литосферных плит с рельефными поверхностями не позволяет эффективно применить традиционные для таких задач численные методы. Развитие метода исследования краевых задач, использующего топологический подход, привело к применению методов интегральной геометрии, теории функций многих переменных, многомерных вычетов, факторизации [9–14]. Новая проблема возникла при изучении воздействия на литосферную плиту большого количества отмеченных выше внешних факторов, что вело к краевым задачам для больших систем дифференциальных уравнений в частных производных. Эту проблему удалось преодолеть, впервые построив формулы факторизации основных типов полных мероморфных матриц – функций, чего не удавалось сделать раньше [15–20]. Это освободило исследователя от непростой работы по изучению собственных векторов большой матрицы-функции с многочисленными параметрами и формализовало исследование краевой задачи для системы дифференциальных уравнений до уровня одного дифференциального уравнения.

Этим методом удалось исследовать ряд задач смежных областей, решение которых значительно упростилось.

Таким образом, в основе механического подхода в проблеме сейсмичности, развиваемого в ЮИЦ РАН и КубГУ, лежат фундаментальные результаты в области математики.

Для применения этой теории необходима соответствующая экспериментальная база. Заключив договор о создании совместного международного исследовательского центра в области сейсмологии с Университетом Теннесси (США), американской нефтяной компанией «Тенгаско», российской «Роснефть-Термнефть», Кубанский госуниверситет смог свой геофизический полигон сделать способным проводить все необходимые исследования для реализации концепции. В настоящее время имеются оте-

чественные и зарубежные уникальные источники вибросейсмических волн, способные оказывать воздействия на грунт в диапазоне от 10 т до 100 т – достаточно широком диапазоне частот.

Измерительное оборудование, включающее все типы отечественных геофонов – приемников и обрабатывающих сейсмографов США и станций, позволяют проводить исследования территорий большой протяженности.

Полнота исследований зависит от базы, т.е. от размеров территории, на которой проводится эксперимент. В связи с этим для охвата территории литосферной, например, Анатолийской плиты, Кавказ, Турция, Греция, необходим эксперимент на территориях нескольких стран. И здесь возникло препятствие, которое не удалось преодолеть до сих пор.

Для реализации этой идеи Россия выступила с инициативой создания Ассоциации сейсмической защиты.

Организационное совещание с участием представителей 11 стран-участников Черноморского экономического сотрудничества состоялось в 2000 г. на базе Кубанского госуниверситета. Принятый устав Ассоциации, направленный на реализацию совместных исследований учеными Ассоциации, был доработан и согласован с Правительствами стран ЧЭС. В 2001 г. в Салониках (Греция), состоялось второе совещание Ассоциации, на котором принималось решение о месте размещения штаб-квартиры Ассоциации.

Предложения о размещении штаб-квартиры на своих территориях предложили Армения, Греция и Россия. Участники совещания остановили голосованием свой выбор на Греции. Сейчас можно сказать, что это было ошибочное решение, затормозившее работу. Греческая сторона за 3 года не смогла решить вопрос о международной регистрации Ассоциации сейсмической защиты стран-участников ЧЭС – первой в мире организации подобного рода.

Тем самым коллективное воплощение в жизнь новых идей в оценке сейсмичности остановилось, а сейсмические события произошли в каждой стране региона.

Считаем, что нашей ближайшей задачей уже с участием подразделений ЮИЦ РАН является проведение самостоятельных исследований, в том числе со странами Европы и США, что сейчас делается, а также возобновление диалога с участниками Ассоциации на предмет преодоления возникших трудностей. По опыту прошлых лет особую помощь в этом могут сыграть межправительственные связи, Секретариат ЧЭС, Международный Центр Черноморских исследований министерства науки и иннос-

транных дел стран ЧЭС. На них ученые возлагают особые надежды.

Ниже приводится примерная схема реализации концепции.

ПРОЕКТ ПРОГРАММЫ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТАХ

1. Определение территории исследования, ее литосферной плиты.
2. Построение геологии литосферной плиты территории.
3. Математическое описание геометрических параметров (характеристик) литосферной плиты территории. Создание электронных карт литосферной плиты.
4. Определение внешних воздействий на литосферную плиту территории.
5. Составление систем определяющих и граничных условий уравнений, описывающих напряженно-деформированное состояние литосферной плиты территории. Формирование краевых задач.
6. Исследование и решение краевых задач напряженно-деформированного состояния литосферной плиты территории.
7. Оценка зон концентрации напряжений в литосферной плите территории.
8. Разделение поверхности Земли на территории.
9. Проведение исследований для каждой территории.
10. Объединение данных отдельных территорий в глобальную сеть территорий. Уточнение параметров воздействий за счет сопряжения территорий.
11. Уточнение параметров напряженно-деформированного состояния литосферных плит территорий. Оценка зон концентрации напряжений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЕЕ ЛИТОСФЕРНОЙ ПЛИТЫ

1. Оценка зон доступности для проведения геофизических и геологических исследований.
2. Изучение наличия дополнительной геологической, геофизической, гидрогеологической и магнитотеллурической и любой иной информации выбираемой территории.
3. Оценка наличия средств мониторинга сейсмической обстановки выбираемой территории.

4. Наличие вспомогательных центров и населенных пунктов размещения экспедиций для целей обследования территории.

5. Привязка выбранной территории к абсолютной системе координат.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИИ ТЕРРИТОРИИ

1. Описание геологии территории с использованием имеющихся исследовательских материалов, полученных в различные временные периоды.
2. Описание тектонических особенностей территории.
3. Проведение геофизических экспедиционных исследований в зонах территории, нуждающихся в уточнениях.
4. Исследование геодезических характеристик территории.
5. Выявление зон блочного строения территории.
6. Исследование наличия глубинных неоднородностей литосферной плиты, разломов, полостей, включений.
7. Исследование наличия поверхности концентраторов напряжений.
8. Описание физико-механических характеристик материалов, составляющих литосферную плиту.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРРИТОРИИ

1. Введение целесообразных глобальных и локальных систем координат, связанных с исследуемой территорией.
2. Привязка параметров территории к введенным системам координат.
3. Использование ГИС-технологий для получения и привязки параметров территории – горных зон, возвышенностей, впадин, водоемов к системам координат.
4. Привязка внутренних неоднородностей литосферной плиты к введенным системам координат.
5. Построение геометрических характеристик территории и всех ее неоднородностей в абсолютной системе координат.
6. Формирование ряда вспомогательных математических объемов – пространственных и объемлющих интегралов, нормалей и касательных, градиентов и других для различных зон территории.
7. Составление таблиц переходов в локальных координатах (атласа) территории.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ТЕРРИТОРИЮ, ВЛИЯЮЩИХ НА СЕЙСМИЧНОСТЬ

1. Физическое, химическое и математическое описание факторов, влияющих на сейсмичность.
2. Гравитационное поле.
3. Предварительная напряженность.
4. Температурные напряжения.
5. Притяжение Луны.
6. Движение материков.
7. Атмосферное давление.
8. Ветровые давления на горы.
9. Солнечная активность.
10. Колебания морского акватория.
11. Активность верхней мантии (на границе Мохоровичича).
12. Внутреннее стрессное Земли, ее внутренние процессы.
13. Суточные колебания поверхности Земли.
14. Влияние химических факторов на состояние литосферной плиты.
15. Описание в математической форме с привязкой к выбранным системам координат основных уравнений и соотношений, влияющих на сейсмичность.
16. Приведение всех параметров к единой физической системе единиц.
17. Учет медленных движений литосферных плит на основе спутниковых данных.

СОСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УРАВНЕНИЙ И ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ. ФОРМИРОВАНИЕ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ

1. Математическое описание в формах дифференциальных, псевдодифференциальных и интегральных уравнений основных соотношений, определяющих напряженно-деформированное состояние литосферной плиты территории.
2. Переход к унифицированным безразмерным параметрам.
3. Формирование краевых задач различных уровней сложности для описания напряженно-деформированного состояния литосферной плиты территории.
4. Оценка различных вариантов приближения к описанию напряженно-деформированного состояния литосферной плиты территории выбором различных краевых задач.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕШЕНИЕ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЛИТОСФЕРНОЙ ПЛИТЫ ТЕРРИТОРИИ

1. Разработка схем исследования наборов краевых задач описания напряженно-деформированного состояния литосферной плиты территории. Оценка напряженности краевых задач.
2. Опробирование различных методов исследования и решения краевых задач. Модельные задачи и пробные расчеты.
3. Проведение исследований и решения краевых задач напряженно-деформированного состояния литосферной плиты территории.
4. Оценка роли различных факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние плиты территории, а также различных вариантов краевых задач.

ОЦЕНКА ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ЛИТОСФЕРНОЙ ПЛИТЕ

1. Анализ концентрации напряжений в окрестностях неоднородностей-разломов, впадин вибропрочности, полостей-трещин и включений, в зонах вулканических шахт.
2. Анализ концентрации напряжений в окрестностях поверхностных концентраторов напряжения, их угловых разломов.
3. Анализ концентрации напряжений в зонах утончения литосферных структур.
4. Выявление зон максимальной концентрации напряжений.
5. Выявление внешних факторов, наиболее влияющих на концентрацию напряжений.

Исследования в этой области, наряду с проблемами сейсмологии, позволяют решать многие многопараметрические краевые задачи смежных областей наук – физики, химии, биологии, экологии. Работа поддержана проектами РФФИ (03-01-00694, 03-01-96537, 03-01-96527, 03-01-96519, 03-01-96584); ФЦП «Интеграция» (проекты Б0121, НШ-2107.2003), программами отделения ЭММПУ и Президиума РАН, выполняемыми Южным научным центром РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология М.: Мир, 1983. 857с.
2. Канторович Л.В., Молчан Г.В., Вилькович Е.В., Кейлис-Борок В.И. // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1970. №5. С.85–102
3. Костров Б.В. Механика очага тектонического землетрясения. М.: Наука, 1975. 174 с.
4. Назаров А.Г., Дарбинян С.С. Основы количественного определения интенсивности сильных землетрясений. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1974. 286 с.
5. Рай Дж. Механика очага землетрясения. М.: Мир, 1982. 217 с.
6. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. М.: Наука, 1985. 408 с.
7. Саваренский Е.Ф., Кирнос Д.П. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. М.: Наука, 1955. 543.
8. Чернов Ю.К. Сильные движения грунта и количественная оценка сейсмической опасности территорий. Ташкент: Изд-во АН УзбССР, ФАН, 1989. 296с.
9. Бабешко В.А., Бабешко О.М. // ДАН. 2003. Т. 393, №4. С. 473–477.
10. Бабешко В.А., Бабешко О.М. // ДАН. 2003. Т. 389. №2. С. 184–188.
11. Бабешко В.А., Бабешко О.М. // ДАН. 2003. Т. 392. №6. С. 767–770.
12. Бабешко В.А., Бабешко О.М. // ДАН. 2003. Т. 392. №2. С. 163–167.
13. Бабешко В.А., Бабешко О.М. // ДАН. 2004. Т. 399. №3. С. 63–68.
14. Бабешко В.А., Бабешко О.М. // ДАН. 2004. Т. 399. №1. С. 163–167.
15. Гохберг И.Ц., Крейн М.Г. // УМН. 1958. Т. 13. Вып. 2. С.3–72.
16. Векуа Н.П. Системы сингулярных интегральных уравнений. М.: Наука, 1970. 379 с.
17. Гахов Ф.Д. Краевые задачи. М.: Наука, 1977. 640 с.
18. Литвинчук Г.С., Спитковский И.М. Факторизация матриц-функций // Деп. ВИНТИ. № 2410-84. Ч. I. 250с., Ч. II. 212 с.
19. Ворovich И.И., Бабешко В.А. Динамические смешанные задачи теории упругости для неклассических областей. М., 1979. 320 с.
20. Rawlins A.D., Williams W.E. // Quart. J. Mech. and Appl. Math.. 1981, V. 34, № 1. P. 1–8.

SOME PROBLEMS IN SEISMOLOGY

© academician V.A. Babeshko, O.M. Babeshko

The article discusses the next problems of the seismology: description of the territory geological framework with the application of the current research data obtained at different time periods; description of tectonic characteristics of the territory; conducting of geophysical expeditionary research in the zones where specification is needed; study of geodesic characteristics of the territory; determination of block structure zones on the territory; determination of deep inhomogeneities in the lithosphere plate, faults, cavities, inclusions; determination of the seismological stress concentrator surface.

REFERENCES

1. Aki K., Richards P. 1983. *Kolichestvennaya seysmologiya*. [*Quantitative seismology*]. Moscow, Mir Publ.: 857 p. (In Russian).
2. Kantorovich L.V., Molchan G.V., Vil'kovich E.V., Keylis-Borok V.I. 1970. *Izvestiya AN SSSR. Fizika Zemli*. (5): 85–102. (In Russian).
3. Kostrov B.V. 1975. *Mekhanika ochaga tektonicheskogo zemletryaseniya*. [*Mechanics focus tectonic earthquake*]. Moscow, Nauka Publ.: 174 p. (In Russian).
4. Nazarov A.G., Darbinyan S.S. 1974. *Osnovy kolichestvennogo opredeleniya intensivnosti sil'nykh zemletryasenyi*. [*Fundamentals of quantitative determination of the intensity of earthquakes*]. Yerevan, Armenian Academy of Sciences Publ.: 286 p. (In Russian).
5. Ray J. 1982. *Mekhanika ochaga zemletryaseniya*. [*Mechanics earthquake*]. Moscow, Mir Publ.: 217 p. (In Russian).
6. Riznichenko Yu.V. 1985. *Problemy seysmologii*. [*Problems of seismology*]. Moscow, Nauka Publ.: 408 p. (In Russian).
7. Savarenskiy E.F., Kirnos D.P. 1955. *Elementy seysmologii i seysmometrii*. [*Elements of seismology and seismometry*]. Moscow, Nauka Publ.: 543 p. (In Russian).
8. Chernov Yu.K. 1989. *Sil'nye dvizheniya grunta i kolichestvennaya otsenka seysmicheskoy opasnosti territoriy*. [*Strong ground motion and quantification of seismic hazard areas*]. Tashkent, Uzbek Academy of Sciences; "FAN" Publ.: 296 p. (In Russian).
9. Babeshko V.A., Babeshko O.M. 2003. *Metod faktorizatsii v teorii virusov vibroprochnosti*. [*The factorization method in the theory of viruses vibration strength*]. *DAN*. 393(4): 473–477. (In Russian).
10. Babeshko V.A., Babeshko O.M. 2003. *DAN*. 389(2): 184–188. (In Russian).
11. Babeshko V.A., Babeshko O.M. 2003. *DAN*. 392(6): 767–770. (In Russian).
12. Babeshko V.A., Babeshko O.M. 2003. *DAN*. 392(2): 163–167. (In Russian).
13. Babeshko V.A., Babeshko O.M. 2004. *DAN*. 399(3): 63–68. (In Russian).
14. Babeshko V.A., Babeshko O.M. 2004. *DAN*. 399(1): 163–167. (In Russian).
15. Gokhberg I.Ts., Kreyn M.G. 1958. *Sistemy integral'nykh uravneniy na polupryamoy s yadrami, zavisyashchimi ot raznosti argumentov*. [*Systems of integral equations on the half-line with kernels depending on the difference of the arguments*]. *Uspekhi matematicheskikh nauk*. 13(2(80)): 3–72. (In Russian).
16. Vekua N.P. 1970. *Sistemy singulyarnykh integral'nykh uravneniy*. [*Systems of singular integral equations*]. Moscow, Nauka Publ.: 379 p. (In Russian).
17. Gakhov F.L. 1977. *Kraevye zadachi*. [*Boundary value problems*]. Moscow, Nauka Publ.: 640 p. (In Russian).
18. Litvinchuk G.S., Spitkovskiy I.M. *Faktorizatsiya matrits-funktsiy*. [*Factorization of matrix functions*]. Dep. VINITI. No 2410-84. Part 1. 250 p. Part 2: 212 p. (In Russian).
19. Vorovich I.I., Babeshko V.A. 1979. *Dinamicheskie smeshannye zadachi teorii uprugosti dlya neklassicheskikh oblastey*. [*Dynamic mixed problem of elasticity theory for nonclassical fields*]. Moscow, Nauka Publ.: 320 p. (In Russian).
20. Rawlins A.D., Williams W.E. 1981. *Quart. J. Mech. and Appl. Math.* 34(1): 1–8.