

ЮНЕСКО * АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР

СПИТАК - 88

23-26 мая 1989 г.

Тезисы докладов

Издательство АН Армянской ССР

Ереван - 1989

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Т е м а I

ОБОБЩЕНИЕ И ОЦЕНКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗУЧЕНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

5/20



ТЕКТОНИКА И ГЕОЛОГИЯ АРМЕНИИ И ПОСТРАДАВШЕЙ ОБЛАСТИ

А.А.Габриелян (СССР)

СЕЙСМОТЕКТНИКА АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ

Теоретической основой для объяснения важнейших геологических процессов для нас служит "гипотеза пульсации Земли". По нашему мнению, именно в результате пульсации Земли (периодическое расширение и сжатие) происходит раздвижение и сближение литосферных плит (и микроплит), обусловившие все главнейшие геологические процессы - прогибание коры и формирование геосинклинальных подвижных поясов, осадконакопление, складчатость и поднятие, метаморфизм и магматизм, рудообразование, вулканизм, сейсмичность.

Армянское нагорье и Армянский - Анатолийский - Иранский сегмент Средиземноморского орогенического пояса в целом, начиная с олигоцена (начало орогенного этапа) испытывают дифференциального характера сводовое поднятие - горообразование, внедрение орогенных калиевых гранитов, широкое развитие морских (раннеорогенных) и континентальных моласс, проявление сейсмичности. Амплитуда общего поднятия в орогенном этапе (олигоцен - ныне) составляет на Армянском нагорье 3-3,5 км, на Б.Кавказе - 4-5 км и более, за постсарматское время - около 2 км, в четвертичный период - 1000-1500 км.

Причиной орогенеза, по нашему мнению, является скупчивание земной коры, вызванное общим сжатием Земли. В результате происходит встречное движение и сближение Евразийской и Гондванской плит и микроплит - Скифской и Армянско-Центрально-Анатолийско-Иранской. Их движения вызывают сдвиговые деформации по межплитным швам, пододвигание одной плиты под другую, в данном случае закавказской (Рионо-Куринской) под Скифскую по шовной зоне Большого Кавказа. Движение Аравийской плиты к северу вызывает геосинклинальную дислокацию пород Тавро-Загросской шовной подвижной зоны и шарьирование складок на Армянско-Анатолийско-Иранскую микроплиту. Последние отголоски этих движений выражались глыбовой дислокацией орогенных молассовых формаций пород. Пододвигание Армянско-Анатолийско-Иранской микроплиты под Закавказскую происходило по Северо-Анатолийско-Севанскому шву. Эпицентры многих сильных

землетрясений приурочены к указанным шовным зонам.

В начале альпийского орогенного этапа (в олигоцене) движение Аравийской плиты к север-северо-востоку обуславливает ее отрыв от Африканской части Гондваны и заложение Красноморско-Сирийского рифта.

Скучивание коры и орогенез вызвали меридиональное поднятие и растяжение по линии Ставрополь-Большой Кавказ-Малый Кавказ-оз. Ван и мощнейший орогенный вулканизм - Транскавказская зона глубинных разломов и поднятий, одна из самых сейсмоактивных зон.

Спитакское землетрясение 1988 г. связано с действием Северо-Анатолийско-Севанской зоны разломов и частично спровоцированной этими оживлениями Транскавказской зоны разломов на участке их пересечения. Источником энергии является, вероятно, тепловая энергия, выделяемая при столкновении литосферных плит и микроплит. Шовные зоны между ними, таким образом, являются энергогенерирующими и одновременно путями их высвобождения (землетрясения).

На территории армянской ССР наиболее сейсмоактивными являются Араратская наложенная впадина и прилегающие районы, район Анкавано-Зангезурской зоны разломов, Ленинакан-Спитак-Кировакан-Севанская зона разломов, являющаяся восточным продолжением Северо-Анатолийской зоны разломов, а также участки, расположенные в Транскавказской зоне разломов.

В указанных зонах в историческом прошлом неоднократно имели место катастрофические землетрясения (Арарат - 1840, Двин - 893, Гарни - 1679, Ани - 1139 и др.). Огромная щель, провал на северо-западном склоне г. Арарат, несомненно, результат катастрофического землетрясения силой 10 и более баллов, имевшего место, по данным историков, в 139 г.

На Кавказе эпицентры сильных движений приурочены к бортовым частям Рионо-Куринской впадины - структурные швы между указанной впадиной и обрамляющими поднятиями Большого и Малого Кавказа.

Сейсмоактивные зоны Анатолии приурочены к активным разломам - Северо-Анатолийскому (с магнитудой землетрясений $M = 8,1$), Центрально-Анатолийско-Ванскому (правосторонний сдвиг), Бингёльскому (левосторонний сдвиг), Южноанатолийско-Сирийскому (северо-восточное продолжение Красноморской рифтовой зоны). В Иране наиболее сейсмоактивные зоны расположены вдоль южных подножий Альбурза и Копет-дага (взбросы и надвиги) Загросской надвиговой зоны и по восточным и западным швам Лутского массива.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ОСНОВНОМУ ТОЛЧКУ

Б.К.Карапетян (СССР)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО СПИТАКСКОМУ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЮ
7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

На основании инструментальных данных Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 года воздействовало на здания и сооружения, как было впервые установлено нами, в виде двух толчков с продолжительностью между их началами в 4 минуты 20 секунд.

По имеющимся инструментальным данным интенсивности этих толчков, отнесенные к средним грунтовым условиям, получились соответственно равными: в эпицентре 9-10 и 8-9 баллов, в г.Спитаке 9 и 8 баллов, в г.Ленинакане 9 и 8 баллов, в г.Кировакане 8 и 7 баллов, в г.Степанаване 8 и 7 баллов, в г.Гукасяне 8 и 7 баллов, в г.Ереване 6 и 5 баллов. При этом балльности, установленные по данным, полученным с помощью сейсмографов СЕМ и многомаятниковых сейсмометров ИГИС (маятник с $T = 0,25$ с), в пределах точности измерений, оказались одинаковыми.

Сопоставление инструментально полученных величин магнитуд первых двух толчков с соответствующими величинами глубин очагов и эпицентральных расстояний при Спитакском землетрясении подтвердили ранее полученную для территории Армянской ССР эмпирическую зависимость между магнитудой и интенсивностью землетрясения в баллах.

Вертикальная составляющая колебаний по инструментальным данным получилась одного порядка с горизонтальной составляющей. Спектры реакций для вертикальной составляющей, полученные с помощью многомаятниковых сейсмометров, в ряде случаев по величине оказались выше горизонтальной (в г.Ленинакане и даже в г.Ереване).

Кривые спектров реакций для первых двух последующих друг за другом толчков, полученные по записям ускорений в г.Гукасяне, показали на несравненно большую величину на участке периодов 0,15... 0,80 с в одном направлении и 0,10...0,40 в другом направлении. На территории г.Ленинакана этот диапазон периодов из-за более слабых грунтов был больше.

Р.П.Мартirosян, Л.А.Мхитарян, К.А.Тоноян (СССР)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 г.

В городе Ленинакане к моменту катастрофического землетрясения 7 декабря 1988 г. насчитывалось восемь инженерно-сейсмометрических станций, в которых был установлен комплект аппаратуры для регистрации сильных колебаний грунта и зданий.

В результате землетрясения 7 декабря 1988 г. четыре здания, в которых находились станции, полностью разрушились, вследствие чего не удалось получить кондиционного материала о сильных движениях. В остальных четырех станциях получены записи сейсмометров балльности (СБМ) и многоязичниковых сейсмометров (ИГИС). Аналогичные записи получены в городах Степанаван и Арарат.

по полученным записям оценена балльность проявления землетрясения в указанных городах, а также построены спектры приведенных ускорений для инженерного анализа сейсмического воздействия.

Записи во времени первых двух толчков землетрясения получены в райцентре Лукасян (в 35 км севернее Ленинакана) по трем компонентам – акселерограммы, велисограммы и сейсмограммы.

На основании анализа полученного инструментального материала, в соответствии со шкалой MSK-64, интенсивность землетрясения в Ленинакане оценивается в 9-10 баллов, Степанаване – 9 баллов, в Лукасяне – 8 баллов, в Арарате – 5 баллов. Уровень максимальных горизонтальных ускорений в Ленинакане оценивается $0,55g$, в Лукасяне – $0,2g$, а соответствующие вертикальные ускорения составляют 70% от горизонтальных.

Ф.О.Аракелян, Г.А.Акопян, О.К.Погосян, В.Л.Мнацаканян,
А.Н.Микаелян, С.С.Дарбинян (СССР)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАПИСИ И МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ СПИТАКСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

Спитакское землетрясение охватило довольно большое число районов и городов, находящихся на территории Армении. Оно ощущалось

в населенных пунктах, где расположены крупные энергетические объекты, как поселок Мецамор-АрмАЭС, гор.Ереван-ТЭЦ, гор.Раздан-ГРЭС.

Инженерно-сейсмометрической станцией на АрмАЭС были зарегистрированы смещения и ускорения свободного грунта. Пункт регистрации находится на расстоянии около 80 км к югу от эпицентра. Участок станции расположен на базальтах. Мощность толщи скального грунта колеблется в пределах 100-300 м.

Анализ полученных инструментальных данных по записям ускорений и смещений на грунте показывает, что как по величине максимума ускорения $31,5 \text{ см/с}^2$, так и по величине максимума смещения 2,86 мм, согласно действующим нормам и шкале МСК-64 проявление землетрясения на территории АрмАЭС соответствует 6 баллам. Преобладающий период при этом по ускорению составляет 0,4 с, по смещению 0,5 с. При этом инженерное обследование показало, что как на строительных конструкциях, так и на оборудовании АрмАЭС никаких изменений не произошло.

На территории Ереванской ТЭЦ инструментальных записей не имеется, однако запись смещения по с-5-с, зарегистрированная на станции ЕрГЭС-2 на территории ЕрОАЭП на грунте (аллювиальные отложения реки Раздан), показывает, что максимальное смещение составляет 2,6 мм, что по нормативным данным и шкале МСК-64 соответствует проявлению землетрясения в 5,5-6 баллов, при этом преобладающий период составляет 1,3 с. Детальное макросейсмическое обследование промышленных объектов ТЭЦ показало полное отсутствие повреждений.

Наибольшая степень проявления землетрясения относится к производственным объектам Разданской ГРЭС. По городу Раздану инструментальных данных не было. Поэтому в основу легло макросейсмическое обследование более тридцати больших и малых объектов промышленно-гражданского назначения. Исследуемые здания имели: сборное, монолитное, металлическое и каменное конструктивные решения.

Характерными повреждениями являются для главного корпуса ГРЭС разрушения узлов крепления стеновых панелей к каркасам, что выражается в отрыве закладных деталей от панелей и в отдельных случаях в разрушении сварных швов между закладными деталями стеновых панелей и колонн.

Наблюдается также отрыв вертикальных связей между фермами покрытия и отклонения от вертикальной плоскости элементов этих ферм на величину порядка 3-5 см.

В остальных зданиях, как административный корпус, мазутонасосная, здание ГРСЦ, мастерская электроцеха, бытовой корпус здания ТЭЦ, каркасный с заполнением стен чистой тески системы "мидис", относящихся к типу Б, общими характерными повреждениями являются вертикальные трещины и зазоры величиной порядка 5 см, то есть отклонение стен от примыкания к колоннам каркаса, то же наблюдается в кладке, выполненной из мелкогабаритных элементов. Причиной тому является отсутствие надлежащей связи между примыканием стен к каркасам.

Характерной особенностью проявления землетрясения на территории гор. Раздана явилась преобладающая повреждаемость верхних этажей каменных, каркасных, металлокаркасных как промышленных, так и гражданских зданий. Одним из наиболее существенных факторов, определяющих степень повреждений зданий всех типов, является качество возведения.

Таким образом, на основании макросейсмического обследования и анализа характера повреждений возможно оценить интенсивность проявления землетрясения на территории Разданской ГРЭС в 7 баллов.

ИЗУЧЕНИЕ АФТЕРШОКОВ

М. Андрус, Р. В. Амирбемян, Э. Г. Гедакян,
Г. В. Саргсян, Н. М. Саргсян (СССР)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АФТЕРШОКОВ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Приведены параметры катастрофического землетрясения 7 декабря 1988 г., а также несколько его фоллоу-апов и более тысячи афтершоков. Гипоцентры толчков определялись параллельно на ЭВМ (персональный компьютер *ELT*, совместимый с *IBMPC*) и ручными методами на основе совместного использования первичного материала региональной сети Кавказа, сети цифровых автономных станций *GEOS*, установленных американскими сейсмологами, 2-х французских сетей: цифровой телеметрической и сети станций с регистрацией на записочной бумаге, а также несколько временных станций, развернутых экспедициями из ИФЗ и союзных республик. Основная часть станций, данные которых использовались в расчетах, расположена на расстоянии менее 50 км от эпицентра основного толчка.

Каждая из вышеуказанных сетей станций имела свою характерную представительность по энергетическим классам. Их совместное использование дало возможность изучить афтершоковое облако в наиболее широком диапазоне по энергетическим классам ($K \geq 5$). Получен достаточно представительный каталог афтершоков. Гипоцентры толчков определены на ЭВМ со среднеквадратичной невязкой, не превышающей 1 с. На основе указанного каталога подробно прослежен пространственно-временной ход афтершокового процесса. Подсчитаны значения параметра зависимой частоты повторения толчков от класса как для всего афтершокового процесса, так и для его отдельных пространственных частей, а также изменения этих параметров во времени. Прослежен процесс выделения энергии по отдельным частям афтершокового облака.

В афтершоковом процессе Спитакского землетрясения можно выделить 4 пространственные зоны, отличающиеся по глубине и рассеянности толчков, а также по энергетическим характеристикам и по характеристикам сейсмичности. Это три основные зоны, связанные с основным толчком: Кироваканская, Спитакская и Ленинаканская, а также 4-я - Гукасянская, берущая начало в восточной части Ленина-

канской зоны и простирающаяся на северо-запад к Джавахетскому нагорью.

Развитие афтершокового процесса во времени происходит в сторону расползания основных афтершоков к краям афтершокового облака, а также в 4-ую, Гукасянскую зону, которая в первоначальный период афтершокового процесса характеризовалась очень слабой и разряженной сейсмичностью.

В.Ж.Агаронян, М.А.Данилова, С.Л.Юнга (СССР)

ИЗУЧЕНИЕ ФОКАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ГЛАВНОГО ТОЛЧКА И АФТЕРШОКОВ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Спитакское землетрясение и его афтершоки, возникшие в районе с развитой сетью сейсмических станций, предоставили уникальную возможность детального исследования деформационных процессов в очаговой области.

Механизм очага главного толчка получен по данным о первых вступлениях волн по сети сейсмостанций СССР (включая данные армянской и грузинской), а также мировой сети.

Полученное решение указывает на взбросо-сдвиговый характер подвижек в очаге Спитакского землетрясения. Одна из двух нодалных плоскостей имеет близширотное простирание и падает на север под углом 53° . Сравнение этой плоскости с макросейсмическими данными и простиранием облака афтершоков позволяет выделить ее в качестве плоскости подвижки. По указанному направлению произошел взброс северного крыла разлома с правосторонним сдвигом.

Механизмы очага афтершоков (с энергетическим классом К более 10) были определены по данным о знаках первых вступлений продольных волн на всех сейсмостанциях Армении, а также ряда станций Грузии и Азербайджана. Получено более 80 решений фокальных механизмов афтершоков, по которым наблюдается изменение характера движения в очагах после главного толчка.

Большая часть механизмов афтершоков, происшедших 7 декабря, относится к сбросовому и сдвиго-сбросовому типу. Начиная с 8 декабря, преобладают механизмы взбросового и сдвиго-взбросового типа. Изучено изменение характера движений в очагах афтершоков, связанное с процессом перераспределения поля напряжения, происшедшего после главного толчка.

Ю.М.Тейтельбаум, А.А.Никонов, А.А.Гадзиковская (СССР)

АФТЕРШОКИ И ОЧАГОВЫЕ РАЗРЫВЫ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

(Предварительный анализ)

Выполнен анализ пространственно-временного распределения афтершоков Спитакского землетрясения 7.12.88 г. в сопоставлении с тектоническими разрывами. Рассмотрен каталог из 107 землетрясений энергетического диапазона $K = 10$ за период с 7.12.88 г. по 14.01.89 г. 75% афтершоков возникают группами. Численность землетрясений в группах от 2 до 11. Продолжительность действия группы возрастает по мере снижения активности афтершокового процесса от 2 часов до 153 часов. Групповая сейсмичность проявляется в каждом случае на малой части афтершоковой области — до 15% ее площади. Лишь две группы из выделенных 16 начинаются во время существования предыдущих. В остальных случаях реализации напряжений в очаговой зоне Спитакского землетрясения афтершоки происходят в локализованных участках.

Сопоставления эпицентров групп афтершоков с тектоническими разрывами катастрофического землетрясения показали соответствие направлений цепочек эпицентров и разрыва, а также глубин очагов афтершоков углом падения плоскости разрыва в центральной части очаговой области. В северо-западной и юго-восточной частях афтершоковой области обнаруживаются пересечения цепочек эпицентров, по-видимому, обусловленные системой пересекающихся разрывов, не проявленных на дневной поверхности.

В.И.Халтурин, Т.Г.Раутиан, Н.К.Саргсян,
А.М.Шомахмадов (СССР)

УСИЛЕНИЕ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В г. ЛЕНИНАКАНЕ

(Возможное объяснение на основе анализа записей
слабых землетрясений)

Анализируются особенности записи местных и близких землетрясений на станции Ленинанкан, которые могут объяснить завышение ин-

тенсивности колебаний в районе г. Ленинанкана при Спитакском землетрясении.

Параметры записей афтершоков Спитакского землетрясения и слабых толчков из других очаговых зон приборами СКМ ($T=1,6$ с) и СКД ($T=20$ с) станции Ленинанкан сравнивались с аналогичными параметрами по записям приборов такого же типа на станции Степанаван и других станций Армении.

Записи станции Ленинанкан характеризуются постепенным нарастанием амплитуд, так что максимум достигается значительно позже, чем на других станциях. Группа прямых Р и S волн по величине амплитуд и частотному составу на этой станции мало отличается от других станций. Однако в последующих участках записи - в шлейфе - видна группа колебаний, состоящая из 5-10 циклов примерно равной амплитуды и превышающая прямые волны в 4-8 раз по амплитуде и в 3-5 раз по периодам.

Уровень коды в Ленинанкане существенно выше, чем в Степанаване - в 4-6 раз на вертикальной и в 10-15 раз на горизонтальной компоненте. Характерной особенностью записей близких землетрясений в Ленинанкане является устойчивое различие амплитудных и частотных характеристик шлейфа и коды на вертикальной и горизонтальной компонентах. Так, на вертикальной компоненте амплитуды шлейфа в 2-3 раза меньше. Кода также имеет меньшие амплитуды и затухает значительно быстрее. Периоды в группе максимальных амплитуд составляют 1,2-2 с на горизонтальной и 0,8-1,2 с на вертикальной компонентах.

Важной особенностью волновой картины в Ленинанкане является близвертикальный выход сейсмического луча (угол с горизонталью $80-85^{\circ}$), тогда как в Степанаване угол выхода $40-45^{\circ}$.

Характерным является также резкое различие в уровне короткопериодных микросейсм - в Ленинанкане их амплитуды в 6-8 раз больше, чем в Степанаване.

Мы полагаем, что ведущая роль в формировании всех этих особенностей принадлежит геологическим условиям района Ленинанкана, строению верхней толщи, мощностью в несколько сотен метров. Как известно, это котловина, в основании которой лежат туфы и базальты, перекрытые чередующимися слоями озерных отложений, аллювия, суглинков и лавовых потоков, мощностью порядка 300-500 м. В такой ситуации формируются интенсивные пути колебаний интерференционного происхождения, в которых доминируют горизонтальные колебания.

Характер и параметры ожидаемых в таких условиях колебаний (Ратников, 1986) близки к наблюдаемым.

Мы полагаем, что за усиление макросейсмической интенсивности в Ленинкане ответственна вся осадочная толща, мощностью в несколько сотен метров, а не первые два-три десятка метров, как это обычно считается в традиционной методике микросейсмораионирования. Поэтому основным методом сейсмораионирования в этих специфических условиях следует считать прямую запись сейсмических событий — местных землетрясений, промышленных взрывов, а также в определенной степени и микросейсм. При проведении таких наблюдений одна из точек обязательно должна быть установлена в пункте, где осадочная толща практически отсутствует и коренные породы выходят на поверхность. В первую очередь наблюдения должны быть проведены в северо-западном участке, который принят как наиболее перспективный для будущего развития города и где уже начато строительство. В рамках нашей концепции эта часть территории является весьма неблагоприятной из-за большой мощности стратифицированной осадочной толщи. Судя по имеющимся данным, юго-восточное направление является более предпочтительным.

Прямые сейсмические наблюдения желательно комплексировать как с бурением сетки скважин, так и с сейморазведкой (методом вертикального сейсмического профилирования) глубин до 500–600 м. Эти работы должны быть проведены на обширной площади с тем, чтобы были оконтурены границы зоны, неблагоприятной для строительства.

ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ
И ПОПЫТКА СИНТЕЗА УРОКОВ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

С.В.Григорян, Р.Т.Джрбашян, А.И.Карапетын, А.С.Караханян (СССР)

НЕКОТОРЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Спитакское землетрясение 1988 г. явилось уникальным природным катаклизмом не только по масштабам разразившейся катастрофы, но и по разнообразию и значительности площади проявления геологических явлений, сопутствующих подготовке и реализации толчка.

Геологические явления, сопутствующие землетрясению, можно разделить на три основные группы: сейсмогенные деформации геологической структуры и рельефа, изменение водного баланса, проявление эманационной активности.

Землетрясение сопровождалось выходом на поверхность крупного сейсмогенного разлома (взброс-сдвиг), общей длиной до 15 км, а также образованием многочисленных сейсмогравитационных и сеймовибрационных деформаций. Землетрясение вызвало воздымание северо-восточной части срединного отрезка долины р.Памбак на 1,5 м, сейсмотектоническую активизацию крупных разрывных зон и массовое развитие склоновых процессов. Сейсмогенный разлом на центральном участке протягивается поперек хорошо сохранившейся тектоно-вулканической структуре эоценового возраста.

В пределах эпицентральной зоны отмечается существенное изменение водного режима региона, а именно: прекращение или изменение места изливания и дебита многочисленных родников, значительное повышение температуры воды в родниках, ее помутнение, загазованность и фонтанирование. Отмечается повышение уровня грунтовых вод, отдельные случаи изменения химического состава пресных и минеральных источников, а также вод озера Севан.

По эпицентральной зоне зафиксированы следы эманационной активности, достигающие максимума в очаговой области. Здесь отмечены явления повышенного теплового потока по зоне сейсмогенного разлома, наличие вдоль нее очагов сгоревшей растительности, а также многочисленные сообщения населения о подобных явлениях.

Вышеуказанное позволяет предположить, что процесс подготовки

и реализации Спитакского землетрясения сопровождался некоторой активизацией магматических явлений и имел, скорее всего, тектоно-магматическую природу.

П. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

И.Л.Нерсесов, Х.В.Киракосян, Л.А.Ахвердян (СССР)

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В СВЯЗИ СО СПИТАКСКИМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ

До и после Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г. на территории Армянской ССР в различных стационарных пунктах проводились режимные наблюдения за изменением электротеллурического поля (ЭТП), кажущегося удельного электрического сопротивления среды (КС), деформации наклонов земной поверхности и т.д.

По данным деформационных наблюдений, в штольне подземной геофизической обсерватории "Гарни" с начала ноября на обеих компонентах В-З и С-Ю наблюдались направленные изменения деформаций большими градиентами. При этом изменения на компоненте С-Ю отличались высокими амплитудами по отношению В-З. Это, вероятно, может быть объяснено как влиянием глубинного разлома олизширотного простирания, который проходит в трех километрах от пункта наблюдений по ущелью реки Азат, так и оползневыми явлениями склона в направлении С-Ю, в котором расположена штольня. За несколько дней до Спитакского землетрясения происходило изменение знака деформаций на обеих компонентах. После землетрясения направление и характер изменения продолжали оставаться такими же, какими они были перед землетрясением в ноябре 1988 г. Это, видимо, может свидетельствовать об активных деформационных процессах, продолжающихся и после основного толчка 7 декабря. Данное предположение подтверждается активным афтершоковым процессом в последующие землетрясения месяцы.

Компоненты С-Ю и В-З наклонов земной поверхности до землетрясения претерпевают знакопеременные изменения, которые в общих тенденциях коррелируются во времени с изменениями компонентов С-Ю и В-З электротеллурического поля, которое регистрируется в той же штольне.

Перед Спитакским землетрясением наблюдались как длиннопериодные изменения ЭТП в виде искажения нормального сезонного хода с августа 1988 г., так и короткопериодные всплески с периодом от 10-15 минут до 1,5-2,0 часа, с различной амплитудой, начиная с

16 ноября 1988 г.

Также были зарегистрированы короткопериодные изменения. За 10-12 часов до Спитакского землетрясения наблюдалось резкое уменьшение КС в пункте наблюдения "Паракер" на 6-7% с последующей релаксацией его значений. За три часа до основного толчка произошло увеличение эманацій подпочвенного радона в пункте наблюдения "Джермук" от среднего фонового уровня 670-700 имп/мин до 800-850 имп/мин.

Изменения различных по своей природе геофизических полей и параметров перед Спитакским землетрясением, видимо, может быть обусловлено изменением напряженно-деформированного состояния верхних слоев земной коры на достаточно большой площади.

Х.В.Киракосян, Л.А.Ахвердян (СССР)

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В СВЯЗИ СО СПИТАКСКИМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ И ЕГО АФТЕРШОКАМИ

После Спитакского землетрясения, наряду с действующими пунктами режимных электрических наблюдений, на территории Армянской ССР срочно были установлены вариометры электрического сопротивления СЭЗ-1 в пунктах "Ленинакан" и "Аруч", а также вариометр сопротивления конструкции А.Н.Камшилина в районе АЭС. Оба типа вариометров имеют высокую чувствительность ($\Delta R/R = 10^{-4}-10^{-5}$) и работают в непрерывном режиме. Наблюдения были организованы на туфах, исходя из их высокой тензочувствительности.

Несмотря на высокий уровень промышленных электрических помех в пункте наблюдения "Ленинакан" в дневное время, перед некоторыми сильными афтершоками наблюдаются изменения кажущегося сопротивления (КС) на 1-3% как в дневное, так и в ночное время. Выделение подобных изменений не представляет трудности, поскольку происходит изменение уровня КС с соответствующим фоном короткопериодных изменений, с дальнейшей медленной релаксацией на прежний уровень. Хорошей иллюстрацией аномальных изменений КС и деформаций земной коры в афтершоковый период Спитакского землетрясения могут служить данные изменения результирующего горизонтального вектора деформации по составляющим С-Ю, В-З, регистрирующиеся в подземной штольне обсерватории "Гарни" и КС по среднечасовым значениям за один и тот же период времени. Перед одним из самых сильных афтершоков 31 де-

кабря с $K=13$ произошло изменение направления полного горизонтального вектора деформаций с образованием своеобразной петли. Соответственно с 29 декабря сначала наблюдается некоторое увеличение КС, после чего перед землетрясением КС уменьшается на 1,8-2,2%. После землетрясения в течение 1,5-2 суток восстанавливаются как направление полного горизонтального вектора деформаций, так и фоновый уровень КС.

Аномальные изменения КС вышеописанного характера наблюдались также перед другими сильными афтершоками Спитакского землетрясения.

Изменения КС в течение суток во всех пунктах наблюдения характеризуются периодичностью около одних суток. Суточные изменения КС как с температурными изменениями, так и приливными суточными деформациями коррелируются только некоторыми фрагментами. Это, по всей вероятности, свидетельствует о суточных изменениях КС, вызываемых как изменением температуры, так и приливной волной.

Выявлено также некоторое сходство в более длиннопериодных (порядка нескольких суток) изменениях КС и деформации земной коры в связи с суммарной выделенной энергией из эпицентральной зоны.

В.Л.Барсуков, А.А.Беляев, Р.Г.Геворкян, В.С.Серебrenников,
З.Г.Степанян, К.М.Джугарян, Р.М.Сулханян (СССР)

СЕЙСМОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРМЯНСКОЙ ССР

Для выбора информативных геохимических предвестников землетрясений АрмНИГС АН СССР проводит режимные наблюдения в пределах Араратского и Зангезурского сейсмопрогностических полигонов с 1979 г. Из 4-х скважин проводится ежедневный отбор и анализ водных и газовых проб на микро- и макрокомпоненты: K , M , HCO_3 , Si и др. газы, измеряются pH , E , температура, напор, газовый фактор, а также разнородные - благородные газы и их изотопные соотношения. С целью повышения частоты опроса и уменьшения погрешностей, связанных с отбором и хранением проб, в Арарате и Каджаране осуществлена автоматизация режимных наблюдений гелия. Для изучения процессов перехода газов из растворенной в спонтанную фазу в Арарате измеряется гелий в водной и газовой фазах из одной скважины автоматическими установками систем ГЕОХИ АН СССР и ВИМСа МинГЕО СССР.

Проводятся метрологические исследования на стадиях пробоотбора, анализа и обработки данных. Так, в Каджаране одним комплексом "Регион" автоматически измеряется гелий в газовой фазе из 2-х скважин с разными гидрогеохимическими характеристиками. Результаты АрмНИГСа по измерению CO_2 методами баритовой зарядкой, газохроматографически из дегазированной пробы, анализом равновесного пара лучше взаимосогласованы и приближают к истинному результату, чем результаты по CO_2 , полученные одним методом - баритовой зарядкой или газохроматографически в разных лабораториях.

Последовательное применение методов статанализа (кластерного, дискриминантного и факторного) позволило выявить внутреннюю структуру данных долговременных геохимических рядов по разным скважинам и сопоставить с сейсмическими данными.

Сейсмические события группируются по корреляции с набором информативных геохимических параметров. Разрабатывается алгоритм прогноза землетрясений по вариациям содержания гелия в наблюдаемых скважинах.

В.Л.Барсуков, А.А.Беляев, Р.Г.Геворкян, В.А.Игумнов (СССР)

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ПЕРИОД АФТЕРШОКОВЫХ СОБЫТИЙ ПОСЛЕ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Алгоритм геохимического прогноза землетрясений разрабатывается в ГЕОХИ АН СССР на материале Среднеазиатского региона по данным ГЕОХИ и ИС АН УзССР (Ташкентский сейсмологический полигон). К настоящему времени этот алгоритм позволил выявить ряд закономерностей, перспективных для развития краткосрочного прогноза. Наблюдаемым геохимическим параметром является содержание гелия в подземных водах. Расчетным индикаторным показателем является амплитуда колебаний содержаний на определенной частоте, являющейся индивидуальной характеристикой каждой наблюдательной скважины. Сейчас проходит проверку один тип прогнозных уравнений, общий для землетрясений региона. Количественные параметры этих уравнение подбираются по данным о происшедших сильных землетрясениях. Проверка производится по независимой выборке.

К моменту Спитакского землетрясения геохимические наблюдения

на объектах АрмНИГС продолжались уже в течение нескольких лет. Вместе с тем, материал сейсмических наблюдений этого же периода не располагал данными о существенных землетрясениях в Кавказском регионе, что не позволяло произвести расчет параметров решающего прогнозного правила.

В настоящее время решающее правило, настроенное по Спитакскому землетрясению, позволило установить закономерности, аналогичные тем, которые ранее были выявлены в Средней Азии:

- каждому сейсмическому событию предшествует серия упорядоченных во времени прогнозных сигналов, интервалы между которыми закономерно убывают к моменту землетрясения, при этом для более удаленных землетрясений интервалы между прогнозными сигналами продолжительнее.

Набор сейсмических данных группируется по максимальной корреляции с информативным геохимическим параметром. Разрабатывается алгоритм прогноза землетрясений по вариациям содержания гелия в наблюдаемых скважинах.

В.Н.Башорин, А.М.Галинский, В.А.Игумнов, Ю.С.Мкртчян (СССР)

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЙ РАСТВОРЕННОГО И СПОНТАННОГО ГЕЛИЯ В СВЯЗИ СО СПИТАКСКИМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ

С помощью автоматизированных систем "Прогноз" (ГЕОХИ АН СССР) и "Регион" (ВИМС) в г.Арапате из одной скважины анализируется гелий в растворенной и спонтанной фазах с шагом опробоования каждой фазы - 2 часа. Скважина глубиной 60 м расположена в современных травертинах и третичных известняках, приуроченных к зоне Ереванского глубинного разлома. На пункте исследований осуществлено термостатирование, эталонировка производится специально подготовленными газовыми эталонами.

С 1983 г. в непрерывном режиме исследовался растворенный гелий, с февраля 1988 г. непрерывно - гелий из газовой и водной фазы.

За время наблюдений зарегистрированы вариации с периодами 12 месяцев и 24 часа.

В период подготовки землетрясения приблизительно за год уровень вариаций с периодом 12 месяцев возрос на 30% и не опустился до настоящего времени, За сутки до землетрясения пропали вариации

с периодом 24 часа.

Кривые содержаний гелия в газе и воде совпадали по фазе, приблизительно за 40 суток до землетрясения они перешли в противофазу, что свидетельствует об увеличении газового фактора и переходе гелия из растворенной в спонтанную фазу.

А.С.Караханян (СССР)

РЕЗУЛЬТАТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ЭПИЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 1988 г.

Анализ аэрокосмической информации, полученной до и после землетрясения, и полевое обследование показывают наличие многочисленных сейсмогенных образований в эпицентральной зоне.

К западу от гор.Спитака зафиксирован выход на поверхность плоскости сейсмогенного разлома, суммарной длиной 15 км, представленного взбросо-сдвигом с максимальной амплитудой по взбросу - 2 м, а по правому сдвигу - 1,5 м. Азимут простирания разлома 310° , угол падения - $60-80^{\circ}$, падение на северо-восток. Кинематика разлома определялась по его морфологии, смещении форм рельефа, изучении зеркал смещения, деформации и разрыве железнодорожного полотна, данным повторных геодезических работ и геодинамическим полигонным наблюдениям. Полученные данные свидетельствуют об активности северо-восточного крыла разлома и господствующем субмеридиональном сжатии.

Изучение последовательности возникновения борозд скольжения на плоскости разлома указывает на взбросовые смещения в начальную фазу (первый толчок) и сдвиговые в конечную (второй и третий толчок), что хорошо согласуется с инструментальными определениями и данными макросейсмоки. Отмечаются факты повышенного теплового потока из зоны разлома и наличие вдоль нее очагов сторезшей растительности.

Анализ аэрокосмической информации выявил крупные разломы, активизировавшиеся при землетрясении. К ним приурочены сейсмогенные деформации, зона развития афтершоковой активности, а также эпицентры землетрясений 1967 г. ($M = 5$) и 1978 г. ($M = 4$). Эпицентр Спитакского землетрясения 1988 г. расположен в узле пересечения южного крыла Базумо-Севанской зоны глубинных разломов с

меридиональным нарушением и стыке последних с разломом северо-западного простирания.

Анализ аэрокосмической информации, полевые исследования и сейсмологические данные свидетельствуют о глубинной активизации южного крыла Базумо-Севанской зоны, происходящей в условиях меридионального сжатия, вызванного, по-видимому, активизацией давления Аравийской плиты.

Е.Г.Абелев, А.А.Самойлов, А.А.Назарян, А.Р.Аракелян,
Р.Э.Бальян, А.И.Фарберов, В.Б.Энман (СССР)

КОМПЛЕКСНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И ДЛИН ЛИНИЙ НА СПИТАКСКОМ РАЗЛОМЕ ПОСЛЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 декабря 1988 года

Проводились измерения с помощью лазерных однолучевых светодальномеров и лазерного деформографа в районе восточной оконечности Спитакского разлома. Измерения длин пяти линий выполнялись в пределах обоих крыльев сейсмодислокации в разных азимутах по отношению линии простирания зоны разлома с пересечениями ее под углами в 45° и 90° . Длины измеряемых линий составляли 0,1–0,6 км.

В течение 27 дней линии измерялись ежедневно светодальномером СП-2. Точки стояния прибора и отражателей были стационарны. Реальная точность каждого измерения $\pm 0,5$ мм. По результатам наблюдений определены подвижки блоков, вычислены величины вероятных деформаций. Проведено сопоставление результатов измерений с ходом сейсмической активности в зоне разлома и на прилегающей территории.

Г.О.Игнатосян, А.И.Фарберов, А.А.Никонов,
Л.Л.Осипян, Б.Е.Саркисов (СССР)

О БИОИНДИКАЦИИ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Работа по выявлению биологических предвестников Спитакского землетрясения проводилась как путем непосредственного опроса очевидцев, так и при помощи стандартизированной схемы опроса. Опросные анкеты, где были обобщены критерии аномального поведения жи-

вотных, распространялись среди населения нами с помощью работников сейсмических станций, членов республиканского общества охраны природы, студентов биологического факультета Ереванского государственного университета и др.

Наблюдения за изменениями в поведении различных видов животных группового и индивидуального образа жизни в зоне землетрясения проводились дома, в специальных помещениях, зоопарках и вивариях, на общественных фермах и в личных сараях, водоемах и аквариумах, зоологических уголках школ, изолированном открытом пространстве, на свободе в естественных условиях, при несении службы и т.д.

Установлено, что животные от нескольких минут до двух суток перед главным толчком проявили повышение голосовой и двигательной активности (многие виды домашних животных и птиц), возбужденное или угнетенное состояние (большинство видов животных), отказ от корма (сельскохозяйственные животные), исчезновение из обычных мест обитания и появление в несвойственных им местах обитания (рыбы), временное исчезновение чувства межвидовой боязни (у крыс, мышей), преждевременное пробуждение от зимней спячки (змеи, черви, пчелы, божьи коровки), выход из укрытий в открытое пространство (грызуны, насекомые, пресмыкающиеся), отказ от вхождения в помещение и стремление держаться подальше от строений (домашние животные), массовые миграции, перелеты (грызуны, бабочки), забота о безопасности своего потомства (кошки, собаки), поведение, направленное на спасение людей (собаки), выпрыгивание из аквариумов (рыбки) и др.

Еще в июле в эпицентральной зоне обнаружено пожелтение ботвы картофеля, в результате чего резко снизилась его урожайность. Отмечено появление свежей травы в необычное время года, изменение окраски растений, их увядание, чрезмерное разбухание водорослей и изменение их цвета.

Физические сигналы, распространенные из очага будущего землетрясения оказали также воздействие и на людей, в особенности, на женщин и детей младшего возраста. Изменения самочувствия людей, начиная за сутки и менее часов до главного толчка выражались в необъяснимом чувстве тревоги, слабости, головной боли, головокружении, сердцебиении, шуме в ушах, ощущение во рту вкуса горелого, рвоте и т.д.

На основе многих сотен случаев аномального поведения животных составлена карта биологических наблюдений с приложением спис-

ка пунктов наблюдений. Проанализировано распределение числа последних в зависимости от балльности и эпицентрального расстояния, числа случаев аномального поведения по видам животных. Определены зависимости времени упреждения животными землетрясения от эпицентрального расстояния. Проведено сопоставление результатов дальнейших биологических наблюдений в эпицентральных зонах афтершоков с ходом сейсмической активности.

Ш. СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОЧАГА СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Н.К. Карапетян (СССР)

МЕХАНИЗМ И НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОЧАГА СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

Изучение сейсмических условий Армянского нагорья нами было завершено до Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года. В результате проведенного исследования сейсмических условий отдельных регионов, на которые была разделена вся территория Армянского нагорья, было установлено неодинаковое проявление сейсмичности в этих регионах, выявлены разные периоды сейсмической активизации в регионах и в то же время их сейсмическая взаимосвязь.

На основании графика повторяемости, построенного по наблюдениям над сильными землетрясениями Армянского нагорья за 50 лет (с 1931 по 1980 гг.), установлено максимальное возможное землетрясение на этой территории с $K_{\max} = 17$, что соответствует землетрясению с магнитудой порядка 8.

В результате изучения механизма очагов свыше 160 землетрясений, происшедших в период с 1951 по 1985 гг., выявлены особенности механизма и напряженного состояния в очагах землетрясений Армянского нагорья.

Проведен сравнительный анализ по сейсмичности, механизму очагов и напряженному состоянию в очагах землетрясений Ленинаканского региона (на территории которого расположена эпицентральная зона Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года) с остальными регионами Армянского нагорья.

Используя полученные результаты изучения сейсмических условий и механизма очагов землетрясений, установлено, что земная кора исследуемой территории Армянского нагорья имеет блоковое строение. Выявлены преимущественные характерные линейные и площадные размеры блоков земной коры Армянского нагорья. Эпицентральная область Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года расположена на границе двух выделенных блоков.

Определены механизмы очагов Спитакского землетрясения и его основных афтершоков. Рассмотрен вопрос о связи между напряжениями и плоскостями разрывов в очагах главного толчка и афтершоков. Исследовано изменение динамических параметров очага Спитакского

землетрясения во времени и в пространстве.

На основании полученного фактического материала по сейсмологическим данным сделаны выводы о геодинамике эпицентральной области Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года.

IV. ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Б.К.Карапетян (СССР)

ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 г.

Предложен метод учета специфических особенностей проявления Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года, выразившихся в пов-торности сейсмического воздействия и преобладающей величине вертикальной составляющей колебаний, впервые указанных нами, существенно усиливших сейсмический эффект землетрясения на здания и сооружения.

Установлен "тройной сейсмический эффект" грунтов на сейсмическое воздействие при землетрясении (за счет свойств самих грунтов, за счет взаимодействия между грунтами и зданиями или сооружениями, за счет появления резонанса в зданиях и сооружениях), особенно ярко проявившийся на территории г.Ленинакана.

Осуществлен анализ поведения зданий и сооружений, имеющих различные конструктивные решения, при Спитакском землетрясении 7 декабря 1988 г. с учетом особенностей его инженерно-сейсмологического проявления. При этом на основании установленного противоречия между приведением в шкале МСК-64 современных зданий и указанием на то, что рассматриваются здания без антисейсмических мероприятий, учитывая выявленную недостаточность примененных антисейсмических мероприятий в ряде зданий, становится возможным по их повреждениям устанавливать баллы. В этом случае используются также полученные инструментальные данные.

Роль качества строительства была выявлена и при этом землетрясении. В связи с этим необходима разработка методов по управлению качеством строительства.

На основании полученных при землетрясении записей во времени основных толчков, а также афтершоков, и используя данные сейсмо-скопов СЕМ и многомаятниковых сейсмометров ИГИС; установлена возможность построения расчетных акселерограмм и спектров реакций для различных населенных пунктов территории Армянской ССР.

У. МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Т.Г.Маркарян, В.В.Чутурян, Л.А.Давидян, А.С.Юзбашян (СССР)

РЕЗУЛЬТАТЫ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 г.

С целью оценки интенсивности проявления Спитакского землетрясения 07.12.88 г. в г.Ленинакане были выполнены макросейсмические работы, включающие сбор и анализ данных о реакции более 600 одно-двухэтажных каменных зданий. Также были анализированы материалы об ощущениях и поведении людей и реакции предметов быта. Все обследованные здания имели стены из туфовой кладки типа "мидис" или из камней правильной формы. Наряду с зданиями, не имеющими антисейсмических мероприятий, обследованы также некоторые здания с отдельными элементами, повышающими их сейсмостойкость (металлические тязи усиления, устроенные после землетрясения 1926 г., монолитные железобетонные перемычки, пояса, перекрытия и др.). Обследование проводилось по 18 жилым кварталам, расположенным на участках города с различными грунтовыми, гидрогеологическими и тектоническими условиями. Степень повреждения зданий оценивалась в соответствии с шкалой MSK-64.

Интенсивность проявления землетрясения на обследованных участках города оценивается в 7, 8, 9 и более баллов, что объясняется весьма существенным различием в сейсмических условиях этих участков. При этом на обследованных участках преобладает интенсивность 9 и выше баллов, лишь на двух участках интенсивность составляет 7 баллов.

Приведены обобщенные результаты обследования каменных зданий различных конструктивных систем и этажности со стенами из туфовой кладки типа "мидис" и из камней правильной формы, в т.ч. комплексной конструкции, с железобетонными (сборными или монолитными) и деревянными перекрытиями, построенных в различные годы по типовым и индивидуальным проектам и имеющих различную степень антисейсмического усиления.

Освещены вопросы повреждения зданий различных типов и оценки их сейсмосопротивляемости по различным признакам (этажность, конструктивная система, планировочные решения, вид кладки, уровень сейсмovoоруженности и др.).

Рассмотрены основные причины повреждения элементов конструкций и существенного различия в степени повреждения однотипных зданий, расположенных на различных участках, с учетом интенсивности проявления и особенностей происшедшего землетрясения, а также грунтовых, гидрогеологических и тектонических условий этих участков.

С.О.Хачатрян, Г.С.Мурадян (СССР)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ХАРАКТЕР ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ ПО МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Анализ макросейсмических обследований зданий и сооружений, получивших повреждения после Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года, показал, что усилия, возникающие в конструкциях зданий, и их распределения, а также характер разрушений и локализация отдельных повреждений во многом связаны с конструктивно-планировочными решениями этих зданий, их ориентацией к очагу и протяженностью в плане, а также с рядом недостатков нормативных требований по конструкциям и их компоновки в целом.

Большое влияние на характер повреждений оказали грунтовые условия оснований зданий и сооружений. Многочисленные примеры показывают, что однотипные здания или инженерные сооружения (дымовые трубы) получили различные повреждения в зависимости от гидро-геологических условий их оснований, напластовании грунтов, их мощностей и наклона простирааний, а также уровня грунтовых вод.

Помимо визуальных обследований нами выполнены также теоретические расчеты некоторых типов зданий с учетом их грунтовых условий, пространственной работы и образования волновых процессов в их конструкциях.

На основании макросейсмических и теоретических исследований нами сделаны конкретные рекомендации по выбору расчетных схем, по учету взаимодействия зданий с грунтом, а также по конструктивным решениям ряда деталей и узлов зданий.

В.Г.Григорян, А.М.Жаров, Л.А.Манукян, В.С.Микаелян,
Э.Л.Микаелян, А.А.Овсепян, Н.Л.Оганесян, А.С.Полян,
К.А.Тоноян (СССР)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ
ТЕРРИТОРИЙ г.ЛЕНИНАКАНА И ПОСЕЛКА МАРМАШЕН
ПОСЛЕ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

Проведены макросейсмические обследования с целью установления проявившейся интенсивности на территории г.Ленинакана и пос. Мармашен. В связи с густой застройкой территории города и сжатых сроков невозможно было обследовать весь имеющийся фонд частного сектора. Поэтому обследование велось по заранее установленным нескольким профилям. Обследованию подверглись одно- и двухэтажные жилые дома и подсобные постройки, выложенные из туфовых камней кладкой типа "Мидис", смешанной кладкой, кладкой из камней правильной формы, из бутовых камней "под лопатку". Указанные дома отличались также примененными различными растворами (известковым, цементным, смешанным, глинистым) и во многих домах имелись антисейсмические мероприятия (железобетонные пояса, монолитные перекрытия). Степень повреждений оценивалась по шкале $M_{\text{СК}}-64$.

В результате интенсивность оценивается в 8-10 баллов. Такой сравнительно широкий интервал проявления интенсивности в черте города обусловлен, в первую очередь, наличием резко отличающихся гидрогеологических условий.

Ф.О.Аракелян, В.Г.Гарибян, Р.А.Затикян, М.Х.Карапетын (СССР)

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ
СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

Рассматриваются результаты макросейсмического обследования последствий Спитакского землетрясения. Приведена карта изосейст, изложена методика ее составления на основе результатов обследования 60 пострадавших от землетрясения населенных пунктов, а также изменений природной среды в эпицентральной зоне. Исходя из дальности распространения изосейст разной балльности, оценены параметры землетрясения - интенсивность в эпицентре, магнитуда и глу-

оина очага.

Обсуждается также вопрос переоценок параметров сильных исторических землетрясений и коэффициентов макросейсмического поля территории Армении.

С Е К Ц И Я I

Т е м а 2

ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
ПОСЛЕ БЕДСТВИЯ

ИНФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННОСТИ

Г.И. Тер-Степанян (СССР)

ИНФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННОСТИ

Помимо сейсмостойкого строительства и прогноза сейсмической активности, в ряде развитых стран, страдающих от землетрясений (США, Япония и др.), большое внимание уделяется подготовке населения к таким бедствиям. Эта подготовка включает в себя хорошо продуманную систему защиты внутренних помещений и инструктирование взрослых и особенно детей, как нужно вести себя в момент катастрофы. Опыт показывает существенное значение такой системы для уменьшения количества жертв и причиняемых землетрясением увечий. Землетрясение 7 декабря 1988 г. в Армении явилось горьким подтверждением важности своевременных подготовительных работ. Количество жертв и разрушений в результате этой катастрофы было значительно больше, чем это следовало ожидать.

В отношении сейсмостойкости сооружений общественности должна быть информирована о состоянии дел и иметь практическую возможность наряду с государственными учреждениями контролировать деятельность строительных организаций. Необходима разработка методов неразрушающих испытаний сооружений, которые должны осуществляться в отношении как существующих зданий, так и при приеме завершенных строительством. Необходима разработка методов усиления существующих зданий, учитывающая особенности конструкций и выявившиеся дефекты строительства. Необходима информация о строительных особенностях конструкций (междуэтажные перекрытия, дверные проемы, лестничные клетки, антисейсмические пояса) и заблаговременное установление более безопасных мест в квартирах, на заводах, фабриках, в школах и учреждениях, где население могло бы укрываться во время сейсмических толчков. Необходима информация о путях эвакуации в тех случаях, если это возможно, предупреждение паники, продуманная система выключения газа, электричества во избежание пожаров, мероприятия по закреплению предметов, могущих при падении вызвать жертвы или увечия, и др. Необходимо включение в программу школьного обучения знаний о землетрясениях и издание учебной и популярной литературы по этому вопросу.

Все эти важные условия полностью отсутствовали в зоне бедствия в Армении, как и в любом потенциально опасном пункте сейсмической зоны нашей страны. Это сделало Спитакское землетрясение таким трагическим событием.

Ю.Г.Пузаченко, А.К.Борунов, А.В.Кошкарёв,
В.С.Скулкин, В.В.Сысуев (СССР)

ОПЕРАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОНЫ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В период с 16 по 29 декабря 1988 г. группой сотрудников Академии наук СССР на базе Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" (г.Краснодар) проведено комплексное дистанционное обследование зоны Спитакского землетрясения, экспертиза и пространственный анализ его последствий. В качестве исходных данных использовались материалы аэросъёмки самолета-лаборатории ТУ-134 СХ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", выполненной техническими средствами АФА 41/10, АФА-ТЭ/35, МСК-4, радиолокатором бокового обзора (РЛСБО) "Нить-2" и многоспектральной системой "МАТРА".

На основе их интерпретации составлена итоговая карта масштаба 1:200000, главными элементами содержания которой являлись: степень разрушения населенных пунктов (около 200) сельского типа, в качестве показателя которой принят процент разрушенных зданий от общего их числа (по аэрофотоснимкам МСК-4 масштабов 1:400 - 1:50000), активные тектонические зоны (по радиолокационным снимкам масштаба 1:200000, снятых вдоль и вкрест простирающихся основных орографических элементов с использованием вертикальной и горизонтальной поляризаций), районы с наиболее крупными нарушениями ирригационных систем и участки развития сейсмодислокаций. Выполнено районирование территории по комплексу оценок степени разрушения с применением методов машинной классификации, решены некоторые частные задачи оперативной оценки экологической ситуации.

Анализ отдельных этапов постановки задач, планирования и проведения работ позволяет сформулировать общие выводы относительно совершенствования организации исследований по оценке последствий крупных природных и техногенных катастроф.

I. Необходимость создания в стране единой вневедомственной службы, обеспечивающей комплексное оперативное дистанционное и

наземное обследование районов катастроф, сбор и обработку информации для принятия решений с прямым выходом на директивные органы.

2. Региональный принцип построения общесоюзной сети информационно-управляющих центров такой службы, оснащенной аппаратно-программными средствами и персоналом для получения и обработки дистанционных, картографических, оперативно-статистических и натурных наземных данных в рамках технологии географических информационных систем (ГИС), автоматизированной картографии и цифровой обработки изображений, техническими устройствами, обеспечивающими телекоммуникационную связь, электронную почту и факсимильную передачу изображений в пределах временной вычислительной сети.

3. Снятие режимных ограничений на картографические и аэро-съемочные материалы и их производные.

4. Разработка концепций, методов и критериев оценки зон риска жизнеобитания, сценариев поведения людей, действия служб, ведомств, органов управления и функций науки в условиях стихийных бедствий разного типа.

5. Разработка требований к регламенту и методикам проведения экспертизы катастрофических ситуаций силами рабочих групп.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

С.С.Григорян (СССР)

О ПРОГНОЗЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

На основе механической теории процесса подготовки возникновения землетрясения, разработанной автором (ДАН СССР, 1988, т.289, № 5) предлагается схема организации сейсмического мониторинга с помощью аэрокосмических и наземных средств, позволяющих выявлять сопутствующие процессу развития очаговых областей будущих землетрясений геофизические аномалии (сейсмоакустические, деформационные, гравиметрические, электрические, магнитные, гидрогеологические и т.п.), оценивать характерные размеры областей таких аномалий и отслеживать закономерности развития во времени регистрируемых параметров аномалий. Получаемая при таком мониторинге информация позволяет осуществлять прогноз в две стадии:

1. Координаты центра аномальной области определяют местоположение очага будущего землетрясения, его энергия E оценивается соотношением $E = e_* L^3$, $e_* \sim 10^{-3}$ кг/см², где L - характерный размер области аномалии, а время возникновения землетрясения T оценивается по формуле $T = 0,1 \cdot \frac{\gamma_*}{V} \cdot L$, $\gamma_* \sim 10^{-4}$, где V - скорость относительного движения блоков земной коры, на поверхности контакта которых развивается очаг будущего землетрясения, а время T отсчитывается от момента возникновения предвестниковых явлений.

2. Уточнение времени T осуществляется по эмпирическим данным, связывающим момент возникновения землетрясения с достижением максимумами характеристик предвестниковых аномалий критических значений.

С.С.Акопян, В.С.Баласанян, А.О.Микаелян (СССР)

НЕКОТОРЫЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ СЕЙМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Рассматриваются процессы накопления и перераспределения региональных напряжений на территории Армянского нагорья в результате северонаправленного движения Аравийской плиты. На основе ис-

следования сейсмологического материала за 1960–1988 гг. и плито-блоковой структуры региона выявлены пространственно-временные закономерности разрядки напряжений в виде сильных землетрясений с $M \geq 5$.

В результате анализа выявлены сейсмоактивные 5–7-летние циклы, заканчивающиеся катастрофическими землетрясениями с $M > 6,8$ в Ванско-Эрзинджанской зоне. Показано, что перед Спитакским землетрясением, начиная с XI1983 г., происходил процесс накопления региональных напряжений, который должен был разрядиться в В-Э области за период XI1988–XI1990 гг. Разрядка напряжений севернее этой области ~ 100 км (где, по многочисленным оценкам, исключалось сильное землетрясение) объясняется снижением прочности пород за счет фильтрационных потоков и возрастания порового давления флюидов в зоне подготовки Спитакского землетрясения.

Этот вывод подтверждается поверхностным расположением очага, выходом разрыва на поверхность, скоростью затухания частоты афтершоков, увеличением дебита, температуры и изменением химсостава источников, изменением уровня грунтовых вод в очаговой зоне.

А.В.Арутюнян (СССР)

ИЗМЕНЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ СКОРОСТЕЙ УПРУГИХ ВОЛН КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Исследования физико-механических свойств горных пород при высоких термобарических условиях выявляют физические процессы, протекающие в недрах Земли.

Исследование кальцитсодержащих пород при высоких термобарических условиях показало, что с повышением давления наблюдается скачкообразное изменение плотности, а также отношения скоростей упругих волн.

Аналогичные скачкообразные изменения плотности (до 30%) и упругих свойств наблюдается в серпентинизированных ультрабазах Малого Кавказа. В этих условиях происходит дегидратация серпентинизированных масс, образуется вторичный оливин.

Анализируя особенности прохождения сейсмических волн через очаговую область землетрясений, ряд исследователей отмечают, что отношение скоростей упругих волн заметно изменяется перед землетрясением. Незадолго до начала сильного землетрясения отношение

упругих волн уменьшается, а непосредственно перед моментом землетрясения оно снова резко возрастает.

Физическая интерпретация v_1/v_2 неоднозначна, в связи с невозможностью ведения прямых наблюдений в очаговой области. Как следует из наших исследований, наиболее вероятными причинами этого изменения, следовательно и возникновения кратковременных процессов в земной коре, могут являться как полиморфные переходы в различных породообразующих минералах, так и дегидратация различных пород в глубинных условиях.

М.М.Васенцян, В.П.Рудаков (СССР)

РАДОНОВЫЙ ПРЕДВЕСТНИК СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

На прогностическом полигоне Армении измерение вариаций поля подпочвенного радона ведется на станции Джермук с 1981 года, на станции Ленинакан и Степанаван - с 1986 года, на станции Джанфида - с 1987 года.

Регистрация концентраций радиоактивной эманации осуществляется с помощью аппаратуры и в соответствии с методикой, разработанными на кафедре ядерно-радиометрических методов Московского геологоразведочного института им.Серго Орджоникидзе.

Оперативный предвестник в поле подпочвенного радона проявился на фоне аномально высоких градиентов сезонного хода деформаций земной коры региона и выразился на станции Джермук в увеличении на 300% (относительно вариаций в предыдущие дни) суточной составляющей эманационного поля, а на станции Ленинакан - в ее уменьшении на 20%.

Аномальный ход сезонной составляющей эманационного поля, выразившийся в увеличении амплитуды сезонной периодики, проявился уже весной 1987 года. Отмечается появление краткосрочного предвестника (за 3-4 часа до сейсмического события) в эманационном поле подпочвенного радона в период афтершоковых серий Спитакского землетрясения.

И.В.Горбунова, А.К.Товмасын (СССР)

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОТЯЖЕННОСТИ ОЧАГОВОЙ ОБЛАСТИ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

По новому подходу к интерпретации волн P и S от близких землетрясений, основанному на теоретических и модельных представлениях о развитии процесса разрушения в очаге, а также на результатах изучения роста разрывов в натурных условиях при землетрясениях, анализируется волновая картина на сейсмограммах, в результате которого определяется тип землетрясения. Анализируются только прямые волны.

Наравне с интерпретацией первых вступлений P -волн, которые соответствуют началу разрыва в очаге землетрясения, интерпретируется волна P_{max} как волна, излучаемая очагом в момент самого интенсивного разрушения.

Проводится построение азимутального годографа, в результате которого определяется протяженность очаговой области, скорость вспарывания и направление распространения разрыва.

Б.Ц.Еремян (СССР)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ГИПОЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Исследуемая зона расположена на пересечении нескольких сейсмогенных разрывов, которая прослеживается эпицентрами сильных землетрясений. Механизм очагов их определен.

Гипоцентральная зона Спитакского землетрясения исследована по записям всех сейсмостанций Кавказа и Обнинска.

Совокупность очагов афтершоков определяет форму фокальной области главного толчка. Объем гипоцентральной области афтершоков возрастает с увеличением энергии главного толчка.

Площадь эпицентров афтершоков является проекцией на земную поверхность объема гипоцентральной области главного толчка. После главного толчка через несколько секунд на записях сейсмостанций "Обнинск" отмечаются еще два толчка с большей силой, которые и увеличили эффект разрушения в г.Ленинакане.

Ф.П.Мирянян (СССР)

К ВОПРОСУ О ВЫДЕЛЕНИИ ИОНОСФЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ
СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 г.

Новизна последних методов исследований по предвестникам землетрясений состоит в том, что объектом исследований становится литосфера и окружающие ее оболочки (атмосфера, ионосфера), а также электромагнитные и акустогравитационные процессы, сопровождающие крупномасштабные взаимодействия оболочек.

Ионосферные исследования широко используются для выявления зон подготовки землетрясения, в особенности для диагностики последней стадии перехода литосферной среды в неустойчивое состояние.

Просвечивание ионосферы в сейсмопрогностических целях радиоизлучением космических радиоисточников дает определенную информацию о появлении предвестниковых явлений в ионосфере. Приемное устройство состоит из антенны, радиометра, имеющего выход на аналоговое регистрирующее устройство, а также цифровой выход на ИВК. Наблюдения ведутся на частоте 74 МГц. В качестве наблюдаемого источника выбран космический радиоисточник Лебедь-А, который проходит по местному зениту.

Результаты наблюдений ионосферных мерцаний за период 1987-88 год показали, что имеется определенная тенденция к увеличению индекса мерцаний (m) за 1-2 суток перед удаленными сильными землетрясениями, происходящими на расстоянии $100 \leq R \leq 400$ км от пункта наблюдения.

Спитакское землетрясение 7-го декабря 1988 года произошло на расстоянии $R \approx 50$ км от пункта наблюдения ионосферных мерцаний. Наблюдения показывают, что увеличения индекса мерцаний за 1-2 суток перед землетрясением не отмечено. Получены закономерности импульсного радиоизлучения за несколько дней до и после землетрясения.

Результаты наблюдений ионосферных эффектов удаленных землетрясений отмечаются увеличением индекса ионосферных мерцаний. Ионосферные эффекты близких землетрясений, находящихся в зоне проявления деформационных предвестников, имеют специфические особенности, заключающиеся в появлении импульсного радиоизлучения ионосферы на высоких частотах с максимальной интенсивностью проявления за 1-2 суток до землетрясения.

Л.Г.Соловьев (СССР)

О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ЭНЕРГИИ, ПОЛОЖЕНИЯ ЭПИЦЕНТРА И ОЧАГА БУДУЩЕГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Процесс подготовки глубинных землетрясений одновременно фиксируется в виде изменения концентрации предвестников в пунктах наблюдений, находящихся в зонах разломов и расположенных друг от друга и от очага на значительных расстояниях в десятки и сотни километров. Если предположить, что эти изменения связаны с изменениями давления, то можно прийти к выводу, что развитие очага и само землетрясение происходят в вязкой массе, передающей давление. В процессе развития очага волна давления распространяется предпочтительнее вдоль разлома в связи с тем, что зоны разломов заполнены обломочным материалом, водой и газами, гетерогенным веществом, обладающим большей пластичностью, чем тектонические блоки.

Изучение поведения физико-химических предвестников землетрясений в период подготовки землетрясения обуславливает изменение концентраций гелия в подземных водах и появление других предвестников, а также перемещения блоков земной коры. После землетрясения положение блоков земной коры и концентрация гелия и величины других предвестников, как правило, принимают свои прежние значения.

В результате изучения экспериментального материала по физическим и геохимическим предвестникам землетрясений исследователями Средней Азии, Кавказа и Дальнего Востока было обнаружено, что изменения концентраций гелия, хлор-иона, сероводорода и других предвестников предшествуют самому землетрясению, при этом длительность процесса изменения предвестников составляет от 2 до 20 дней и завершается после резкого изменения предвестника актом землетрясения. Это свидетельствует о том, что процесс развития очага землетрясения весьма непродолжителен, его следует отличать от длительного процесса его подготовки, продолжающегося иногда от нескольких месяцев до десятков лет.

Наиболее представительными предвестниками землетрясений являются изменения концентраций элементов и соединений, обладающих наименьшей химической активностью, таких, как гелий, аргон, азот, водород, хлор-ион. Данные по уровню и дебиту подземных вод, наклонам и вертикальным движениям блоков земной коры имеют также

первостепенное прогностическое значение.

В проблеме создания системы сейсмической безопасности решающее значение имеет рациональное пространственное распределение станций наблюдения за предвестниками землетрясений в системе разломов каждого региона. Необходимым условием является организация не менее трех-пяти пунктов наблюдений на каждом разломе, проходящем через защищаемый населенный пункт, и нескольких наклономерных станций, число которых должно быть, по-видимому, не менее числа блоков земной коры, расположенных рядом с городом. С целью получения наиболее представительной информации глубина наблюдательных скважин должна быть максимальной.

Полученные экспериментальные и теоретические результаты по ряду опытных прогнозов землетрясений на сейсмогенных разломах дают возможность ставить вопрос о создании опытной системы прогноза землетрясений в Армянской ССР.

С Е К Ц И Я 2

Т е м а 3

НАУЧНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ,
СВЯЗАННЫЕ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ПОСТРАДАВШЕЙ ОБЛАСТИ

А.А.Габриелян, Э.Г.Геодакян, С.А.Пирузян, Г.П.Симонян (СССР)

СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

В основу сейсмического районирования (долгосрочного прогноза) положены структурные, историко-геологические, геофизические и инженерно-геологические показатели: амплитуда и характер новейших, в частности четвертичных тектонических движений, соотношение разновозрастных структур, мегаформы рельефа и их соотношение с тектоническими структурами (прямое или обратное), глубинные разломы, в частности нынеживущие, характер геофизических полей (глубинное геологическое строение), литологический состав пород и статистические данные.

Учитывая указанные показатели, на территории Армянской ССР по степени сейсмоактивности выделяются три зоны возможных проявлений 7-, 8- и 9-балльных землетрясений. Большая часть территории выделена, как зона 9-балльных землетрясений. Это Араратская котловина и прилегающие районы, характеризующиеся большой контрастностью новейших и четвертичных движений и являющиеся юго-восточным продолжением Северо-Анатолийского разлома. В историческом прошлом здесь зарегистрирован ряд девятибалльных (Араратское - 1840, Двинское - 893, Анийское - 1139, Гарнийское - 1769 гг. и др.) и даже десятибалльное (Араратское 139 г.) землетрясений.

Огромная щель (провал) на северо-западном склоне горы Арарат несомненно результат катастрофического землетрясения силой 10 и более балла, имевшего место, по данным историков, в 139 г.

К этой зоне относится также полоса Ленинанкан-Спитак (восточное продолжение Северо-Анатолийского разлома) - южная часть бассейна оз.Севан, где в наложенных верхнеплиоцен-четвертичных надразломных впадинах заполняющие их отложения местами (Камосский район басс.оз.Севан, Намбакская впадина) дислоцированы, а также зона Зангезурских глубинных разломов (Зангезур и восточная часть Вайоцзора) - область мощнейшего развития новейшего вулканизма.

Доказательством такого заключения о сейсмоактивности северо-северо-западной части Армянской ССР является Спитакское землетрясение 1988 г. К зонам 8-балльных землетрясений отнесена большая часть Северной Армении, где новейшие (неоген-четвертичные) структуры в основном наследуют более древние альпийские и киммерийские тектонические структуры, а молодой вулканизм развит слабо. Некото-

рые участки, сложенные недислоцированными или слабо дислоцированными вулканическими породами и слабым развитием разрывов, отнесены к 7-балльной зоне – районы Арагацкого и Гегамского вулканических массивов.

Г.Л.Кофф, С.А.Пирузян, Т.Г.Константинова (СССР)

СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ

В соответствии с принятыми в СССР строительными нормами и правилами определение сейсмичности площадки строительства следует производить на основании карт сейсмического микрорайонирования (СМР). Целью СМР, как известно, является количественная оценка изменения исходной сейсмической балльности, принятой для данного географического пункта на мелкомасштабной нормативной карте сейсмического районирования (СР). Такая оценка производится на основе результатов комплексного изучения сейсмических свойств грунтов, гидрогеологических и топографических особенностей площадок строительства с учетом спектрального состава ожидаемых сейсмических колебаний.

Следует подчеркнуть, что главное предназначение карт СМР городов и других населенных пунктов – служить задаче сейсмического обоснования при разработке генерального плана перспективного развития населенного пункта.

Работы по СМР в Армении проводятся с 1957 года. Ко времени сейсмической катастрофы – Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года были составлены и внедрены в практику градостроительства карты СМР территорий городов Ереван, Ленинакан, Чаренцаван, Абовян, Масис, Арарат и др., а также территорий промплощадок Армянской АЭС, ряда крупных ГЭС, водохранилищ и промышленных объектов. Из перечисленных городов в зоне бедствия указанного землетрясения оказался город Ленинакан. Интересно отметить, что карта СМР его территории, составленная ИГИС АН АрмССР в 1973 г., выдержала экзамен, учиненный Спитакским землетрясением. Выделенные на карте зоны потенциальной сейсмической балльности оказались в целом соответствующими участкам проявления сейсмических воздействий аналогичной балльности, выявленной по данным макросейсмического обследования степеней повреждений зданий и сооружений по шкале MSK-64.

Масштабы бедствия Спитакского землетрясения, как известно, были огромны. Около 500 тыс. человек остались без крова. Перед строительной наукой и практикой встала неотложная задача скорейшего восстановления разрушенных населенных пунктов.

В связи с этим стало необходимым составить в кратчайшие сроки карты СМР городов и районных центров, крайне необходимых для составления генпланов и планов детальной планировки территорий этих населенных пунктов.

В основу сейсмического микрорайонирования положен комплекс факторов, определяющих интенсивность сотрясаемости грунтов различных генетических типов. Основными из них являются: геолого-структурные особенности территорий города, рельеф, обводненность, состав, состояние, свойства грунтов и их возможные техногенные изменения. Были составлены карты СМР городов Леникан, Кировакан, Спитак, Степанаван, райцентров Ахурян, Гукасян и др. — всего 20 населенных пунктов. При этом за основу была принята 9-балльная исходная (фоновая) сейсмичность, утвержденная директивными органами для зоны бедствия.

На первом этапе исследования необходимо было оценить влияние геолого-структурных факторов. Они характеризуются Спитакской и Памбакской системами разрывных нарушений, представляющих субпараллельные ветви крупнорегиональной Базум-Зангезурской сейсмогенной шовной зоны.

В дальнейшем было оценено влияние рельефа на сотрясаемость, и затем выделены зоны сейсмической балльности, соответствующие различным грунтовым и гидрогеологическим условиям, а также зоны, неблагоприятные для капитального строительства в сейсмическом отношении.

Ф.А.Асатрян, П.А.Дохойян, Р.А.Затикян,
А.К.Товмасян, К.Г.Акопян (СССР)

СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ РАЙОНА г.СТЕПАНАВАНА

Приведена схема СМР территории г.Степанавана М 1:5000. Схема составлена на основе полученных результатов: по макросейсмическим обследованиям; инженерно-геологическим аналогам; инструментальным записям афтершоков; регистрации микроколебаний.

Исходная балльность принята 9 (для грунтов II категории), согласно Временной схеме сейсмического районирования территории Армянской ССР. На схеме выделены 8-, 9-, 10-балльные зоны, а также территории, неблагоприятные в сейсмическом отношении для капитального строительства.

СЕЙСМОСТОЙКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

Э.Е.Хачиян (СССР)

СЕЙСМОСТОЙКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУКЦИИ

Основным способом защиты от землетрясения является надежное сейсмостойкое строительство. Ввиду неопределенности многих аспектов сейсмического воздействия особое внимание необходимо уделить прогнозу поведения зданий и сооружений при землетрясениях. Обоснованный прогноз поведения сооружения позволит заранее, в стадии проектирования, запрограммировать процесс и уровень его допускаемых повреждений. Проблема прогнозирования поведения сооружения при землетрясениях обусловлена с исходными параметрами сейсмического воздействия — нормами, характеристиками грунтов, конструкций и материалов, технологией и качеством строительного производства. На основании анализа большого объема инструментальной информации, включая Спитакского землетрясения, приводятся предложения по принципам составления карт сейсмического районирования и микро районирования, корректировке зависимости динамического коэффициента и коэффициента допускаемых повреждений уровням крутильных и вертикальных воздействий, учету влияния высших форм колебаний, категории грунтов, влиянию эдажности.

Рассматриваются вопросы комплексных экспериментально-теоретических исследований по уточнению расчетных динамических моделей, по выявлению реальной несущей способности и параметров предельных состояний, имитации сейсмического воздействия в лабораторных и натурных условиях. Важную роль в деле обеспечения сейсмостойкости зданий, сооружений имеют также оптимальное распределение несущих элементов в плане и по высоте здания, а также выбор соответствующего строительного материала в зависимости от уровня сейсмического воздействия.

Обсуждаются существующие конструктивные приемы уменьшения сейсмических воздействий, в частности путем устройства верхнего гибкого нежилого этажа в качестве гасителя. Предложенный способ предусматривается не только для вновь проектируемых, но и при усилении зданий, пострадавших от землетрясений или не имеющих достаточный запас прочности.

М.Г.Мелкумян, А.Ц.Минасян, С.А.Симаворян,
А.Т.Маркарян (СССР)

ПАРАМЕТРЫ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ РАСЧЕТАХ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Способность железобетонных каркасных зданий надежно сопротивляться сейсмическим воздействиям, а следовательно и сохранность при сильных землетрясениях во многом зависят от того, насколько точно описывается их поведение в динамических расчетных моделях. Одной из основных причин, снижающих точность расчета, является, по-видимому, применение в динамических моделях параметров, полученных на основе представлений о статической работе конструкций. Данное противоречие должно быть устранено, так как оно может привести к неправильной оценке, например, жесткостных параметров каркасных зданий, к формированию инерционных сил в сторону их занижения. С этой целью выполнен ряд экспериментальных исследований, в основу которых был заложен многократно апробированный метод построения петель гистерезиса при динамическом нагружении.

Определены количественные значения предельных перекосов и коэффициентов податливости (риска проектирования) для колонн, рам и различных типов диафрагм жесткости. Анализ характеристик динамических и статических восстанавливающих сил при испытании образцов-близнецов показал, что динамические и статические петли гистерезиса отличаются по своей форме, углу наклона, по ширине раскрытия в особенности в стадии упруго-пластической работы. Количественные результаты свидетельствуют о том, что динамическая жесткость конструкций выше статической, а коэффициент поглощения с развитием пластических деформаций при динамическом нагружении имеет более стабильное значение, чем при статическом. Были также испытаны девять вариантов панелей диафрагм, что дало возможность предложить формулу определения их жесткости в зависимости от соотношения их сторон.

Таким образом, экспериментальными исследованиями выявлены существенные различия параметров, характеризующих работу конструкций в зависимости от того, подвержены они действию статических или динамических нагрузок.

В.В.Чугурян, Л.В.Шахсуварян, Г.М.Канемян (СССР)

КЛАДКИ НОВОГО ТИПА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТУФОВЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ КАМНЕЙ ЗАВОДСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Разработаны новые типы камней, а также новые типы кладок из них и технология возведения стен зданий, позволяющие практически полностью механизировать обработку камней, свести к минимуму ручную квалифицированную работу каменщика на стройплощадке при обработке камня, увеличить выход кондиционных камней из горной массы, использовать отходы карьеров для изготовления искусственных камней таких же геометрических форм, с целью использования их для внутренних стен.

Новые системы позволяют повысить механические характеристики кладок, что подтверждено прямыми экспериментами, создается возможность уменьшить толщину несущих стен на 20-25%.

Благодаря заливке горизонтальных и вертикальных швов раствором литой консистенции существенно повышается монолитность кладки, что очень важно с точки зрения сейсмостойкости зданий и сооружений.

Разработаны нормативный документ по проектированию и возведению стен зданий кладкой новых типов, а также экспериментальные проекты малых и многоэтажных жилых домов с несущими каменными стенами.

На ПО "Артик-туф" (г.Артик АрмССР) организована опытная линия по выпуску камней новых типов.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И КОММУНИКАЦИИ

Н.Л.Оганесян (СССР)

ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕДЕНИЙ ЗДАНИЙ,
УСТРОЕННЫХ НА ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ ПОДУШКАХ

Здание, покоящееся на высокоэластичных подушках, становится более жестким и изменяется форма их колебаний. Первая форма — это форма условного стержня с сосредоточенными массами с двумя узлами. При этом собственный период здания по сравнению с собственным периодом того же здания, но при жестком защемлении с основанием, уменьшается в 4–5 раз. Одновременно можно достичь большого увеличения собственного периода колебаний системы здания на подушках. В этом случае здание совершает поступательное перемещение, не деформируясь. В резонансном режиме или в режиме прохождения через резонанс поступательное перемещение здания на подушках больше смещения основания в 3–5 раз.

С увеличением напряжений сжатия высокоэластичного материала подушек наблюдается вначале повышение логарифмического декремента колебания, а потом его понижение.

Зная особенности поведения самого материала подушек и системы здания на подушках, можно подобрать и сконструировать здания на подушках таким образом, при котором будет достигнуто максимальное уменьшение сейсмической нагрузки (как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях) на здание с гарантированием его сохранности.

Т.А.Сандович, А.Ф.Шнитковский (СССР)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗИНОВО-МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР
В СЕЙСМОСТОЙКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В последние годы в СССР и за рубежом ведутся работы по использованию резины для сейсмозащиты зданий и сооружений. После Спитакского 1988 года землетрясения возникла необходимость разработки сейсмостойких конструкций мобильных малоэтажных зданий системы "Модуль".

В качестве амортизирующего элемента в сейсмоамортизирующей опоре используется тепломорозокислотощелочестойкая резина, работающая в широких температурных и других условиях эксплуатации.

Проведенные в НИИмостов ЛИИЭТа экспериментальные исследования резиновых и резинометаллических опор (сейсмоамортизаторов) позволили получить следующие характеристики:

- при вертикальных нагрузках резиновые опоры имеют жесткость примерно 400 т/м с небольшим разбросом, коэффициент неупругого сопротивления $0,2 \pm 0,1$;

- при вертикальных воздействиях резиново-металлических опор жесткость и коэффициент неупругого сопротивления определяются по эмпирическим формулам, в зависимости от частоты и нагрузки;

- при горизонтальных воздействиях жесткость практически не зависит от величины горизонтальной нагрузки и частоты; при этом для сейсмоамортизаторов резиновых $C = 400$ т/м; $\gamma = 0,20 \pm 0,1$; резиново-металлических $C = 600$ т/м; $\gamma = 0,25 \pm 0,1$.

При полученных значениях жесткости периоды колебаний составляют 0,4–0,6 с. При этом инерционные нагрузки на здания снижаются в два раза, что соответствует снижению расчетной сейсмичности на один балл.

Э.Е.Хачиян, М.Г.Мелкумян, З.М.Хлгатын (СССР)

МЕТОД СЕЙСМОЗАЩИТЫ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Распространенным приемом уменьшения уровня колебаний считается применение различных гасителей колебаний, исследованию которых, применительно к задачам сейсмостойкости, посвящен данный доклад.

В отличие от других способов уменьшения сейсмических реакций зданий, динамические гасители имеют то преимущество, что их использование может быть предусмотрено не только на стадии проектирования, но и при усилении зданий, пострадавших от землетрясений или не имеющих достаточный запас прочности на сейсмические воздействия. Предложен гаситель колебаний в виде дополнительного гибкого верхнего этажа здания, собственная частота которого должна быть равна одной из частот собственных колебаний самого здания. Эффективность такого конструктивного решения исследовалась

как теоретически, так и экспериментально. Теоретически определены периоды и формы собственных колебаний зданий в зависимости от этажности, массы и жесткости гасителя. Расчеты многоэтажного здания с гибким этажом на сейсмические воздействия проводились по акселерограммам различных землетрясений с преобладающими периодами от 0,2 до 0,4 с. Наличие гасителя (гибкого этажа), построенного на первую форму собственных колебаний здания приводит к уменьшению поперечных сил на нижних этажах в среднем на 50%. Показано, что при сейсмических воздействиях большое значение имеет оптимальное затухание в гасителе, учет которого повышает эффективность гасителя примерно на 20%.

Полученные теоретические результаты были проверены экспериментально на 9-этажной крупномасштабной модели, выполненной из железобетона в масштабе 1:5. Гаситель представлял собой дополнительный десятый этаж с металлическими стойками. Эксперименты показали, что гибкий верхний этаж существенно снижает резонансную амплитуду колебаний модели по первой форме.

Предложено новое конструктивное решение многоэтажного сейсмостойкого здания с трехмассовым динамическим гасителем колебаний, защищенное авторским свидетельством (1393895).

В.А.Хричикова, Г.Э.Абросимов, С.И.Дымников (СССР)

К РАЦИОНАЛЬНОМУ ВЫБОРУ СЛОИСТОГО ЭЛАСТОМЕРНОГО ДЕМПФЕРА ДЛЯ СЕЙСМОЗАЩИТЫ

В зарубежном строительстве с целью сейсмозащиты все шире используются слоистые эластомерные конструкции. Они обеспечивают надежную сейсмозащиту, удорожая здания всего на 3-3,5%.

Разработана и эксплуатируется серия программ, позволяющих прогнозировать динамическое поведение несущей конструкции на вибро-(или сейсмо-) изоляторах при возмущении ее основания различными импульсами. Эти программы предназначены для анализа свободных и вынужденных колебаний несущих конструкций на изоляторах различных типов, а также для определения максимальных перемещений несущих конструкций относительно основания и ее абсолютных ускорений.

Рассмотрена сейсмоизоляция здания со слоистыми эластомерны-

ми демпферами (СЭД). В имеющихся для расчета этих изделий программах эластомер описан как физически нелинейный слабосжимаемый материал. Программы позволяют простейшим образом учитывать упругопластическую работу металлических слоев и вязкоупругие свойства эластомеров. С целью конкретизации сроков службы СЭД нами будут работы по экспериментальному изучению старения резин при гидростатическом давлении. Для использования на начальных стадиях проектирования могут быть предложены линейные аналитические зависимости.

С использованием указанных моделей и средств проведен расчетный анализ СЭД. Этот анализ показал, что для сейсмозащиты целесообразно использовать СЭД с большими гистерезисными потерями и сдвиговой характеристикой "мягкого" типа.

У.Ш.Шамсиев, Р.Н.Мушеев, А.К.Сидиков (СССР)

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ, ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМАМИ ФРИКЦИОННОЙ СЕЙСМОЗАЩИТЫ

В ИМИСС АН УзССР проведены численные исследования связанных колебаний сейсмоизолированных сооружений и их конструктивных элементов, оборудованных фрикционными системами сейсмоизоляции. Предложено конструктивное решение скользящей сейсмоизоляции, позволяющее использовать преимущества опор сухого трения (ОСТ) и тонкослойных резинометаллических элементов (ТРМЭ), выполняющих роль амортизаторов.

Разработаны методики расчета сложной системы "Грунт-опора сухого трения - сооружение". Математическая модель опоры сухого трения и тонкослойных резинометаллических элементов представляет собой упругий (неупругий) элемент с вязким и фрикционными демпферами в горизонтальной плоскости. Надземная конструкция моделируется многомассовой системой. Влияние упругих свойств грунта основания на поведение сейсмоизолированного здания учитывается совместным решением волновой динамической задачи для упругой полуплоскости и задачи колебаний многомассовой системы.

В частности, сооружение может моделироваться как многоступенчатая система, при этом первичная система моделирует несущие конструкции здания, а установленные на ней подсистемы второго, а

иногда и третьего уровня описывают колебания более легких конструкций здания ("плавающие" диски перекрытий и достаточно тяжелого оборудования).

Для решения уравнений использован шаговый метод с кусочно-линейной аппроксимацией акселерограмм. Процесс вычислений реакций сооружения во времени производится с аппроксимацией неупругой работы систем сейсмоизоляции рядом последовательно изменяющихся линейно-упругих систем. Для более полного учета работы ТРМЭ используются экспериментальные криволинейные диафрагмы их деформирования.

Для анализа сложных пространственных расчетных моделей сейсмоизолированных зданий, базирующихся на применении МКЭ, разработан методика расчета с использованием метода разложения по формам колебаний, что позволило подключить к реализованному комплексу прикладных программ известный ППП "Лира".

В зависимости от параметров воздействия и подсистем первого и второго уровней могут реализоваться следующие принципиально различные режимы движения: 1) фаза покоя, когда все подсистемы движутся совместно и нет проскальзывания сооружения относительно грунта; 2) режим с относительным проскальзыванием подсистем первого или второго уровня; 3) режим с проскальзыванием подсистем первого и второго уровней.

Из анализа результатов решений системы уравнений найдены значения параметров сооружения и систем сейсмоизоляции, при которых достигается существенное снижение сейсмических нагрузок на несущие конструкции. Следует отметить, что в процессе колебаний не все связи сухого трения вступают в работу одновременно. Это существенно зависит от величины ускорений в уровнях этажей и эффектов взаимодействия колеблющегося сооружения и опор сухого трения. То же самое можно отметить относительно наступления фаз покоя (залипания) связей сухого трения по этажам. Движение без относительных остановок поверхностей трения имеет место при коэффициенте трения $\mu = 0, II$ (сталь-фторопласт) и при достаточно высоком уровне внешнего воздействия. При высоких значениях коэффициента трения (бетон-металл) наблюдается движение с периодически наступающими фазами покоя или же совместное движение подсистем первого и второго уровней. Расчеты показали, что за счет применения фрикционной системы сейсмоизоляции достигается снижение сейсмических нагрузок на сооружение в два и более раза.

При этом достигается экономия стали на 5-7% и снижение сметной стоимости на 3-6%.

Дальнейшее совершенствование разработанного комплекса вычислительных программ позволит решить ряд основных задач, направленных на внедрение систем сейсмоизоляции в практику строительства.

УСИЛЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

А.И.Мартемьянов, С.Г.Шагинян (СССР)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ЗДАНИЙ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ

Оценка степени повреждения зданий в г.Ленинакане при Спитакском землетрясении 7 декабря 1988 г. Общие принципы восстановления жилых и общественных зданий. Методика обследования зданий с учетом его ремонтпригодности. Организация работ, обеспечивающих сохранение ремонтпригодности зданий, на примерах объектов, поврежденных при Спитакском землетрясении. Необходимый уровень восстановления. Проблема усиления домов, не поврежденных землетрясением в связи с изменением сейсмичности района (места расположения объекта). Способы восстановления зданий, поврежденных землетрясением, принятые в СССР, и особенности их использования применительно к Спитакскому землетрясению. Роль индивидуальных решений по восстановлению применительно к конкретным объектам. Необходимость в разработке общих решений по восстановлению зданий применительно к собственным домам и система контроля за их реализацией.

Организация системы оценки качества восстановительных работ, включая инструментальные методы. Роль органов контроля и самоконтроль за качеством восстановительных работ в условиях восстановительного периода. Профессиональная подготовка участников работ внутри стран и на международной основе.

Т.Г.Маркарян, Р.А.Бадалян, Г.Г.Балаян, А.Б.Арончик,
Г.С.Азизян, Р.К.Овсепян, В.В.Папян (СССР)

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ УСИЛЕНИЙ ПОВРЕЖДЕННЫХ ПРИ СПИТАКСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 7 ДЕКАБРЯ 1988 г. ТИПОВЫХ КАМЕННЫХ И КАРКАСНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

В городах и крупных населенных пунктах, пострадавших при Спитакском землетрясении 7 декабря 1988 г., массовое государственное жилищное строительство велось на основе серий типовых про-

ектов каменных, каркасных, крупнопанельных домов. Значительная часть из поврежденных зданий была признана пригодной для дальнейшей эксплуатации при их усилении и повышении расчетной сейсмичности.

Были разработаны конструктивные решения усиления поврежденных жилых домов с учетом конструктивно-планировочных особенностей типовых проектов и характера повреждений домов при землетрясении. При этом принималось, что после восстановления и усиления жилые дома должны сопротивляться сейсмическим воздействиям расчетной интенсивности без повреждений, опасных для жизни людей.

Конструктивные решения каменных домов с учетом мероприятий по усилению становятся более четкими, удовлетворяющими основным принципам сейсмостойкого строительства в отношении симметричного расположения стен, их непрерывности, равномерного распределения жесткости и т.д.

В основу разработки конструктивных решений усиления каркасных 9-этажных жилых домов принималось, что горизонтальные сейсмические воздействия воспринимаются вновь создаваемыми вертикальными диафрагмами жесткости, при этом конструкции диафрагм в зависимости от планировочного решения дома (его протяженности) приняты в виде железобетонных стен или из металлических крестообразных связей.

Разработанные конструктивные решения усиления зданий обоснованы их пространственными расчетами с учетом сейсмического воздействия.

Марк Григорян (США)

ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ РАМНОГО УСИЛЕНИЯ ЗДАНИЙ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Программы уменьшения сейсмического риска в сейсмически активных регионах вызвали новый интерес и новые подходы в проектировании и разработке определенных категорий сооружений, подверженных сильным горизонтальным нагрузкам.

Основное требование программ массового усиления зданий, пострадавших от землетрясения, заключается в оптимизации этих си-

стем и в минимальных затратах материалов.

Рекламируется новая концепция проектирования прямых прямоугольных рамных каркасов, которые подвержены только горизонтальным силам. Концепция основывается на том предположении, что рамный каркас в целом состоит из прямоугольных модулей. Согласно этой концепции учитываются те особенности призматических элементов — модулей с жесткими связями, которые смогли бы довести до минимума общие расходы материалов при минимально возможных, междуэтажных деформациях в условиях определенной нагрузки и деформации.

Более того, предложенный способ не только упрощает конструктивный анализ сооружений, но и сокращает расходы материалов, доводя до минимума общий вес конструкции. С помощью этой концепции можно найти простой, но одновременно весьма эффективный метод проектирования сооружений определенных классов.

Приведены примеры для иллюстрации применения этой концепции в практике. Эффективность и обоснованность применения этой концепции в упругих и пластических стадиях деформирования установились стандартными методами конструктивного анализа.

НОРМЫ, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

Я.М.Айзенберг (СССР)

СПИТАКСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ: СПЕКТРЫ И РАЗРУШЕНИЯ

Обсуждается гипотеза о специфике амплитудно-частотных спектров ускорений грунта в некоторых городах северной Армении при землетрясении 7 декабря 1988 года.

Представлены обоснования в пользу предлагаемой гипотезы.

Обсуждается связь между спектрами и разрушениями зданий.

Рассмотрено поведение высоких многоэтажных зданий.

Рассматривается поведение зданий с гибкими нижними этажами.

Обсуждаются некоторые предложения по пересмотру строительных норм.

Г.В.Бадяян, В.И.Григорян, С.А.Амбарцумян (СССР)

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ПУТИ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

В работе приводятся основные нарушения в процессе осуществления строительно-монтажных работ и производства строительных конструкций и пути их предупреждения и устранения. При этом приводятся технические, организационные и технологические факторы, влияющие на качество строительной продукции.

Приводятся некоторые технические средства для выпуска строительной продукции, которые повышают качество конечной продукции.

Также приводится комплекс организационно-технологических мероприятий, внедрение которых положительно повлияет на качество продукции и приведет к экономии материальных ресурсов.

СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ

Р.А.Мовсисян (СССР)

НОВЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ
ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗЕМНОЙ КОРЫ, КАК ПРЕДВЕСТНИКАМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Рассматриваются предложения по созданию новых автоматизированных систем гидронивелирования для дистанционного определения вертикальных деформаций точек земной поверхности и разработки прецизионных светодальномеров для измерения горизонтальных подвижек точек.

Предлагается проект геодезической обсерватории в районе Паракарского разлома с целью слежения за возможным движением земной коры и исследованиями новых методов и приборов, создаваемых для решения указанной задачи. Проекты основаны на более чем двадцатилетнем опыте научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, ведущихся в проблемной лаборатории автоматизации геодезических измерений Ереванского политехнического института.

В результате проведенных работ предложены новые приборы для гидростатического нивелирования, а также прецизионные дальномеры, используемые при строительстве ускорителей и других уникальных сооружений. Новые методы гидродинамического нивелирования широко внедряются в стране и прошли успешные исследования на Камчатке при слежении за вертикальными деформациями потухших вулканов.

Для широкого внедрения прецизионных дальномеров чрезвычайно важно иметь эталонные базисы высокой точности. Приводятся данные об уникальном базисе длиной 160 м, построенном в тоннеле геофизической лаборатории Араратского полигона ОМСЭ ИГИС АН Армянской ССР.

Обосновывается необходимость немедленного осуществления предлагаемого проекта с учетом подготовки инженерных и научных кадров при создаваемом в г.Ереване архитектурно-строительном институте.

О.К.Погосян, Ю.Г.Гукасян, Г.А.Акопян, Н.А.Есаян (СССР)

ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛИГОНА СЕЙСМОЗАЩИТЫ
И СЕЙСМОПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРМЕНИИ

Для прогнозирования возможных землетрясений спроектирован и создается полигон института "Атомэнергопроект" в юго-западной части Армении, характеризующейся сложным геолого-тектоническим строением. Несмотря на приостановку эксплуатации Армянской АЭС, необходимость создания полигона стала более актуальной, учитывая как длительный срок безопасной ликвидации АЭС, так и высокую сейсмичность региона, где проявилось воздействие Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года.

В состав полигона входят 11 автоматизированных пунктов наблюдений (АПН), расположенных вокруг Армянской АЭС в радиусе от 25 до 60 км. При выборе АПН учитывались как тектонические разломы, так и очаги сильных исторических землетрясений.

В выбранных АПН предусматривается прохождение специальных штолен и екважин, где будет размещена сейсмологическая, геофизическая, гидродинамическая, гидрохимическая, гидротермальная измерительная аппаратура, работающая в непрерывном и ждущем режимах. Аппаратура, работающая в непрерывном режиме, результаты измерений которой с помощью радиотелеметрической системы передаются в центр обработки для прогнозирования и изучения землетрясений, дает возможность обеспечить безопасность населения и организовать защиту особых объектов. Аппаратура, работающая в ждущем режиме, с помощью которой можно регистрировать происходящие землетрясения, дает возможность повысить точность прогнозирования и усовершенствовать методы расчета на сейсмические воздействия.

Заказ 763

тираж 200

Сдано в производство 18.05.1989г.

подписано к печати 18.05.1989г.

печ. 4л. бумага 60x84 1/16

Эчмиадзинская типография АН Арм.ССР

5120

$$g_{en} = 61.$$