

Землетрясения Алтая и Саян<sup>1</sup>

областей наибольшего сотрясения, выявленных при макросейсмическом обследовании, также довольно хорошо согласуются с данными, полученными при исследовании механизма очага.

В заключение выскажем некоторые предположения о связи землетрясения 14 марта с геологической обстановкой. Район, расположенный южнее Файзабада, для которого характерно возникновение глубоких сильных землетрясений, располагается на северном краю крупного срединного массива, сложенного наиболее древними докембрийскими породами. Этот массив с северо-запада ограничен крупными глубинными зонами разрывов, протягивающимися вдоль Гиндукуша и уходящими на северо-востоке в пределы Памира. На отдельных участках этих зон отмечаются движения и в более поздние времена. Так, в районе Джурма имеется крупный грабен, заполненный мощными неогеновыми молласами, который как раз находится в эпикентральной зоне землетрясения 14 марта и простирается в юго-восточном направлении. Образование довольно крупного молодого субмеридионального грабена в пределах крайней части древнего срединного массива свидетельствует о продолжении тектонической жизни региона и наличии молодой перестройки и перероботки древнего структурного плана.

Исследования механизма очага землетрясения 14 марта 1965 г. показали, что зона разрыва, по которой произошли подвижки, имеет тоже простираение, что и грабен. Таким образом, можно предположить, что процессы, которые вызывают перестройку структурного плана, происходят в верхней части мантии и вызывают возникновение сильных глубинных землетрясений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Леонов. Хаитское землетрясение 1949 года и геологические условия его возникновения. — Изв. АН СССР, серия геофиз., 1960, № 3.
2. А. В. Венская. Определение поля смещения при землетрясениях с помощью теории дислокаций. — Изв. АН СССР, серия геофиз., 1956, № 3.
3. Е. И. Ширкова. Определение напряжений, действующих в очагах Гиндукушских землетрясений. — Изв. АН СССР, серия геофиз., 1959, № 12.

На территории Алтае-Саянской сейсмической зоны, ограниченной координатами  $45^{\circ}$ — $56^{\circ}$  с. ш. и  $80^{\circ}$ — $100^{\circ}$  в. д., в 1965 г. проводились наблюдения на шести стационарных сейсмических станциях Института геологии и геофизики СО АН СССР и в различное время от 4 до 12 временных станциях Комплексной сейсмологической экспедиции ИФЗ АН СССР. Последние располагались в центральной части зоны, включающей в себя Западный Саян, Западный Танну-Ола и восточную часть Горного Алтая. Кроме того, в Каменском Приобье с марта работала временная станция Института геологии и геофизики, установленная в эпикентральной области семиралбального Каменского землетрясения 15 февраля 1965 г. Все станции, за исключением временной станции в Каменском Приобье, были оборудованы модернизированными сейсмографами системы Д. П. Кириоса (СК-3М). На станции в Приобье использовались вибрографы ВЭГИК.

Для определения координат эпицентров землетрясений кроме данных наблюдений перечисленных выше станций использовались данные сейсмических станций Байкальской зоны и в отдельных случаях данные станции Семипалатинск. Координаты эпицентров землетрясений определялись методом засечек по региональному годографу в сочетании с методами Вадати, гипербол и прямолинейных эпицентралей. Глубина очагов землетрясений не определялась. Энергетическая классификация землетрясений выполнена по шкале КСЭ.

Всего в Алтае-Саянской зоне за 1965 г. было определено положение эпицентров для 426 землетрясений, отнесенных по величине возможных ошибок определения к четырем классам точности ( $a$  — ошибки определения эпицентра до 5 км,  $b$  — до 10 км,  $A$  — до 25 км и  $n/кл$  — свыше 25 км). Основные сведения об этих землетрясениях: время возникновения, координаты эпицентров, энергетический класс, класс точности и район, где произошло землетрясение, приведены в каталоге в конце статьи. Распределение землетрясений по энергетическим классам  $K$  приводится ниже.

|                               |    |     |     |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| $K$ . . . . .                 | 6  | 7   | 8   | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Число землетрясений . . . . . | 40 | 142 | 170 | 80 | 37 | 44 | 5  | 4  |

Представительными для зоны в целом являются землетрясения с  $K \geq 10$ ; для советской территории — с  $K \geq 9$ .

В табл. 1 приведен список землетрясений с  $K \geq 11$ . Карта эпицентров землетрясений Алтае-Саянской зоны представлена на фиг. 1 (номера землетрясений указаны в соответствии с табл. 1).

<sup>1</sup> Статья составлена Институтом геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР.

Таблица 1

Землетрясения Алтай и Саян с  $K \geq 11$  за 1965 г.

| № п/п | Месяц | Дата | Момент возникновения, ч. м. | Координаты эпицентра |       | К  | Класс точности | Район                     |
|-------|-------|------|-----------------------------|----------------------|-------|----|----------------|---------------------------|
|       |       |      |                             | φ°N                  | λ°E   |    |                |                           |
| 1     | I     | 2    | 23, 49 02                   | 50, 4                | 92, 2 | 11 | б              | Хребет Западный Танну-Ола |
| 2     | II    | 14   | 14 24 58                    | 48, 8                | 92, 2 | 12 | н/кл           | Котловина Больших озер    |
| 3     |       | 15   | 12 34 57                    | 53, 7                | 81, 5 | 13 | а              |                           |
| 4     | III   | 16   | 14 39 54                    | 53, 6                | 81, 2 | 11 | а              | Колундская степь          |
| 5     |       | 16   | 40 57 00                    | 53, 7                | 81, 3 | 11 | б              |                           |
| 6     | III   | 28   | 49 33 07                    | 53, 7                | 84, 4 | 11 | б              | То же                     |
| 7     |       | 9    | 47 05 04                    | 50, 4                | 91, 0 | 11 | б              |                           |
| 8     | IV    | 10   | 05 07 42                    | 46, 7                | 80, 9 | 11 | н/кл           | Хребет Цаган-Шибэгу       |
| 9     |       | 10   | 21 57 57                    | 47, 7                | 90, 0 | 11 | н/кл           |                           |
| 10    | V     | 11   | 06 39 39                    | 46, 9                | 80, 4 | 11 | н/кл           | Озеро Саскколь            |
| 11    |       | 20   | 11 36 49                    | 46, 3                | 80, 4 | 11 | н/кл           |                           |
| 12    | VIII  | 8    | 15 28 21                    | 47, 5                | 82, 1 | 11 | б              | Монгольский Алтай         |
| 13    |       | 21   | 23 30 47                    | 49, 0                | 87, 9 | 11 | б              |                           |
| 14    | X     | 6    | 20 58 05                    | 45, 0                | 99, 8 | 11 | н/кл           | Хребет Тарбагатай         |
| 15    |       | 16   | 22 23 20                    | 50, 8                | 91, 5 | 11 | а              |                           |
| 16    | XI    | 17   | 00 47 44                    | 45, 5                | 81, 7 | 12 | н/кл           | Хребет Западный Танну-Ола |
| 17    |       | 17   | 21 52 36                    | 50, 6                | 91, 5 | 12 | б              |                           |

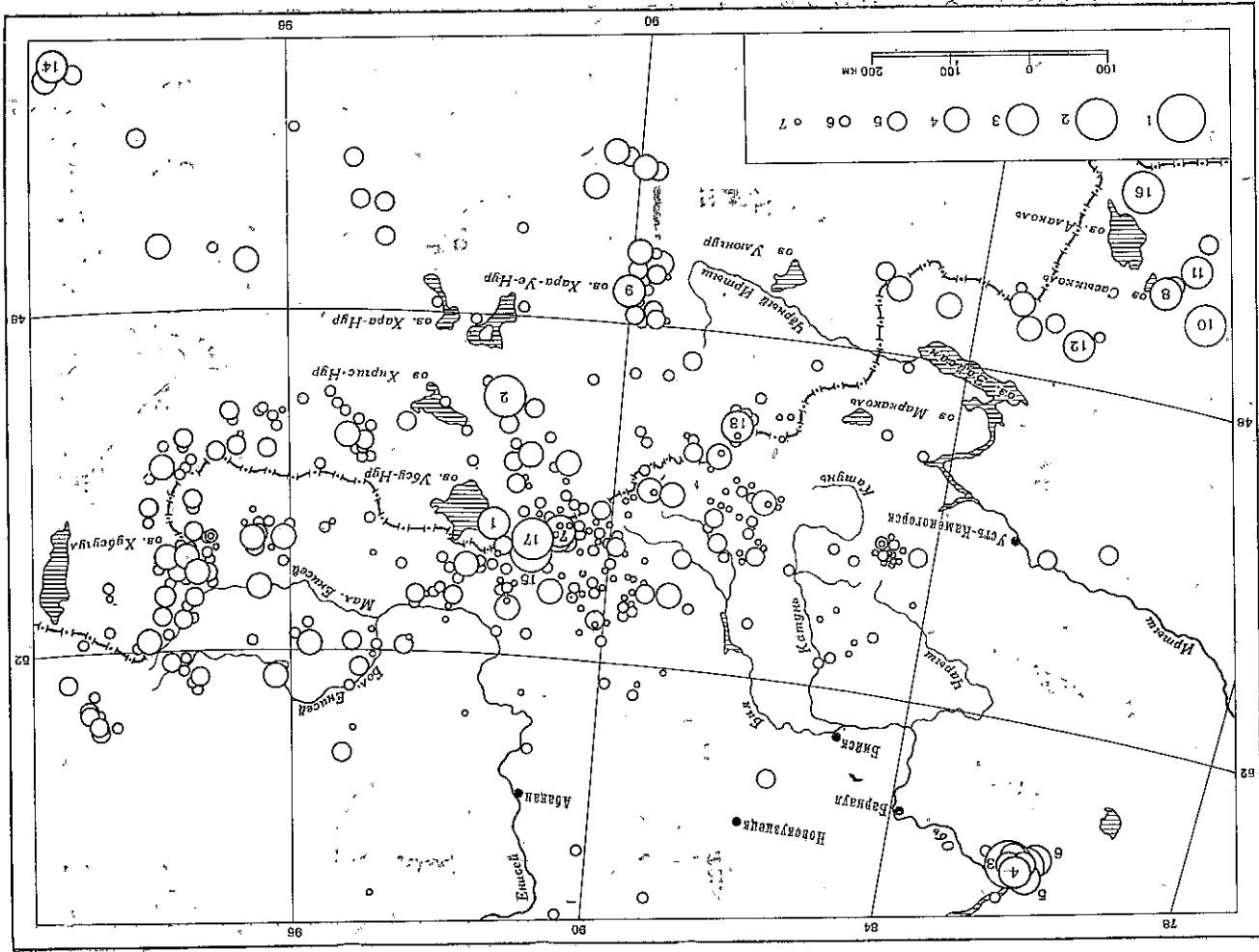
Основным событием в 1965 г. в Алтайской зоне является землетрясение 15 февраля в районе г. Камень-на-Оби. Сила его в эпицентре 7 баллов,  $K=13$ ,  $M=5\frac{1}{4}$ . До 1964 г. в этом районе не были отмечены землетрясения с силой более 5 баллов, и по действующей в настоящее время схеме сейсмического районирования территории СССР г. Камень-на-Оби отнесен к пятибалльной зоне.

Повышение сейсмической активности в этом районе началось весной 1964 г. Несколько слабых толчков с  $K=9-10$  было отмечено в апреле и мае, а 12 июля произошло землетрясение с  $K=12,5$ , которое в эпицентральной области имело силу  $\sim 6$  баллов.

После 12 июля 1964 г. и до 15 февраля 1965 г. в этом районе не было отмечено ни одного толчка с  $K \geq 8$ . Землетрясение 15 февраля сопровождалось серией афтершоков, наиболее значительные из которых имели силу в эпицентре до 5-6 баллов. Глубина очага землетрясения, определенная по соотношению балльности в эпицентре и магнитуды, а также по расположению изосейст, составляет 15-20 км.

Ниже приводится краткое описание характера проявления землетрясения 15 февраля в отдельных населенных пунктах и некоторые данные, касающиеся местных грунтовых условий. Более полные сведения о землетрясении содержатся в работах [1, 2].

г. Камень-на-Оби (7 баллов). По характеристике грунтов и степени проявления землетрясения город отчетливо делится на три приблизительно равные по величине части: северную, центральную и южную. Северная часть расположена на мощной толще частично обводненных песчано-глинистых отложений с устойчивым уровнем грунтовых вод на глубине 15-20 м. В прибрежной зоне уровень грунтовых вод повышается до 5-7 м. Сила землетрясения оценивается здесь в 7 баллов с повышением до 7-8 баллов в северо-западной окраине города. В этом районе повсеместно наблюдались полное или частичное разрушение дымовых труб, повреждение и разрушение печей, обвалы штукатурки, сквозные трещины (шириной до 3-6 мм) в капитальных



Фиг. 1. Карта эпицентров землетрясений Алтай и Саян за 1965 г.  
Энергия землетрясений: 1-  
K=13; 2-K=12; 3-K=11;  
4-K=10; 5-K=9; 6-K=8;  
7-K=7

стенах (особенно в углах дверных и оконных проемов), расслоение кирпичной кладки, разрывы внутрикомнатных перегородок, смещения железобетонных плит перекрытий и т. п. В отдельных случаях отмечались сдвиги и повороты дымовых труб вокруг вертикальной оси на угол 10—25°. В деревянных зданиях (в том числе двухэтажных) каких-либо серьезных повреждений кроме повреждения печей и дымовых труб, как правило, не было.

Центральная часть города расположена на выходах плотных метаморфизованных сланцев среднедевонского возраста, локальные углубления в которых заполнены сулеями и сульфидами. Сила толчка оценивается здесь в 6 баллов с повышением до 6—7 баллов в береговой зоне. Повреждения кирпичных построек в этом районе типичны: тонкие трещины в стенах и штукатурке, незначительные обвалы штукатурки, повреждения и в отдельных случаях разрушения печей и дымовых труб. В деревянных зданиях — незначительные повреждения печей и труб, тонкие трещины в штукатурке и осыпание побелки.

Южная часть города расположена на толще песчано-галечных отложений с отдельными выходами грунтовых вод на дневную поверхность. Сила землетрясения оценивается здесь в 7 баллов с повышением до 7—8 баллов на западной окраине. Как и в северной части города, здесь наблюдались массовые повреждения печей, разрушения дымовых труб, трещины в стенах, расслоение кирпичной кладки, разрывы внутрикомнатных перегородок, обвалы штукатурки, смещения плит перекрытий и т. п. В деревянных зданиях — трещины и расслоение кладки печей, падение дымовых труб, трещины и осыпание штукатурки.

В целом для г. Камень-на-Оби сила землетрясения оценивается в 7 баллов.

пос. Молодежный (7 баллов). Грунтовые условия: мощная толща песчано-глинистых отложений с устойчивым уровнем грунтовых вод на глубине 17 м. Повреждения: разрушения дымовых труб, трещины в печах и штукатурке, обвалы штукатурки, обрушение кирпичей в дымоходах, трещины в стенах кирпичных построек, выпадение кирпичей из внутрикомнатных перегородок.

с. Красный Камень (7 баллов). Грунтовые условия: суглинок и песок на всю глубину скважины (23 м). Устойчивый уровень грунтовых вод 6 м. Постройки деревянные. В большинстве зданий вывалились кирпичи из печей; в отдельных случаях печи полностью разрушены. Во многих домах потрескалась и обвалилась штукатурка. С крыши обрушился снег. Палада посуда. Все жители в испуге выбежали из помещений.

Станция Плотинная (7 баллов). В кирпичных зданиях — трещины в стенах и печах, трещины в штукатурке, осыпание штукатурки, разрушения дымовых труб. С крыши падал снег. Опрокидывалась посуда. Остатки посуды.

с. Красный Плакат (7 баллов). Постройки деревянные. Дымовые трубы преимущественно железобетонные и металлические. В большинстве зданий — трещины в печах и в штукатурке внутрикомнатных перегородок и потолков. Осыпалась побелка. Открывались шкафы, осыпавшиеся часы. С крыши падал снег. Беспокоились животные.

с. Аллак (7 баллов). Постройки деревянные. Почти во всех домах печи потрескались и во многих развалились. Печи, сложенные на собственном фундаменте, повреждены сильнее, чем печи, сложенные на деревянном полу здания. В старом доме обрушилась крыша. Палади со стен картины. Опрокидывалась посуда. С крыши упал снег. Беспокоились животные. Люди, не одеваясь, выбежали из помещений.

с. Мыски (7 баллов). В большинстве деревянных зданий развалились дымовые трубы, в отдельных — печи. Осыпалась побелка.

Изменился режим грунтовых вод: в одном колодце уровень воды поднялся, в другом — понизился. Упали книжный шкаф, портреты и посуда. Люди в испуге выбежали на улицу.

с. Караси (7 баллов). В большинстве зданий, (постройки преимущественно деревянные), печи потрескались, а некоторые развалились. Разрушены многие дымовые трубы. Палади портреты. Из ведер выливалась вода. Все выбежали на улицу.

пос. Октябрьский (6—7 баллов). Грунтовые условия: час-точно обводненные песчано-глинистые отложения до глубины 100 м. Устойчивый уровень грунтовых вод на глубине 75 м. В отдельных деревянных домах — обрушения дымоходов печей. Разрушены две дымовые трубы. В одноэтажных кирпичных домах в незначительных количествах обвалилась штукатурка, потрескались печи. Выплевывалась вода из ведер, опрокидывалась посуда. Бильярдные шары вылетели со стола. Многие люди выбежали из помещений.

пос. Ново-Увальный (6—7 баллов). Преобладают кирпичные одноэтажные постройки. Во многих домах в незначительных количествах обвалилась штукатурка, потрескались печи. Развалилась одна труба. Многие трубы покоты и повернуты вокруг вертикальной оси. Все в испуге выбежали на улицу.

Новосибирский хлебоприемный пункт (6—7 баллов). Преобладают кирпичные постройки. Грунтовые условия: песчано-глинистые отложения до 40 м с устойчивым уровнем грунтовых вод на глубине 6 м. Повреждения: тонкие трещины в стенах, незначительные осыпания штукатурки, в отдельных зданиях трещины в печах; многие выбежали из помещений.

с. Гонохово (6—7 баллов). Грунтовые условия: песчано-глинистые отложения до 25 м с устойчивым уровнем грунтовых вод на глубине 4 м. Во многих деревянных домах печи потрескались и в отдельных — развалились. В здании школы в небольшом количестве обвалилась штукатурка. Палади портреты, посуда. Многие выбежали из помещений.

с. Верх-Аллак (6—7 баллов). Постройки деревянные, отдельные дома кирпичные. На всю глубину скважин (до 32 м) песчано-глинистые отложения. Устойчивый уровень грунтовых вод на глубине 22 м. В трех деревянных домах развалились печи, во многих — осыпалась побелка. В кирпичных домах — трещины в стенах и печах, незначительные обвалы штукатурки. С крыши падал снег. Многие в испуге выбежали на улицу. Сильное беспокойство животных.

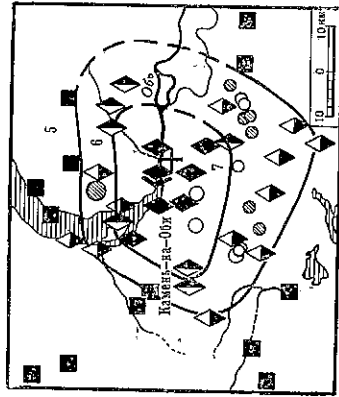
с. Зайсан (6—7 баллов). Трещины в печах и штукатурке, незначительные обвалы штукатурки. В отдельных домах разрушились дымовые трубы. Легкие предметы сдвигались с места. Многие выбежали из помещений.

В населенных пунктах Обское, Столбово, Дресвянка, Рыбный, Плотниково, Совхоз № 51, Калиновка, Толстовский, Первомайский, Орел, Заковряжино и Крутиха сила землетрясения составила 6 баллов. Типичными признаками проявления землетрясения здесь являлись: обрушение незначительных трещин в печах и в стенах кирпичных зданий, разрушения в отдельных случаях дымовых труб; обрушения в отдельных зданиях небольшого количества штукатурки, опрокидывание посуды, падение со стен картин, выплывание воды из ведер, скрип стен и перегородок, беспокойство животных и т. д. Жители в большинстве случаев выбежали из помещений.

В пунктах Новоярки, Карнилово, Новодубровка, Малетино, Ключи, Соколово, Казанка, Молоково, Кокурино, Буяи, Волчно-Бура, Прыганка и Поперечное сила землетрясения оценивается в 5 баллов. Землетрясение сопровождалось образованием тонких трещин в побелке, зво-

ном посуды, падением со стен портретов, опрокидыванием неустойчивых предметов, выплескиванием жидкостей из сосудов и т. п. Землетрясение ощущалось всеми в помещении и большинством — на улице. Славяне просыпались.

С силой до 3—4 баллов землетрясение ощущалось в Новосибирске, Барнауле, Бийске и во многих других населенных пунктах.



Фиг. 2. Схема изосейст землетрясения 15 февраля 1965 г.

1 — эпицентр; 2—7 баллов; 8—6—7 баллов; 4—6 баллов; 5 — 5 баллов; энергия землетрясения: 6 —  $K=12$ ; 7 —  $K=11$ ; 8 —  $K=9-10$ ; 9 — землетрясения 1964 г.; 10 — афтершоки; 11 — изосейсты.



На фиг. 2 показана схема первых изосейст землетрясения 15 февраля 1965 г., его эпицентр, а также эпицентры наиболее значительных афтершоков и землетрясений, предшествующих основному толчку. В табл. 2 приводятся основные данные о землетрясениях, эпицентры которых показаны на фиг. 2.

Таблица 2

| Год  | Месяц | Число | Момент возникновения землетрясений, ч. м. с. | Координаты эпицентра |       | Класс точности | К    |
|------|-------|-------|--|----------------------|-------|----------------|------|
|      |       |       |  | φ°N                  | λ°E   |                |      |
| 1964 | IV    | 7     | 03 28 39                                     | 53,5                 | 81,6  | н/кл           | 40   |
|      |       |       | 40 02 43                                     | 53,68                | 81,7  | н/кл           | 9    |
|      |       |       | 41 36 28                                     | 53,6                 | 81,6  | н/кл           | 9    |
|      |       |       | 48 04 35                                     | 53,6                 | 81,3  | н/кл           | 9    |
|      |       |       | 08 49 58                                     | 53,6                 | 81,6  | н/кл           | 9    |
|      |       |       | 10 30 39                                     | 53,5                 | 81,3  | А              | 40   |
|      |       |       | 14 57 51                                     | 53,6                 | 81,5  | н/кл           | 9    |
| 1965 | VII   | 12    | 20 04 05                                     | 53,9                 | 81,4  | А              | 42,5 |
|      |       |       | 42 34 57                                     | 53,75                | 81,50 | А              | 13   |
|      |       |       | 43 58 41                                     | 58,6                 | 81,2  | н/кл           | 40   |
|      | II    | 15    | 14 39 54                                     | 53,6                 | 81,2  | А              | 10   |
|      |       |       | 14 39 54                                     | 53,6                 | 81,2  | А              | 11   |
|      |       |       | 19 07 27                                     | 53,6                 | 81,7  | А              | 9    |
|      |       |       | 19 21 32                                     | 53,6                 | 81,7  | А              | 9    |
|      |       |       | 19 21 32                                     | 53,7                 | 81,7  | А              | 9    |
|      |       |       | 40 57 00                                     | 53,7                 | 81,3  | б              | 11   |
|      |       |       | 00 06 51                                     | 53,6                 | 81,2  | н/кл           | 40   |
|      |       |       | 40 23 07                                     | 53,6                 | 81,5  | б              | 40   |
|      |       |       | 19 33 07                                     | 53,7                 | 81,4  | б              | 41   |
|      |       |       | 19 33 07                                     | 53,7                 | 81,4  | б              | 41   |
|      |       |       | 19 33 07                                     | 53,7                 | 81,4  | б              | 41   |
|      |       |       | 19 33 07                                     | 53,7                 | 81,4  | б              | 41   |

В остальном распределение землетрясений в Алтайской зоне в 1965 г. в общих чертах совпадает с распределением за предыдущий год и отличается от последнего лишь некоторым уменьшением активности Севернй Монголии (эпизентральная область сильных землетрясений 1905 г.) и Монгольского Алтая. Сейсмичность горного Алтая и Западного и Восточного Саяна сохранилась на прежнем уровне. Наиболее значительные землетрясения с  $K=12$  и эпицентрами в пределах советской части зоны отмечены в западном Танну-Ола 16 и 17 ноября.