

Землетрясения Якутии<sup>1</sup>

Якутская сейсмическая зона выделяется среди других сейсмоактивных зон Советского Союза своими громадными размерами, с одной стороны, и своей еще слабой изученностью и малым числом сейсмических станций — с другой.

К настоящему времени уровень сейсмической активности здесь в общих чертах уже наметился, вырисовались основные активные участки, зоны с повышенной сейсмичностью, главные эпицентральные области и т. д. Но это только первый, пусть даже очень важный и значимый, этап в изучении сейсмичности этого края.

Главная задача сейчас — детализация работ, изучение уровня сейсмичности по наблюдениям над многочисленными слабыми местными землетрясениями, конкретизация границ основных сейсмических участков, установление связи сейсмичности с тектонической историей и современной структурой области.

Существовавшая ранее на территории Якутии «сеть» сейсмических станций, состоящая из Якутска и Тикси, ни в коей мере не могла дать ответа на поставленные вопросы. Временные сейсмические станции Аммонская (в пос. Усть-Нера), Чульман и Усть-Нюкжа расширили возможности изучения региональной сейсмичности. Сразу же появились «новые» сейсмоактивные участки, дающие сейчас значительное число местных слабых землетрясений.

Большую помощь в изучении сейсмичности оказывают организованые экспедиционные наблюдения.

Распльвчатые и, прямо сказать, ложные представления о чрезвычайно низкой активности Якутской зоны рассеиваются, складываются новые, фактически обоснованные суждения. И нет ничего удивительного в том, что с появлением новых схем и карт сейсмического районирования Якутии и северо-востока Советского Союза повышался уровень балльности как зоны в целом, так и ее отдельных участков [2, 3]. Границы Якутской сейсмической зоны очень четко определяются ее современным геологическим строением. Так, большая часть Якутии, занятая структурами Сибирской платформы, очень слабо сейсмична, если не асейсмична вообще. Исключение составляют те крайние участки платформы, которые в свое время претерпели значительные структурные изменения в связи с развивающимися по соседству геосинклинальными областями (юг Алданского щита). Часть территории Якутии и сопредельных областей, занятая структурами Верхояно-Чукотской складчатой зоны, сейсмична почти полностью, за исключением сравнительно небольших площадей, занятых структурными образованиями типа остаточных или срединных массивов.

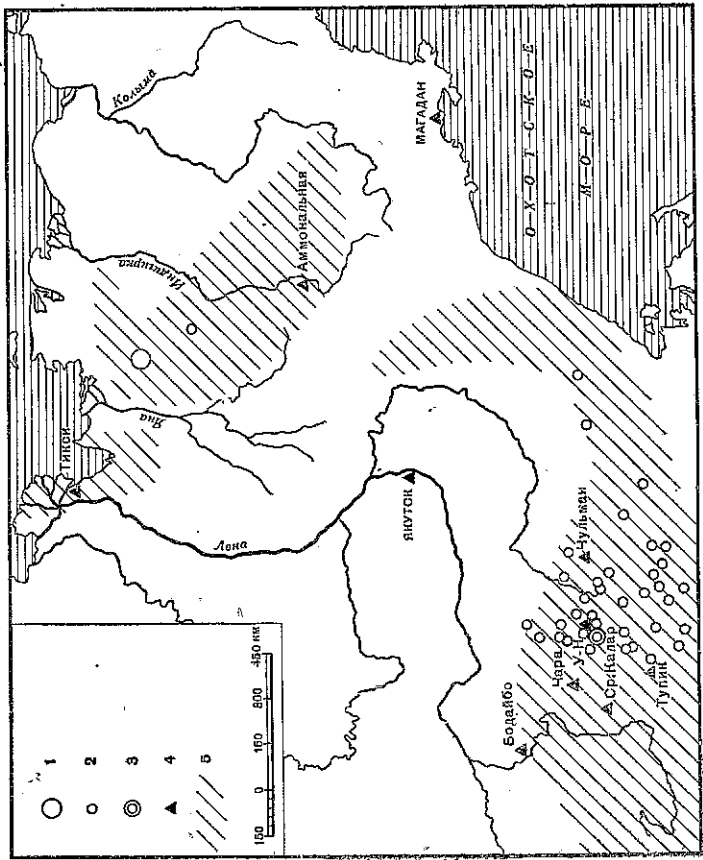
В 1962 г. на территории Якутии, ограниченной условно координатами 55—72° с. ш. и 120—162° в. д. проводились наблюдения на пяти сейсмических станциях: Якутск, Тикси, Аммонская, Чульман, Усть-Нюкжа. При определении положения эпицентров землетрясений юга Якутии были использованы наблюдения сейсмических станций Байкальской зоны: Бодайбо, Чара, Ср. Калар, Тулик. Все перечисленные сей-

<sup>1</sup> Статья составлена Якутским филиалом СО АН СССР.

12. С. Л. Соловьев, Л. Н. Поплавская, М. П. Зарайский, Западно-Игрукское землетрясение 7 мая 1962 г. Геология и геофизика, 1964, № 7.
13. С. Л. Соловьев, М. Д. Ферчев. Остромысовское землетрясение 12 марта 1962 г.—Труды СахКНИИ СО АН СССР (в печати).
14. Р. З. Тараканов. Некоторые результаты изучения землетрясений Дальнего Востока.—Труды СахКНИИ СО АН СССР, 1961, № 10.
15. Р. З. Тараканов. Применение эквидистант удаленных станций при графическом определении эпицентра землетрясения.—Геология и геофизика, 1964, № 2.
16. П. И. Токарев. О связи сейсмической и вулканической активности в Курило-Камчатской зоне.—Труды Лаборатории вулканологии АН СССР, вып. 17, 1959.
17. А. А. Тресков. Прямолинейные эпицентры.—Геология и геофизика, 1960, № 1.
18. С. А. Федотов, В. Н. Аверьянова, А. М. Багдасарова и др. Некоторые результаты детального изучения сейсмичности Южных Курильских островов.—Изв. АН СССР, серия геофиз., 1961, № 5.
19. Wadati K. Travel time and S waves.—Geophys. mag., 1933, № 11.
20. Г. Б. Удлинцев. Происхождение рельефа дна Охотского моря.—Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. 13, М., 1955.

Землетрясения Якутии в 1962 г.

№ п/п	Число	Момент возникновения		Координаты эпицентра			Район
		ч.	м. с.	φ° N	λ° E	K	
1	2	3	4	5	6	7	
Январь							
1	7	14	45	01	56,5	121	Северный Дырындинский хребет
2	19	00	42	36	56,5	121	То же
3	22	17	29	15	58,4	121,2	Олекмо-Чарское нагорье
4	28	16	34	44	54,7	124,2	Севернее хр. Янкан
5	30	05	52	17	55,0	124,5	Севернее хр. Чернышева
Февраль							
6	8	21	24	57	55,2	120,1	Олекминский Становик к северу от Тунгарского хр.
7	12	04	59	16	56,7	121,1	Район Северного Дырындинского хребта
8	21	14	23	36	56,4	124,0	Северный Дырындинский хребет
9	22	13	29	04	55,4	122,2	Севернее хр. Китем-Юннал
10	24	18	32	47	55,7	122,9	Район хр. Китем-Юннал
11	25	23	52	26	56,5	121,2	Севернее Дырындинского хребта
12	26	03	54	53	57,5	135,5	Район Нельканских гор
13	04	56	57	56,7	121,5	121,5	Район Севернее Дырындинского хребта
14	28	01	02	43	56,5	121,0	Северный Дырындинский хребет
Март							
15	4	05	29	43	57,4	120,5	Район хр. Улока
16	5	14	34	54	57,5	121,3	Олекмо-Чарское нагорье
17	7	09	17	04	56,6	121,1	Северный Дырындинский хребет
18	11	18	51	41	56,6	121,2	То же
19	13	16	33	16	56,6	121,0	» »
20	23	02	26	39	56,5	121,0	» »
Апрель							
21	2	11	54	16	57,0	122,9	Севернее Станового хребта
22	3	23	26	39	56,5	121,0	Северный Дырындинский хребет
23	11	07	21	56	55,6	120,5	Район Южного Дырындинского хребта
24	10	44	27	27	55,7	120,5	То же
25	15	21	48	02	56,6	123,8	Хр. Зверева
26	19	05	36	47	56,4	120,9	Северный Дырындинский хребет
27	23	16	10	10	69,5	138,3	Хр. Иргычанский
28	21	00	39	27	56,5	121,0	Северный Дырындинский хребет
Май							
29	20	23	45	24	55,6	129,6	Район Станового хребта
Июнь							
30	6	08	04	26	57,4	125,6	Алданское нагорье
31	17	45	33	33	54,2	121,1	Район Черомного хребта
32	18	49	58	58	56,6	120,8	Северный Дырындинский хребет
33	27	13	46	11	57,0	132,5	Хр. Лурикан
34	28	12	52	03	54,6	123,5	Хр. Янкан
35	22	13	58	58	56,5	121,1	Северный Дырындинский хребет
36	30	22	16	40	55,8	121,4	Район Южного Дырындинского хребта
Июль							
37	1	11	16	56	54,3	121,8	Северный Дырындинский хребет
38	16	16	59	04	55,9	128,3	Район Урушинского хребта
39	19	04	33	55	56,6	125,5	Становой хребет
40	22	04	52	04	57,0	124,1	Район хр. Зверева
41	23	11	02	19	67,9	141,1	Район Алданского нагорья
42	24	09	16	53	56,4	124,3	Южнее Томмотского массива
43	30	01	01	59	56,5	120,9	Северный Дырындинский хребет



Фиг. 1. Карта эпицентров землетрясений Якутии за 1962 г.  
1 — M=6-6 1/4; 2 — M<4; 3 — скопление эпицентров (29 землетрясений); 4 — сейсмические станции; 5 — районы возможных землетрясений

Сейсмические станции оборудованы высокочувствительной аппаратурой, кроме того на станциях Якутии и Тикси установлены приборы общего типа (СВК и СГК). Существующее в 1962 г. расположение сейсмических станций (фиг. 1) обеспечивает определение положения эпицентров землетрясений с  $K \geq 9$  только на юге Якутии. На огромной площади центральной и северной Якутии расположены только три сейсмические станции Якутск, Тикси и Аммональная, расстояние между которыми 800—1100 км. Такое расположение станций обеспечивает определение эпицентров землетрясений на этой площади с  $M=4-4\frac{1}{2}$  ( $K \sim 12$ ). В результате обработки наблюдений перечисленных выше сейсмических станций за 1962 г. (до 10 октября) было определено положение эпицентра для 63 землетрясений. Основные данные об этих землетрясениях: время возникновения, координаты эпицентра, энергетический класс  $K$  и название района, где произошло землетрясение, приведены в табл. 1. Так как для районов центральной и северной Якутии положение эпицентров по данным наблюдений стационарных сейсмических станций определяется для землетрясений с  $K \geq 11-12$ , поэтому для сейсмических станций Аммональная и Тикси в табл. 2 и 3 приведены некоторые данные о слабых землетрясениях, записанных отдельными станциями, а именно, время возникновения землетрясения, расстояние до эпицентра и там, где это возможно, приближенно указан район землетрясения. В некоторых случаях, когда эпицентральное расстояние определить было трудно, в таблице указывалось только время вступления волны  $P$ .

Из табл. 1 и карты эпицентров (фиг. 1) видно, что основное количество определенных эпицентров падает на южную часть Якутской зоны — Южный и Северный Дырындинские, Становой и Зверева хребты.

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
А в г у с т						
44	6	08 33 58	57,2	124,9	Становой хребет	
45	8	16 38 09	54,3	126,0	Хр. Тукурингра	
46	9	13 55 56	54,9	125,9	»	
47	13	13 16 06	55,2	123,6	Джелтулинский Становик	
48	17	14 31 58	56,5	124,1	Северный Дыряндинский хребет	
49	22	19 27 10	57,3	120,5	Становой хребет	9-10
50	23	06 57 31	56,8	124,1	То же	
51	24	13 57 31	56,8	124,1	Становой хребет	
52	28	19 00 54	56,6	122,0	Южнее хр. Удукан	9
53	30	18 04 30	56,7	120,6	Северный Дыряндинский хребет	
54		21 52 37	56,5	124,0		
С е н т я б р ь						
55	2	11 21 07	54,3	124,4	Хр. Янкан	9-10
56		11 22 09	54,8	124,9	Севернее хр. Тукурингра	
57	5	07 09 47	56,6	121,0	Северный Дыряндинский хребет	
58		09 21 07	56,5	121,3	То же	
59	6	19 33 39	56,5	121,0	»	
60	10	18 14 01	56,5	121,0	»	
61	15	04 48 33	57,8	120,4	Олекмо-Чарское нагорье	
О к т я б р ь						
62	9	10 12 42	56,3	121,3	Северный Дыряндинский хребет	
63	10	17 52 26	56,3	121,1	То же	

Отражая приблизительно современное пространство названных хребтов по югу Якутии из Прибайкалья протягивается зона повышенной сейсмической активности, генетически связанная с серией глубинных тектонических разрывов. Заложенная, очевидно, в меловое время эта зона разрывов, постоянно обновляясь, живет до настоящего времени и образует структурный шов, ограничивающий Сибирскую плиту форму от складчатых областей. Эпицентры в пределах указанной зоны подтверждают высказанное ранее (1958 г.) предположение о неразрывной связи сейсмичности юга Якутии и Прибайкалья, об единой сейсмоактивной полосе от Байкала до Джугджура и Сетге-Дабана, включающей в себя впадины байкальского типа.

Особый интерес представляет скопление эпицентров (29) в районе с координатами  $\varphi = 56^{\circ} - 56^{\circ} 7' N$  и  $\lambda = 120,5^{\circ} - 121^{\circ} 5' E$  (на карте показано двойным кружком). Как известно, здесь в январе и сентябре 1958 г. произошло два довольно крупных землетрясения: Олекминское и Нюкженское. К сожалению до последнего времени эта зона была «без присмотра», и, несомненно, интересный материал пропал. Открытая неподалеку от этой зоны временная станция Усть-Нюкжа сейчас непрерывно продолжает регистрировать землетрясения.

Остальные эпицентры юга Якутии показывают на несомненную связь землетрясений с разрывами: в определенных участках по расположению эпицентров можно практически трассировать разрывы. В основной своей массе это сравнительно небольшие толчки со значением энергии в  $10^{16} - 10^{18} \text{ эрг}$  ( $K=9-11$ ).

Наиболее сильное землетрясение в Якутии в 1962 г. произошло в районе Иргичанских гор 19 апреля. По данным «Бюллетеня сети сейсмических станций СССР» это землетрясение имело магнитуду  $M=6-6\frac{1}{4}$ , глубину очага порядка  $15-20 \text{ км}$  и координаты  $69,5^{\circ} \text{ с. ш.}$

Таблица 2  
Ближние землетрясения, зарегистрированные сейсмической станцией Аммональная с 1 января по 10 октября 1962 г.

№ п/п	Число	Момент возникновения, ч. м. с.			Δ, км	Примечание
		1	2	3		
1	12	15	29	09	230	Январь
2	2	08	05	21	766	Февраль
3	14	10	37	11	355	
4	17	19	55	19	720	
5	18	12	35	38	165	
6	25	22	57	19	310	
7	27	14	20	26	210	
8	1	00	30	32	240	
9	2	10	21	46	540	Апрель
10	14	04	15	24	410	
11	1	15	13	58	625	
12	2	09	21	56	600	Май
13	3	12	27	50	610	Эпицентральная область землетрясения 19 апреля
14	6	18	04	26	845	
15	6	06	56	05	610	
16	40	04	43	(02)	610	
17	11	01	31	06	722	
18	21	09	16	28	220	
19	7	06	37	33	166	Июнь
20	21	05	51	130		Верхоянский хребет
21	41	16	50	51	266	
22	15	12	12	47	200	
23	19	28	17	03	865	
24	3	16	03	56	344	Июль
25	12	11	43	38	610	Район Иргичанского хребта
26	16	09	36	22	155	
27	18	13	40	13	189	
28	22	15	17	09	170	Район Иргичанского хребта Томмотский массив (записано в Якутске и Тикси)
29	23	00	04	(02)	588	
30	24	11	02	18	370	
31	25	22	30	53	178	Август
32	25	01	42	14	433	
33	26	11	46	24	166	
34	16	00	26	19	133	
35	24	19	42	45	277	Сентябрь
36	3	05	14	54	110	
37	14	13	41	49	290	
38	18	19	43	17	155	
39		23	42	16	270	Октябрь
40	19	18	37	26	178	
41	10	00	40	23	280	

Близкие землетрясения, зарегистрированные сейсмической станцией Тукси 1962 г.

№ п/п	Число	Момент возникновения		Δ, км	Примечание
		ч.	м. с.		
1	11	04	54 55	4	5
2	19	14	45 57		
3	22	21	45 48		
4	14	01	53 36		
5	19	09	27 04		
6	4	09	24 49		
7	19	23	53 38		
8	20	00	56 26		
9		02	47 49		
10		08	48 04		
11		14	54 58		
12		15	58 19		
13		16	48 54		
14	21	21	22 40		
15	23	21	28 33		
16	2	09	24 53		
17		12	27 44		
18	3	18	04 24		
19	6	06	55 56		
20	10	04	42 25		
21	22	23	15 18		
22	23	04	10 01		
23		01	58 25		
24	26	12	06 33		
25	31	05	33 43		
26	1	20	17 08		
27	19	18	47 04		
28	27	01	53 59		
29	10	22	54 23		
30	12	11	43 36		
31	23	00	03 51		
32	22	11	45 42		
33	30	17	48 00		
34	7	19	20 05		
35	24	08	09 49		
36	5	21	50 53		
37	3	00	24 36		
38		00	23 03		

и 138,2° в. д. Оно было записано большим числом станций Советского Союза. Наибольшая дальность регистрации—6010 км (станция Горис).

Используя данные наиболее близких станций, нами было проведено переопределение положения эпицентра этого землетрясения методами засечек и гипербол по скорости, определенной ранее В. М. Кочетковым [1],  $V_p=8,13$  км/сек. Эпицентр определен координатами  $\varphi=69^{\circ}20'$  с. ш. и  $\lambda=138^{\circ}30'$  в. д.

Используя известную формулу В. Н. Шебалина [4], связывающую балльность, интенсивность и глубину землетрясения  $I_0=1,5M-3,5lg h+3,0$ , получим, что в эпицентре землетрясения при  $h=15-20$  км сила сотрясения должна быть равна 7,5—8,2 балла. При этом энергия землетрясения равняется 10<sup>21</sup> эрг.

Район землетрясения весьма слабо населен (ближайший поселок Депутатский находится в 70—75 км юго-восточнее эпицентра), поэтому макросейсмические сведения поступили к нам только из четырехнадцати пунктов.

Геолог Е. Г. Проценко, находившийся в момент землетрясения на улице поселка Депутатский, рассказывает, что неожиданно почувствовал довольно сильный толчок, вслед за этим показалось, что земля уходит из-под ног, волнообразно двигаясь. Он обратил внимание на то, что телеграфные столбы качаются; состояние его было похоже на то, какое ощущает человек, когда самолет падает в воздушную яму. Передвижение стало неловким. Был слышен глухой подземный гул. З. М. Удалова добавляет к этому, что дома во время землетрясения дрожали, угрожало дребезжание стекла в окнах, мелкие предметы двигались с мест, сильно качались лампы. По ее словам все это длилось 8—10 сек. Люди выбежали на улицу в испуге. Очевидно, здесь мы имеем дело с 6—7 балльным сотрясением (см. [6]).

Землетрясение сильно ощущалось в пос. Сайбык, расположенном в 75—80 км к югу от эпицентра. В домах скрипели полы и потолки, открывались двери, раскачивались висячие предметы. Люди в испуге выбежали на улицу. Г. Н. Юшанов пишет, что сильно дребезжали перегородки в доме, землетрясение было замечено всеми. Слышался подземный гул, напоминающий два глухих подземных взрыва, сопровождаемых уходящим гулом. Повреждений обнаружено не было (да и трудно было искать повреждения в малых нештукатуренных домах). Здесь мы оцениваем силу сотрясения в 6 баллов.

На северо-запад от эпицентра в местечках Усть-Куйга, Киров, Семен-Кель землетрясение ощущалось приблизительно одинаково с силой в 5 баллов, но расстояния от этих мест до эпицентра уже значительно (130—150 км).

Вот как описывает землетрясение И. Р. Рожин из пос. Казачье (160 км от эпицентра): «Люди в испуге выходили из домов, скрипела мебель, колебались висячие предметы. Продолжалось землетрясение около 7 сек. Был слышен подземный гул». Землетрясение было замечено также и в районе горы Кундулук в 45 км от Кирова. В Усть-Куйге по словам М. С. Козловой, двигались с места домашние предметы, слышался гул, похожий на звук работающей автомашины.

Ощущалось землетрясение в Янском, Сысыталадыре на Селеняхе, в стойбищах на р. Чондон, в Усть-Яне, Тумаре и других местах. Анализ всех имеющихся данных показывает, что сотрясение от землетрясения распространялось с большей силой в северо-западном, чем в юго-восточном направлении, и вообще было распространено по площади неравномерно. Так, одинаковую силу сотрясения мы видим в Уянди (100 км на восток) и в Казачьем (160—170 км на северо-запад), в то же время восточнее Уянди (150 км к востоку от эпицентра) землетрясения не ощущалось.

Серия других разломов, грубо параллельных первым двум, усугубила это положение, также заэкранировав распространение колебаний. Площадь, охватываемая изосейстами 7—8 баллов, равна 3000 км<sup>2</sup>, шестибальная изосейста ограничивает площадь приблизительно в 20 000 км<sup>2</sup>. Общая площадь, охватываемая изосейстами, составляет 46—48 тыс. км<sup>2</sup>.

Землетрясение сопровождалось многочисленными повторными толчками (афтершоки), отмеченными на сейсмических станциях Тикси и Аммональная (см. табл. 2). Так, сеймостанция Тикси в течение 20 час записала 18 афтершоков. Повторные толчки регистрировались обеими станциями приблизительно в течение месяца. Отдельные толчки с энергией в 10<sup>16</sup>—10<sup>18</sup> эрг были записаны в Тикси и Аммональной 12 и 23 июня.

Землетрясение 19 апреля еще раз подтвердило правильность наших выводов [1—3] о повышенной сейсмической активности горных цепей, окружающих Средний Колымский массив.

Кроме описанного выше землетрясения 19 апреля в центральной и северной Якутии в 1962 г. был определен эпицентр только одного землетрясения с  $K=10-11$ , которое произошло 23 июля на расстоянии ~200 км к юго-востоку от эпицентра землетрясения 19 апреля. В то же время анализ записей землетрясений сейсмическими станциями Аммональная и Тикси (табл. 2) позволяет судить о вероятных местах расположения эпицентров землетрясений, записанных отдельными станциями (на карте (фиг. 1) районы возможных землетрясений заштрихованы).

По-прежнему наиболее сейсмичными оказываются ранее выделенные участки: побережье моря Лаптевых между устьями рек Лены и Яны (этот участок уверенно продолжается на север в арктические воды), зона цепей Черского, хребет Сеттэ-Дабан и южное обрамление Алданского щита.

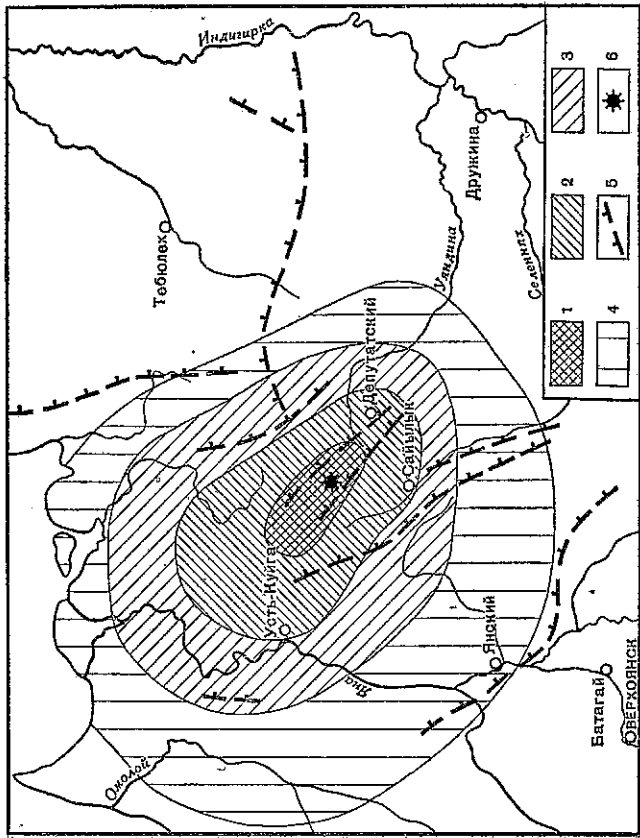
С сожалением приходится констатировать, что благодаря чрезвычайно редкой сети сейсмических станций из нашего поля зрения уходят многочисленные слабые толчки Верхоянья, Черского и других мест Якутии.

Наглядным примером резкого «возрастания землетрясений» с увеличением числа станций является Становой хребет. Поэтому первая задача в Якутии — создание широкой сети региональных высокочувствительных станций.

В заключение автор выражает свою благодарность В. А. Оконешникову, проделавшему большую работу по систематизации макросейсмического материала о землетрясении 19 апреля 1962 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Кочетков. Результаты обработки инструментальных данных при землетрясениях 5 января и 14 сентября 1958 г. — Геология и геофизика, 1960, № 6.
2. В. М. Кочетков. О сейсмическом районировании территории Якутии. — Геология и геофизика, 1962, № 12.
3. В. М. Кочетков. Землетрясения Якутской активной зоны в 1962 г. (в печати).
4. Н. В. Шебалин. Соотношение между балльностью и интенсивностью землетрясений в зависимости от глубины очага. — Бюлл. Совета по сейсмологии, 1957, № 6.
5. Бюллетень сети сейсмических станций СССР, 1962, № 4.
6. Сейсмическая шкала Института физики Земли АН СССР, 1961.



Фиг. 2. Карта изосейст землетрясений 19 апреля 1962 г. Составил Оконешников

Зона (в баллах): 1—7—8, 2—6, 3—5; 4—разлом; 5—эпицентр

Землетрясение не было замечено в Дружине (300 км), Тобюляхе (230 км) и Батагае (250 км), расположенных юго-восточнее, севернее и юго-западнее эпицентра, а в Усть-Янске, расположенном на 200—210 км северо-западнее, землетрясение ощущали с силой в 4—5 баллов.

Создается впечатление, что основная сила толчка распространилась именно в северо-западном направлении и сотрясение приблизительно одинаковой пятибалльной силы охватило значительные площади.

На приводимой карте изосейст (фиг. 2) показаны зоны сотрясений определенной балльности (эпицентр землетрясения, определенный по инструментальным данным; показан звездочкой). Здесь же нанесены зоны глубинных тектонических разломов, с развитием которых можно достаточно уверенно связать как возникновение самого землетрясения, так и особенности распределения зон балльности на площади.

Главные разломы расположены вкост простирания мезозойской и палеозойской складчатости, что, очевидно, увеличило напряжения в приразломной зоне. Более того, землетрясение произошло в пределах молодой, четвертичной впадины, приуроченной к двум длительно развивавшимся разломам (они отчетливо выделяются по цепям меловых интрузий в Иргичанском и Селеняхском хребтах) и расположенной дискордантно по отношению к мезозойскому складчатому основанию. Происходит перестройка более древнего мезозойского структурного плана, при этом движения по разломам в настоящее время заметно активизированы.

Разломы, ограничивающие впадину при землетрясении, сыграли роль экранов, задержав распространение колебаний к северо-востоку, юго-западу и внутрь образованного ими острого угла на юго-востоке. Основная сила сотрясения, таким образом, получила свободный выход в северо-западном направлении, чем и объясняется, что наиболее сильные ощущения землетрясения были в этом направлении.