

АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ

Е. И. БЮС

**СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ЗАКАВКАЗЬЯ**

Часть III

К ВОПРОСУ О ХОДЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
В ЗАКАВКАЗЬЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР
Тбилиси—1955

АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ

Е. И. БЮС

заслуж. деят. науки Грузинской ССР

СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАКАВКАЗЬЯ

Часть III

К ВОПРОСУ О ХОДЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
В ЗАКАВКАЗЬЕ

11615-

Издательство Академии Наук Грузинской ССР

ТБИЛИСИ — 1955



Редакторы: А. В. Бухникашвили
А. Д. Цхакая

Предисловие

Первая и вторая части «Сейсмических условий Закавказья» были посвящены макросейсмическим материалам Закавказья по 1950 г., распределению их по пунктам, где и как были замечены землетрясения, и вопросам сейсмогеографии Закавказья. Была рассмотрена картина распространения отдельных сильных землетрясений, величина площадей плейстосейстовых областей последних и дана макросейсмическая карта Закавказья по признаку силы землетрясения. Был приведен список эпицентров землетрясений Закавказья, с учетом инструментальных наблюдений.

В первом разделе настоящей третьей части названного труда рассматривается вкратце, в первом приближении, вопрос о глубине залегания очагов кавказских землетрясений. Следует заметить, что глубина очага является тем элементом землетрясений, который в настоящее время наименее обеспечен в смысле точности определения его, и поэтому автор рассматривает полученные по этому вопросу результаты как предварительные, которые в дальнейшем будут уточнены и дополнены. Но и как предварительные данные они представляют определенный интерес. Намечается для некоторых сейсмоактивных участков Кавказа некоторая преобладающая средняя глубина очагов макро-землетрясений.

Второй раздел дает очерк макросейсмической жизни Закавказья на основе имеющихся материалов. Иллюстрирован очерк 22 последовательно во времени расположеннымми схемами.

В третьем разделе рассматривается вопрос о ходе сейсмической активности в Закавказье. Сделана попытка обнаружить общую линию такого хода, если она имеется. Даны результаты исследования. В этом же разделе автор остановился еще на случае (1928 г.) сейсмической активности Средиземноморской геотектонической полосы и миграции, в связи в этом, эпицентров землетрясений в Закавказье, и также на выявлении хода сейсмической активности по средней меридиональной полосе Грузии.

Четвертая часть «Сейсмических условий Закавказья» будет посвящена вопросам энергетического режима землетрясений Закавказья.

Автор.

I.

О ГЛУБИНАХ ЗАЛЕГАНИЯ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ЗАКАВКАЗЬЕ

В основу исследования тех вопросов сейсмичности Закавказья, которым была посвящена вторая часть «Сейсмических условий Закавказья» [1, 2], легли макросейсмические материалы первой части названного труда и макросейсмические наблюдения за последующие 7 лет. Были также использованы некоторые результаты обработки инструментальных наблюдений, произведенных на сейсмических станциях Кавказа, при этом в расположении автора были сейсмограммы станций Тбилиси, Гори, Боржоми, Абастумани, Зугдиди и материалы других кавказских станций, опубликованные в сейсмических бюллетенях. Рассматривались макросейсмические элементы закавказских землетрясений, интенсивность их проявления, частота, расположение эпицентров, но в работе почти совсем не затрагивался вопрос о глубине залегания очагов.

Имеется мало данных по этой глубине. Следует заметить, что сейсмологи встретились при определении этого элемента для местных и близких землетрясений вообще с большими затруднениями, связанными и с точным нахождением эпицентра. Трудности вызваны не только вопросами методики определения этого элемента, но и геологическими условиями района местонахождения очага землетрясения, а также широким диапазоном реальных глубин, твердо установленным в последние десятилетия. Значительны эти затруднения и при обработке инструментальных наблюдений на Кавказе.

Территория Кавказа занимает пространство в 400 тысяч квадратных километров. На разных его участках имеются активные сейсмические очаги. Рельеф и геологическое строение на этом пространстве чрезвычайно разнообразны и сложны. Высокие горные сооружения, сложенные из ряда хребтов и отрогов разной высоты, формы, направления и строения, местами представляющие высокогорные плато, сменяются депрессиями, равнинами — степями. Грандиозные линии разломов явных или скрытых, сбросы и депрессии характерны для ряда областей Большого и Малого Кавказа. Имеются участки Малого Кавказа, раздробленные разрывами и сбро-

сами, представляющие мозаику глыб. Наряду с хребтами, сложенными из кристаллических пород, существуют большие поля-плато с мощными лавовыми покровами.

Сложной картине рельефа и наблюдаемому строению Кавказского перешейка соответствует, естественно, еще более сложная система скрытых подземных геологических структур.

Такая сложная картина геологических условий говорит о большом разнообразии физических свойств горных пород, о быстрой смене этих свойств при переходе с одного района в другой. Меняются свойства, мощность, положение пластов горных пород, меняются в связи с этим скорости пробега и пути распространения сейсмических волн. Вследствие этого не может быть единого для всего Кавказа годографа разных сейсмических волн: каждому геологическому району свойствен свой годограф. Но глубина очагов бывает разная, поэтому годографы требуется построить и для разных глубин залегания очага, начиная с поверхностных.

Исходным материалом для определения служат сейсмографические наблюдения, сделанные современными приборами определенных типов и чувствительности, полученные из ряда сравнительно близко друг к другу расположенных пунктов. Тогда могут быть уловлены и слабые землетрясения из неглубоких, поверхностных очагов. Без наблюдения таких землетрясений не может быть надежно определена геологическая обусловленность известной группы землетрясений от конкретных тектонических структур.

Вообще на Кавказе нужна более густая сеть сейсмических станций, чем имеется здесь в настоящее время. Дальнейшие, более эффективные методы обработки позволят при более густой сети определить эпицентры землетрясений и глубины залегания очага более достоверно и точно.

До организации инструментальных сейсмических наблюдений в распоряжении исследователя были только макросейсмические данные. Они давали возможность, в случае достаточной их полноты, определить для разрушительных и более значительных землетрясений географическое положение эпицентра по расположению и форме первой изосейсты, окаймляющей плейстоизосейстовую зону. Было замечено, что картины сглаженных изосейст могут сильно различаться между собою, как по общей форме, так и по размерам. Правильно было указано на зависимость общего вида изосейст от формы очага, на зависимость числа их от силы землетрясений. Правильно было также заключение о зависимости различия и закономерности возрастания взаимного расстояния между последующими смежными сглаженными изосейстами от глубины очага землетрясения; теоретически оно было обосновано при некоторых допущениях [3].

Рядом исследователей предложены разные формулы, которые дают возможность определить глубину залегания очага землетрясения; получается значение, конечно, приближенное, ориентировочное, правильнее — порядок

величины глубины. Некоторыми авторами формул был учтен факт поглощения энергии сейсмических волн средой и приближенно установлен коэффициент поглощения, другие его игнорировали. Подробнее об этом автор говорит в работе [4], посвященной черноморскому землетрясению 21. X. 1905 г.

Нельзя отрицать значения макросейсмического метода определения глубины (ориентировочной) фокуса в тех случаях, когда этот метод является единственным применимым. Следует заметить, что проведенные в некоторых случаях сличения, «макросейсмических» и на основе инструментальных наблюдений, найденных глубин, не давали большого расхождения, порядок во всяком случае сохранялся. Например, для Табацкурского землетрясения 7.V.1940 г. макросейсмика дала для глубины $h = 18$ км, по инструментальным наблюдениям получено $h = 16-20$ км [5], для Ахурянского землетрясения по макросейсмике $h = 26$ км, по инструментальным данным выведено $h = 32$ км [6].

При наличии инструментальных наблюдений отпадает необходимость применения макросейсмических данных для определения h . Однако, при этом не лишены интереса результаты макросейсмических определений. Е. Бюс писал в 1941 г. [4]: «мы считаем желательным определить по формуле Kövesligethy из макросейсмических наблюдений значение коэффициента r и в том случае, когда будут известны приемы более точного определения h из инструментальных записей. Если в разных местах будут обнаружены свои значения r , которые подтвердятся рядом местных землетрясений, это укажет на различие в физических свойствах земной коры на данном участке, может указать на особенности их геологических и тектонических условий». Позже, в 1950 г. по вопросу значения макросейсмики Е. А. Розова [7] писала: «Мы считаем, что теперь, когда глубина залегания фокуса землетрясения может быть более точно определена по сейсмическим данным, изучение изосейст должно быть направлено для других целей, а именно: на основании знания глубины залегания очага землетрясения, найденного по инструментальным данным и сопоставлению макросейсмических сведений, полученных с мест при каждом сильном землетрясении, нужно выявлять особенности геологической структуры отдельных районов и особенности очагов и процессов в очаге при различных землетрясениях».

Первое определение глубины фокуса землетрясения на Кавказе было сделано А. Михалевским [8] для землетрясений ахалкалакского 31. XII. 1899 г. и карталинского (горийского) 20. II. 1920 г. и для обоих землетрясений найдена глубина $h = 16$ км. Затем для разных землетрясений макросейсмически глубину определяли Е. Розова [9], Е. Бюс [4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 25], Т. Лебедева [10, 17, 18, 19, 20], А. Левицкая [21], А. Цхакая [13, 23, 24], Л. Варданянц [22], причем последний, не без основания,

считает все глубокофокусные данные (глубины свыше 100 км до 250 км) у Розовой ошибочными, а данные о глубине некоторых других землетрясений завышенными. Но следует заметить, что данные глубин землетрясений последней группы у Розовой и Варданянца все же одинакового порядка, как видно из следующих примеров. Для разрушительных землетрясений шемахинского 1902 г. и занげзурского 1931 г. Розова находит глубины фокуса соответственно $h=24$, 26, Варданянц же $h=15$, 17. Если для этих двух землетрясений применять приближенную формулу Медведева [26], для обоих получается $h=20$ км, т. е. среднее между значениями Розовой и Варданянца. Для весьма сильного (VII б.) кубанского землетрясения Райко [27] склонен был оценить глубину фокуса, на основании инструментальной записи, в 50 км, по Розовой и Варданянцу $h=26$ км и $h=15$ км, применение формулы Медведева дает $h=32$ км и здесь последнее значение близко к среднему арифметическому трех предыдущих значений.

Четверть века тому назад Е. Бюс [28], занимаясь макросейсмическим определением положения эпицентров некоторых закавказских землетрясений, обратил внимание на различие в характере макросейсмической карты разных землетрясений. Он разделил закавказские землетрясения на два типа, условно назвав землетрясения первого типа «правильными», второго «неправильными». К первому были отнесены землетрясения, дававшие ясную макросейсмическую картину с ярко выраженной — по изосейстам — эпицентральной зоной, позволяющей более уверенно наметить положение эпицентра. К этому типу относятся, например, разрушительные землетрясения ахалкалакское 1898 г., шемахинские 1859, 1872, 1902 годов, горийское 1920 г. Но имели место и такие землетрясения, для которых затруднительно было по макросейсмическим данным найти эпицентр. Такими «неправильными» землетрясениями заметно сотрясается широкая область, напр. от района Казбеги до озера Севан и от г. Кутаиси до г. Кировабада. Интенсивность этих землетрясений не превышает 6—6 $\frac{1}{2}$ баллов, распространяется она на большую площадь; интенсивность с расстоянием убывает медленно, так что почти всю сотрясенную область можно принять за эпицентральную. Е. Бюс там же писал: «Нет видимой очерченной плейсто-сейсмовой области, есть комплекс очаговых линий или поверхностей, а может быть пространственный очаг, захватывающий несколько тектонических единиц-глыб. Все это заставляет предполагать, что и глубина очагов различна... Для «правильных» глубина... должна быть сравнительно небольшой... В случае же, «неправильных» землетрясений очаг лежит под конгломератом глыб и действует зараз на несколько глыб, захватывая большое пространство. В последнем случае, конечно, очаг лежит глубже».

Таким образом для землетрясений Кавказа были установлены два ряда глубин залегания фокуса землетрясений, глубин малых и больших.

Л. А. Варданянц [29] в 1935 г., в результате анализа кавказских землетрясений пришел также к выводу о наличии здесь двух групп землетрясений: первой, с ясно выраженным эпицентром, быстрым затуханием и более высокой балльности, и второй — «общих сотрясений», объясняя происхождение последних одновременным действием нескольких друг с другом связанных очагов. Глубина очагов землетрясений первой группы, по мнению Варданянца «лежат не глубоко и связаны с теми или иными тектоническими структурами сравнительно поверхностных слоев земной коры».

Затем, в 1939 г. вопрос о глубинах очагов кавказских землетрясений рассматривается Е. А. Розовой [9]. На основе инструментальных наблюдений Розова определила для 74 землетрясений глубину залегания очага, но полагает, что найденные ею значения следует рассматривать как первое приближение. Кроме того ею даются еще 15 «макросейсмических» эпицентров. Розова несогласна с представлением Варданянца об «общих землетрясениях» («концертах» землетрясений) и полагает, что все они являются глубокофокусными землетрясениями, при этом, подтверждением этого положения должны были служить найденные ею глубины залегания фокуса порядка 200—250 км, напр., тебердинского землетрясения 21. X. 1905 г.

Из всего этого вытекало, что землетрясения Кавказа имеют весьма широкий диапазон глубин (0—250 км). Однако, найденные тогда макросейсмически Розовой значения больших глубин оказались ошибочными, как об этом уже сказано было выше. Варданянц в 1946 г. [29] уменьшил эти глубины до значения 50—120 км и считает на основе разбора данных Розовой и своих, что среднее значение глубин фокусов землетрясений второй группы не больше 70—90 км.

На совещании по сейсморайонированию Баку и Апшеронского полуострова (1949 гг. Баку) доклад Розовой был посвящен строению земной коры в районе Кавказа. В тезисе 4 доклада [30] говорится: «По данным предварительного подсчета около 68% кавказских землетрясений имеют свои очаги в поверхностном слое, т. е. на глубине 0—10 км; 21% землетрясений относится к категории нормальных, т. е. таких, очаги которых залегают на глубине от 11 до 50 км; 11% возникают на глубине от 60 до 150 км, т. е. они должны быть отнесены к категории глубоких». Тезис 5 гласит: «Анализ распределения очагов по их глубинам указывает на отсутствие горизонтальных фокальных поверхностей; этим Кавказ отличается от Средней Азии, в пределах которой подобные поверхности были в свое время выделены с достаточной определенностью».

Исследуя сейсмические условия Средней Азии, Розова в 1950 году [7] приводит — для сравнения — некоторые найденные ею данные кавказских землетрясений. Процентное соотношение, указанное в вышеприведенном

тезисе изменено следующим образом 68:25:7. Получается следующая табличка (числа первой и второй строки по данным Розовой).

Глубина (км)	0—10	11—60	60—300
Средняя Азия (в %)	24	38	38
Кавказ (1)	68	25	7
Кавказ (2)	13	49	38

Исходные материалы, приведшие к числам строки 2, нигде не опубликованы. Но помещена в работе фиг. 57, которая представляет проекции гипоцентров на вертикальные плоскости, проходящие через параллели Кавказа $\phi=39^\circ, 41^\circ, 45^\circ$. Мы поэтому сделали на названной фигуре подсчет числа случаев, и получили соотношения третьей строки таблицы. Они более близки к среднеазиатским, но с преобладанием нормальных глубин. Не могли быть учтены поверхностные очаги, так как они не указаны на фигуре, они вообще, очевидно, конкретно для соответствующих землетрясений не определялись, а только высказывалось предположение, на основании известных соображений, что эти землетрясения должны быть с незначительными глубинами залегания очага.

В указанной работе высказывается противоположная приведенному выше тезису 5 мысль, что «есть основание предполагать, что как в районе Кавказа, так и в районе Малой Азии имеются фокальные поверхности, на глубине примерно 100 км».

Из всего сказанного видно, что в литературе не дается ничего твердо установленного по этому элементу сейсмичности Кавказа. Вопросы о глубине залегания очагов землетрясений здесь, о пространственном распределении этих глубин, о наличии фокальных горизонтальных поверхностях требует дальнейших, более точных наблюдательных материалов и исследований.

Таким образом, степень достоверности найденной в разное время для некоторых кавказских землетрясений глубины залегания их очагов в большинстве случаев неопределенна и полученные данные следует пока рассматривать как весьма приближенные.

Но все же представляет известный интерес попытка получить — даже на основании этих имеющихся материалов — картину пространственного распределения локализованных очагов с целью выявления возможности наличия закономерностей при рассматривании географического их расположения.

Нами были извлечены из вышеуказанных опубликованных работ Е. Бюс, Л. Варданянца, Т. Лебедевой, А. Левицкой, Е. Розовой, А. Цхакая для ряда закавказских землетрясений, затем для другого ряда землетрясений из разных сейсмических бюллетеней [31, 32, 33] бывш. Сейсмологического института АН СССР, Бюллетеня сейсмической сети СССР.

Квартального сейсмического бюллетеня Института геофизики АН Грузинской ССР, данные о глубинах залегания очагов землетрясений Закавказья за последние тридцать лет. Были также учтены определенные автором эпицентры и глубины ряда землетрясений. Использованные данные указаны в приведенном списке. Следует отметить, что в список не помещены промежуточные очаги Розовой, приведенные на упомянутой фигуре 57, среди них и те, которые привели к предположению о наличии в районе Кавказа фокальной поверхности на глубине 100 км: материалы и данные о них не опубликованы. В список включены землетрясения 1899 г. (Ахалкалаки), 1902 г. (Шемаха), 1920 г. (Гори), т. к. для них глубина залегания очага также была определена (макросейсмически).

Список қавказских землетрясений, для которых указана глубина залегания очага

φ	λ	Года	Дата	Час	Мин.	Балл	h (км)	
о 1	о 1							
42—19	39—38	1935	19 января	00	50	VI	25	
43—07	41—34	1935	27 июня	12	47	V	25	
42—07	41—40	1941	17 июня	06	41	I	17	
42—06	41—44	1941	15 июня	18	06	I	14	
42—11	41—47	1941	15 июня	05	45	IV	15	
42—10	41—52	1941	17 июня	06	41	I	17	
42—13	41—55	1941	2 июля	21	51	V-VI	19	
42—08	41—55	1941	26 июня	15	39	IV	16	
42—06	41—56	1941	18 июня	20	21	I	15	
42—05	41—57	1941	29 июня	07	57	I	17	
42—10	42—00	1941	22 июня	23	22	I	16	
42—16	42—00	1941	11 июня	17	41	I	14	
42—16	42—01	1941	15 июня	08	40	I	17	
42—16	42—03	1941	20 июня	12	20	I	17	
42—15	42—03	1941	11 июня	14	02	IV	19	
42—15	42—03	1941	15 июня	02	27	I	15	
42—13	42—05	1941	14 июня	22	04	I	17	
42—16	42—06	1941	19 июня	02	58	I	15	
42—16	42—06	1941	16 июня	22	27	I	17	
42—18	42—07	1941	16 июня	00	58	I	16	
42—20	42—10	1941	11 июня	05	54	IV	19	
42—34	42—20	1941	13 июня	22	07	I	15	
42—30	42—32	1948	13 сентября	00	55	VI	16	
41—37	42—50	1940	12 мая	01	33	I	17	
—	40—58	43—00	1935	18 августа	09	00	I	50
—	42—32	43—09	1940	26 сентября	02	18	VII	2
—	40—21	43—20	1940	14 апреля	10	30	I	35
—	41—50	43—23	1934	2 июня	05	51	I	35
—	40—21	43—23	1938	19 мая	13	29	IV	25
—	40—21	43—24	1935	1 мая	10	25	I	40

φ	λ	Год	Дата	Час	Мин.	Балл	h (км)
0 1	0 1						
40—10	43—25	1938	14 ноября	11	55	IV	H
40—41	43—29	1935	1 мая	10	57	I	25
40—16	43—30	1938	14 ноября	12	07	I	H
40—19	43—30	1940	20 апреля	01	14	I	35
41—29	43—31	1935	5 августа	20	59	I	25
41—37	43—32	1899	31 декабря	10		VIII	16
41—46	43—34	1946	9 июня	16	29	IV	25
41—49	43—37	1940	23 мая	19	57	IV	17
41—49	43—37	1940	27 мая	12	22	I	17
41—49	43—37	1940	29 мая	08	09	VI	17
41—49	43—37	1940	23 июня	12	07	I	18
41—49	43—37	1940	23 мая	00	13	V	18
42—00	43—40	1940	23 мая	22	03	IV	16
41—52	43—41	1934	16 июля	10	35	I	38
41—03	43—42	1935	25 января	14	37	VI	30
41—12	43—42	1951	11 сентября	22	24	IV	25
41—04	43—42	1938	7 января	10	21	V	45
41—50	43—42	1940	6 июня	22	00	I	17
41—21	43—42	1940	1 июля	11	08	V	40
40—38	43—43	1926	22 октября	16	04	IV-V	5
41—14	43—43	1935	26 января	11	40	IV	20
41—42	43—43	1940	7 мая	23	43	V	21
41—42	43—43	1940	8 мая	01	37	I	17
41—46	43—43	1940	8 мая	04	35	I	16
41—42	43—43	1940	8 мая	09	29	I	17
41—42	43—43	1940	9 мая	01	48	I	18
41—42	43—43	1940	24 мая	19	12	IV	17
41—42	43—43	1940	27 мая	22	46	V	18
41—42	43—43	1940	4 июня	02	21	IV	17
41—42	43—45	1940	18 июня	23	55	I	17
41—42	43—43	1940	23 июня	12	43	I	17
41—42	43—43	1940	25 июня	09	18	V	18
40—41	43—44	1926	22 октября	16	44	VII-VIII	4
41—15	43—44	1937	13 января	01	37	III	H
40—02	43—45	1933	11 февраля	04	12	I	35
41—17	43—45	1936	15 октября	03	21	IV	H
41—48	43—45	1940	7 мая	22	24	VIII	17
41—48	43—45	1940	7 мая	23	22	IV	21
41—34	43—45	1940	8 мая	16	46	I	23
41—40	43—45	1940	11 мая	04	53	I	20
41—34	43—45	1940	12 мая	00	30	I	23
41—50	43—45	1940	20 мая	17	32	I	19
41—19	43—45	1940	10 июля	13	11	VI	H
40—43	43—46	1926	22 октября	19	59	VIII	6
41—43	43—46	1940	7 мая	22	43	IV	21
41—43	43—46	1940	8 мая	10	20	I	17

φ	λ	Год	Дата	Час	Мин.	Балл	h (км)
о 1	о 1						
41—34	43—46	1940	9 мая	03	01	V.	24
41—46	43—46	1940	10 мая	01	28	I	20
41—43	43—46	1940	20 мая	08	59	I	21
42—05	43—46	1940	23 мая	19	09	VI	18
41—40	43—47	1940	9 мая	08	54	I	23
41—46	43—47	1940	22 мая	12	38	I	16
41—40	43—47	1940	9 июня	18	07	I	19
41—10	43—48	1947	5 августа	12	49	I	35
41—43	43—49	1948	9 мая	00	08	VII	21
41—37	43—49	1940	11 мая	23	40	I	23
41—44	43—49	1940	12 мая	00	15	I	16
41—39	43—49	1940	22 мая	15	37	I	17
41—16	43—50	1938	9 июля	10	57	I	35
41—41	43—50	1940	11 мая	23	57	V	23
41—11	43—51	1938	6 января	22	41	V	45
41—21	43—53	1937	2 мая	21	18	IV	H
41—12	43—53	1938	6 января	21	41	V	45
41—05	43—53	1938	13 июля	19	55	IV	33
42—16	43—53	1950	12 сентября	20	11	I	35
41—33	43—54	1940	25 июня	09	22	I	18
41—07	43—58	1941	4 августа	01	13	I	30
42—06	43—58	1947	3 августа	03	55	I	35
41—15	44—00	1949	23 августа	22	00	I	35
41—18	44—00	1951	10 августа	18	06	I	18
41—14	44—02	1933	3 января	22	50	I	50
41—27	44—03	1940	10 февраля	07	10	IV	45
41—59	44—05	1920	20 февраля	11	45	VIII	16
40—35	44—05	1939	23 января	02	34	V	40
41—20	44—06	1938	11 июня	07	55	I	25
41—04	44—06	1938	12 января	20	19	V	30
41—19	44—09	1937	14 сентября	02	16	I	H
42—32	44—12	1947	12 января	06	52	I	25
42—07	44—13	1950	15 октября	11	12	I	30
41—07	44—17	1938	24 октября	11	50	IV	H
41—14	44—20	1937	4 января	20	48	VI	25
41—16	44—20	1938	7 января	21	27	V	40
42—45	44—20	1946	9 мая	19	49	VI	30
42—48	44—21	1947	10 июля	01	21	V	25
40—27	44—22	1949	3 июня	06	53	VII	30
42—37	44—22	1946	31 января	05	00	V	H
42—30	44—26	1949	17 ноября	19	32	IV	20
42—34	44—27	1947	2 января	03	45	V	25
41—20	44—32	1947	14 февраля	15	33	IV	60
42—36	44—33	1947	12 января	06	51	V	H
42—30	44—36	1947	3 января	01	47	V	25
42—48	44—36	1950	25 апреля	04	16	I	30

φ	λ	Год	Дата	Час	Мин.	Балл	h (км)
41-28	44-37	1933	24 августа	06	12	I	15
42-34	44-41	1947	28 февраля	23	28	IV	H
42-39	44-41	1947	19 мая	17	18	VI	H
42-31	44-42	1946	11 мая	00	28	IV	25
41-20	44-43	1937	13 января	03	00	V	H
42-27	44-43	1946	23 ноября	01	12	IV	20
42-33	44-44	1947	10 января	00	42	IV	H
42-31	44-45	1950	15 сентября	09	29	I	45
43-10	44-46	1939	6 июня	00	44	I	60
43-30	44-46	1939	26 июня	20	06	I	40
42-36	44-46	1947	28 февраля	23	03	V	30
42-31	44-51	1947	25 декабря	21	22	V	25
42-34	44-53	1946	30 июля	12	21	V	10
43-14	44-54	1939	18 октября	22	07	I	60
42-26	44-54	1950	7 марта	16	09	V	30
42-27	44-56	1950	7 марта	06	57	V	30
42-28	44-57	1947	15 августа	04	11	VII	30
42-28	44-57	1947	15 августа	04	59	IV	30
43-09	44-59	1946	12 июня	04	35	I	25
42-30	45-00	1951	10 августа	18	06	IV	30
40-12	45-01	1937	5 ноября	18	12	I	H
42-26	45-04	1946	30 июля	13	26	IV	10
41-36	45-17	1950	7 августа	10	56	VI	40
42-12	45-21	1946	24 сентября	22	03	V	30
42-59	45-30	1938	11 октября	22	32	V	H
42-55	45-35	1934	14 декабря	13	07	I	6
41-06	45-39	1936	27 мая	12	14	I	25
42-10	45-49	1948	5 марта	20	02	I	25
41-04	45-50	1936	14 декабря	10	05	I	H
38-55	46-00	1933	22 февраля	02	15	IV-V	10
43-06	46-00	1952	24 февраля	17	10	I	100
42-31	46-20	1938	7 января	17	46	IV	30
40-30	46-20	1938	21 декабря	12	24	VI	50
40-32	46-22	1942	19 сентября	07	27	VI	50
41-56	46-24	1948	29 июня	16	06	VII	60
42-24	46-26	1936	7 мая	21	31	I	60
41-30	46-26	1936	2 сентября	00	01	VII	H
41-30	46-26	1936	2 сентября	11	57	VI	H
39-18	46-30	1933	6 ноября	7	7	I	25
41-43	46-35	1936	2 сентября	13	12	VI	30
41-30	46-35	1936	8 октября	16	33	VI	H
42-23	47-45	1947	2 августа	02	59	I	60
42-15	47-50	1948	30 августа	21	42	VI	25
38-51	48-05	1933	16 апреля	06	55	I	15
40-19	48-08	1934	2 ноября	22	07	I	25
41-01	48-23	1937	2 октября	14	16	V	H

φ	λ	Год	Дата	Час	Мин.	Балл	h (км)
40—26	48—30	1934	8 июня	02	02	I	25
40—41	48—36	1902	13 февраля	09	39	VIII	15
42—14	48—48	1935	9 апреля	20	00	VI	155

79 землетрясений списка были весьма слабы и отмечены только сейсмографами, остальные 92 землетрясения распределяются по интенсивности следующим образом:

Баллы	IV	V	VI	VII	VIII
Количество	31	31	19	5	6

В некоторых случаях глубина отмечена как нормальная и принята равной 20—30 км.

Глубины колеблются в пределах от 2 до 155 км. Громадное большинство очагов (95% всего количества приведенных очагов) находилось в земной коре¹ и только 5% расположено было под корой. Поверхностные очаги встречались 8 раз, 2/3 очагов имело свое местоположение в верхней половине земной коры. Чаще всего найдены глубины 21 км—30 км (69 случаев), вообще же из глубин 11 км—30 км исходило не менее ¾ землетрясений. При этом очаги слабых, неощущенных, землетрясений преобладали в верхней половине этого пространства, «макросейсмические» же в нижней, среднее значение глубины всех очагов в этом интервале (11 км—30 км) 22 км.

Очаги под корой имели глубины залегания 60 км 6 раз (при силе 1 б., 1 б., 1 б., 1 б., 4 б., 7 б.), 100 км один раз (1 балл) и 155 км тоже один раз (6 б.).

Интересно отметить, что очаги восьмibalльных на Кавказе землетрясений последнего полувека находились в толще только верхних 20 км земной коры.

Следует отметить, что полный пересмотр старого наблюдательного материала слабых землетрясений с применением дальнейших более совершенных методов обработки, а также и новые более точные наблюдения будут способствовать выявлению как весьма поверхностных, так и глубокофокусных землетрясений, дадут более подробные данные об очагах на нижней границе земной коры и внесут ясность в вопрос о фокальных поверхностях.

¹ Мощность земной коры принята равной 50 км.

На основании вышеприведенных данных нами была составлена схема (фиг. 1), которая дает расположение перечисленных в списке землетрясений на Кавказе, с обозначением соответствующих глубин залегания очага и силы землетрясения. Чтобы не перегружать схему знаками, в целях большей наглядности глубины были разбиты на три группы с условными интервалами: (1—10) см, (11—40) см, >40 км. Глубина залегания отмечается размерами знаков для ощущенных населением землетрясений, размерами крестиков для слабых, неощущенных землетрясений. У значков третьей группы указана в км глубина. Для ощущенных землетрясений знак характеризует балльность землетрясения: квадрат — VIII, треугольник — VII, круг — III — VI.

На схеме, обнимающей указанный выше 30 летний период времени, ясно видно, что для рассмотренных землетрясений наибольшим баллом не соответствует наибольшая глубина залегания очага, скорее наоборот. Это показывает, что замечаемые на Кавказе наибольшие на поверхности земли колебания почвы обусловлены геологическими процессами, протекающими, вероятно, не в глубоких слоях земной коры или в субстрате, а в 20-километровой толще верхних слоев и связаны с тектоникой и структурными формами, которые могут местами найти отражение в структурных формах на поверхности¹. Конечно, интенсивность геологических процессов, протекающих в более глубоких слоях, естественно, многим больше, чем в очагах рассмотренных восьмибалльных землетрясений, но колебания проявляются на земной поверхности сильно ослабленными вследствие значительного поглощения энергии проходящих сейсмических волн средой и также, вследствие других причин.

На схеме выделяются некоторые области, где в значительной степени преобладают глубины некоторого определенного ограниченного диапазона, независимо от того какова сила проявления землетрясения, макро- или микросейсмическая, и когда землетрясение произошло.

Первая такая область западно-грузинская. Она занимает пространство Колхидской низменности, простирается между реками Ингури и Цхенисцхали до Мегрельского хребта. Здесь даны 23 глубины залегания очагов, в наибольшем числе случаев принадлежащие западно-грузинским землетрясениям — июньского роя землетрясений 1941 года [14]. Значения глубин варьируют в пределах 14—19 км. Среднее значение глубины залегания очагов в этой области 16 км. Некоторые геологические вопросы района в связи с упомянутыми землетрясениями рассмотрены в работе Е. Бюс и М. Рубинштейна [34].

Вторая область, триалетская, расположена в полосе между меридианами $\lambda = 43^\circ$ и $\lambda = 44^\circ$, на севере ограничена р. Курай, на юге она доходит

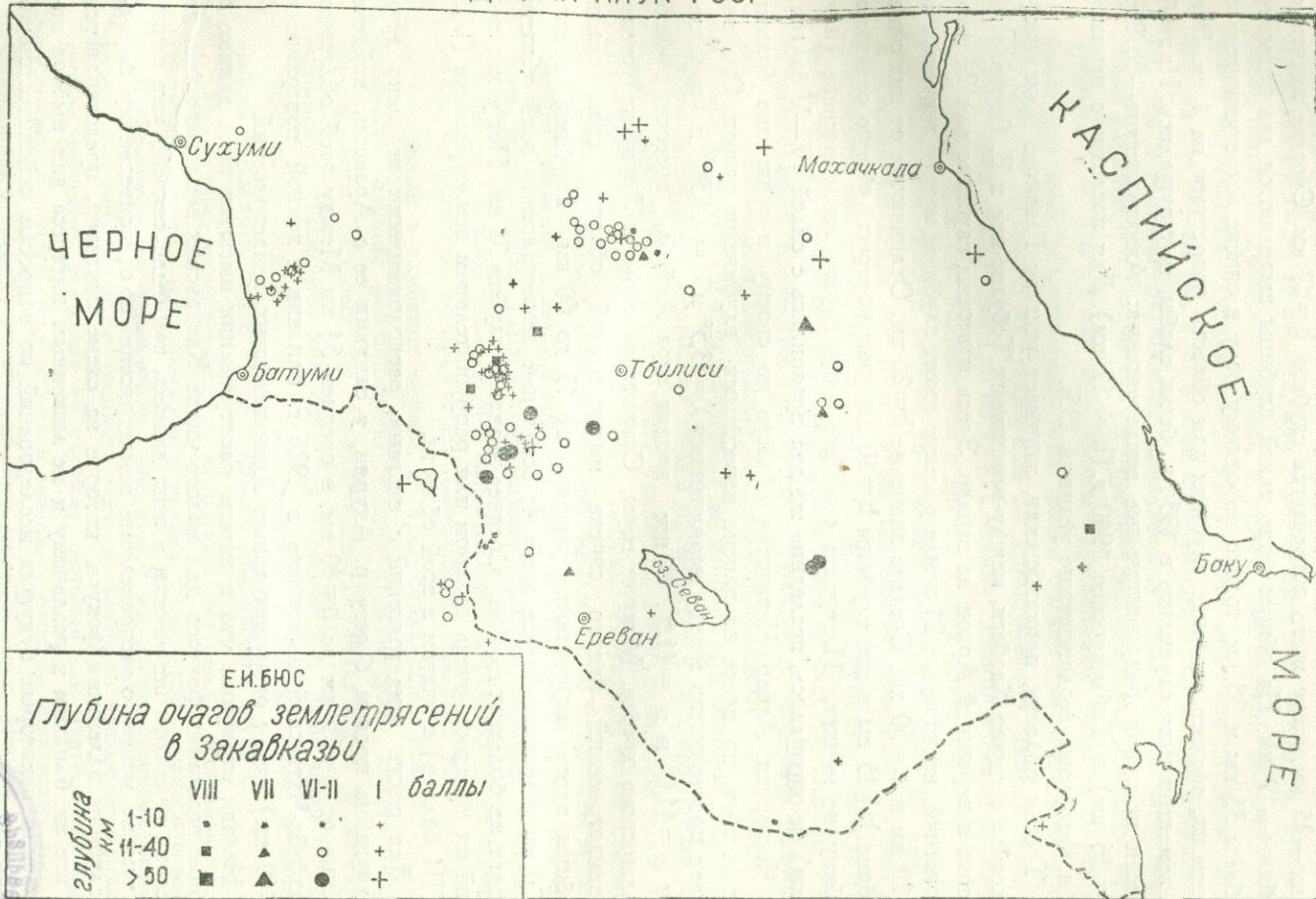
¹ Причины вызывающие эти процессы, могут лежать, конечно, гораздо глубже.

11615

13203

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР

2. Е. И. Бюс



Фиг. 1



до озера Тапаравани. В списке даны глубины залегания очага 37 разновременно происходивших землетрясений этой области, и меняется в пределах 16 км—25 км, чаще всего встречается глубина $h=17$ км. Среднее значение глубины—19 км. На общем фоне такой глубины выделяются две большие глубины 35 км и 38 км, только по одному разу в списке встретившиеся; с учетом их, среднее значение глубины для области возрастает на 1 км. Эти два землетрясения случились в 1934 г., были слабы, не ощущались. Из этой области исходили разрушительные землетрясения: Ахалкалакское—1899 г. ($h=16$ км) и Табацкурское 1940 г. ($h=17$ км). Для последнего выяснены и некоторые геологические условия [35].

Третья область, приказбеская, занимает участок Главного Кавказского хребта с горою Казбеги, между вершинами Тебулос-мта и Б. Барбalo на востоке и вершиной Архон на западе. Здесь известны глубины для 24 землетрясений, из которых 21 землетрясение имеет глубины между значениями $h=20$ км и $h=30$ км. Среднее значение $h=26$ км. Отличаются от них одна глубина $h=45$ км и две глубины $h=10$ км, учет которых общую среднюю глубину не меняет. Интересно отметить, что первое землетрясение ($h=45$ км) не ощущалось, последние же два проявились с силой IV—V баллов.

Четвертая Ахбаба-Чатахская область по своему протяжению больше первых трех, но менее их плотна известными глубинами очагов. Она занимает пространство между меридианами $\lambda=43,5^{\circ}$ и $\lambda=44,5^{\circ}$ и параллелями $\varphi=41,0^{\circ}$ и $\varphi=41,5^{\circ}$. В нее входят гора Ахбаба, восточная часть Чилдырского хребта, Мокрые горы, Сомхитские горы и Лорийская степь. 28 землетрясений нашего списка имеют в этой области свои очаги. Глубины здесь встречаются разные, от 15 до 60 км. Глубины очагов $h=20$ км и меньшее здесь всего 4; остальные землетрясения этой области исходят из больших глубин. Среднее значение глубин 32 км. Нет у нас сведений ни об одном очень сильном или разрушительном землетрясении (VII и VIII баллов) с очагом в этой области.

Для шести землетрясений с очагами, расположенными недалеко друг от друга на правом берегу р. Ахурян, у слияния ее с Араксом, найдена глубина от $h=25$ км до $h=40$ км, в среднем 31 км. Между этой областью и Ахбаба-Чатахской выявились в 1926 г. близкие к земной поверхности ($h<10$ км) очаги разрушительных Ленинаканских землетрясений.

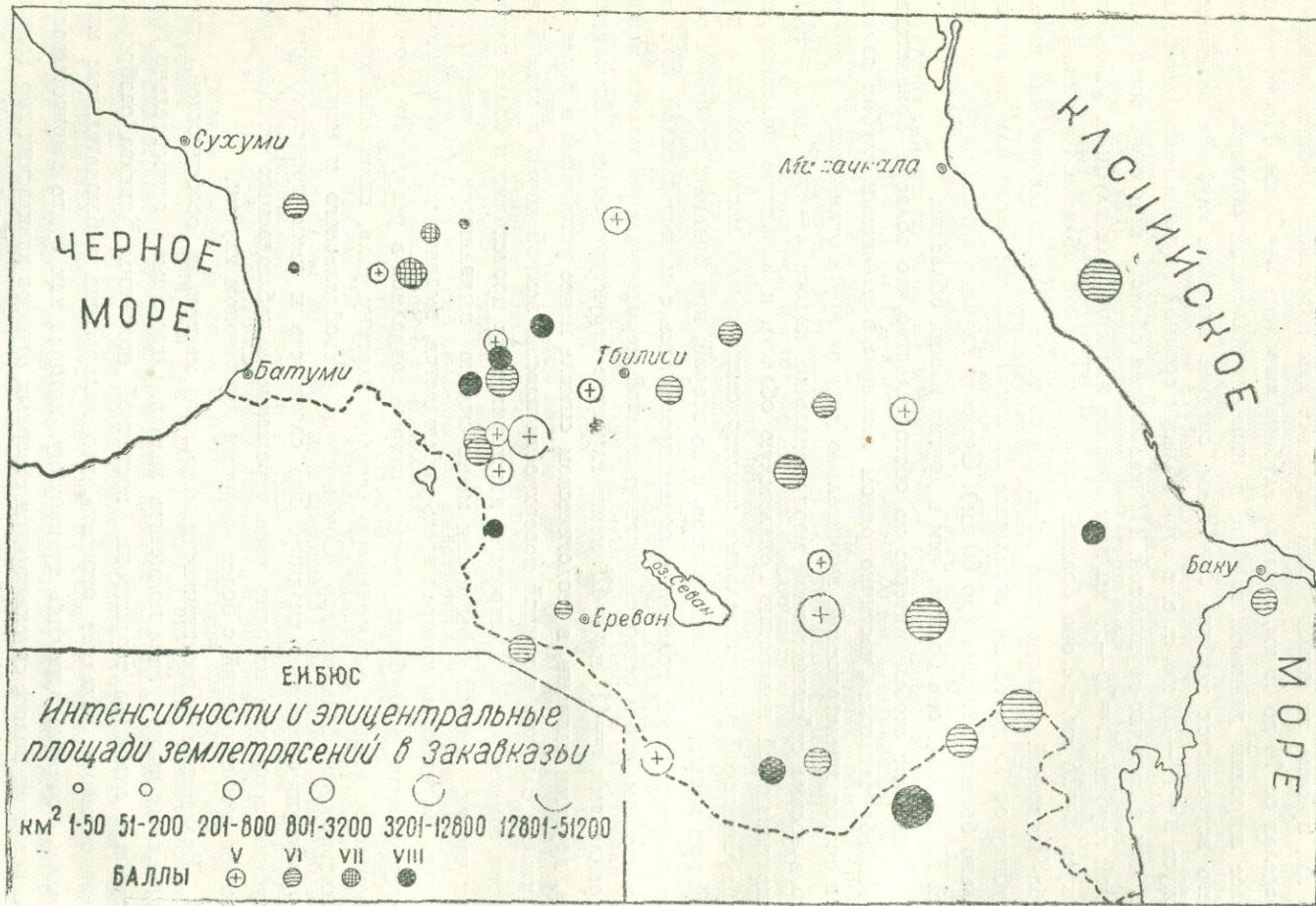
Нельзя отрицать, что в нашем распоряжении имеются пока данные о глубине залегания фокусов для малого числа Кавказских землетрясений, да и весьма вероятны неточности в этих данных, как было сказано уже выше. Но тем не менее, то распределение землетрясений по относительному порядку глубины залегания фокуса, которое на схеме показано, представляется нам все же близким к реальному и не лишенным интереса для выбора направления некоторых будущих исследований по вопросам сейсмотектоники в этих районах.

Обращает на себя внимание следующее. Не опубликовано пока ни для одного землетрясения западной полосы Грузии глубины очага больше 30 км, причем, за исключением двух, все нам известные глубины лежат в пределах от 14 до 19 км, средняя глубина выведена $h=16$ км. Несмотря на более широкий диапазон глубин, в нашей триалетской области, где чаще всего встречается глубина $h=17$ км, среднее значение глубины залегания фокуса $h=19-20$ км, т. е. в этой области средняя глубина несколько больше, чем в западно-грузинской. Приказбегская область при чаще всего найденной глубине $h=25-30$ км дает среднее значение для глубины залегания фокуса $h=26$ км, т. е. оно больше чем в Триалетской области. Картина в Ахбаба-Чатахской области тоже ясна. Здесь только три землетрясения имели глубину от 15 до 18 км, остальные 25 землетрясений исходили из значительно больших глубин (до 60 км). Средняя глубина здесь получается равной 32 км, т. е. она больше, чем в других наших областях.

Вызывает особый интерес то обстоятельство, что области Триалетская и Ахбаба-Чатахская, частично рядом лежащие, в отношении глубин залегания очагов землетрясений, значительно друг от друга отличаются, и еще то, что в весьма сейсмоактивной меридиональной полосе $\lambda=43,5^\circ$ до $\lambda=44,0^\circ$, захватывающей полностью Триалетскую область и западную половину Ахбаба-Чатахской, разрушительные землетрясения имели место только в первой при меньших глубинах очагов, а во второй, при больших глубинах очагов землетрясений, колебания почвы проявились с меньшей силой. Это говорит о том, что в северной части указанной меридиональной полосы между параллелями $\varphi=41^\circ$ и $\varphi=42^\circ$ менее глубокие структуры более сейсмоактивны, другими словами, в геологическом смысле менее устойчивы и более подвижные близкие к земной поверхности пласти земной коры; в южной же части, южнее озера Тапаравани движения масс происходят в более глубоких частях земной коры и они менее сильно выявляются на поверхности земли. Активность, которая здесь наблюдается, вызвана теми геологическими условиями в глубоких ярусах, которые создались в результате сложных процессов, давших наблюдаемую сегодня картину узла, сплетения хребтов Чилдырского, Мокрых гор, Сомхитского, Безобдальского и между ними Лорийскую сбросовую впадину. Эта сложность и ныне происходящих на глубине процессов находит свое отражение в наблюдаемых сегодня здесь частых землетрясений с более широким диапазоном глубин.

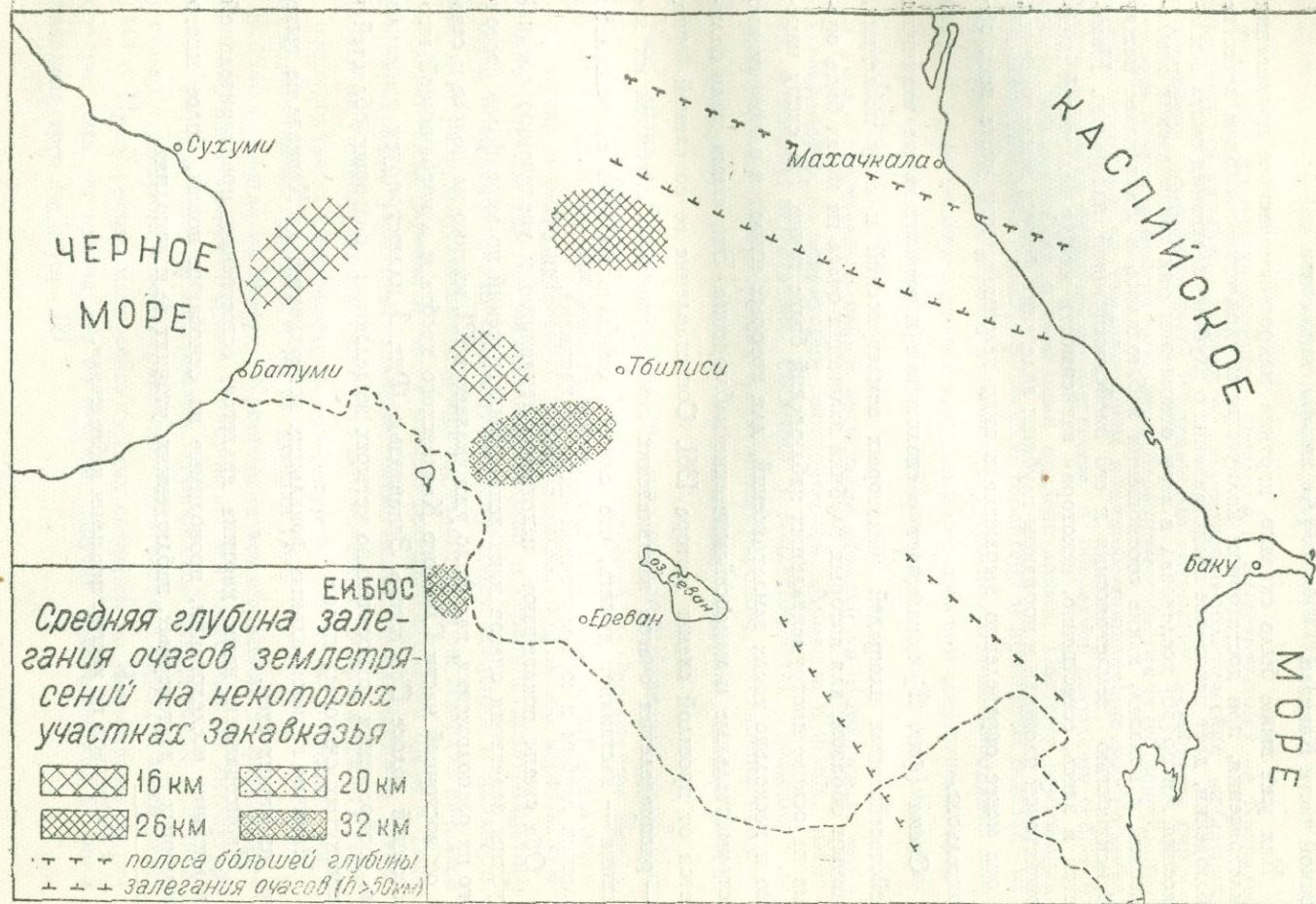
Вследствие недостаточности исходного материала, особенностей, кроме указанных выше, пока подметить нельзя. Отдельные, относительно более глубокие очаги на территории восточной половины Кавказа разбросаны незакономерно. Следует ожидать, что дальнейшие наблюдательные материалы, вероятно дополнят ту картину, которая как будто вырисовывается на широкой полосе спускающихся северных отрогов кавказских гор (южнее Сунженского хребта) до Каспийского моря около г. Дербента. В этой по-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 3

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 3

лосе имел место ряд землетрясений с наибольшей, пока нам на Кавказе известной, глубиной залегания очага. Глубины (в км) таковы 60, 60, 100, 60, 60, 155. Последнюю глубину имеет землетрясение [12] с эпицентром в восточной части Кавказа.

Как уже выше было сказано, картина макросейсмического проявления землетрясения, при достаточном количестве и удовлетворительном качестве наблюдений, дает некоторое представление о глубине залегания очага землетрясения. Автор [36] исследовал в этом отношении ряд закавказских землетрясений и показал, какие соотношения наблюдались в Закавказье между интенсивностью землетрясения и его плейстосейстовой площадью. Намечается и здесь, естественно, некоторая зависимость между величиной плейстосейстовой площади и порядком глубины залегания фокуса землетрясения, но она менее определенно выражена в виду невозможности учета всех обстоятельств.

Схема (фиг. 2) показывает расположение и относительные величины плейстосейстовых площадей некоторых землетрясений и силу последних, главным образом, для которых глубина залегания очага не могла быть однозначно определена на основе инструментальных наблюдений более точно. На схему нанесено и несколько таких землетрясений, для которых имеются одновременно инструментальные и макросейсмические наблюдения. Эта схема мало отличается от прошлой схемы автора [36]. Сопоставление ее со схемой фиг. 1 — распределения очагов закавказских землетрясений с глубиной их залегания¹ — заставляет думать, что следует ожидать наличие относительно больших глубин в юго-восточной части Закавказья.

Обе схемы показывают некоторую тенденцию к увеличению средней глубины залегания очагов кавказских землетрясений по мере более восточного их расположения, как было уже указано в [2], именно на полосе к северу от восточной части Главного Кавказского хребта и в граничной юго-восточной полосе Советского Закавказья. Фиг. 3 иллюстрирует высказанные соображения относительно четырех выделенных очаговых областей и упомянутых очаговых полос.

Наличие горизонтальных фокальных поверхностей на Кавказе не вытекает из наших схем.

Нарисованная нами картина является, естественно, предварительной. Дальнейшие исследования, проводимые на основании новых, более многочисленных и достоверных, наблюдениях, уточнят ее и дополнят.

¹ Найденной по инструментальным наблюдениям.

ОЧЕРК СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ ЗАКАВКАЗЬЯ

(на основании данных «Хронологии»)

Дошедшие до нас древнейшие сведения о землетрясениях на Кавказе малочисленны и скучны. Говоря об общественно-политических событиях своего времени, достойных быть переданными потомству, летописцы считали нужным отметить иногда крупные и страшные события естественно-исторического характера, по тем или иным причинам поразившие воображение народа или сильно задевшие его интересы. К последней категории событий относятся землетрясения с тяжелыми последствиями. Поэтому отмечались только землетрясения катастрофического характера и притом не повсюду на Кавказе происшедшие, а лишь в областях, густо населенных народами, стоявшими на сравнительно для того времени более высоком общественно-культурном уровне, где имелись крупные торговые города, известные монастыри и укрепленные пункты.

В первое тысячелетие нашей эры такие области на Кавказском перешейке находились на территории исторической Армении и южной части Грузии, и потому, естественно, сведения о землетрясениях, дошедшие до нас, получены из литературных памятников народов, населявших области этих территорий; они касались сейсмических явлений именно в этих областях.

Уже с начала второго тысячелетия круг областей Кавказа, дававших сведения о землетрясениях расширяется, особенно на территории Закавказья, но в общем до середины прошлого века известны некоторые данные все же только о разрушительных землетрясениях, общая же картина сейсмичности Кавказа еще не выявлялась. Только в середине девятнадцатого века было положено начало систематическому сбору сведений о землетрясениях и не разрушительных. С конца прошлого века на Кавказе началась макросейсмическая служба, и уже в начале текущего столетия были в Тифлисе организованы инструментальные сейсмические наблюдения и вскоре создалась на Кавказе первая здесь сеть сейсмических (второклассных) станций, оборудованных самопищущей аппаратурой. Об этом подробнее говорится в работах Е. Бюс [37] и А. Д. Цхакая [38].

В 1948 г. вышла из печати «Хронология землетрясений в Закавказье» [1] Е. Бюс, где собраны и систематизированы все известные по литературным данным и архивным материалам Тбилисской центральной сейсмической станции сведения о землетрясениях Закавказья. Сведения здесь даны по 1943 г. Продолжение макросейсмических сведений по Закавказью за последние семь лет напечатано во втором выпуске «Сейсмических условий Закавказья» того же автора [2].

В основу настоящего исследования легла названная «Хронология».

По материалам «Хронологии» видно, что сейсмическая активность не была сосредоточена только на некотором определенном участке Закавказья. Здесь, с накоплением наблюдений, открывались все новые сейсмические области. На основе всех наблюдений, с учетом землетрясений прошлых веков, автором были составлены карты повторяемости землетрясений, их силы, расположения эпицентров, плотности эпицентров, расположение глубин залегания очагов землетрясений; некоторые из них демонстрировались на Совещании по антисейсмическому строительству (Ереван, 1948 г.) [39], некоторые опубликованы в уменьшенном виде [2].

В настоящей работе разбираются все эти материалы с целью попытаться уловить закономерности, если таковая существует, в ходе сейсмической активности на Кавказе, проявившейся макросейсмически, сильными баллами. Были составлены 22 макросейсмических схем, на которых отмечались в хронологическом порядке положения эпицентров или плейстосейстовых областей землетрясений за известные промежутки времени, с указанием силы землетрясений. Для землетрясений прошлых веков указанные положения эпицентров или плейстосейстовых областей вероятны или, в некоторых, случаях возможны, для землетрясений последнего времени они более достоверны.

О чём говорят эти схемы?

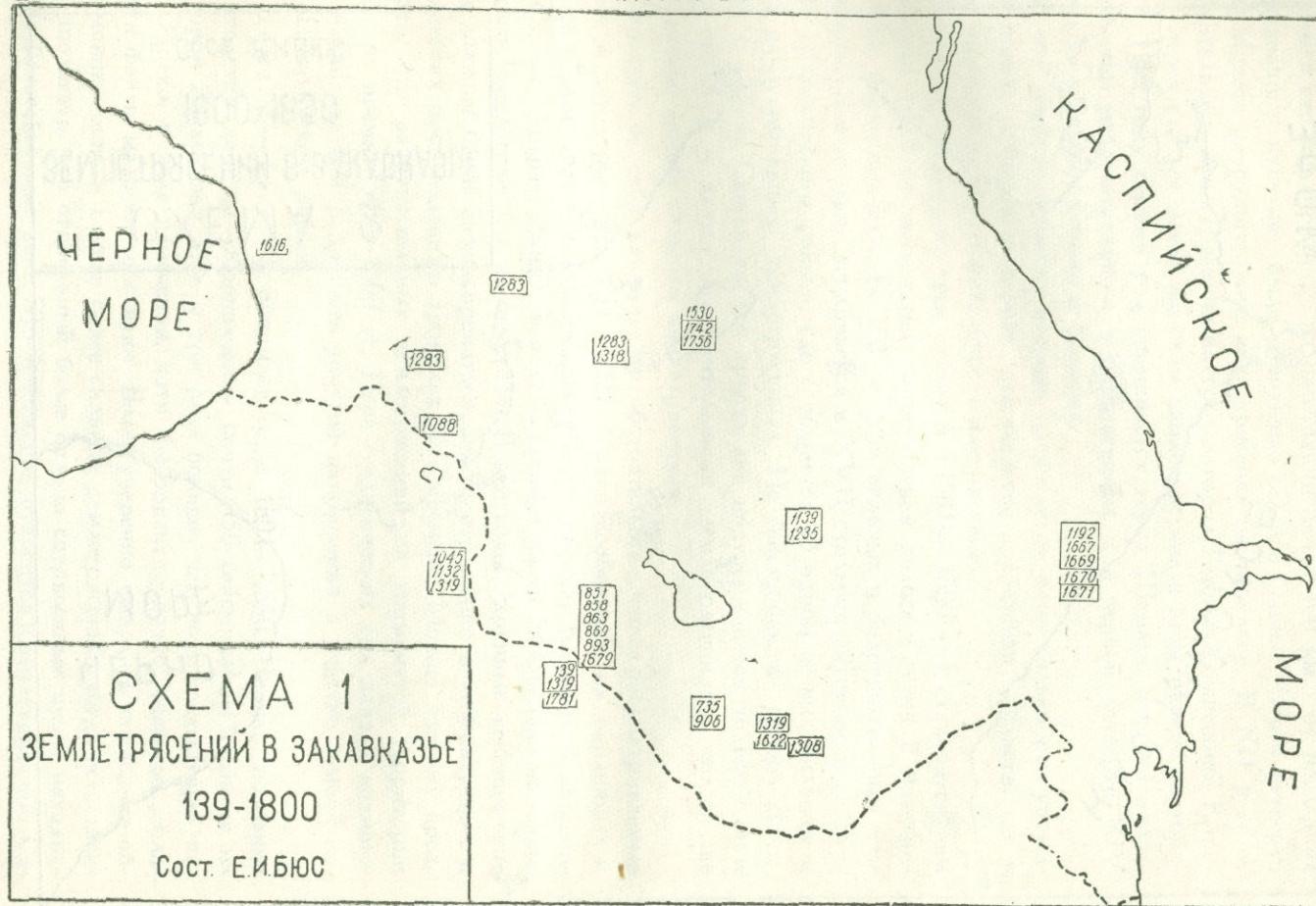
Схема 1—(фиг. 4) дает местоположение плейстосейстовых зон, где до 1800 года происходили весьма сильные или разрушительные землетрясения.

За первое тысячелетие нашей эры сведения имеются из двух областей. Первая область — Арагат-Двин, где в 139 г. имело место землетрясение в области Арагата, а затем во второй половине девятого века, за короткий промежуток времени (за 42 года), произошло пять разрушительных землетрясений, совершивших древнюю армянскую столицу Двин, которая была расположена недалеко от нынешнего г. Еревана. Вторая область — Вайоцдзор (долина печали) — расположена к югу от озера Севан между хребтами Южно-севанским и Даралагязским. Эта долина получила свое название в связи с сильными землетрясениями, произошедшими здесь в 735 и 900 годах, повлекшими за собой большие бедствия для народа.

Эти землетрясения были отмечены в южной полосе Закавказья, в Армении. Из всех других частей Закавказья сведений о землетрясениях за эти годы не имеется. Отсюда, конечно, не вытекает, что там землетрясений в те времена не было.

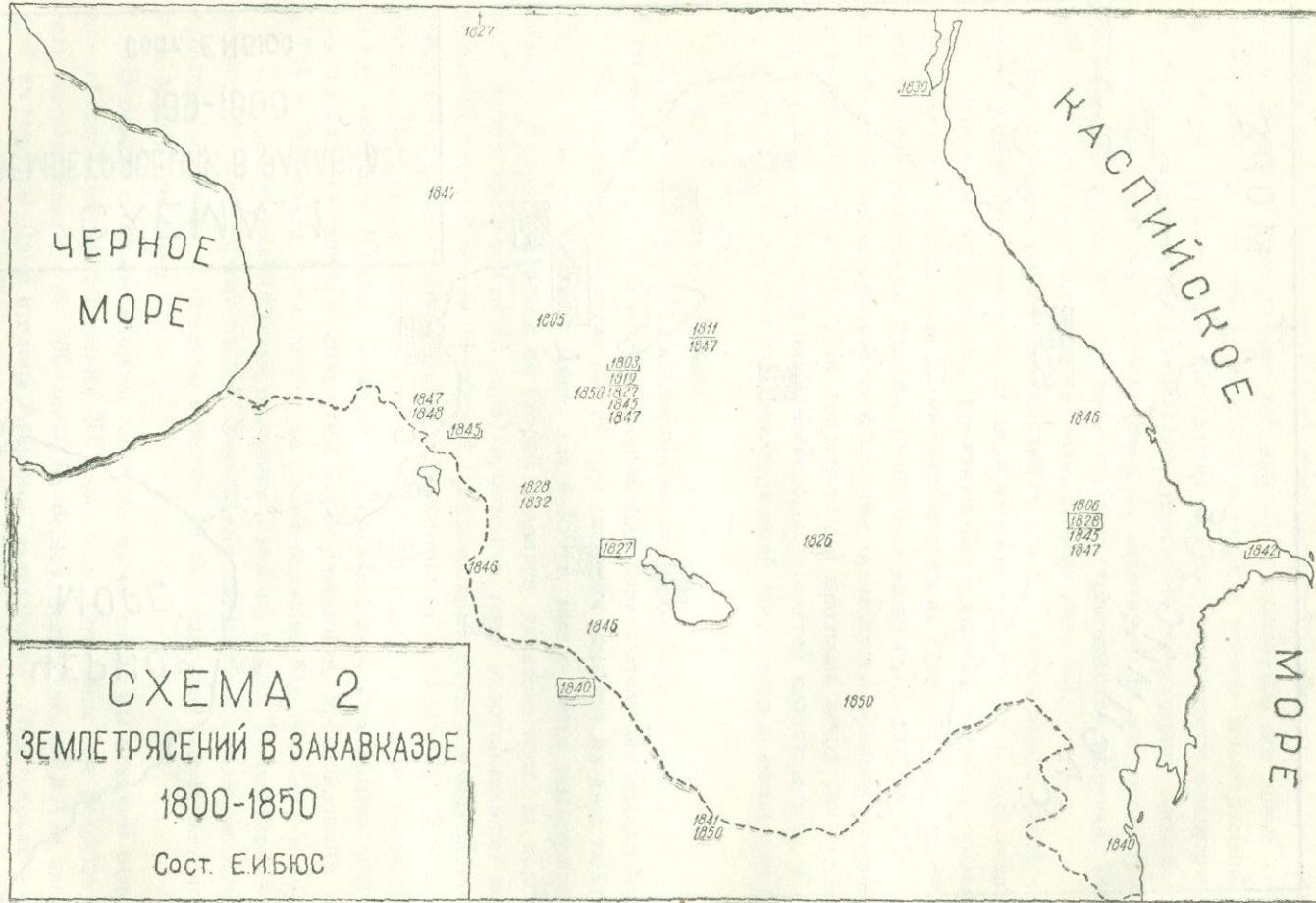
В первой половине второго тысячелетия на схеме мы находим отмеченные области, лежащие севернее 40° параллели. Отмечены три разрушительных землетрясений — за 300 лет — на берегу реки Арпачай в Ани, следующей за городом Двин столице Армении; развалины г. Ани сохранились до настоящего времени. Севернее, в Джавахетии, на берегу реки Куры, была в

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 4

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 5

1088 году разрушена землетрясением крепость Тмогви, а через двести лет, также на берегу Куры, было разрушено селение Ацквери и многим дальше на востоке, тоже на Куре, сильно пострадал от землетрясения город Мцхета, древняя столица Грузии; на расстоянии около 100 км от последних двух названных пунктов было разрушено селение Окона. Через четверть века в Мцхете разрушительное землетрясение повторилось. В XII веке от разрушительного землетрясения пострадал город Ганджа (нынешний Киро-вабад) через сто лет такой же силы землетрясение в этом районе повторилось. В 1192 году первый раз упоминается город Шемаха, в связи происшедшем там разрушительным землетрясением, а в первой четверти XIV века также и районы Сюник и Карабах.

За эту первую половину второго тысячелетия один только раз упоминается весьма активная в первое тысячелетие ааратская область, где в 1319 г. произошло опустошительное землетрясение.

В течение следующих трех столетий (1501—1800 гг.) становятся нам известными своей сейсмичностью черноморская полоса Грузии и кахетинская зона; последняя дала за 200 лет три сильных и разрушительных землетрясения. Значительно усиливается в XVII столетии активность сейсмического Шемахинского района, где сообщается об одном весьма сильном и о трех разрушительных землетрясениях. Но сейсмичность района Двин-Аракат и района Сюник за эти триста лет подтверждается только одним весьма сильным и двумя разрушительными землетрясениями, второй же район только весьма сильным землетрясением.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что за рассматриваемые 300 лет о землетрясениях VII—VIII баллов сообщается из окраинных и близких к ним областей Закавказья (Черноморская, Кахетия, Шемахинская, Сюник, Аракат, Двин), вся же остальная часть Закавказья ни одного такого землетрясения не отметила. В эти годы крупные сейсмические факты должны были зафиксироваться, найти отражение в литературных и исторических произведениях, хрониках того времени. Можно поэтому предполагать, что разрушительных землетрясений на упомянутой территории не было за время 1500—1800 гг. Игра геологических сил давала возможность накапливать и разряжать упругие напряжения в участке земной коры в Шемахинском районе.

Схема 2—(фиг. 5) обнимает годы 1801—1850. Первая половина XIX столетия дает по «Хронологии» почти 150 сейсмических фактов на территории Закавказья, т. е. в три раза больше, чем весь предыдущий период. Однако, в деле намечения, хотя бы ориентировочно, очаговых областей эти факты мало способствуют. Более уверенно выделить последние области можно лишь в случае более сильных землетрясений, когда естественно предполагать, что отмеченный более сильно сотрясенный пункт находится в плейстосейстовой зоне. Это положение относится к землетрясению Се-

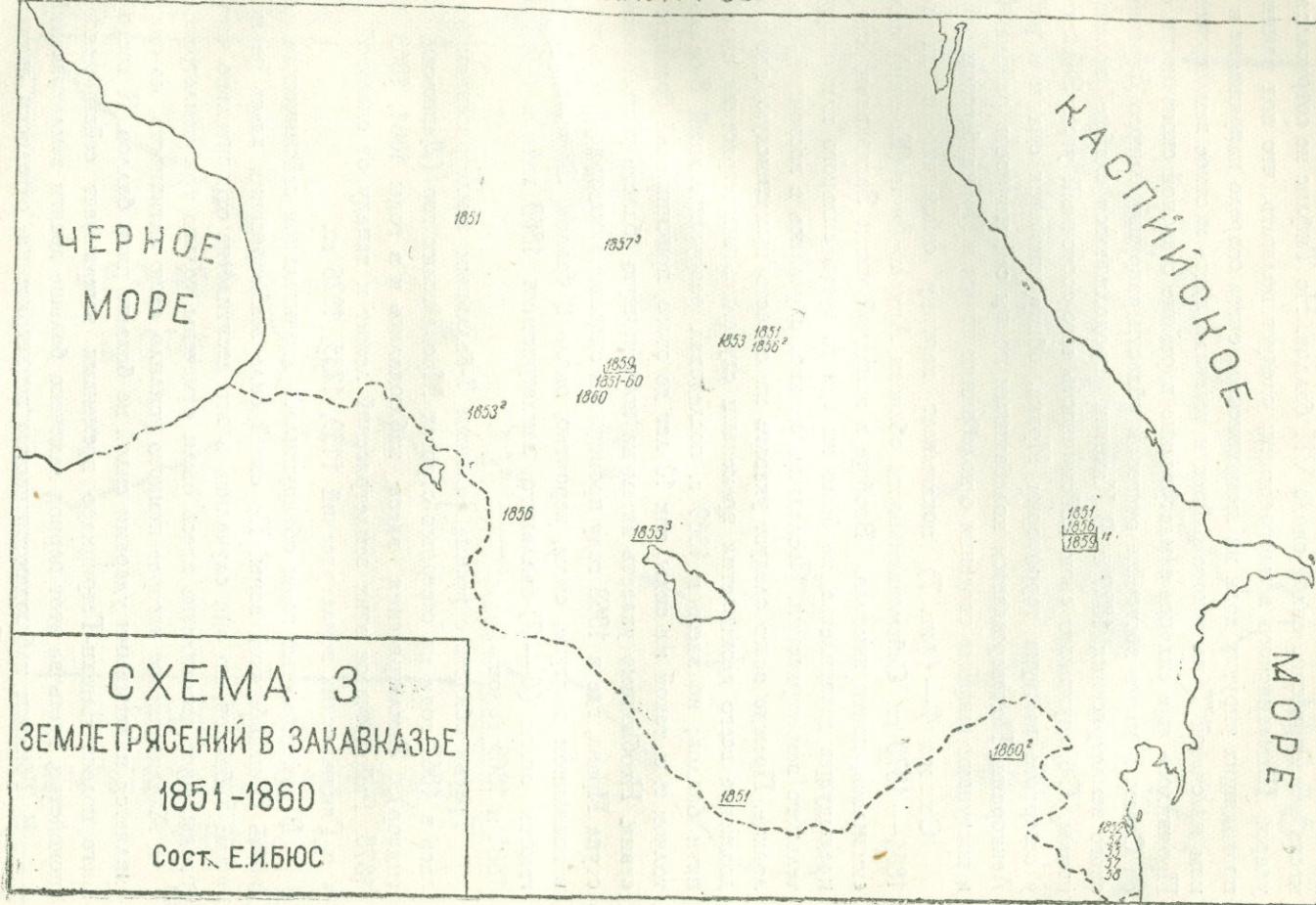
верокавказскому 1830 г., Кахетинскому 1811 г., Дарачичагскому 1827 г., Арагатскому 1840 г., Шемахинскому 1828 г. и Маштагинскому (на Апшеронском полуострове) 1842 г. Для остальных случаев, т. е. землетрясений силой не свыше 6 баллов, при указании одного только пункта нет, конечно, никакой уверенности в том, что этот пункт находится в плейстосейской области. По опыту известно, напр., что иногда в Тбилиси замечено колебание почвы, а сведений из других пунктов не сообщено, инструментальные же данные ясно определяют эпицентральное расстояние порядка 100 км от Тбилиси. Все-же следует сказать, что тут впервые намечается такое распределение одной группы не сильных землетрясений, заставляющее предполагать, что эти землетрясения имеют определенное отношение к Ахалкалакскому нагорью и горным системам пограничной полосы Армении с Грузией.

В «Хронологии» для Тбилиси указано больше толчков, чем отмечено на схеме, но будет ошибкой думать, что все они исходили из Тбилисских очагов. Вернее допустить, что большинство из них имеет очаги на некотором расстоянии от Тбилиси по разным направлениям. Ввиду отсутствия из других пунктов, синхронных с Тбилисским сведений, нельзя, однако, такое предположение подтвердить наблюдениями. Благодаря землетрясению 1830 г. впервые становится известным сейсмический район в Терской области Северного Кавказа. Здесь колебания наблюдались и в дальнейшем. Значительно успокоились очаги района Арагат-Двин, давшие за эти полвека только одно землетрясение семи-восьми баллов, в то время как тысячу лет до этого здесь часто и разрушительно проявлялась сейсмическая активность, а вспышки повторялись только в XIV—XVII веках. Место накопления сейсмической энергии передвинулось как бы на север и в Дарачичаге — к западу от северной оконечности озера Севан — в 1827 г. произошло землетрясение разрушительной силы. В Кахетии о силе былых подземных толчков напоминает только землетрясение 1811 года.

В восточной части Закавказья, после некоторого покоя (нет сведений о землетрясениях здесь за 150 лет), активизируются шемахинские очаги, которые дают одно разрушительное (1828 г.) и ряд слабых землетрясений. Сообщается впервые о колебаниях почвы на Апшеронском полуострове. Среди последних по своей силе (VII—VIII баллов) отличается землетрясение 1842 г., разрушившее селение Маштаги и имевшее, очевидно, эпицентр поблизости в Каспийском море.

Ввиду постепенного увеличения количества сведений о землетрясениях в Закавказье следующие схемы дают картину сейсмичности уже за более короткие периоды времени.

Схема 3 — (фиг. 6) обнимает землетрясения за десятилетие 1851—1860 гг. Землетрясения в Шемахинском районе продолжаются, постепенно усиливаясь. В 1856 году имело место VII-балльное землетрясение, в 1859 г. последовало VIII-балльное, разрушительное. Последнее такое землетрясение



ние здесь имело место 31 год до этого. Приблизительно во время разрушительных подземных ударов в Шемахе (1859 г.), в Тифлисе тоже имело место землетрясение силой около VII баллов. Но Тифлис не сотрясался от ударов Шемахинского землетрясения; следует полагать, что под влиянием проходящих упругих волн из шемахинского очага созрело напряжение в одном из очагов Тбилисского района и вызвало здесь местное землетрясение. Проявилось еще сильное землетрясение в районе северной оконечности озера Севан, немного восточнее очаговой области разрушительного Дарачагского землетрясения 1827 г. В Кахетии продолжаются слабые колебания почвы. Обнаруживает свою сейсмичность юго-восточный угол Закавказья у северного выступа территории Ирана, обнаруживается она и в районе Ленкорани. Подтверждается колебаниями почвы сейсмичность района Они и поступают впервые сведения о колебаниях почвы в Приказбекском районе.

Схема 4—(фиг. 7) показывает картину сейсмичности за годы 1861—1870 гг. Сейсмоактивность области Арарат-Двин (Ереван) сильно снизилась, почти замерла. Вообще в западной части Закавказья, как и в предыдущее десятилетие, не было ни одного очень сильного или разрушительного землетрясения. Последние, однако, случались в восточной его половине. Прежде всего следует указать на область шемахинскую, где в продолжение всего десятилетия временами случались землетрясения силой до пяти баллов; но здесь в 1869 г. последовал разрушительный 8-балльный толчок т. е. такой же силы, как 10 лет до этого, причинивший большие бедствия. Необходимо указать затем на пограничную область у северного выступа Ирана, где в 1868 году проявились сильные землетрясения с очагами в названном выступе, силы, вероятно, около 8 баллов. Здесь же располагаются очаги (6—7)-балльного землетрясения 1860 года и 6-балльных 1861 и 1863 годов.

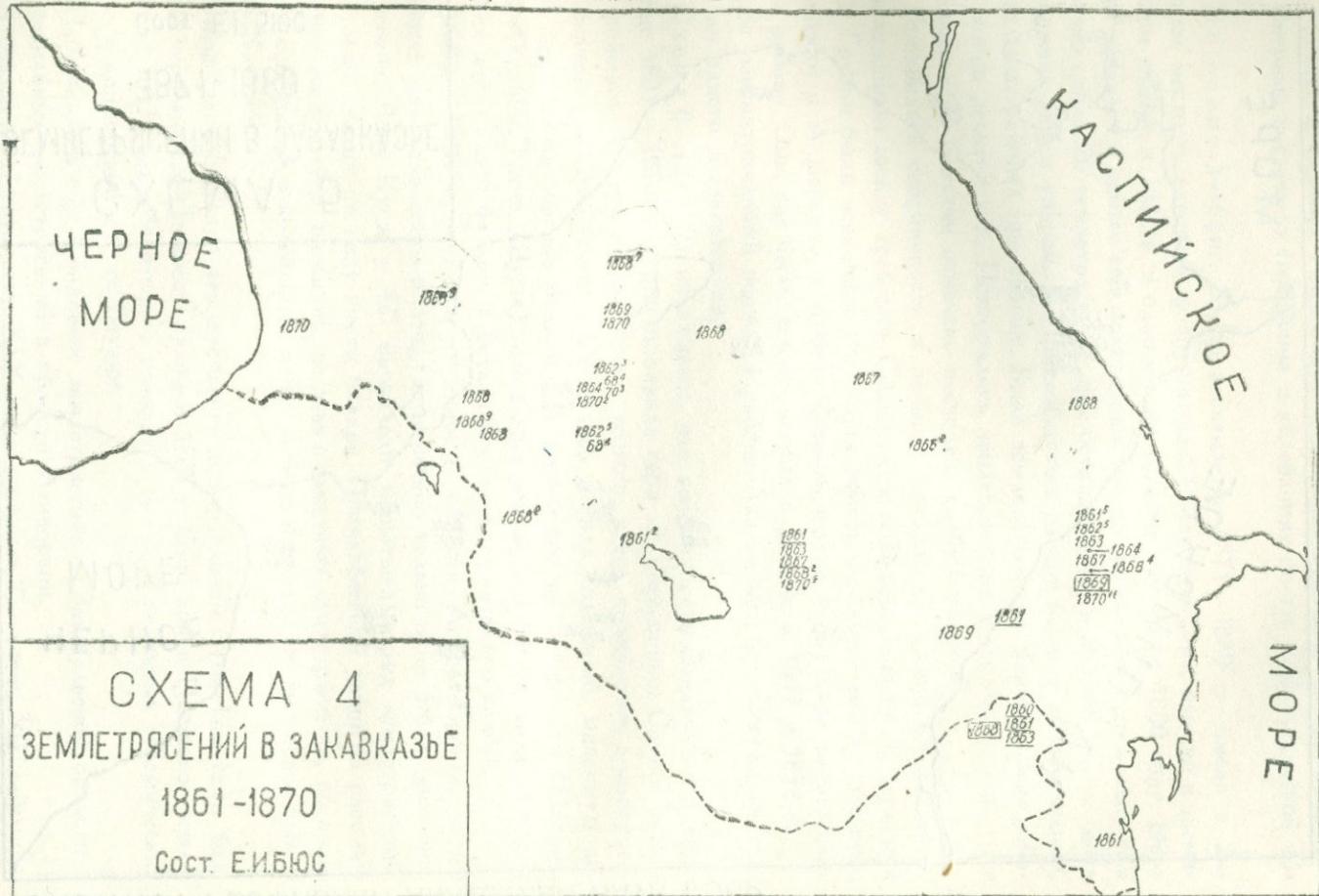
Третья область с весьма сильным 7-балльным землетрясением выявилаась в 1867 году на северных отрогах Мровдагских гор (Дашкесан, Чирагидзор). Землетрясения здесь наблюдались и в годы 1861, 1863, 1868, 1870. Район очагов этих землетрясений лежит к западу от очаговой области Гянджинских землетрясений 1139, 1235, 1826 гг.

В шестидесятые годы обнаружилась значительная сейсмическая активность Приказбекской зоны. По своей силе землетрясения здесь не превышали 5 баллов, но они случались в это десятилетие относительно часто. В предыдущее десятилетие здесь были отмечены только три землетрясения.

Ахалкалакское нагорье немного усилило свою активность, но она проявляется подземными ударами силой не больше пяти баллов. К востоку от него полоса Чатахи-Тетрицкаро временами выказывает сейсмическое беспокойство, здесь за этот период замечено больше десяти землетрясений.

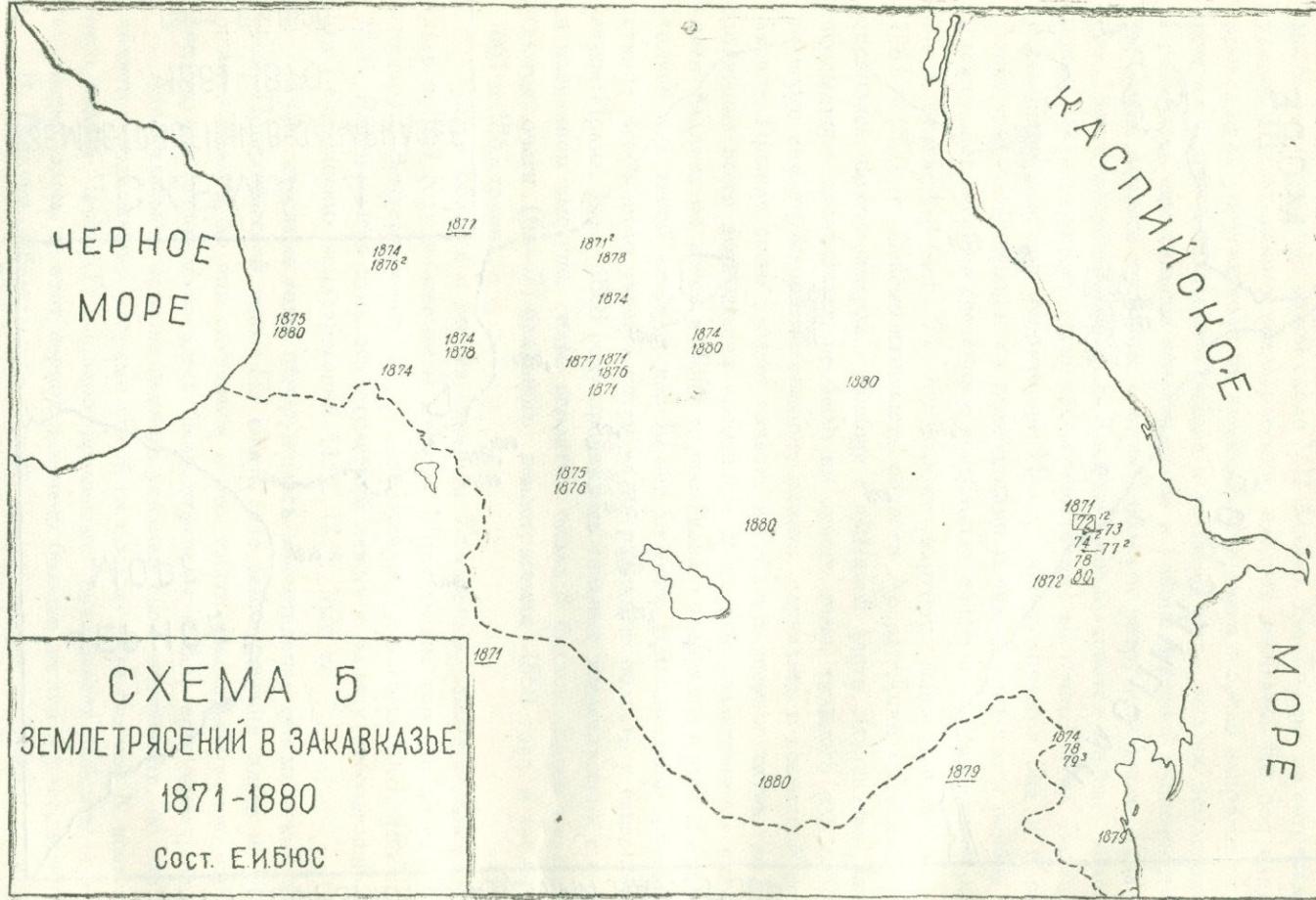
В Тбилиси наблюдаются частые землетрясения, отголоски активности очагов окрестных сейсмических зон, но наличие здесь в те годы своих зем-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 7

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



землетрясений трудно доказать. Имеется еще сообщение о нескольких подземных толчках в районах Александрополя (ныне Ленинакан) и Дилижана.

Впервые поступило сообщение о колебаниях почвы в Закатальской области.

По схеме 5—(фиг. 8) за десятилетие 1871—1880 гг. имело в Закавказье место только одно разрушительное землетрясение, именно в шемахинском районе в 1872 г. и одно весьма сильное там же, в 1880 году. Этот район оказался и самым сейсмоактивным за это десятилетие, поскольку там замечено около 20 землетрясений. Вся остальная часть Закавказья не была подвержена таким ударам. В Приказбекском районе было 4 землетрясения, в остальных районах еще меньше. Было землетрясение в Закатальском районе в конце десятилетия. Повторялись землетрясения в юго-восточном углу Закавказья. В Кахетии отмечено несколько слабых толчков.

Проявилась сейсмичность в районе Джелалоглы (ныне Степанаван), расположенному между хребтами Сомхитским и Безобдальским. В западной части Грузии были несильные колебания почвы в области между хребтами Гурийским и Аджарским в районе Кутаиси, и одно 6-балльное землетрясение в районе Они, где были землетрясения и раньше в 1847 и 1851 гг.

За рассматриваемый период в районе Ахалкалакского нагорья не указано ни одного землетрясения.

Схема 6—(фиг. 9) показывает, что сейсмичность Закавказья в десятилетие 1881—1890 в общем проявила себя не интенсивно. Самым активным районом остался шемахинский; однако, здесь количество землетрясений значительно сократилось. Снизилась и сила колебаний, максимум которой выразилась шестью баллами. В южной полосе Закавказья (Нахичевань, Акулисы, Татев, Шуша) отмечались редкие колебания, сила их в двух случаях достигала 6 баллов, в остальных была значительно слабее.

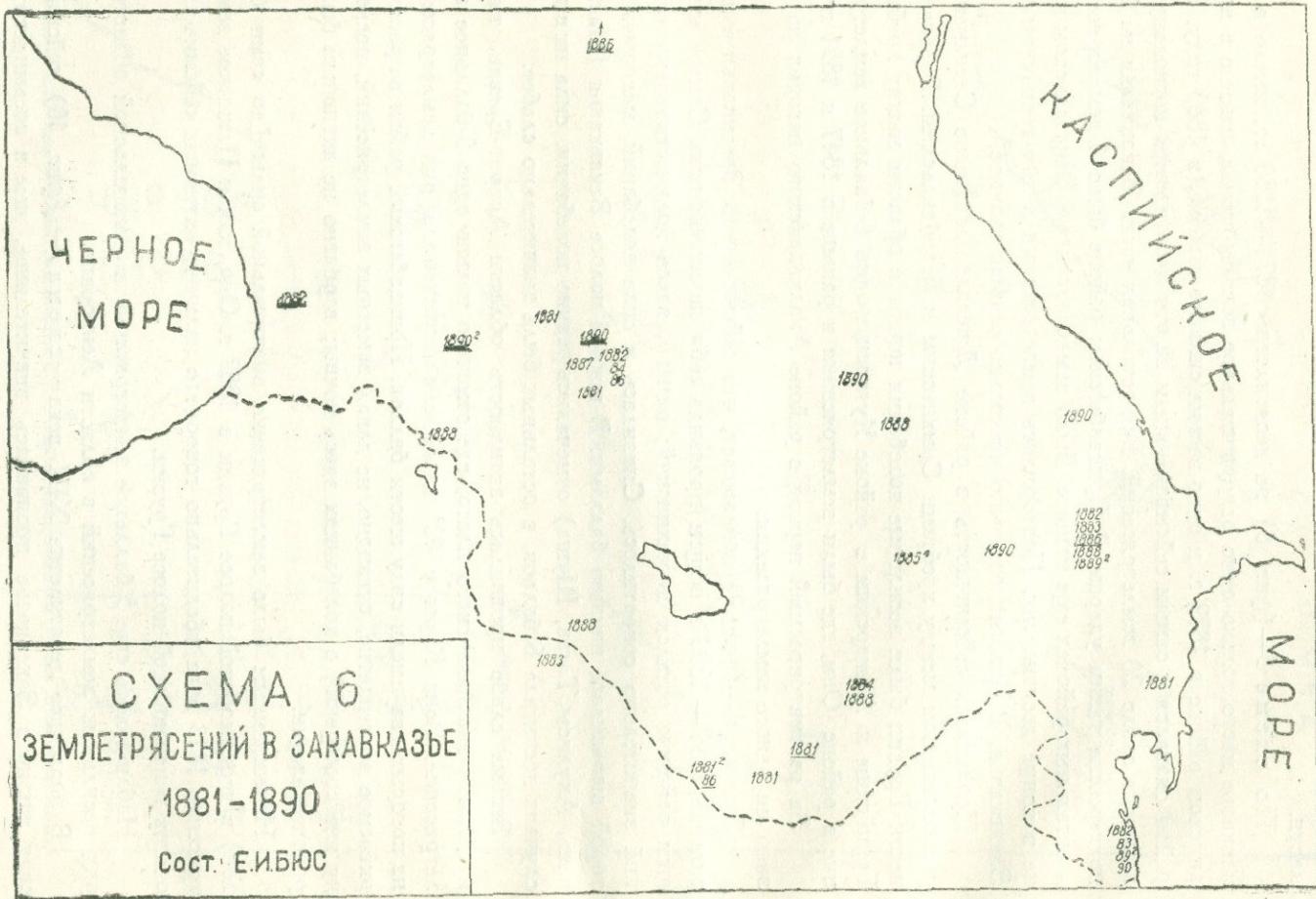
Весьма слабо проявилась активность области Арагат-Ереван, также и области ахалкалакского плато, где отмечено только одно 5-балльное землетрясение. Зона Куры у 42° параллели испытывала ряд землетрясений, из которых два имели силу шести баллов. Приказбекский район за рассматриваемое десятилетие, очевидно, не давал заметных землетрясений, поскольку нет сообщений о колебаниях здесь почвы; вероятно не активным был и район Кахетии.

Неожиданным было землетрясение значительной силы (до семи баллов) в черноморской полосе Грузии в 1887 г. Оно, как и Цаишское землетрясение 1613 года убедительно говорит о наличии активных сейсмических очагов в приморской полосе Грузии.

Наблюдалось еще 5-балльное землетрясение в Закатальской области и ряд несильных землетрясений в области Ленкорани.

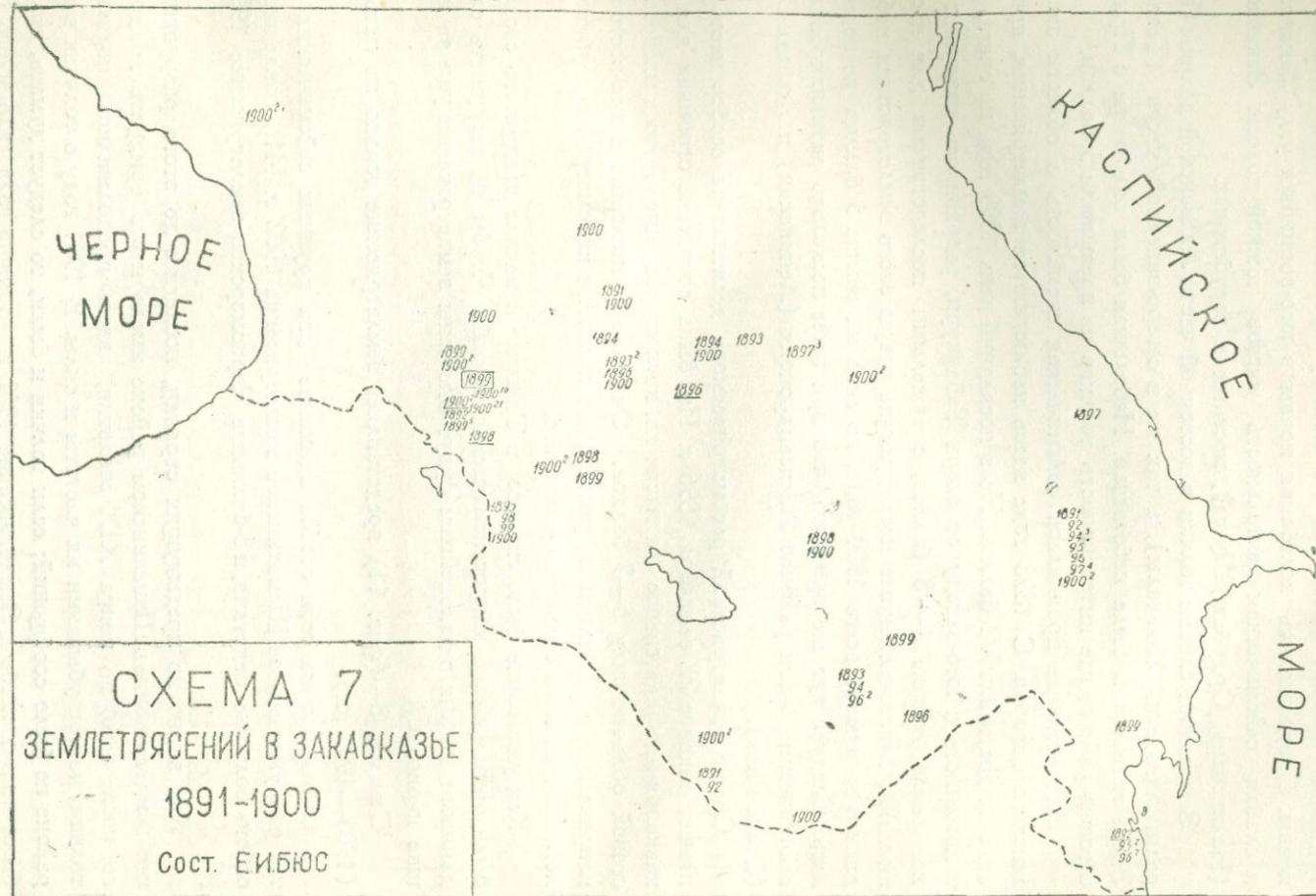
В последнее десятилетие XIX века—схема 7—(фиг. 10) сейсмическая жизнь в Закавказье проявилась значительнее, чем в восьмидесятые

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 9

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 10

годы. В восточной половине Закавказья продолжалась деятельность сейсмических очагов Шемахинской области, но только в одном случае (1891 г.) подземные толчки достигали VI баллов, преобладали слабые колебания почвы. Продолжались колебания почвы в юго-восточном углу Закавказья и слабая сейсмическая деятельность очагов южной полосы Закавказья (Нахичевань, Ордубад, Шуша), местных и зарубежных.

Замечались слабые толчки в восточной части Алазанской долины (Кварели, Лагодехи, Закаталы), а так же в северо-западной части (Телави). Здесь активность была небольшая. Небольшая была она также в Приказбекском районе, где интенсивность толчков не превышала 5 баллов.

Значительнее проявилась сейсмическая активность в области ахалкалакского нагорья. С 1898 года здесь наблюдаются землетрясения, причем сила их достигала VI баллов. Но в последний день 1899 года из очага, расположенного к юго-западу от озера Табацкури, разразилось разрушительное землетрясение 7—8 баллов, с тяжелыми последствиями для населения [40]. Многочисленные последующие удары этого землетрясения наблюдались в течение всего 1900 года, но сила их свыше 5 баллов не подымалась. Следует тут же заметить, что при этом несколько активизировались сейсмические очаги районов Александополя (Ленинакан) и Джелал-Оглы (Степанаван).

Среди землетрясений рассматриваемого десятилетия особое место занимает таковое 22 сентября 1896 г. Им была сотрясена огромная для Закавказья площадь свыше ста тысяч кв. километров; имело оно в плейстосейстовой области силу 6—7 баллов. Очаг его расположен в юго-восточном направлении от Тбилиси на расстоянии полсотни километров и глубина залегания очага его больше нормального.

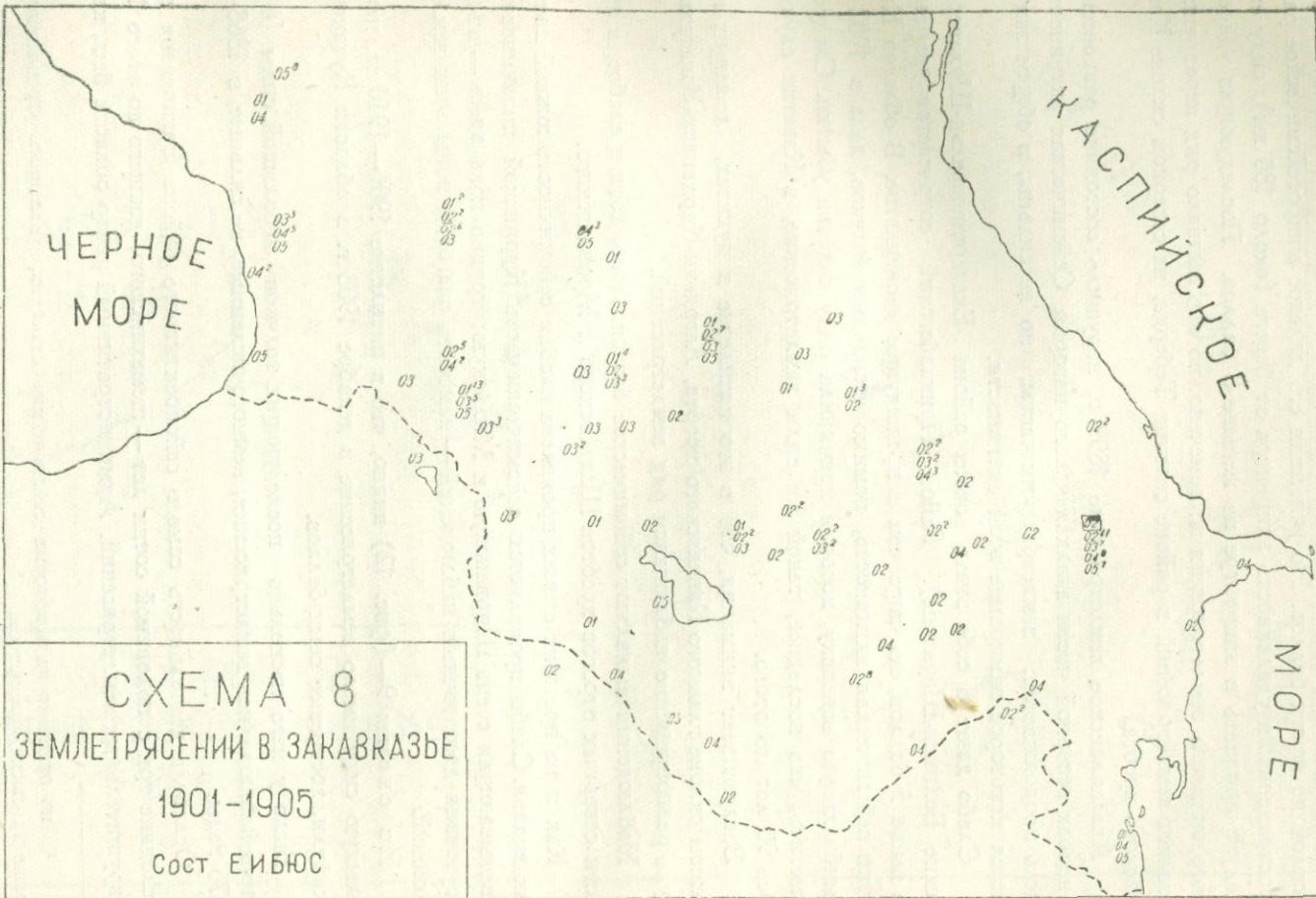
Как уже выше было сказано, в Тифлисе в начале двадцатого столетия была организована макросейсмическая служба. Чтобы не загружать схемы данными, на них в дальнейшем будут отмечены землетрясения уже за меньшие периоды.

Схема 8—(фиг. 11) представляет землетрясение только за пять лет (1901—1905 гг.).

Обращают на себя особое внимание два крупных сейсмических факта: разрушительное Шемахинское землетрясение 1902 г. [41], повлекшее за собою большие бедствия, и 8-балльное Черноморское землетрясение 1905 г. [4].

Как видно из предыдущих страниц, последнее до этого разрушительное землетрясение в Шемахинском районе имело место тридцать лет до этого, после чего, до конца XIX столетия, здесь продолжались подземные толчки, но при убывании их частоты и силы. В 1901 году о толчках в этом районе не было сообщений; если толчки и были, то следует думать, что они были весьма слабые. Землетрясение 1902 г. до конца года дало много (око-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. II

ло 40) заметных последующих толчков. К концу пятилетия ежегодное число их уменьшилось, сила их не превышала 5 баллов.

Черноморское землетрясение проявилось в западной части Закавказья с силой до шести баллов. Но учитывая его далекое макросейсмическое распространение¹ и удаленность эпицентра от берега (около 180 км), силу его следует признать в эпицентре не меньше 8 баллов. Последующих ударов этого сильного землетрясения не замечено, но оно вызвало ряд неразрушительных землетрясений в районе селения Теберда, на северном склоне Кавказского хребта.

Ахалкалакское землетрясение 1899 г. нарушило состояние равновесия в недрах северной части ахалкалакского нагорья. Сейсмическая активность здесь продолжается: землетрясения часты, но не сильны, в общем замечается некоторое замирание этой активности.

Слабо дают о себе знать очаги района Екатеринфельд-Шулаверы (ныне Болниси-Шаумяны). Район Приказбегский сотрясается ударами не выше 5 баллов, но чаще чем в предыдущее десятилетие. В области Кахетии сейсмическая активность, помимо несильных толчков, дала в 1902 г. семибалльную вспышку, которая причинила ряду селений убытки. Следует отметить, что последнее, такой же силы землетрясение, в Кахетии случилось 90 лет до этого.

Заслуживает внимания, что в это пятилетие в пунктах, лежащих на южном склоне главного Кавказского хребта, Лагодехи-Карданахи-Закаталы-Нуха разновременно наблюдался ряд землетрясений.

Наблюдения выявляют сейсмическое беспокойство, хотя и слабое, в области северных отрогов хребтов Шахдагского и Мровдагского.

Как и на прежних схемах проявлена слабая сейсмичность южной зоны Закавказья. Слабо проявляется сейсмически часть Куринской низменности, охватывающая степь Ширванскую и Мильскую; трудно пока здесь — из-за отсутствия достаточных наблюдений — наметить очаговые зоны этих землетрясений.

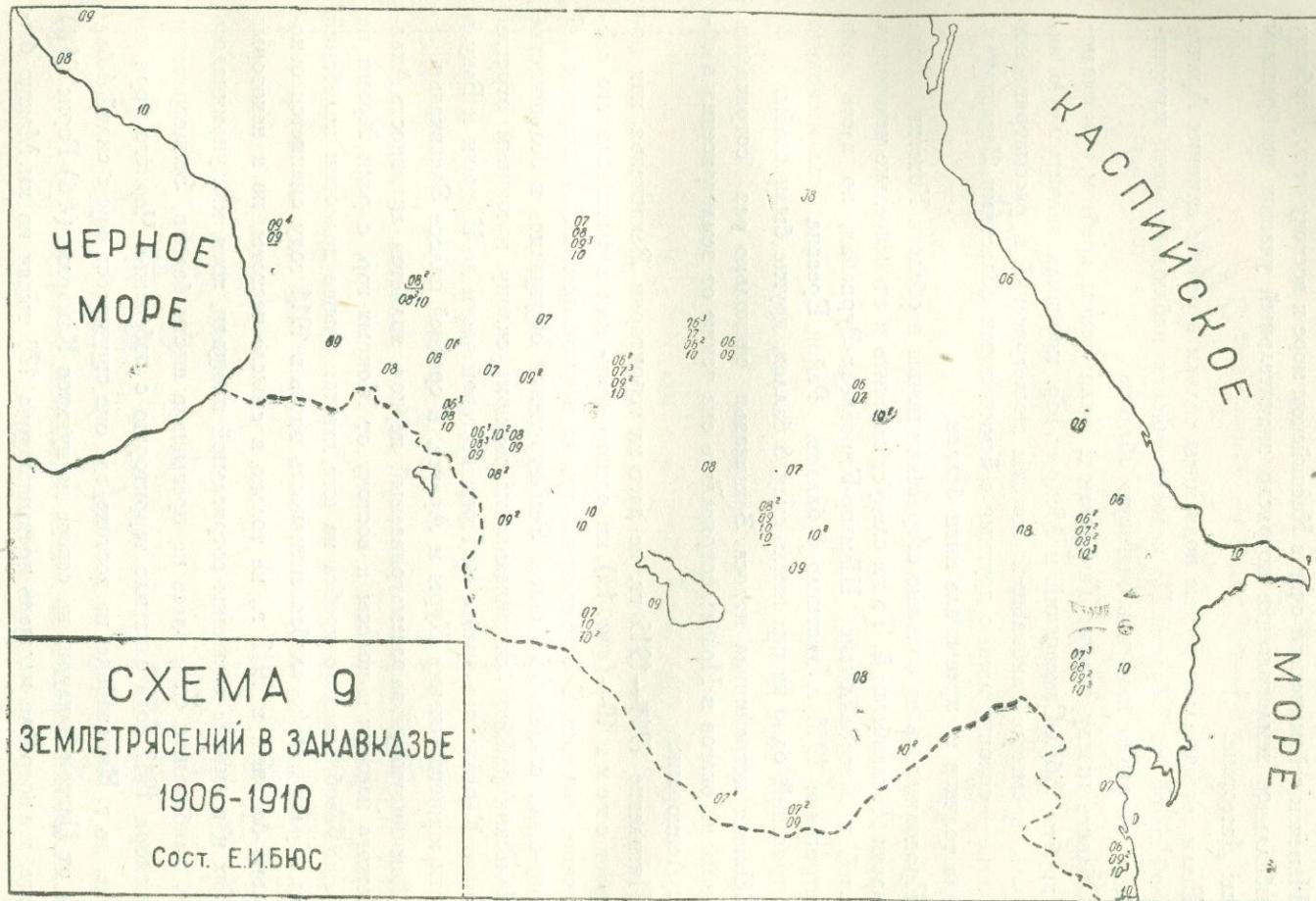
Из схемы 9—(фиг. 12) видно, что в пятилетие 1906—1910 гг. наибольшую силу имело землетрясение в декабре 1908 г. в области Кутаиси-Ткибули, достигшее семи баллов.

Было у него несколько последующих толчков небольшой силы [44]. Здесь наблюдались землетрясения, немногочисленные, не сильные, в 1868—1876 годы.

Ослабела деятельность самого сейсмоактивного района Закавказья за последние три с половиной сотни лет — шемахинского, давшего до этого 10 разрушительных землетрясений. Административный центр области был, как

¹ Оно отмечено на некоторых сейсмических станциях, удаленных от эпицентра дальше 12 тысяч километров.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 12

известно, по причине такой высокой сейсмоактивности, из города Шемахи перенесен в Баку. В рассматриваемое пятилетие здесь замечены землетрясения силой лишь до пяти баллов.

Намечен сейсмический очаг в Каспийском море к востоку от г. Дербент: шестибалльное землетрясение потрясло значительный участок прибрежной полосы Дагестана.

Были сравнительно частые подземные толчки в районе слияния Аракса с Курай, силой до 3-баллов. По недостаточности наблюдательного материала затруднительно наметить очаговую область.

Область между озером Тапараван и Чилдырским хребтом, охватывающим хребты Абул-Самсарский и Мокрых гор, проявила значительную активность, в смысле наибольшей частоты землетрясений в рассматриваемое пятилетие — сравнительно с другими сейсмическими областями Закавказья, но сила толчков не превышала пяти баллов.

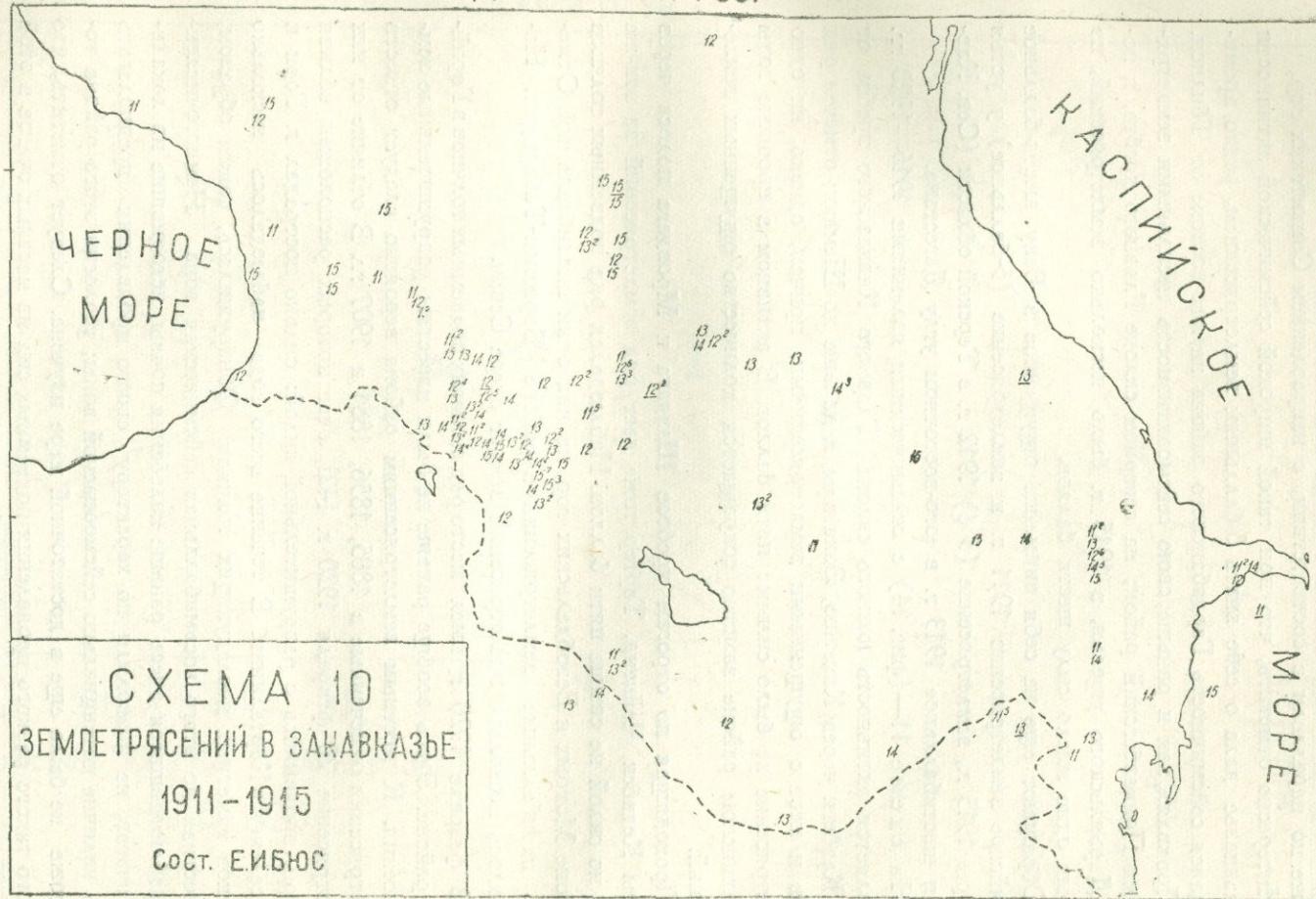
Продолжались не сильные сотрясения почвы в области Кахетии, также и области Приказбегской. То же следует заметить и относительно некоторых областей в Азербайджане: Шамхор-Кировабад-Зурнабад, но здесь одно землетрясение 1910 г. достигло 6 баллов. Район Еревана дал несколько землетрясений, одно из них имело силу 6 баллов, другие были слабы.

Южная пограничная полоса Закавказья несколько раз сотрясалась толчками из очагов в Иране; потрясалась она также от землетрясения в области Ленкорани.

Пятилетие 1911—1915 гг. не дает на территории Закавказья, как показывает схема 10—(фиг. 13), ни одного семи- или восьмибалльного сейсмического явления. Все землетрясения, за исключением семи, имевших 6,5 баллов, были слабее 6,5 баллов. Землетрясения ощущались в большинстве сейсмических районов Закавказья; по южному склону и южным отрогам Главного Кавказского хребта от Приказбегской части до Шемахи и Баку, в области южного течения Куры и Аракса, в средней полосе Закавказья.

Доминирующей за рассматриваемый период является активность Ахалкалакского нагорья и полосы к востоку от Мокрых гор, с реки Храми на севере до Безобдальского хребта на юге, давшая свыше полсотни колебаний почвы. Сравнительно слабая активность здесь в 1911 году сменяется относительно большей в 1912 г., не только в смысле частоты, но в некоторых случаях и в смысле величины сотрясаемой площади, хотя, как упоминалось выше, наибольшая сила здесь не превышала шести баллов. Землетрясение 12 октября 1912 года охватило территорию с побережья Черного моря, на западе, до г. Кировабада, на востоке, где оно ощущалось еще с силой 4-балла, и от Цагери-Гудаури, на севере до пунктов Камарлю (4 б)-Горис (4 б) на юге, т. е. потрясло площадь превышающую 120 тысяч кв. км. Можно бы-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР



Фиг. 13

ло уже с некоторой уверенностью наметить одну эпицентральную область за рассматриваемое пятилетие, она идет по меридиану в южной своей части, а также по параллели в соответствии, с направлением Сомхитских гор.

Интересно отметить, что при такой широкой сейсмической активности в Закавказье дала о себе знать 6-балльным землетрясением, редко проявляющаяся сейсмичность Гардабанского района на юго-востоке от Тбилиси.

Проявляя, как и раньше, свою сейсмоактивность несильными землетрясениями Приказбегский район; на северном склоне Главного хребта, в по-лосе Дарьильского ущелья, в 1915 г. было несколько землетрясений, из которых одно имело силу шести баллов.

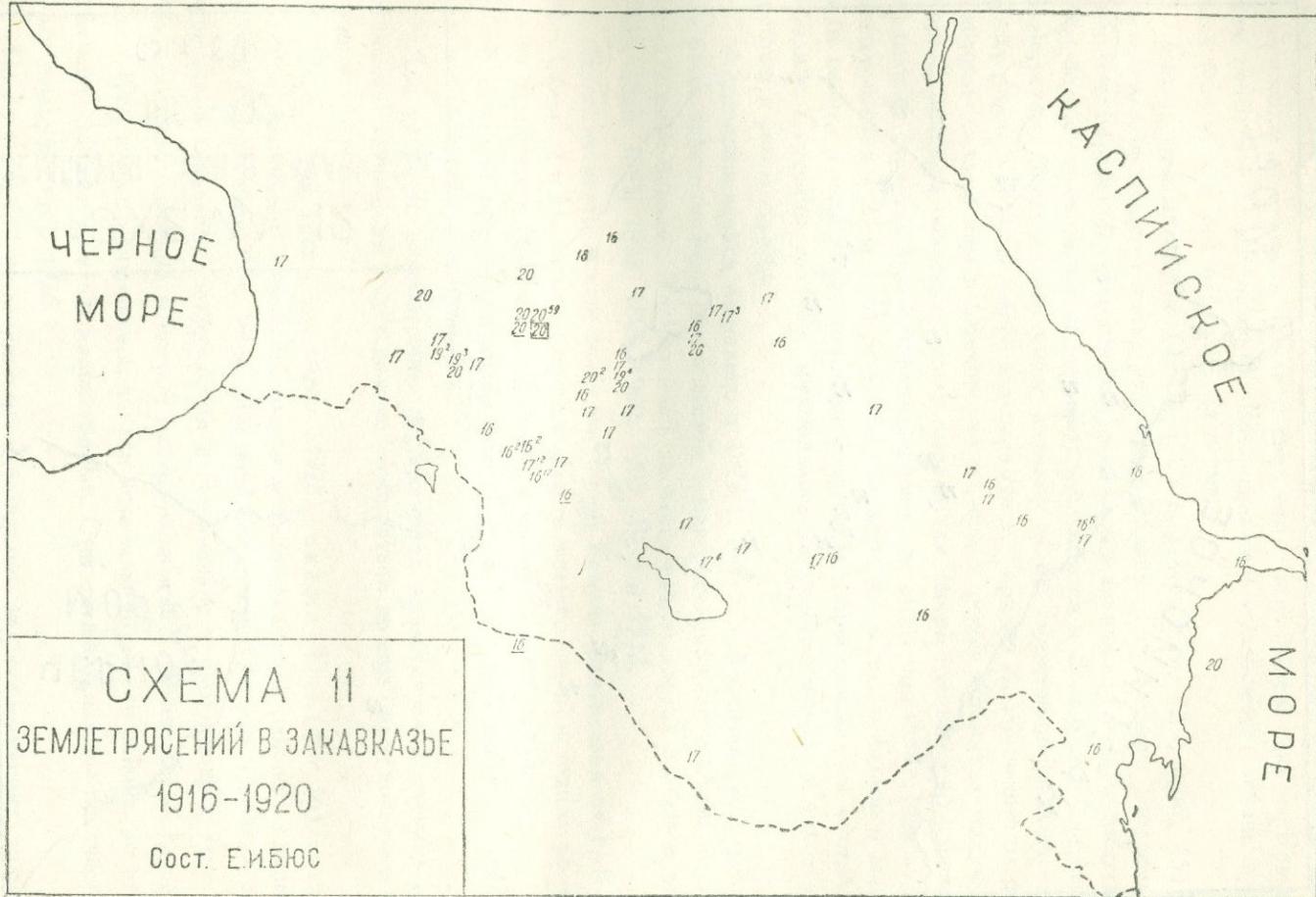
Обращают еще на себя внимание ощущенное в Баку, шести-балльное Каспийское землетрясение 1911 г. и землетрясение (5-балльное) у устья р. Куры 1915 г., землетрясение (5 б) 1912 г. в Терской области (Сев. Кавказ) и шестибалльное 1913 г. в юго-восточном углу Дагестана.

На схеме 11—(фиг. 14) с сейсмическими явлениями 1916—1920 гг. проявляется активность южного склона Главного Кавказского хребта от горы Казбеги через Кахетию, Закаталы, и дальше до Шемахи; отмечен ряд очагов и мест с ощущенными землетрясениями, причем, однако, ни одно землетрясение не было сильнее пяти баллов. В активном в прошлые годы Шемахинском районе заметно сокращается количество ощущенных землетрясений.

Проходящая по отрогам хребтов Шахдага и Мровдага полоса через пункты Кедабек, Чайкенд, Тертер тоже дает ряд землетрясений за эти-же годы, но силой не свыше пяти баллов. Наблюдался ряд подземных толчков в районе Мокрых и Безобдальских гор, из них один шестибалльный. Отмечены пятибалльные землетрясения в районе Боржоми-Табацкури. Наблюдалось несколько землетрясений вокруг озера Севан.

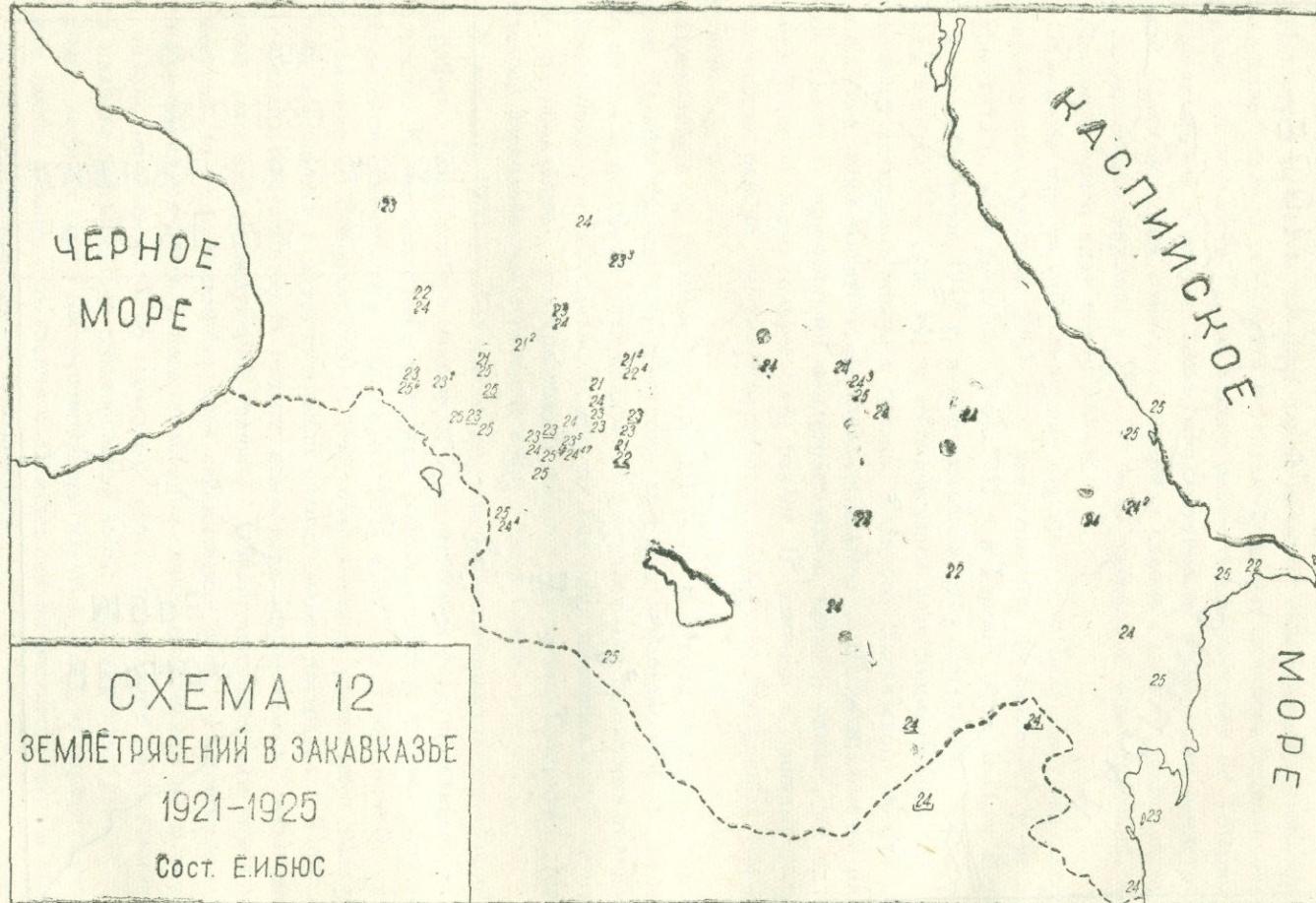
В феврале 1920 г. имел место ряд сильных подземных толчков в Горийском районе. Здесь вообще раньше не были известны разрушительные землетрясения. К местным землетрясениям района вероятно следует отнести землетрясения отмеченные в 1805, 1856, 1881 и 1907 гг. В отличие от них землетрясение 20 февраля 1920 г. [42], очаг которых расположен вблизи г. Гори, проявились с разрушительной силой: сильно пострадал г. Гори и ряд селений в Карталинии. В течение всего года наблюдалось несколько десятков заметных последующих толчков. Обнаружилась, таким образом, неизвестная до этого восьмибалльная сейсмическая зона. Немногочисленные наблюдавшиеся здесь раньше колебания почвы, исходившие из локальных очагов, не позволяли по характеру своего проявления предполагать здесь наличие потенциально сейсмоопасной зоны; геология этого района тогда тоже не была еще в достаточной мере изучена. Следует отметить, что второго такого резкого проявления подземных сил из местных очагов в этой зоне до настоящего времени не наблюдалось.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 14

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



При оценке сейсмоактивности Закавказья за рассматриваемый период следует учесть, что политическая обстановка в Закавказье не давала тогда возможности получить в Тбилиси сведения о всех замеченных на Кавказском перешейке землетрясениях. Возможно, что сейсмическая жизнь здесь была богаче, чем она отражена на схеме.

Следующее пятилетие (1921—1925 гг.) — схема 12 — (фиг. 15) характеризуется тем, что почти уже прекратились последующие подземные толчки в Горийской сейсмической зоне. Слаба активность в Приказбегской зоне; больше толчков, но не сильных, наблюдается в Закатальской области. Значительно заметнее выступает активность на территории, заключенной между рекой Курой на севере и западе (от г. Гори до Хозапинского озера), хребтами Чилдырским и Сомхитским на юге, и рекой Храми на северо-востоке. Указанная область начала выделяться своей активностью с начала двадцатого столетия после Ахалкалакского землетрясения 1899 г. Некоторые землетрясения 1923 и 1925 гг. достигали здесь силы шести баллов и вызывали панику у населения, при этом подземные удары отзывались иногда и в Тбилиси. Сгущение толчков наблюдалось на участке между Сомхитским хребтом и рекой Храми.

Активизировались несколько в 1924 г. очаги в Ленинаканском районе, где было зафиксировано около десяти землетрясений; сила толчков не превышала пяти баллов. Толчки здесь до этого наблюдались слабые в годы 1856, 1868, 1895, 1898, 1899, 1900, 1903, 1909 и 1912.

Были активные также очаги восточной полосы Закавказья от г. Куба до г. Сальяны и Нагорного Карабаха. Часть землетрясений исходила из очагов на территории Ирана и проявилась с силой до семи баллов.

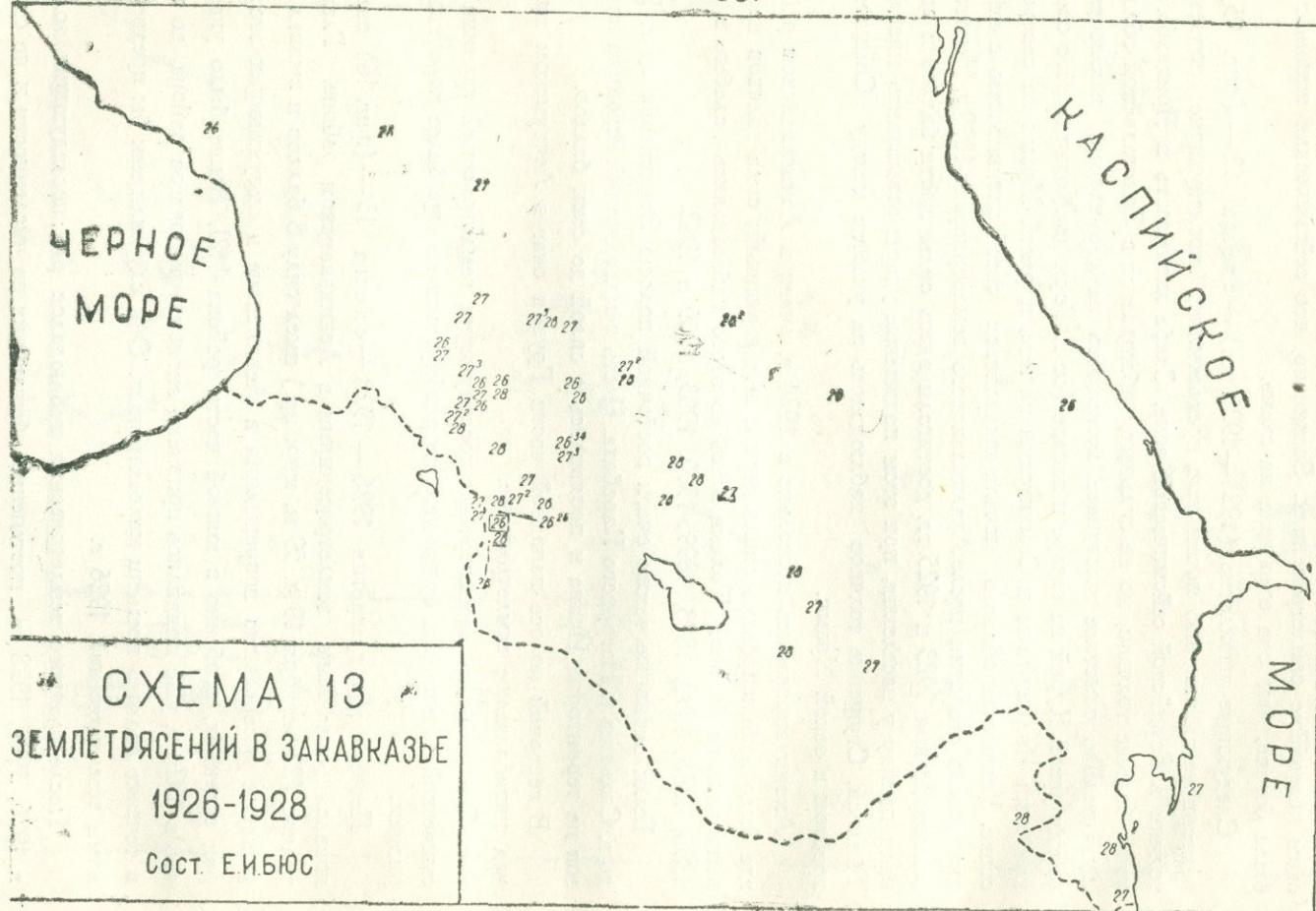
В северной полосе западной части Грузии очаг в Лечхумском хребте, дал пятибалльное землетрясение.

Для удобства рассмотрения последующих землетрясений картина сейсмической активности будет дальше разбираться по еще более коротким периодам.

Первый год трехлетия 1926—1928 — схема 13 — (фиг. 16) ознаменовался сильными землетрясениями в Ленинаканском районе. Главный толчок (22 октября 19 ч. 59 м. мир. вр.) имел силу 8 баллов и вызвал разрушения и серьезные повреждения в Ленинакане и окружающих этот город селениях, особенно в южной части района [12]. Выше было указано, что в 1924 г. уже появились признаки активизации очагов района, до этого в течение долгого времени малоактивных. Они служили как бы предвестниками землетрясений 1926 г.

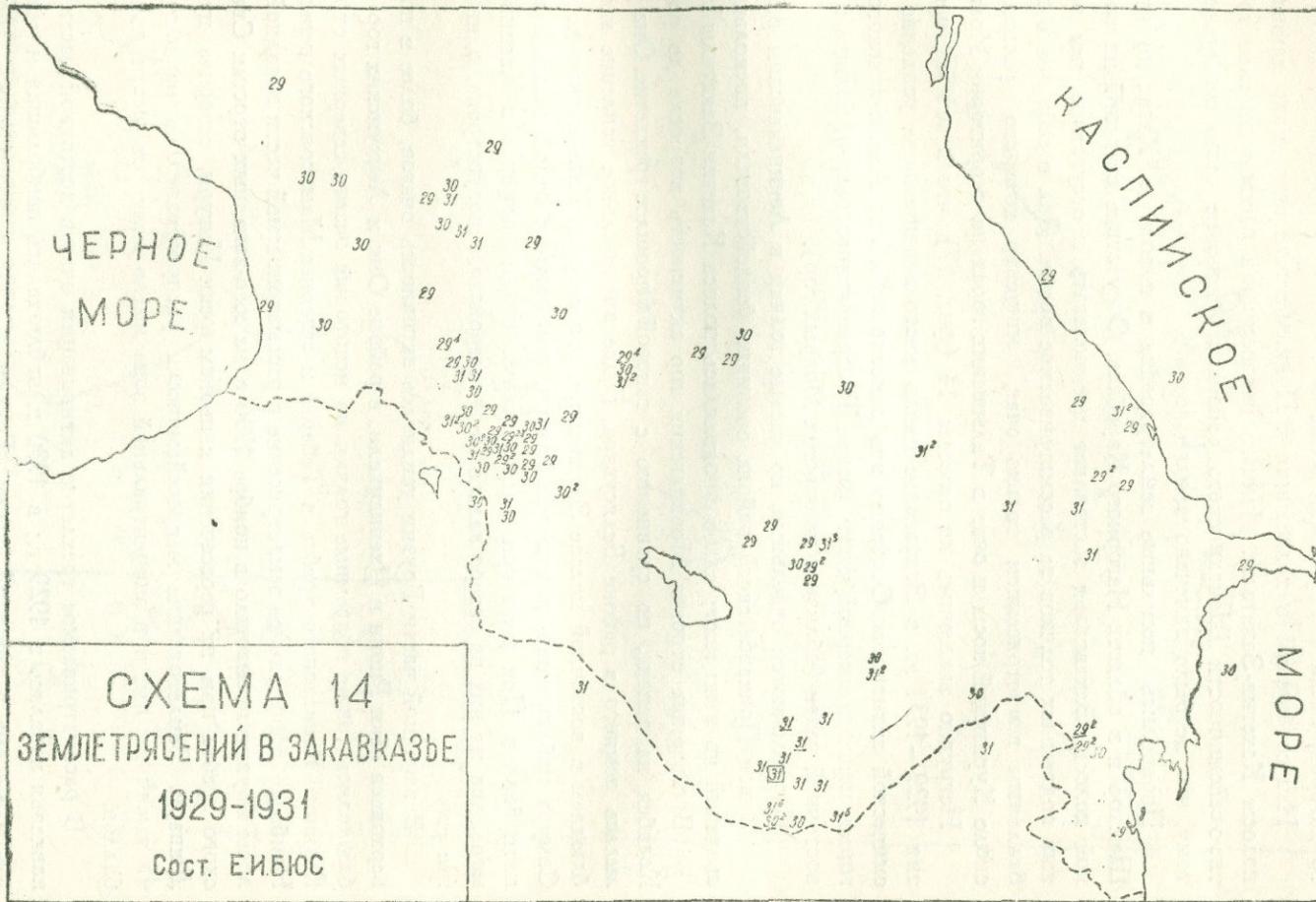
После главного землетрясения наблюдался ряд последующих толчков в 1926, 1927, 1928 гг., постепенно убывающих по численности и по силе.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 16

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 17

Следует отметить, что несколько увеличивается сейсмоактивность северной части (с Триалетского хребта до озера Тапараван) Ахалкалакского нагорья, также и Горийской зоны.

Нет сообщений о колебаниях в Приказбеской зоне, мало данных из полосы Кахетия-Закаталы. Ничего неизвестно в рассматриваемое трехлетие о сейсмичности Шемахинского района: вероятно не было сообщений потому, что не было замечено землетрясений.

Проявились несильные землетрясения в полосе г. Казах до пункта Шамхор и в области Нагорного Карабаха. Отсутствие сведений из восточной полосы Закавказья заставляет предполагать и отсутствие там заметных подземных толчков за рассматриваемое время. Дал о себе знать пятибалльным землетрясением только очаг, эпицентр которого расположен около Куриńskiej косы и очаг в Талышских горах на территории Ирана.

Нетрудно заключить из схемы 14 (фиг. 17), что в течение трехлетия 1929—1931 гг. в Закавказье имело место значительное усиление сейсмической активности. Особенно это заметно в области Ахалкалакского нагорья, менее в северной части (выше Тапараванского озера), больше в юго-восточной части (вблизи и на отрогах Мокрых гор).

Продолжаются отдельные, но частые толчки в Ленинаканском районе.

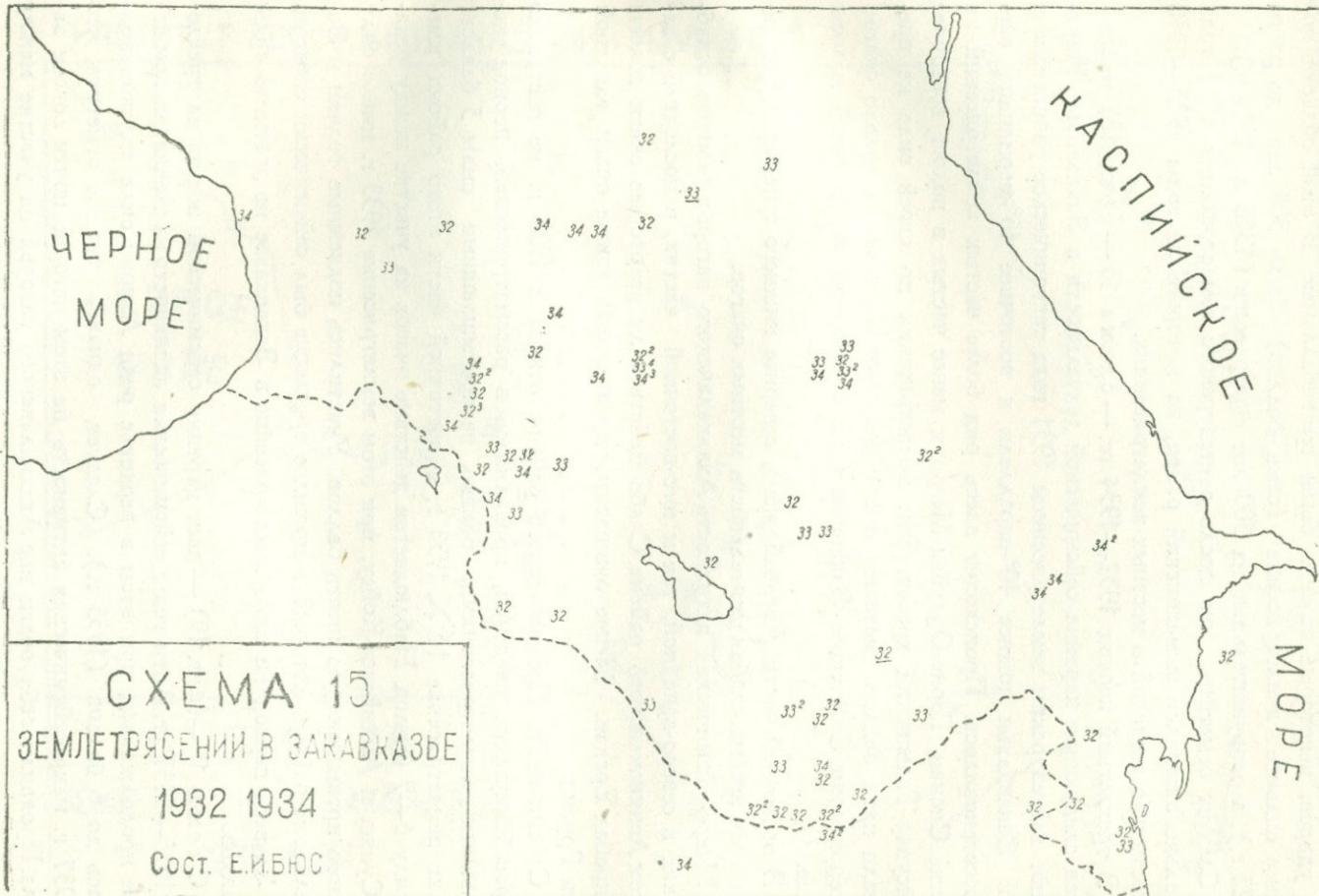
Очаги Приказбеского района очевидно бездействовали, поскольку нет сведений из этих мест; слабо проявлялась полоса Кахетия-Закаталы-Нуха.

В северных отрогах Мровдагских гор активность возросла до района Кедабек на западе, по сравнению с таковой в прошлое трехлетие. Она усилилась немного в районе Белясувара. Более значительное усиление мы наблюдаем в восточной полосе Закавказья, где от реки Гильмишчая до реки Самура наблюдались подземные толчки, некоторые с силой немного выше пяти баллов. При этом три землетрясения имели эпицентр в Каспийском море, два из них на севере далеко от Апшеронского полуострова, один южнее его.

В западной части Грузии усилилась активность очагов, более в полосе верховьев реки Риони и Цхенисцхали, в районе Они и Лечхумских гор. Наблюдались также подземные толчки из некоторых очагов северных отрогов Главного Кавказского хребта в Теберде и севернее Мамисочского перевала. Наиболее значительное землетрясение в рассматриваемой части западной полосы Грузии произошло в ноябре 1930 г. на юго-западных отрогах Сванетского хребта при их пересечении каньоном реки Ингури, севернее пункта Джвари. Землетрясение макросейсмически распространилось на площади 45 тысяч кв. км, и в эпицентralьной зоне имело силу от шести до семи баллов.

В рассматриваемое трехлетие активизация очагов восточной части Закавказья началась в 1929 г.; в 1930 г. наблюдалась наибольшая интенсивность толчков в западной части Грузии, в 1931 г. разразилось восьми-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 18

балльное землетрясение в южной полосе Закавказья, в Зангезуре, и вызвало большие повреждения и разрушения. Оно ощущалось на пространстве порядка ста тысяч кв. км. В течение года здесь ощущался ряд последующих ударов, некоторые из них были шестибалльные. В этой области последнее сильное землетрясение (семи баллов) было 300 лет до этого (1622 г.), а разрушительные на 300 лет еще раньше (1308 г., 1319 г.).

Следует отметить, что после зангезурского землетрясения 1931 года несколько оживился шемахинский район, из которого за годы 1925—1930 не поступало сведений о местных землетрясениях.

В трехлетний период 1932—1934 гг.—схема 15—(фиг. 18) наблюдается следующая картина сейсмической деятельности в Закавказье. Нарушенное зангезурским землетрясением 1931 года тектоническое равновесие в части Закавказья южнее 40° -параллели и восточнее 46° -меридiana еще не восстановилось. Происходит здесь ряд более частых землетрясений на участке Сисиан, Горис-Ордумад-Мегри и менее частых в полосе восточнее Белясувар-Талышский хребет. Эти землетрясения по своей силе не превышали пяти баллов. Вызваны они были деятельностью не только очагов на территории Советского Закавказья, но и северной пограничной полосы Ирана.

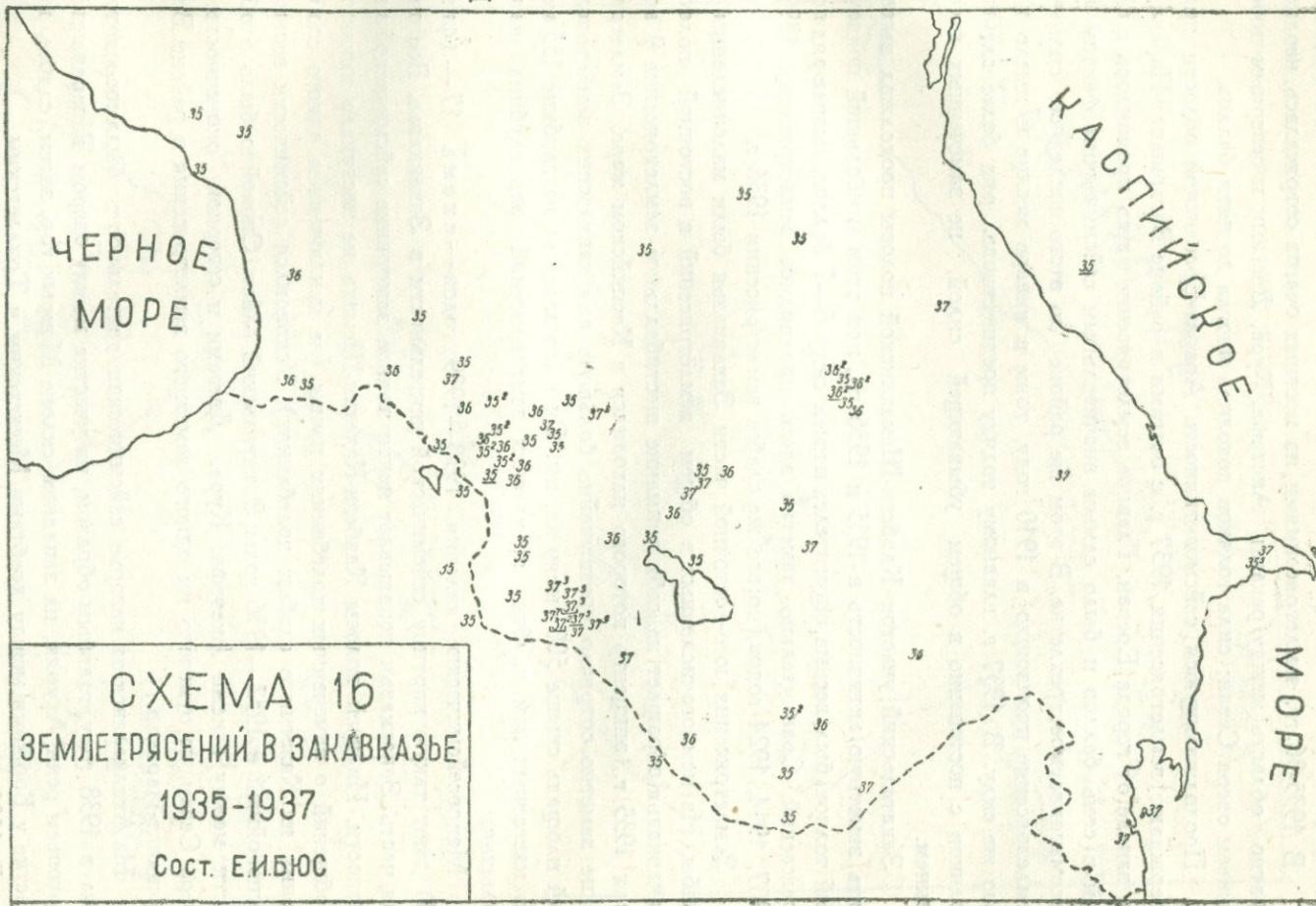
В восточной части Азербайджана, севернее нижнего течения Куры наблюдается весьма слабая деятельность местных очагов.

Макросейсмическая активность Ахалкалакского нагорья немногого ослабла, как в северо-западной, так и юго-восточной частях, в последней с захватом Ленинаканского района. Слабо действовали некоторые очаги полосы Сабирабад-Ереван. Менее оживленно проявлялись также очаги западной части Грузии.

Сейсмичность Приказбегского района, откуда с 1925 г. не поступало макросейсмических сведений, проявлялась в рассматриваемый период несколькими землетрясениями, однако, не превышавшими силы 5 баллов; только землетрясение 14. X. 1933 г. в восточной части этого района имело силу 6—7 баллов. Наблюдалася действие очагов на участке между реками Сунжа и Андийское-Койсу, при этом землетрясение 1933 г. имело силу немного превышающую шесть баллов. Участились подземные толчки в Закатальском районе, который в прошлое трехлетие был сейсмически спокоен.

За весь период ни одно землетрясение в Закавказье не достигло силы 7 баллов.

Схема 16—(фиг. 19)—дает картину сейсмической жизни за трехлетие 1935—1937 гг. В эти годы сейсмическая активность на ахалкалакском нагорье продолжалась, при этом в верховье реки Ахурян сила толчков поднялась до 6 баллов (1935 г.). Следует, однако, тут же отметить, что в 1937 г. макросейсмическая активность на этом нагорье почти совсем замерла. Проявили себя очаги вне Ахалкалакского нагорья на участке между



Фиг. 19

рекой Храми и Сомхитским хребтом, бывшие активными также в 1923—1924 гг., но сила их не превышала пяти баллов.

В 1935-36 гг. землетрясениями из местных очагов сотрясалась неоднократно область между реками Акстафа, Кура, Дзегами и северным побережьем озера Севан; сила толчков доходила иногда до пяти баллов.

Продолжающаяся сейсмоактивность Арарат-Ереванской области подтверждают землетрясения 1937 г. с очагами в районе Вагаршапат-Паракар, на западе от города Ереван. Главное землетрясение здесь проявилось с силой в семь баллов и было самым значительным сейсмическим фактом за рассматриваемое трехлетие. В этом же районе до этого последнее сильное землетрясение произошло в 1910 году, тоже в январе месяце и имело такую же силу. В 1937 г. главному толчку предшествовал ряд более слабых толчков с постепенно в общем убывающей силой, не замеченных населением.

Закатальский участок Казбеги-Шемахинской полосы продолжал выявлять заметную активность в 1935 и 1936 гг., при этом наибольший подземный толчок был весьма ощутителен и имел силу 6—7 баллов, вызвав ряд повреждений. Сравнительно заметно здесь проявились землетрясения 1890, 1907, 1914, 1924 годов, но все же слабее землетрясения 1936 г.

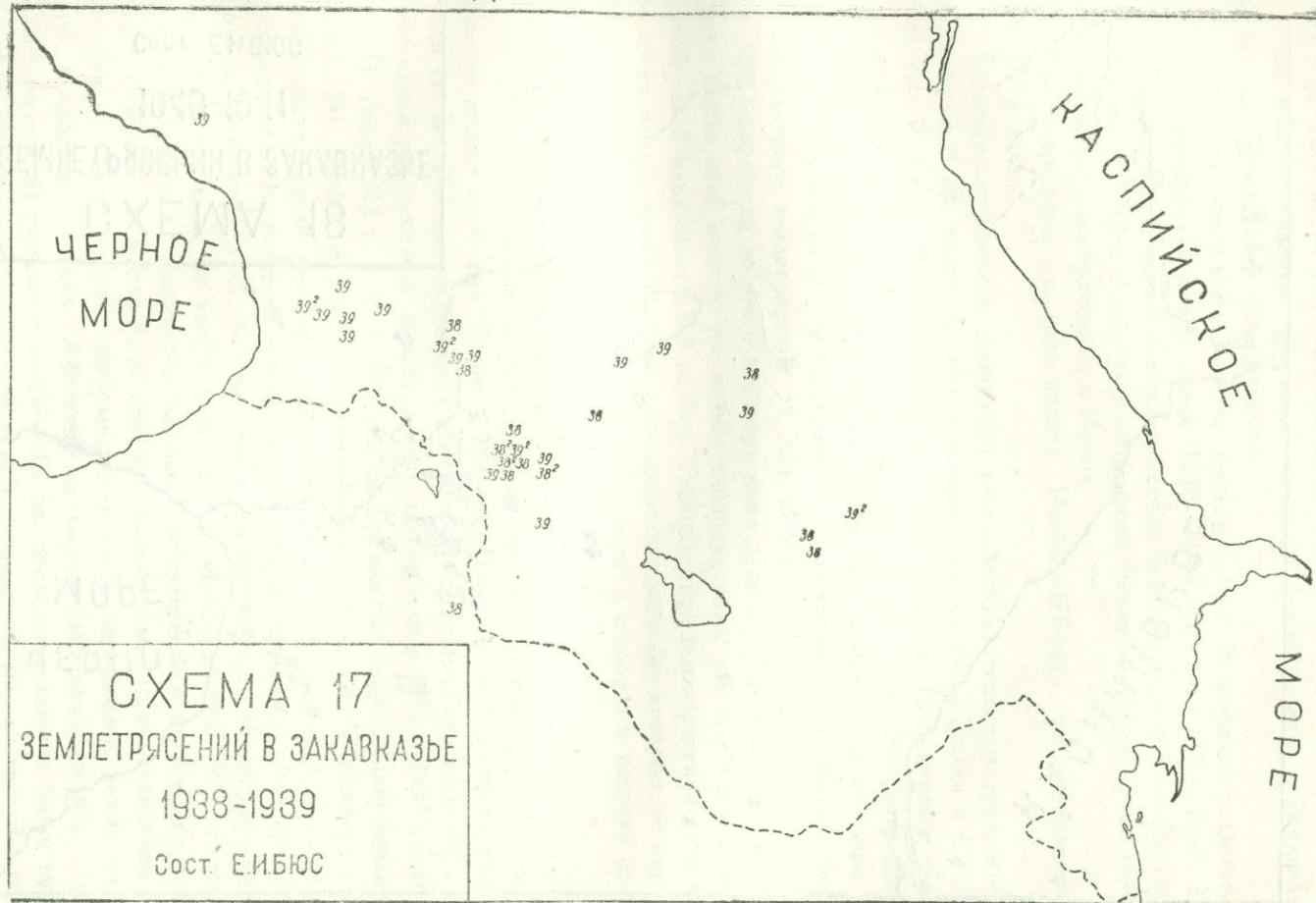
Землетрясения юго-восточной части Закавказья были малочисленны и слабы. Из немногочисленных в общем землетрясений в восточной полосе Закавказья обращает на себя внимание шестибалльное землетрясение 9 апреля 1935 г., эпицентр которого находился в Каспийском море. Землетрясение заметно сотрясло чрезвычайно большую для кавказских землетрясений площадь свыше 500 тысяч кв. км. Очаг его залегает на глубине 155 км. Из известных нам глубин кавказских землетрясений эта глубина наибольшая.

Макросейсмические явления 1938—1939 годов — схема 17 — (фиг. 20) дают такую картину сейсмической деятельности в Закавказье. Восточная часть Закавказья показывает почти полное замирание сейсмической активности. Из всей полосы Казбеги-Кахетия-Шемаха не поступало никаких сообщений о замеченных колебаниях почвы (за исключением одного сообщения из Кахетии о слабых колебаниях). Успокоился сейсмически весьма беспокойный в 1932—1936 годы Закатальский район. Спокойно было в области между реками Акстафа, Кура, Дзегами и северной оконечностью озера Севан, не отмечено ни одного заметного землетрясения в районе Вагаршапат-Паракар.

На Ахалкалакском нагорье сейсмическая деятельность была сосредоточена в 1938 году, главным образом, на участке между озером Тапаравани и верховьем реки Ахурян, на западном склоне Мокрых гор, затем, слабее, на участке у Боржоми между хребтами Месхетским и Триалетским.

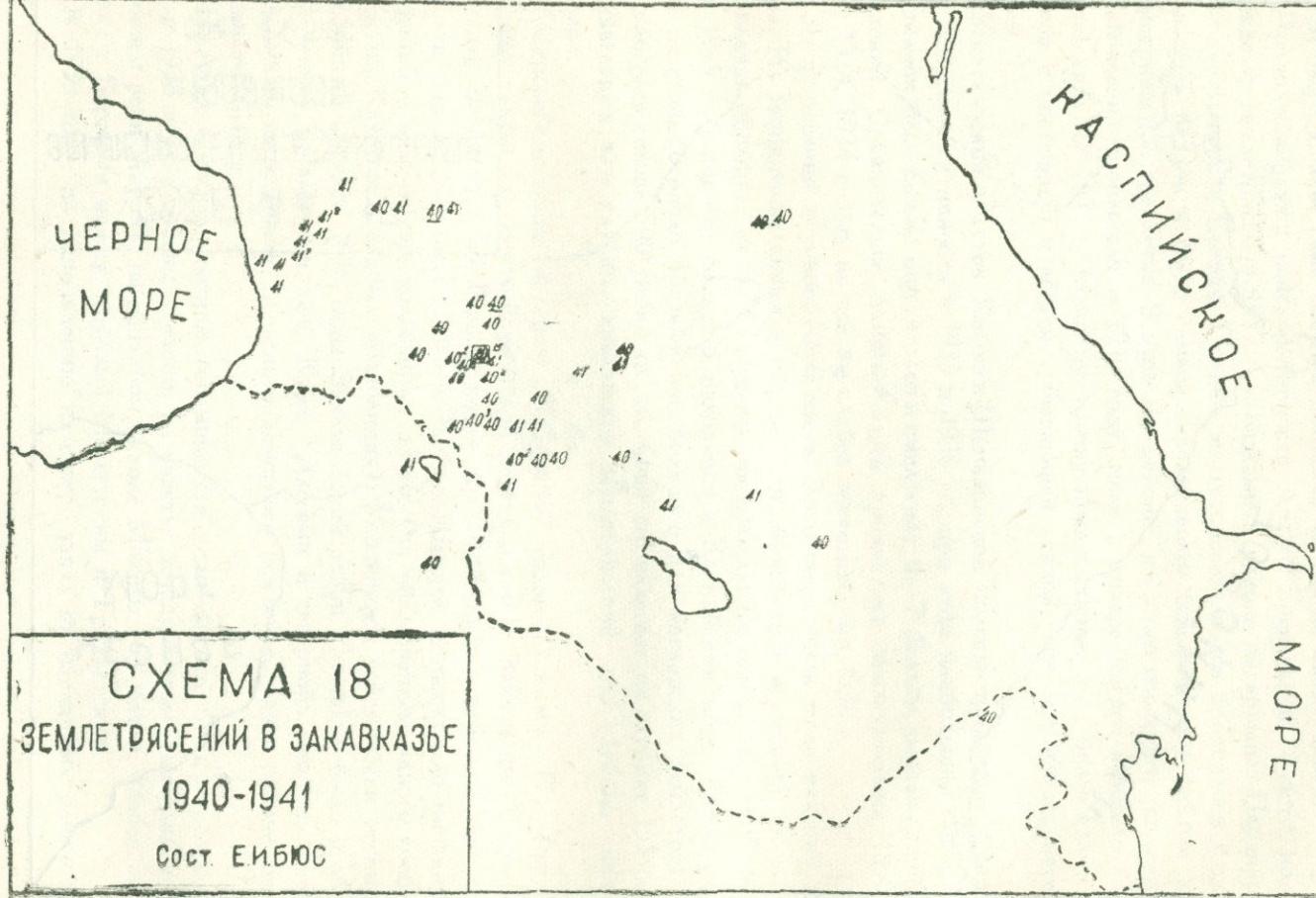
В 1939 году, по направлению на северо-запад от названных районов,

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 20

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



в западной части Грузии, южнее нижнего течения реки Риони, между пунктами Сamtредиа и Маяковски, на подступах к северным склонам Гурийских гор, имел место ряд землетрясений.

За рассматриваемые два года ни одно землетрясение в Закавказье не превышало по своей силе 5 баллов.

Другой характер сейсмической деятельности в Закавказье представляется макросейсмическая карта годов 1940—1941—схема 18—(фиг. 21). Восточная и южная часть Закавказья лишена сейсмических фактов. Ощущавшиеся в июле 1940 г. в юго-восточной части Закавказья подземные толчки были вызваны землетрясением в Иране.

Как в прошлые два года полоса Казбеги-Шемаха макросейсмически бездействовала.

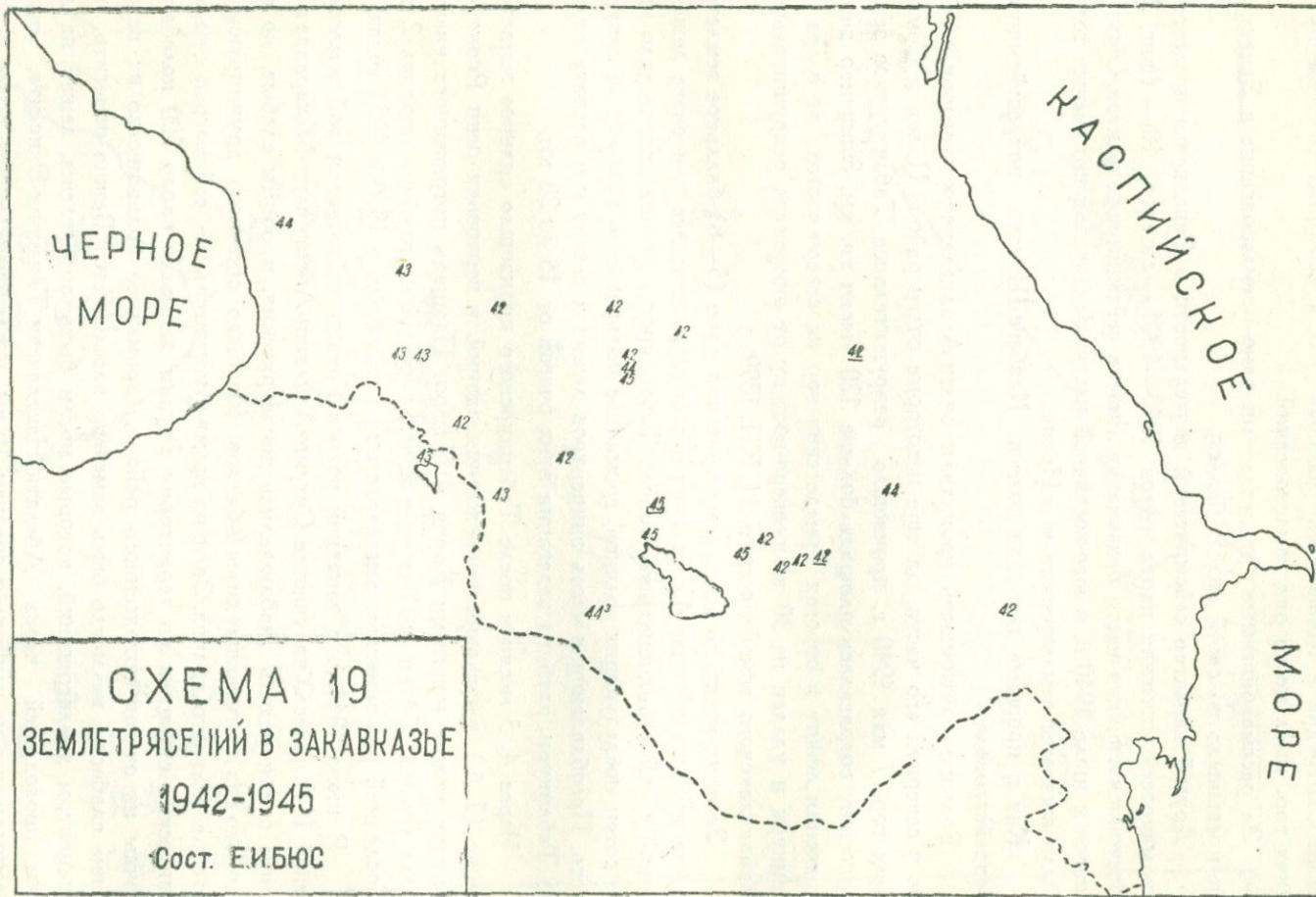
Большую активность проявляли очаги Ахалкалакского нагорья, особенно в северной его части, да еще некоторые очаги района Цалки и Сомхитских гор. 7 мая 1940 г. произошло разрушительное Табацкурское землетрясение, сотрясалось площадь больше 120 тысяч кв. км. Эпицентр землетрясения лежит в отрогах Триалетских гор на северо-востоке от озера Табацкури и удален на 30 км к северо-востоку от эпицентра разрушительного Ахалкалакского землетрясения 31. XII. 1899 г.

За один месяц до этого землетрясения одно (5—6) балльное землетрясение имело свой очаг 45 км южнее табацкурского; все три очага лежат в одной узкой меридиональной полосе. Табацкурское землетрясение дало много сотен последующих толчков, громадное большинство которых не ощущалось. Преобладающая часть эпицентров лежит к северу и к востоку от озера Табацкури, глубина залегания этих очагов от 16 до 20 км.

Через 4, 5 месяцев после Табацкурского произошло сильное землетрясение (7 б.), вызвавшее повреждения зданий, в верховьях реки Риони, на участке между пунктами Корти и Цагери. Площадь потрясенного участка мала (около 200 кв. км) и очаг поверхностный на глубине порядка 2 км. Последний раз заметные землетрясения здесь были в 1930 и 1931 годах.

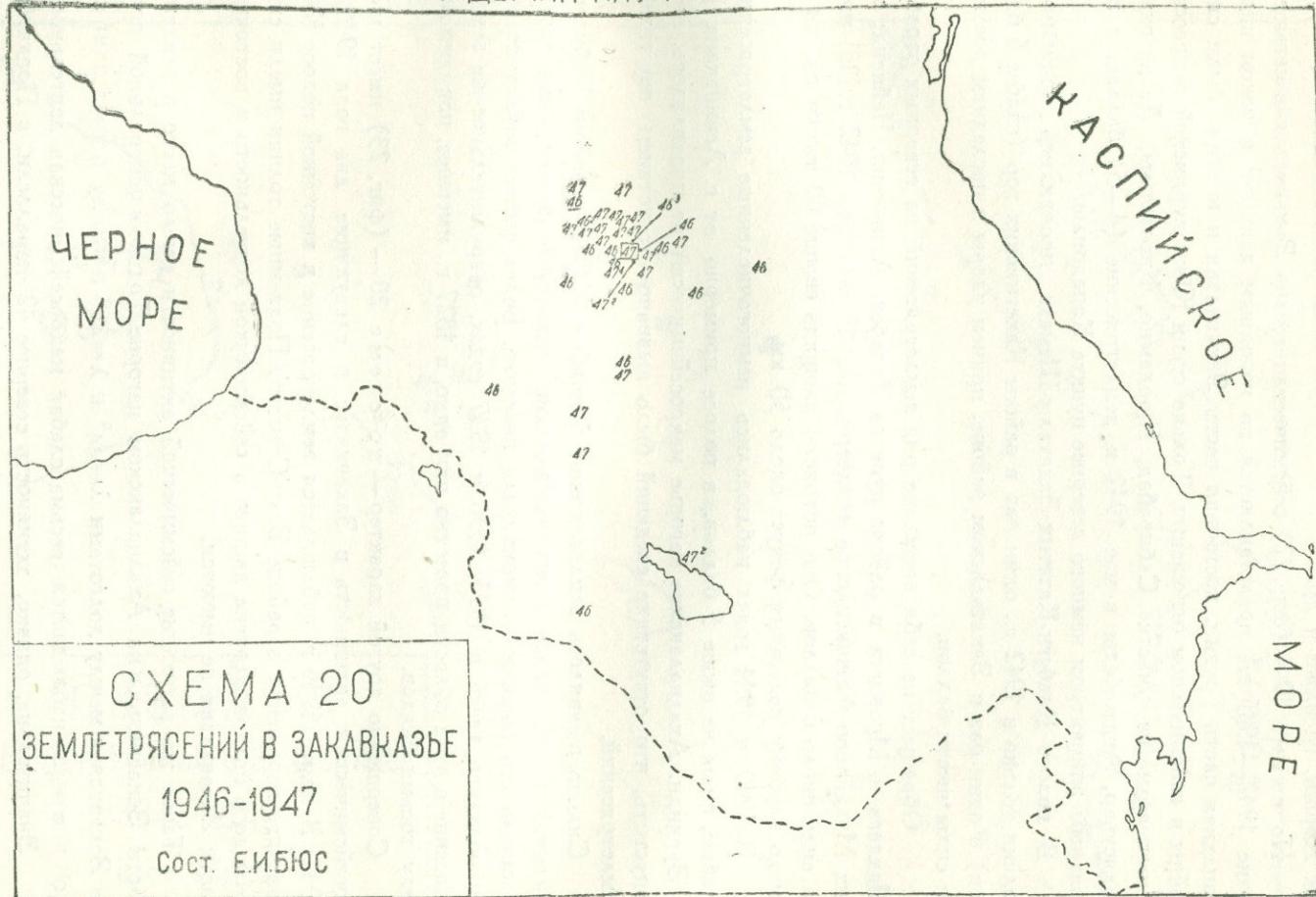
В июне 1941 г. в западной полосе Грузии наблюдался рой землетрясений [14]. Здесь, на участке Сухуми-Лайлаши-Абастумани-Махарадзе в течение шести недель наблюдались землетрясения, в общем слабые, но несколько раз достигавшие силы 6-баллов. Не было обычного доминирующего по силе главного толчка. За то же время чувствительные сейсмографы на сейсмических станциях по территории Грузии записали около 500 колебаний почвы из очагов потрясенного района, громадное большинство их вследствие слабости, не могло быть замечено населением. Важно отметить, что эпицентры землетрясений, которые могли быть определены, лежат на линии, проходящей через Абедати-Накалакеви-Тамакони-Экис-мта, очаги расположены на глубине в среднем 16 км, последовательность более значительной деятельности очагов идет с северо-запада на юго-восток. Землетрясения

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 22

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 23

сения роя вызвали некоторые изменения в режиме минеральных источников Хорши, Менджи и др.

По схеме 19 — (фиг. 22) сейсмическая жизнь Закавказья в четырехлетие 1942—1945 гг. представляется по неполным данным¹ в таком виде. Западная часть Грузии, восточная часть Закавказья и южная были спокойны в сейсмическом отношении. Только степи Южнокуринской депрессии испытывали на участке Сабирabad, Кюрдамир, Карадонлы, Джарфархан, Белясувар, Агджабеди в мае 1942 г. землетрясение (4—5) баллов, с вероятным эпицентром немного севернее пункта Карадонлы.

В полосе Казбеги-Кахетия-Закаталы-Шемаха проявились подземные толчки только в 1942 г., один раз в районе Кахетинских гор (слабее 5 баллов) и один раз в Закатальском районе, причем удары в последнем достигли силы шести баллов.

Обращает на себя внимание ряд землетрясений на северных отрогах Шахдага и Мровдага в районе пунктов Кедабек, Аджикенд, Чайкенд; из них Михайлово-Аджикендское землетрясение 19 сентября 1942 г. [25] имело силу около 6 баллов. Оно потрясло площадь свыше 60 тысяч кв. км и имело глубину залегания фокуса около 50 км.

В 1943 и 1944 годах наблюдались немногочисленные землетрясения, слабые, силы не выше 5 баллов, в полосе примерно от г. Ленинакана до г. Зугдиди. Ахалкалакское нагорье макросейсмически не проявлялось, если допустить, что отсутствие сведений было вызвано отсутствием ощущимых землетрясений.

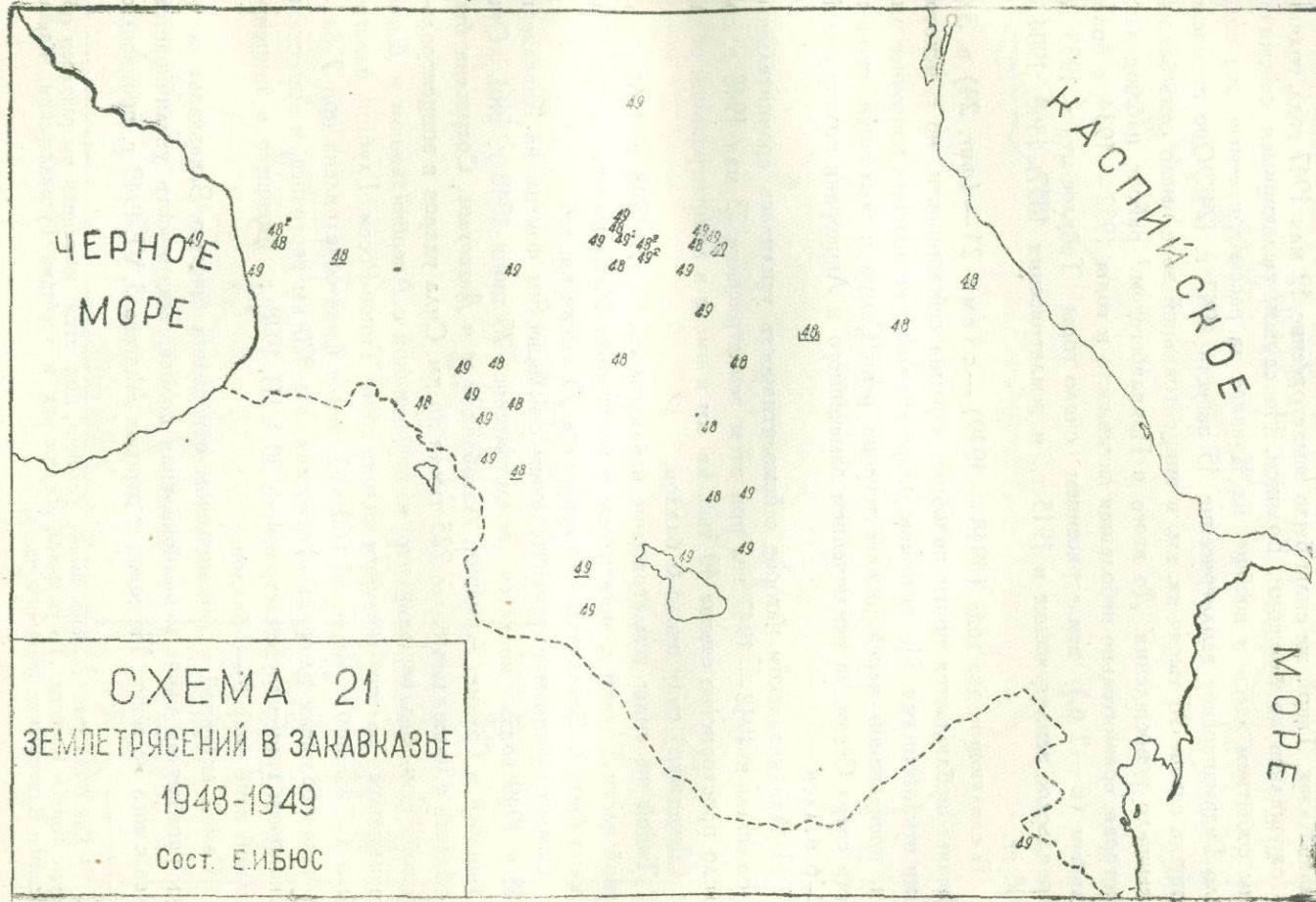
Сильно выявилось землетрясение 5 ноября 1945 г. в районе Чибухлы-Дилижан (6—7 баллов), вызывая местами некоторые повреждения домов. Площадь его распространения была невелика. Более частые землетрясения наблюдались здесь в 1935, 1936 и 1937 годах, разрушительное же землетрясение в этой области известно нам одно, в 1827 г., имевшее, повидимому, силу восьми баллов.

Совершенно другой характер — по схеме 20 — (фиг. 23) имеет макросейсмическая активность в Закавказье в следующие два года 1946—1947. В марте 1946 г. наблюдается землетрясение в восточной полосе Кавказского перешейка в районе Баку-Сумгait. Подземные толчки имели силу от 5 до 6 баллов. Другие данные о сейсмической деятельности в восточной части Закавказья не имеются.

Такое же затухание сейсмической активности имело место в западной части Закавказья и на Ахалкалакском нагорье. Только в центральной полосе Закавказья между долготами $\lambda=44^\circ$ и $\lambda=46^\circ$ и между параллелями $\varphi=40^\circ$ и $\varphi=42^\circ$ наблюдается весьма слабая макросейсмическая деятельность. Значительна, однако, активность севернее 42° -параллели, в Приказбег-

¹ Годы Великой Отечественной войны.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 24

ской области, откуда имеются сообщения о 50 колебаниях почвы, большинство которых характеризовалось силой 4 балла. Но землетрясение 9 мая 1946 г. имело силу 6 баллов, толчки ощущались до пунктов Боржоми, Иджеван, Казах. Такой же силы было землетрясение 19 мая 1947 года, толчки его ощущались до Боржоми, Болниси. Но самым выдающимся сейсмическим событием здесь и вообще на Кавказе за рассматриваемые два года было Гудамакарское землетрясение 15 августа 1947 г. [24]. Оно потрясло площадь свыше 90 тысяч кв. км, в эпицентральной зоне имело семь баллов и вызвало повреждения. До этого в Приказбегском¹ районе наблюдалась некоторая, сравнительно небольшая активность в годы 1932—1934, с более сильным (6—7 б.) землетрясением около горы Тебулос-мта в 1933 г., Дарьальское землетрясение в 1915 г., и землетрясения 1857, 1868, 1904 и 1908 гг.

В следующие два года (1948—1949) — схема 21 — (фиг. 24) в Закавказье наблюдается почти подобная картина сейсмичности, но с некоторыми отклонениями. Не замечены макросейсмические явления восточнее линии, проведенной через нижнее течение реки Самур и восточную оконечность озера Севан, за исключением замеченного в Ленкорани толчка силой 5—6 баллов.

На Ахалкалакском нагорье сейсмоактивность усилилась сравнительно с положением в 1942—1947 гг., при этом землетрясение 23 мая 1948 г. сотрясло пространство свыше 40 тыс. кв. км и имело в эпицентральной области (Джаджур) силу около 6 баллов.

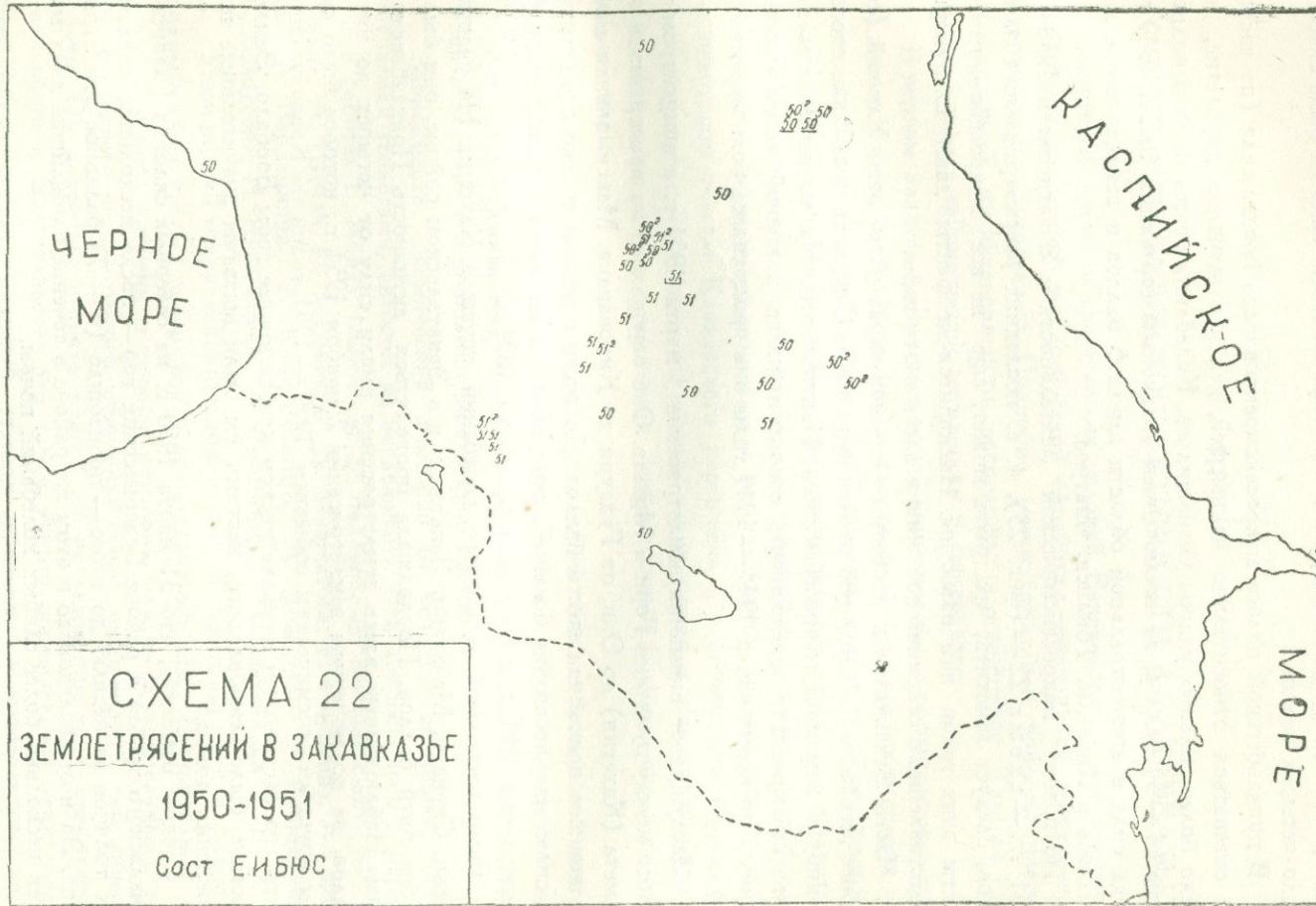
Такой же силы землетрясение наблюдалось 13. IX. 1948 г. [16] в западной части Грузии с эпицентром в предгорьях Мегрельского хребта. Сотрясена была в Закавказье территория в 30 тысяч кв. км.

Самым крупным и замечательным сейсмическим фактом на Кавказе в 1948 и 1949 годах является землетрясение 29 июня 1948 г. [46]. Оно ощущалось в Грузии, Армении, Азербайджане и Дагестане. Сотрясена была область с площадью более 225 тысяч кв. км. Сила ударов в эпицентральной зоне семь баллов, эпицентр в пограничной с Азербайджаном и Дагестаном полосе на юго-западном склоне горы Тинов-Росси. Глубина залегания очага больше нормальной (60 км), чем и была обусловлена при 7 баллах такая большая площадь сотрясения. На 120 км восточнее, в Дагестане расположен эпицентр землетрясения 30. VIII. 1948 г., имевшего в эпицентральной зоне силу 5—6 баллов.

Самой активной в сейсмическом отношении частью Закавказья осталась упомянутая выше меридиональная полоса. Активность увеличивается здесь с юга на север. На южных отрогах Алазеа 3. VI. 1949 г. произошло

¹ Как было уже сказано выше, условно, под этим названием мы разумеем область с горами Казбеги, Тебулос-мта, Диклос-мта и хребтами Гудамакарским, Карталинским и Кахетинским (северные части).

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 25

землетрясение, которое в Аштараке, например, проявились с силой 6—7 баллов, оно весьма слабо было замечено некоторыми лицами в Тбилиси на расстояние 110 км от эпицентра. Подземные толчки, вызванные рядом землетрясений, ощущались в районе Акстафа-Кедабек, сила их была слабая, около четырех баллов.

В приказбекской полосе макросейсмоактивность продолжала (по частоте) оставаться относительно наивысшей, как и в прошлое двухлетие, но число более сильных ударов уменьшилось. Колебания почвы не подымались выше (4—5) баллов, за исключением только землетрясения 16. XI. 1949 г., когда сила в эпицентральной области имела 6 баллов и землетрясение замечалось в Кварели, Тбилиси, Чиатура.

По поводу макросейсмической деятельности в Закавказье в 1950 и 1951 гг.—схема 22—(фиг. 25), т. е. последних рассматриваемых нами годов, следует заметить, что, быть может, еще не все макросейсмические факты этих годов нам известны. Имеющиеся же факты дают следующее представление о сейсмической жизни здесь в эти годы.

Часть Закавказья к востоку от прямой через устье реки Улу-чай (севернее Дербента) и северную оконечность озера Севан, не проявляла сколько-нибудь заметной макросейсмической активности. На ахалкалакском нагорье сейсмическая деятельность сосредоточилась в южной части плоскогорья, в то время как в 1948—1949 годы она проявлялась больше в северной части.

Заслуживает внимания землетрясение 3 марта 1951 г. с эпицентром в полосе между пунктами Гори и Мцхета. Оно ощущалось на пространстве от Ахмета (Кахетия) до Они, от Гудаури до Кировакана. Максимальная сила его немного превысила шесть баллов. До этого известно только одно такой же силы, или несколько большей, землетрясение из очага этой полосы; случилось оно в 1890 г. и слабее повторилось в 1894 г.

Было несколько несильных колебаний почвы в Кахетии. На участке Апени, Сигнахи, Мачхаани, Закаталы и в Закатальском районе, они были слабее пяти баллов. Продолжала проявляться активность Приказбекской зоны. Наблюденные здесь землетрясения имели силу от четырех до пяти баллов, за исключением землетрясения 2 ноября 1951 г., которое было самым крупным сейсмическим событием 1950—1951 годов на Кавказе. Эпицентр его расположен на Кахетинском хребте южнее горы Борбalo. Землетрясение было семибалльное, местами им были вызваны значительные повреждения домов.

Следует отметить, что 31 марта 1950 г. на северных склонах Главного Кавказского хребта в районе Гудермесских гор — после нескольких подземных толчков за неделю до этого — произошло (6—7) балльное землетрясение. За ним последовало в этом же районе в течение ближайших двух месяцев несколько более слабых колебаний почвы.

III

О ХОДЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ЗАКАВКАЗЬЕ

Во второй части «Сейсмических условий Закавказья» были изложены результаты некоторой статистической обработки имеющихся сейсмических материалов по Закавказью. Подробно рассматривались вопросы частоты землетрясений, их интенсивности, расположения эпицентров. Там же говорилось о зонах сейсмической активности в Закавказье.

В первом разделе настоящего труда внимание было обращено на глубины залегания очагов закавказских землетрясений, был приведен список найденных глубин и составлена схема расположения очагов с найденными глубинами. Анализ полученных до сего времени данных говорил о значительном диапазоне наблюденных глубин землетрясений и позволил высказать положение о соблюдении одинакового порядка глубин очагов землетрясений на некотором участке Кавказского перешейка и о замеченном различии в значениях средней глубины на разных таких участках Закавказья, что несомненно имеет связь с местными особенностями геологического строения земной коры.

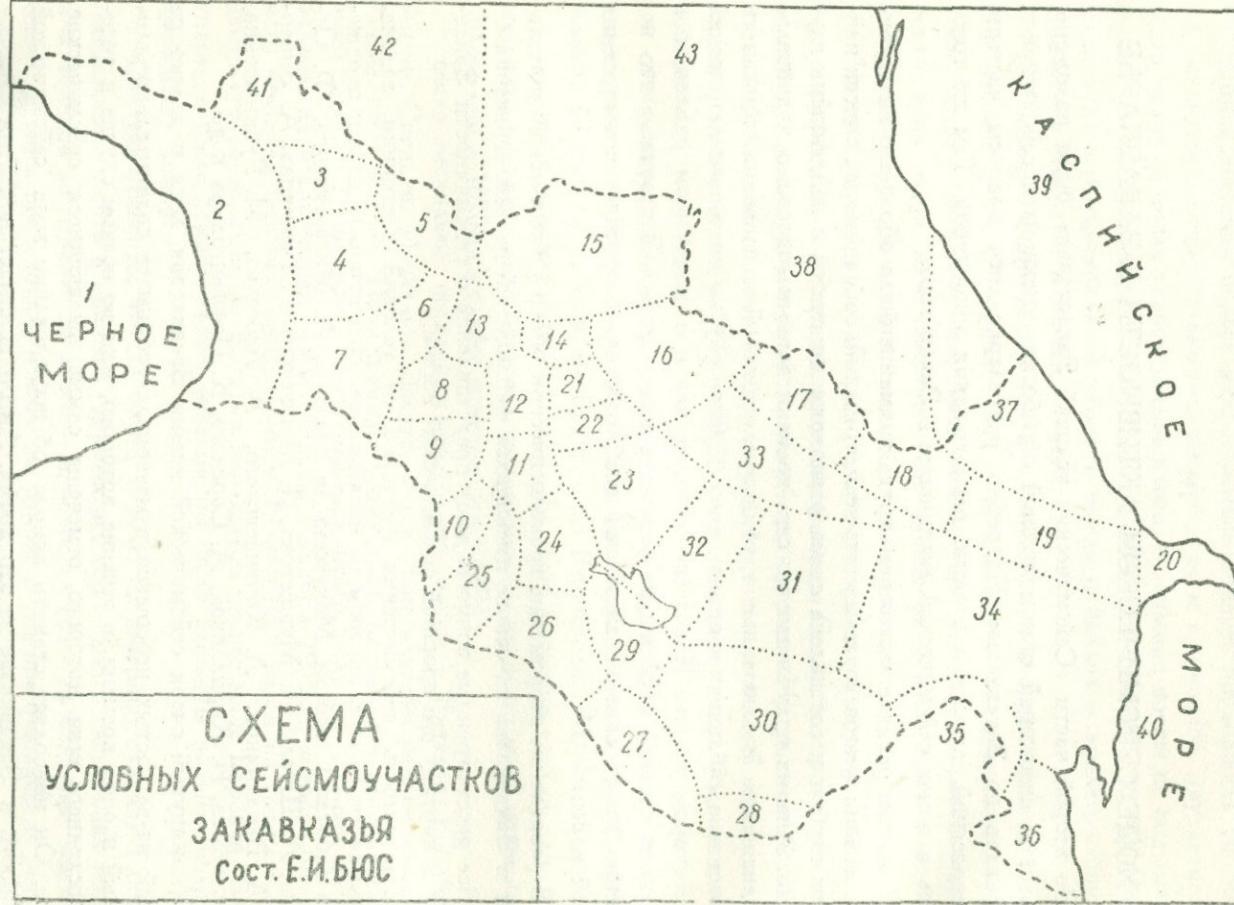
В разделе же втором дан хронологический обзор сейсмической деятельности в Закавказье на основе имеющихся наблюдений по землетрясениям.

Все рассмотренные вопросы дают представление о сейсмичности Закавказья и картину его прошлой сейсмической жизни.

Зависимость сейсмических факторов от условий тектоники, задача, изучаемая геологами, автором не исследована. Эти вопросы нашли отражение в работах Г. Абиха, Монтессю де Баллора, А. Михалевского, Ф. Освальда, А. Шталя, И. Мушкетова, Д. Мушкетова, Г. Горшкова, А. Зиберга, Л. Варданяца, Л. Конюшевского, А. Лебедева, М. Рубинштейна, В. Белоусова, И. Кирилловой, А. Сорского, К. Паффенгольца и др.

Упомянутый очерк сейсмической жизни Закавказья, хотя и далеко не полный из-за частых перерывов в материалах, обнимает сравнительно длительный период времени, в течение которого, или во всяком случае в течение последнего века которого, отмечены самые выдающиеся сейсмические факты. Он позволяет ставить вопрос об исследовании хода сейсмической активности в Закавказье за это время. Автор понимает под этим следующее. Происходит за известный период времени — в естественном поряд-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 26

ке — ряд значительных землетрясений (с более или менее длительными перерывами между ними), исходящих из разных эпицентральных областей, вследствие активизации там геологических сил. В каком временно-пространственном порядке располагаются при этом эпицентральные зоны землетрясений этого ряда, не замечается ли здесь некоторая закономерность в чередовании областей, испытавших временную активизацию? Задача сводится к намечению в больших линиях, если это возможно, путей как бы перехода сейсмической активности по Закавказью от одних сейсмических областей к другим.

При такой постановке задачи используются не все известные землетрясения, а только наиболее значительные из них или группы землетрясений или даже сами эпицентральные зоны их; при этом характеризуется положение последних некоторыми средними координатами.

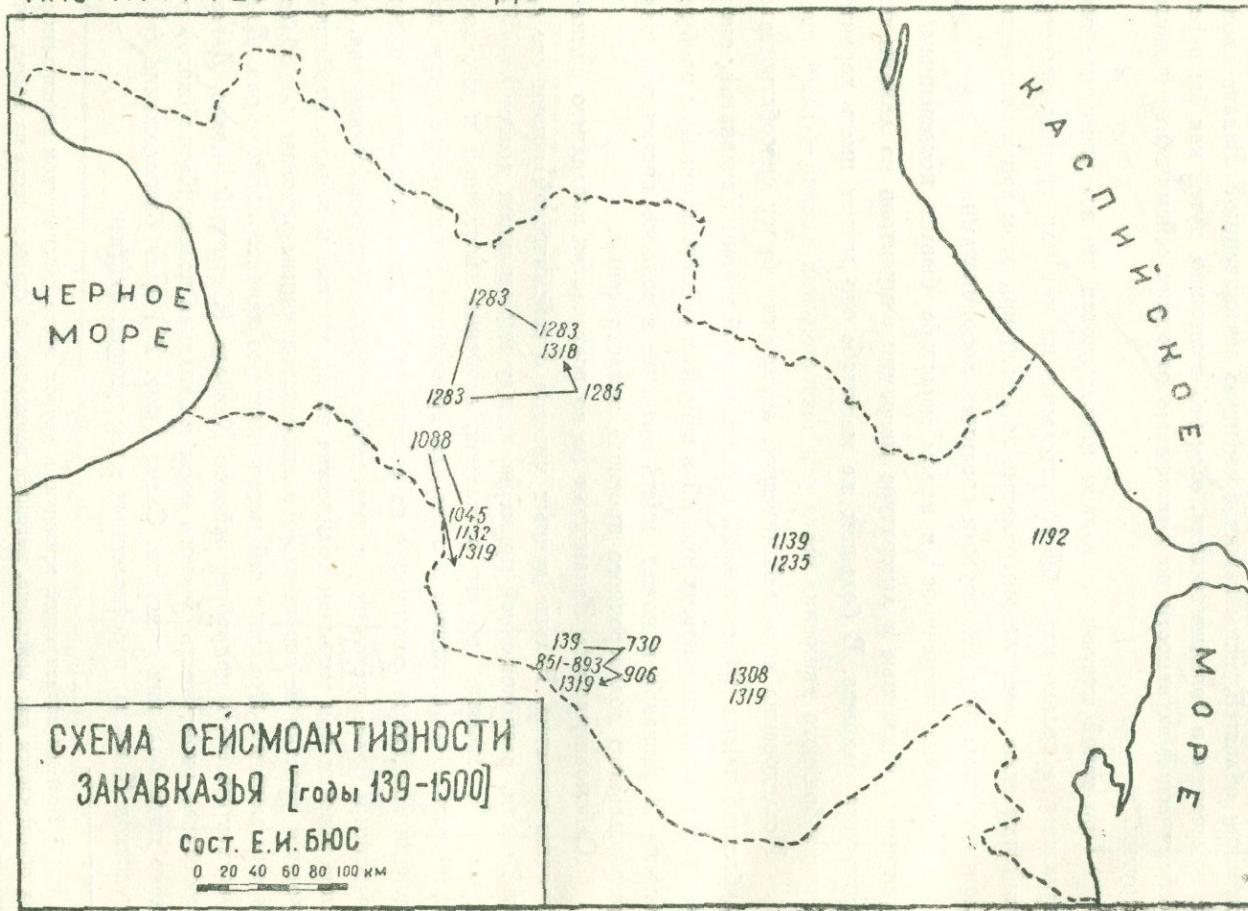
Хождение эпицентров¹ в малом масштабе бывает постепенным, как, например, указанные в литературе миграции эпицентров по линиям тектонического разрыва. В большом же масштабе оно может иметь характер и скачкообразного движения через ряд тектонических единиц — глыб, систем.

Исследование хода сейсмической активности будет способствовать углублению наших представлений о сейсмической жизни Закавказья, оно послужит и развитию наших знаний в вопросах сейсмотектоники и вообще геологии Закавказья и может иметь значение в вопросе постановки задачи регионального долгосрочного прогноза землетрясений.

Сейсмоактивность Закавказья не во всех частях последнего одинаково хорошо известна. Больше данных имеется о сейсмической жизни его средней части, расположенной примерно между меридианами долгот $\lambda = 43^{\circ}0$ и $\lambda = 46^{\circ}0$, меньше об его остальной, особенно восточной и юго-восточной части. В соответствии с этим, для проведения упомянутого выше исследования, разбивка Закавказья на сейсмоучастки дала меньшие по площади участки и более густое их распределение в средней полосе Закавказья, большие участки при меньшем количестве их на востоке и западе. Разбивка условная, участки не соответствуют административным районам или областям и они местами отражают сейсмогенетическую характеристику края. Для не рассматриваемых подробнее районов Кавказа (Северный Кавказ, Дагестан, восточная оконечность Черного моря и западная полоса Каспийского) отведено пять больших участков. Схема (фиг. 26) дает расположение сейсмоучастков Кавказа, перечисленных в следующем списке:

¹ Пропесс последующей вспышки в другом месте сейсмической активности иногда обозначается как хождение, миграция эпицентра со старого места на новое, хотя на самом деле, конечно, никакого переноса или хождения эпицентра нет.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 27

Условные сейсмоучастки Кавказа¹

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. Черноморский | 23. Акстафинский |
| 2. Западно-грузинский | 24. Даачичагский |
| 3. Сванский | 25. Арагацкий |
| 4. Кутаиси-Чиатурский | 26. Ереванский |
| 5. Рачинский | 27. Нахичеванский |
| 6. Боржоми-Сачхерский | 28. Южно-Араксинский |
| 7. Ахалцихский | 29. Гокчинский |
| 8. Табацкурский | 30. Зангезур-Карабахский |
| 9. Мадатапинский | 31. Мровдагский |
| 10. Ленинаканский | 32. Шамхорский |
| 11. Лорийский | 33. Эльдар-Аджинаурский |
| 12. Цалкинский | 34. Нижне-Куринский |
| 13. Карталинский | 35. Южно-Салаватский |
| 14. Мишетский | 36. Талышский |
| 15. Казбеги-Барбалацкий | 37. Кубинский |
| 16. Кахетинский | 38. Дагестанский |
| 17. Закатальский | 39. Северо-Каспийский |
| 18. Автаранский | 40. Южно-Каспийский |
| 19. Шемахинский | 41. Клухорский |
| 20. Апплеронский | 42. Западно-северокавказский |
| 21. Тбилисский | 43. Восточно-северокавказский |
| 22. Кааязский | |

Рассмотрение закавказских землетрясений первых полутура тысяч лет нашей эры показало, что их известно мало и о них известно немного. Они все разрушительные (за исключением землетрясения 1285 г., которое, вероятно, имело силу семь баллов). Между землетрясениями или группами их лежат большие промежутки времени с перерывами сведений о сейсмических фактах и поэтому, естественно, материалов недостаточно для получения представления о сейсмической жизни в Закавказье за это время.

Но в грубых чертах они приводят к следующей картине.

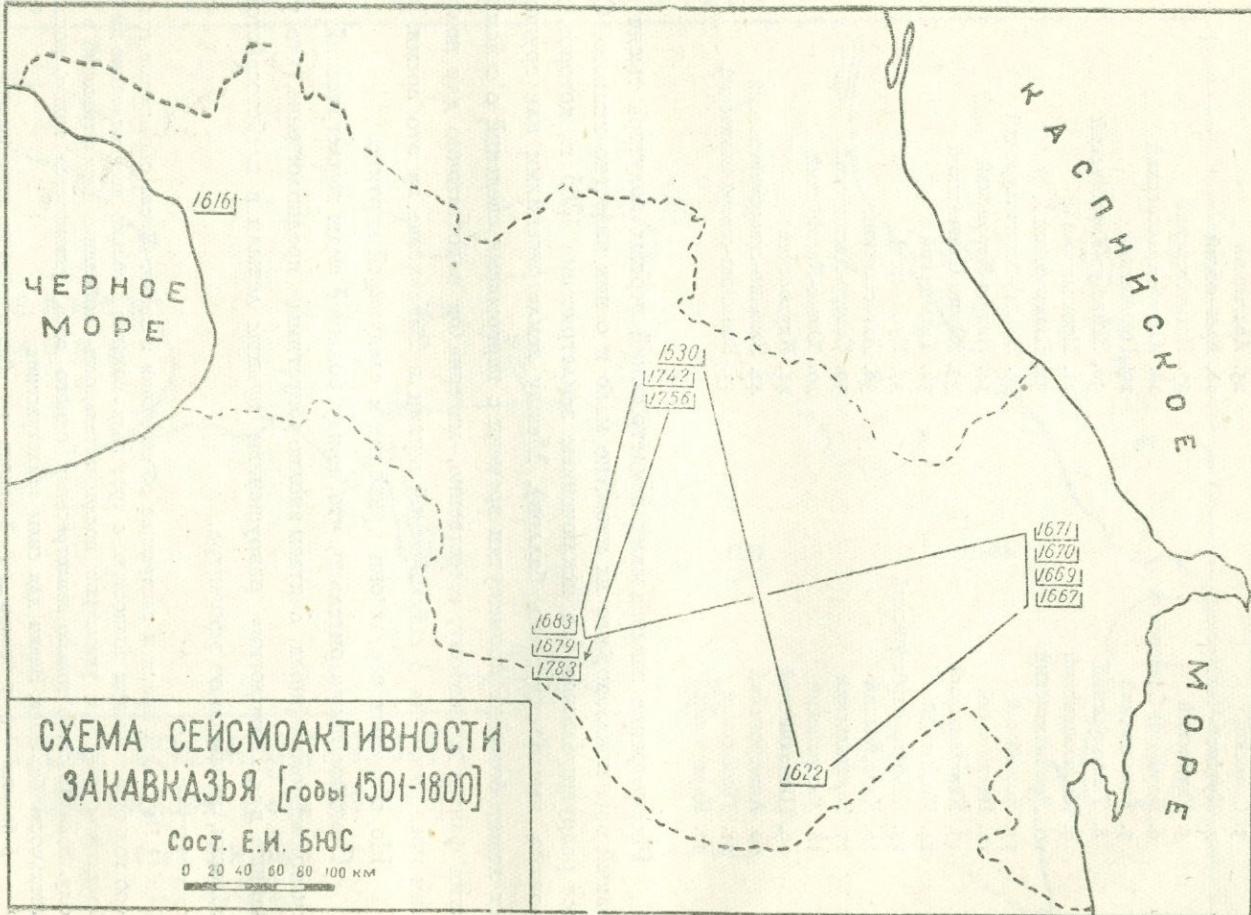
Отметим предварительно, что, ввиду большой силы землетрясений рассматриваемого периода, считаем вполне допустимым предположение, что указанные в «Хронологии» разрушенные пункты лежали в плейстосейстой области, недалеко от эпицентра.

¹ На схемах принятые следующие обозначения и знаки. Числа обозначают год, по 1900 год они написаны полностью, с 1901 года показаны только две последние цифры. Показатели при них указывают последовательность выбранных землетрясений в том году. Если на схеме только землетрясения одного года, указывается только последовательность без года. Знаки для силы землетрясения

6 баллов —, 7 баллов ↘, 8 баллов ↙, без одного из этих знаков землетрясение имело силу меньше 6 баллов.

Эти знаки применялись и на схемах 1—22.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



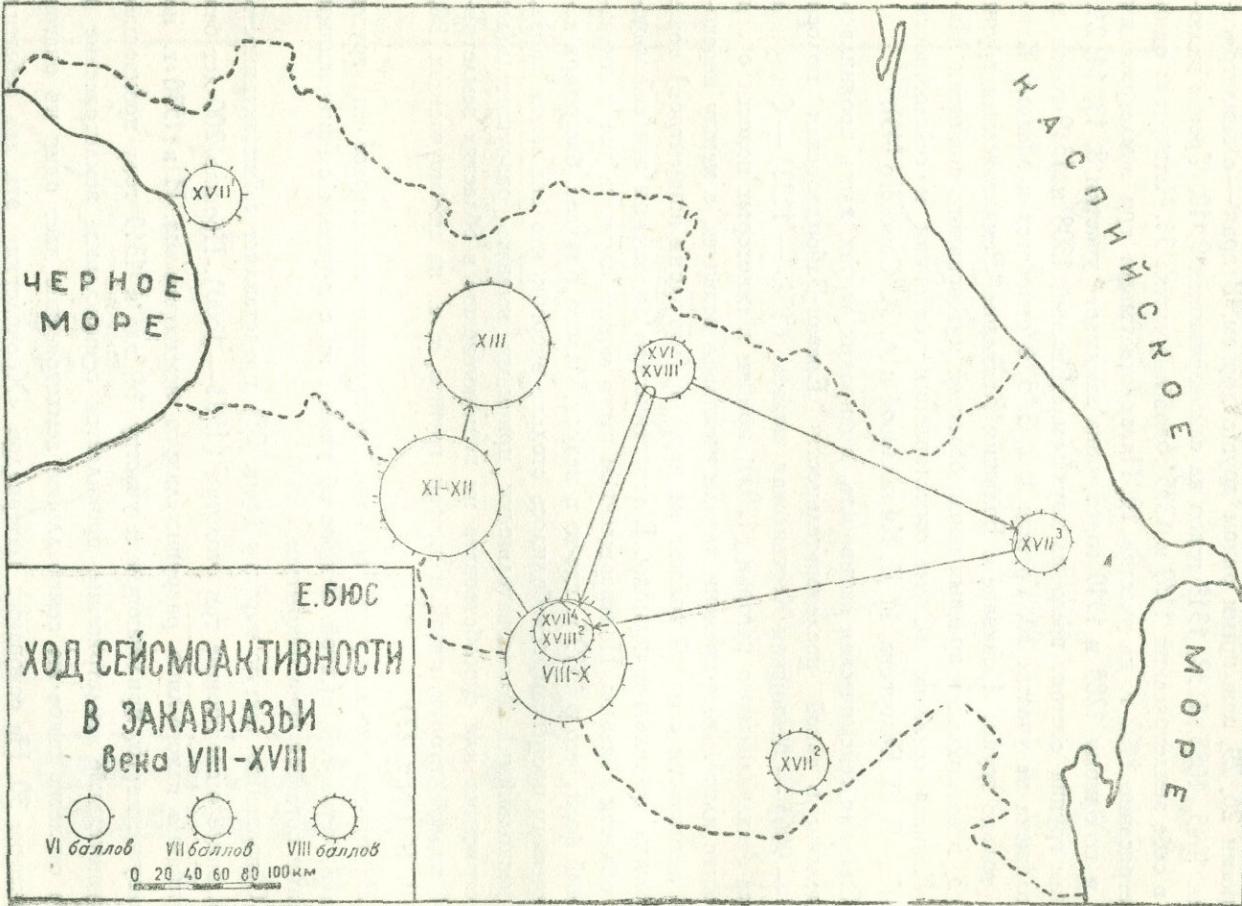
Эти землетрясения можно разбить на несколько групп в зависимости от положения плейстосейстовой области (фиг. 27). Первая — сюда входят землетрясения 139, 730, 815—893, 906, 1319 годов, связанны они с сейсмоучастками 26, 29, лежащими рядом друг с другом. Вторая — с землетрясениями 1045, 1088, 1132, 1319 годов на сейсмоучастках 9, 10. Третья включает в себе землетрясения 1139 и 1235 годов на участке 31. Четвертая: одно землетрясение 1192 г. на участке 19. Пятая охватывает три землетрясения 1283 и по одному 1285 и 1319 годов, она занимает участки 8, 13, 14, 21. Шестая группа состоит всего из двух землетрясений 1308 и 1319 годов и расположена на участке 30. Группы 1, 2, 3, 5, 6 относятся к Малому Кавказу, только группа 4 связана с Большим Кавказом. Землетрясения группы 1, 2, 3, 5 возникали в краевых зонах областей интенсивного поднятия Малого Кавказа согласно «Схеме сопоставления тектоники и сейсмичности Кавказа» В. В. Белоусова, И. В. Кирилловой и А. А. Сорского [43].

Сильная сейсмическая активность, в широких чертах, здесь проявилась определенно в такой последовательности: Ереван-Вайоцдзорская полоса (730—906) — Ленинакан-Хертвисская полоса (1045—1132) — Северная полоса Ахалкалакского нагорья (1283), причем в некоторых полосах очаги в течение длительного времени давали несколько вспышек, а между переходами активности с одной полосы на другую (миграция эпицентров) тоже проходили длительные периоды. В геологическом отношении эти сейсмические области связаны. Подтверждением этого может служить тот примечательный факт, что в 1319 г. где-то в недрах Малого Кавказа, благодаря геологическим процессам, освободилось столько энергии, что она могла зараз, или несколькими последовательными приемами вызвать разрушительные землетрясения или способствовать их возникновению в областях землетрясений первой, второй, пятой и шестой группы, т. е. на сейсмоучастках 30, 26, 10, 14 (фиг. 27).

За тот же промежуток времени произошли землетрясения групп третьей, четвертой, шестой. Вопрос об увязке их с другими сейсмическими фактами остается пока открытым.

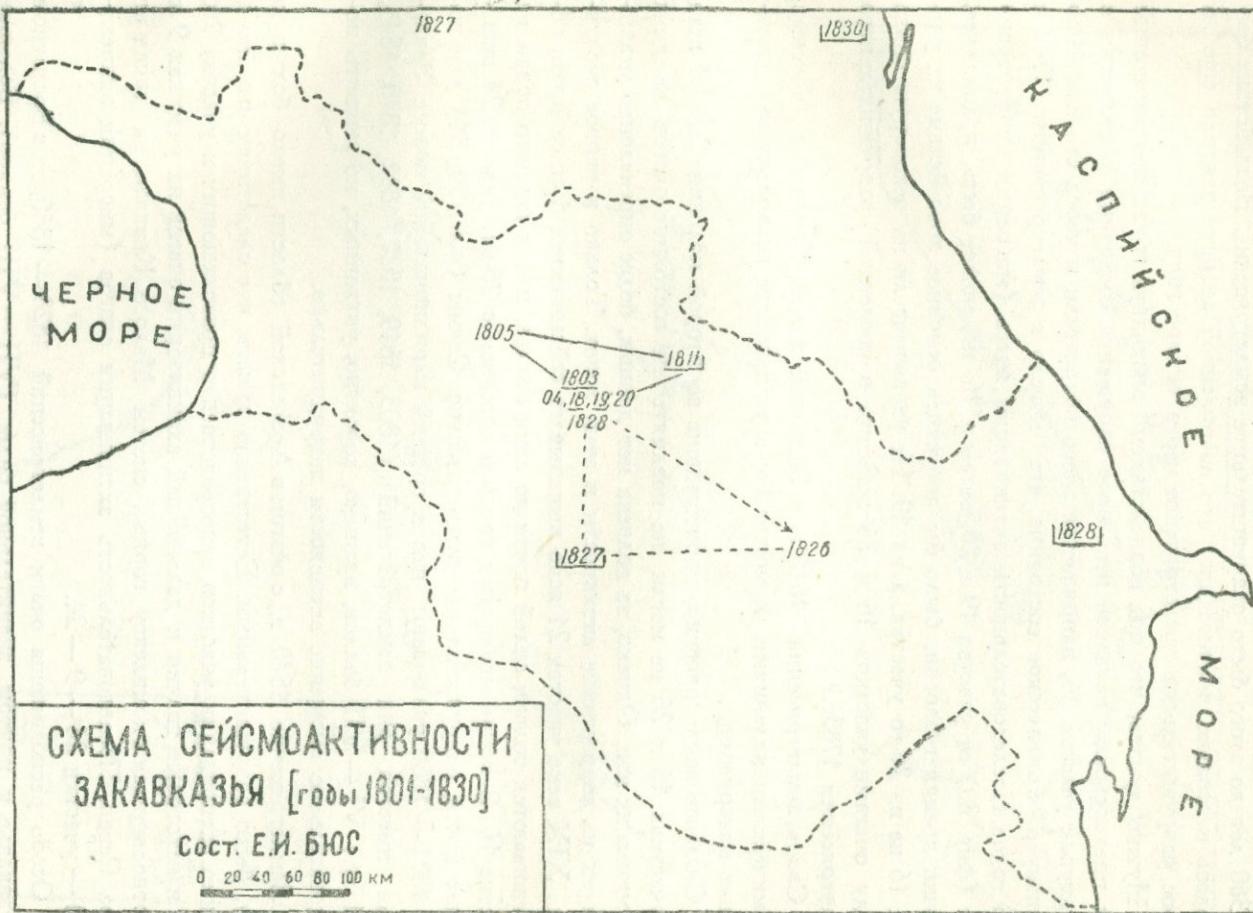
Совершенно другую картину (фиг. 28) представляет сейсмоактивность на Кавказе в следующие три столетия (1501—1800). Прошло 200 лет без упоминания какого-либо разрушительного землетрясения. И в 1530 г. на сейсмоучастке 16, прилегающем к участку 14, где в 1319 году произошло разрушительное землетрясение, проявляется семибалльное землетрясение и через столетие такое же семибалльное землетрясение дает один из очагов на участке 30. На основании материалов «Хронологии» эти два события представляются изолированными. Но в шестидесятые годы XVII столетия на сейсмоучастке 19 в продолжение пяти лет произошло несколько разру-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 29

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 30

шительных землетрясений. Трудно не ставить в зависимость от процессов в недрах земной коры, вызвавших эти землетрясения, возрождение через десятилетие значительной сейсмоактивности в некоторых очагах участка 26, где 360 лет до этого было разрушительное землетрясение. Воздействие было здесь настолько значительно, что накопленной энергии хватило еще на второе разрушительное землетрясение через четыре года.

Нужно думать, что под воздействием этих двух групп землетрясений и их предпосылок, началось некоторое нарушение состояния равновесия в структурах участка 16, напряжения здесь возрастали и через сто лет было достигнуто критическое состояние, что повело к землетрясениям 1742 и 1756 годов. Последовательность активизации здесь (миграция эпицентров) идет (фиг. 29) от участка 19 к 26, затем к 16, но, может быть, правильнее, с точки зрения геологии, было бы допустить основное воздействие на участок 16 не из 26-го участка, а из 19. Не указывает ли на некоторую связь между очагами участков 16 и 26 вспышка в последней разрушительного землетрясения 1783 г.?

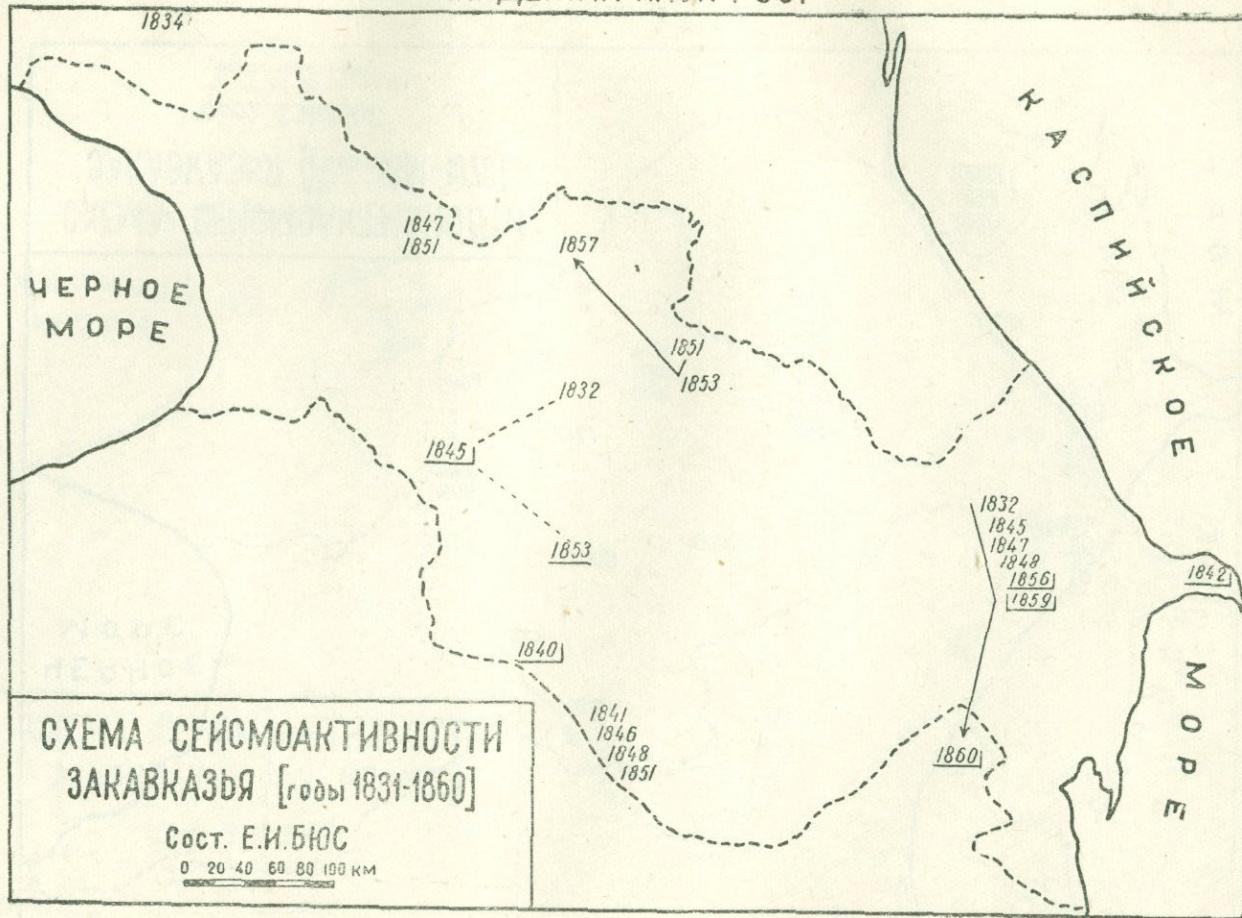
Связь землетрясения 1616 г. в Западной полосе Грузии с другими сейсмическими явлениями не может быть установлена поскольку нет достаточных материалов.

Сильные землетрясения, произошедшие во второй половине XVIII века на участках 16 и 26 не могли не повлиять на состояние очагов соседних сейсмических зон. Однако, за полвека нет данных, более определенно указывающих на возрастание активности в этих зонах. Только в первое десятилетие XIX века участок 21 ясно выказывает сейсмическое беспокойство, обнаруживаются толчки силой почти до семи баллов, как и немного позже на участке 16. В конце двадцатых годов в соседнем с 26-ым участке 24 вспыхивает почти разрушительное землетрясение. Схемы (фиг. 30, 31) для годов 1801—1860 указывают, что в средней меридиональной полосе Закавказья имеется ряд землетрясений (1803, 1819, 1827, 1832, 1840, 1845, 1851 гг.) VI—VII баллов, взаимно, вероятно, увязанных, но выявить последовательное смещение активности затруднительно.

Землетрясение 1840 г., с очагом в Арагатской области, имело большую силу, было разрушительным. Естественно думать, что следствием его были, помимо активизации участков, непосредственно примыкающих к участку 26, еще и некоторые толчки к дальнейшей активизации очагов на участках 9 и 24, относящихся к комплексу горных систем Малого Кавказа, на запад от озера Севан. Последовательность активизации очагов (миграция эпицентров) — участки 26 — 9 — 24.

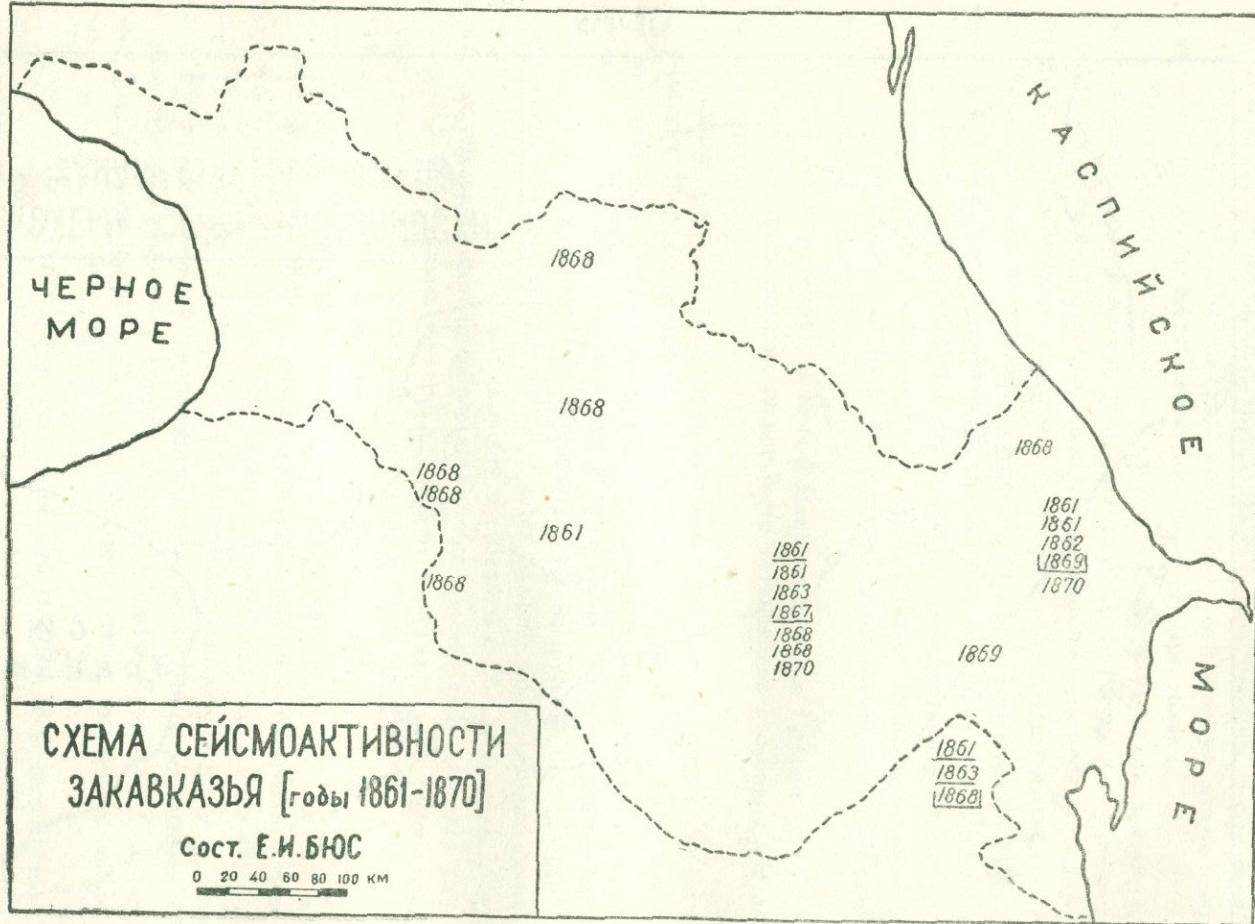
Особо расположены очаги землетрясений 1828—1860 гг. в Восточном Закавказье и притом значительной силы (VII—VIII баллов). Большая сейсмоактивность участка 19, вероятно, вызвала активность на другом конце полосы 19—15, в результате чего там имел место ряд землетрясений.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



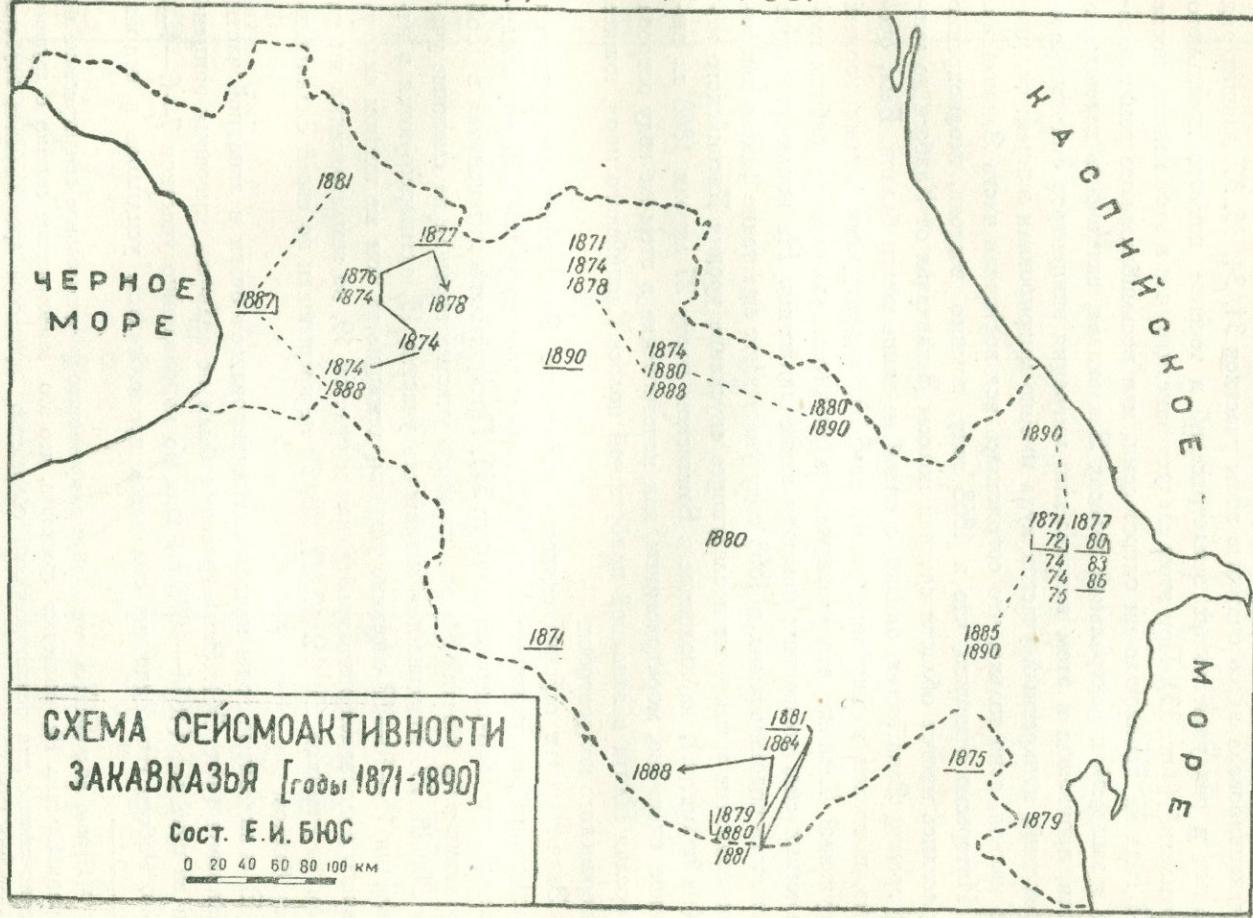
Фиг. 31

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 32

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 33

Работа геологических сил, вызвавшая в течение трех десятилетий¹ на участках 19, 20, 35 ряд землетрясений, среди которых были разрушительные (большую частью на участке 19), особенно усилилась в конце пятидесятых и в начале шестидесятых годов (фиг. 32) в восточной части Закавказья и активизировала здесь очаговые зоны участков 31, 34, 35, 37, давших ряд сильных и разрушительных землетрясений в течение шестого и седьмого десятилетий (фиг. 33). При этом следует заметить, что в этот период, после 1853 года не произошло ни одного семи- или восьмибалльного землетрясения в западной и центральной полосах Закавказья, активность перешла на восток, произошла в этом направлении миграция эпицентров сильных землетрясений; конкретный участок куда именно мигрировали эпицентры, указать нельзя, ясно только, что сотрясалась вся восточная часть Закавказья.

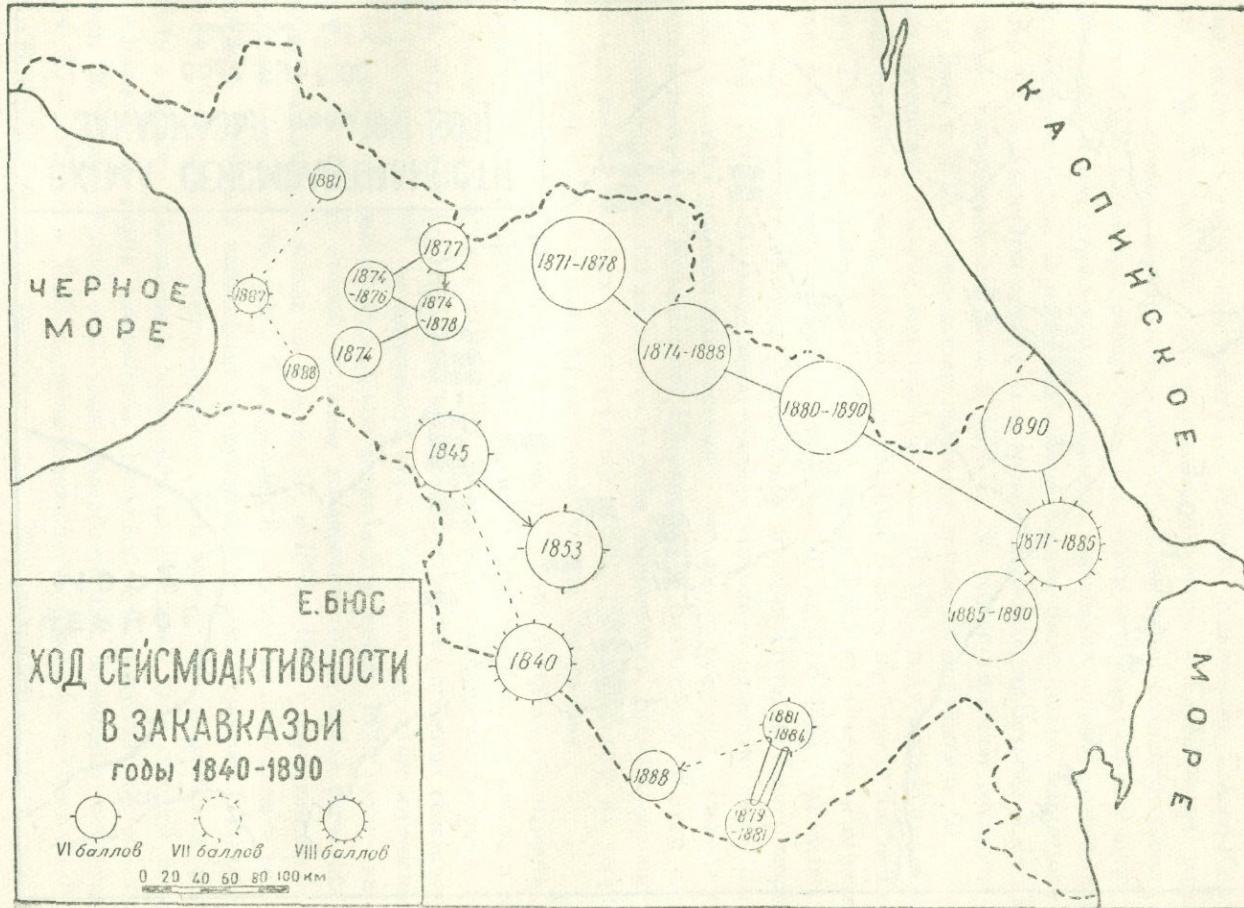
Интересно отметить, что в 1868 году, помимо востока, неоднократно сотрясились многие области средней полосы Закавказья от Казбеги до южных границ Закавказья, однако, с силой не выше шести баллов. Был, очевидно, приведен в движение целый комплекс структурных единиц горных сооружений Кавказа; это указывает на значительную глубину работы геологических сил, вызвавших повсюду такие движения. На исключительную активность подземных сил в 1868 году указывают еще такие факты, как быстрое поднятие и такое-же последующее опускание уровня Каспийского моря (на полметра), наблюденное в Бакинском порту 27 апреля 1868 г., вызванное, очевидно, моретрясением, как исчезновение в этом-же году острова Погорелая Плита в западной прибрежной полосе Каспийского моря, южнее Апшеронского полуострова.

Значительная сейсмоактивность восточного Закавказья продолжается и следующие два десятилетия до 1890 года и дает на участке 19 ряд землетрясений, до разрушительных (фиг. 33). Прекратилась интенсивная в 1868 году активность участка 31, она из этого участка перешла на смежные участки 30, 28, 27. Усиливается активность участка 15, активизируются в направлении 15—16—17 соседние участки, лежащие на том же южном склоне главного водораздельного хребта, как и участок 19, но землетрясения ни на одном из участков 15, 16, 17, 27, 28, 30 не превышали по своей силе пяти-шести баллов.

В семидесятые годы начали активизироваться очаги в западной части Закавказья (фиг. 34). Землетрясения были не сильные, миграция эпицентров за пять лет (1874—1878 г.) шла по направлению участков 7—6—4—5—6. Работа геологических сил здесь продолжалась, усилилось в недрах

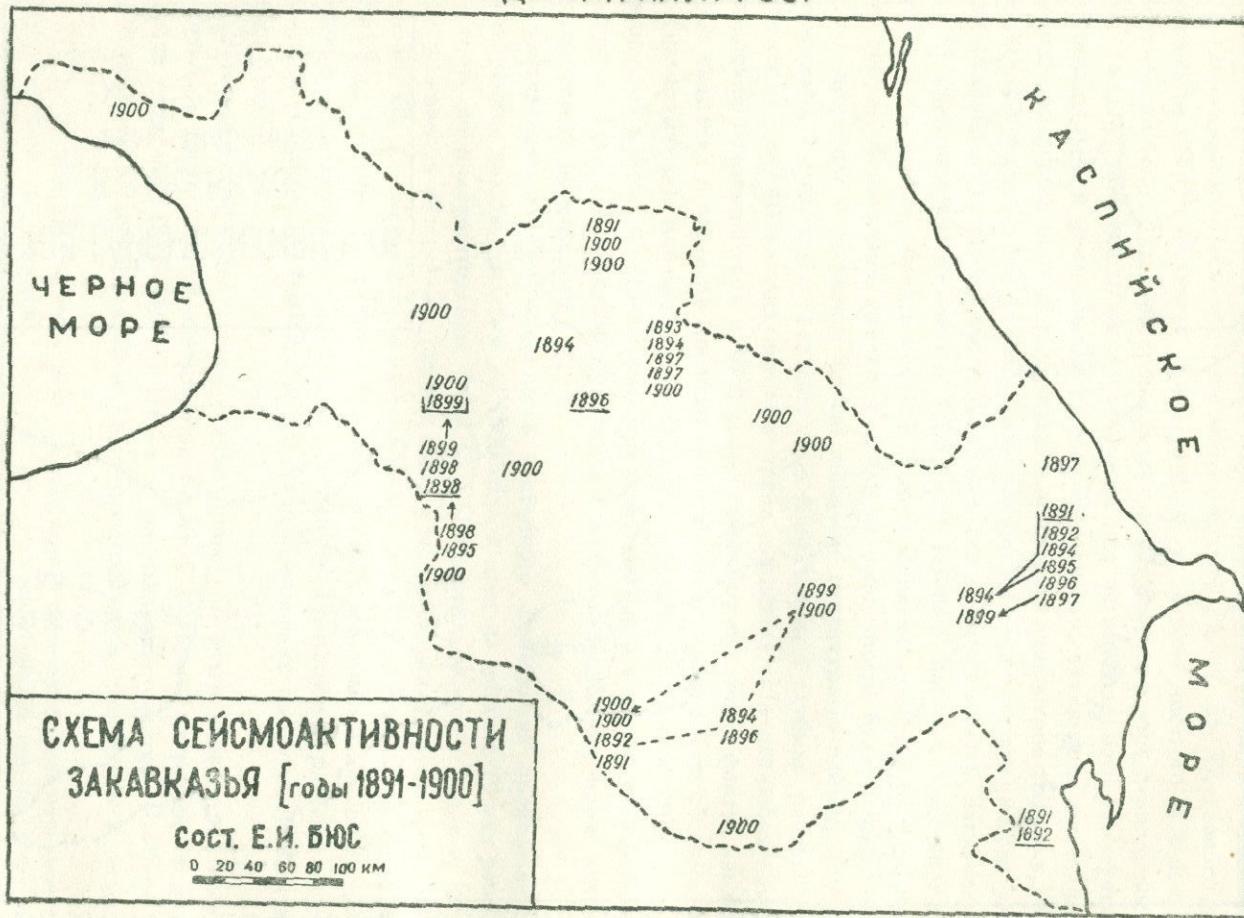
¹ Нужно подчеркнуть, что в 1830 г. произошло разрушительное землетрясение на Северном Кавказе. Не подлежит сомнению, что это землетрясение связано с другими восточно-кавказскими землетрясениями общностью процессов происходящих глубоко в недрах под Кавказским перешейком, вызвавших на широком пространстве Закавказья активизацию очагов.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 34

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 35

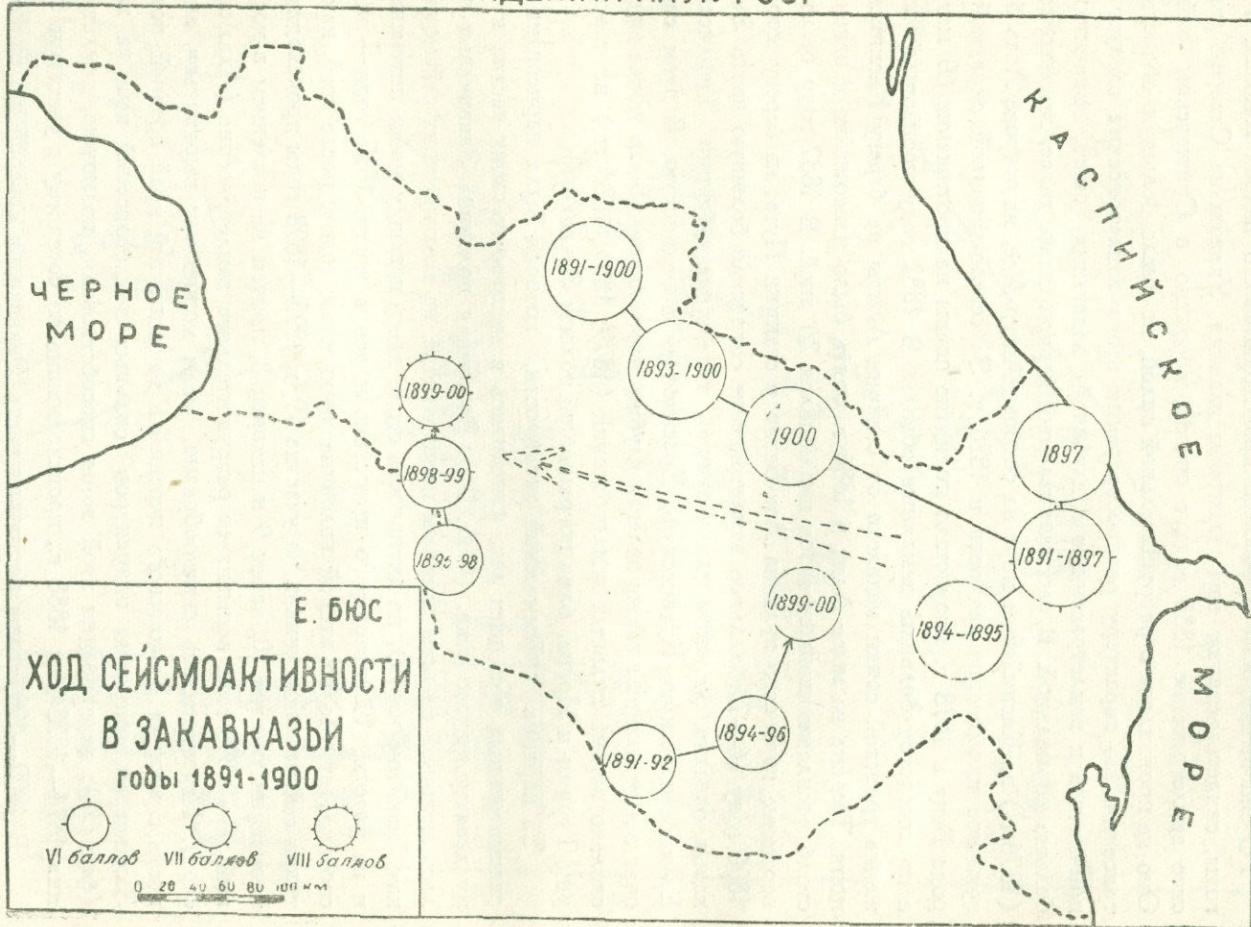
пластов напряжение. Разрядка произошла в 1887 г., когда имело место семибалльное землетрясение, вызвавшее повреждения — редкое явление в этой полосе Закавказья.

О значительности процессов, происходивших в недрах Кавказа в эти годы, свидетельствуют еще некоторые явления. Укажем на Северо-Кавказское землетрясение 1886 года с очагом, вероятно, в Сунженском районе. Оно не проявилось с разрушительной силой, но имело большую область сотрясения. По характеру распространения этого землетрясения следует его причислить к землетрясениям с глубиной залегания очага, значительно больше нормальной. В рассматриваемый период было, далее, землетрясение (1876 г.) на Каспийском море на острове Ашур-Аде, на острове Лось было грязевое извержение два раза в 1876 г. За северо-западной окраиной города Баку в 1878 г. произошло поднятие почвы на протяжение 60 метров, а по соседству большие земляные обвалы. В 1882 году произошло извержение грязевой сопки недалеко от станции Аляты на берегу Каспийского моря. Там же на мысе Алят в 1886 г. опять было извержение и огненный столб воспламенившихся газов наблюдался 20 дней. В 1887 году было извержение грязевого вулкана Лок-Батан у станции Пута, на берегу моря. В 1890 году (6—7)-балльное землетрясение сотрясало большую часть Закавказья, охватив целиком или частично тогдашние губернии Тифлисскую, Елисаветпольскую, Кутаисскую, Ереванскую и Бакинскую. В этом случае очаг землетрясения также залегал глубже нормального. Было также еще несколько весьма сильных землетрясений (1879, 1883, 1888 гг.) на территории Турции и Ирана, близ пограничной полосы Закавказья.

Та картина сейсмической активности, которая была нарисована для рассмотренных тридцати лет, изменилась в некоторых своих частях к концу девятнадцатого века. (Фиг. 35). Восточная половина Закавказья осталась активной на всем прежнем пространстве, на всех прежних сейсмоучастках (особенно на 19), но активность стала здесь повсюду менее интенсивной и на участке 19 совершенно приостановилась в конце 1897 года — на несколько лет. Но во второй половине девяностых годов, после того, как затихла сейсмическая жизнь на участке 19, в 1895—1898 годы происходит активизация участка 10, затем 9 и наконец 8, причем на последнем в последний день 1899 года вспыхивает разрушительное землетрясение (Ахалкалакское). Переместилась с скачкообразно, если можно так выразиться, активность с востока Кавказского перешейка на западный край средней полосы Закавказья, миграция эпицентров сильных землетрясений шла на запад (фиг. 36); активизации этой зоны способствовали, возможно, землетрясения 1874—1878 г. и 1888 г., происходившие по соседству с участком 8.

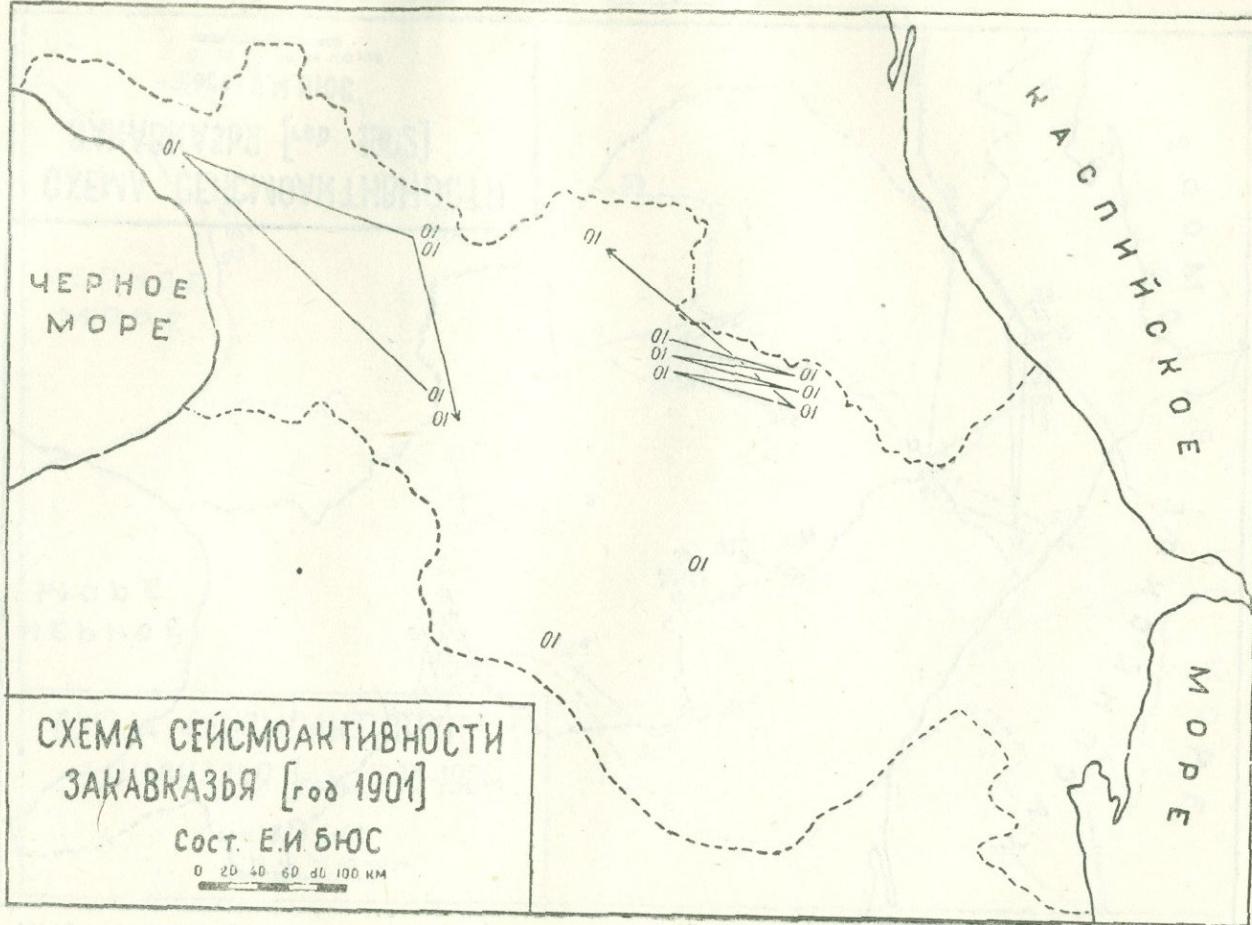
В 1900—1901 годы восточная часть Закавказья совершенно спокойна, участок 19 молчит. Ахалкалакское землетрясение немного активизировало очаги некоторых участков западной части Грузии (миграция эпицентров

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



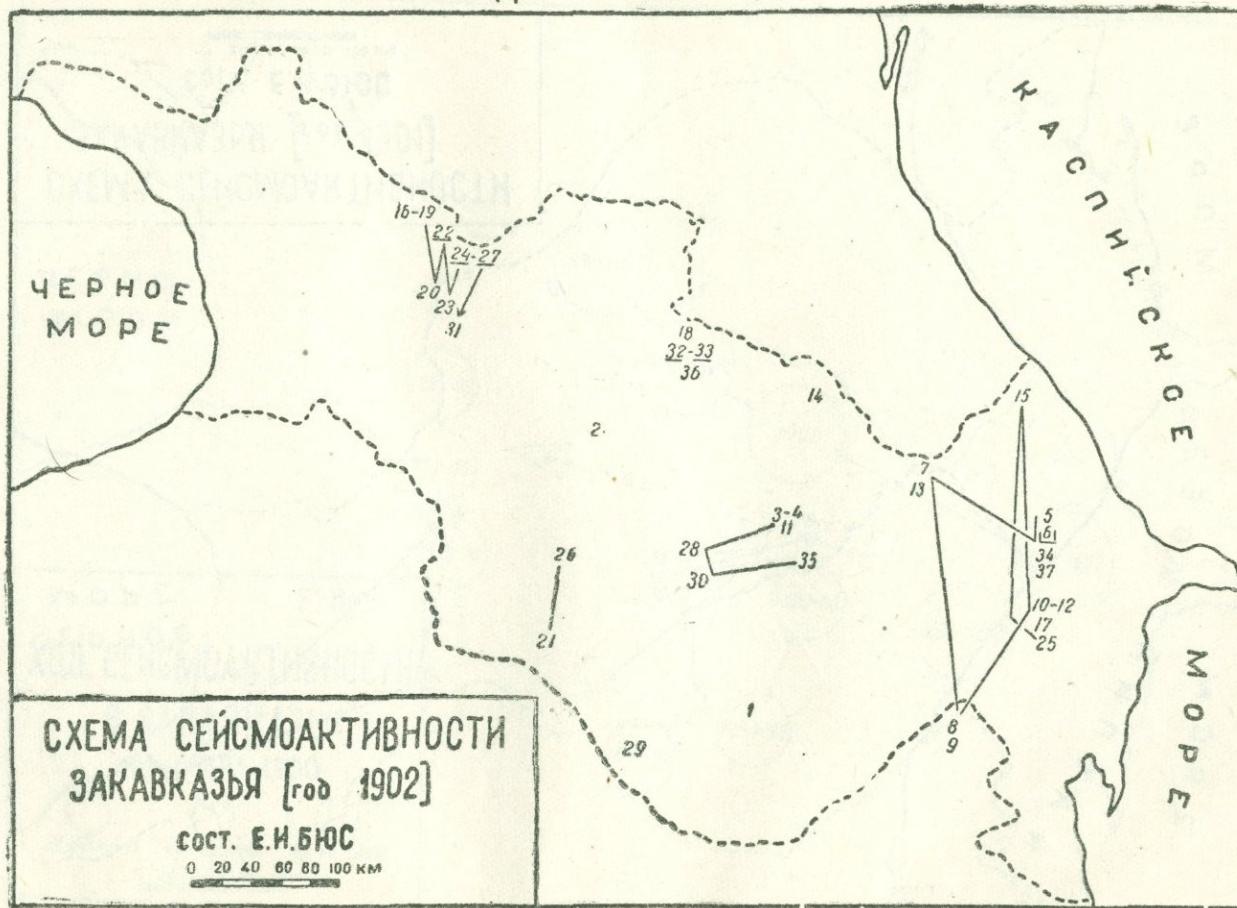
Фиг. 3б

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



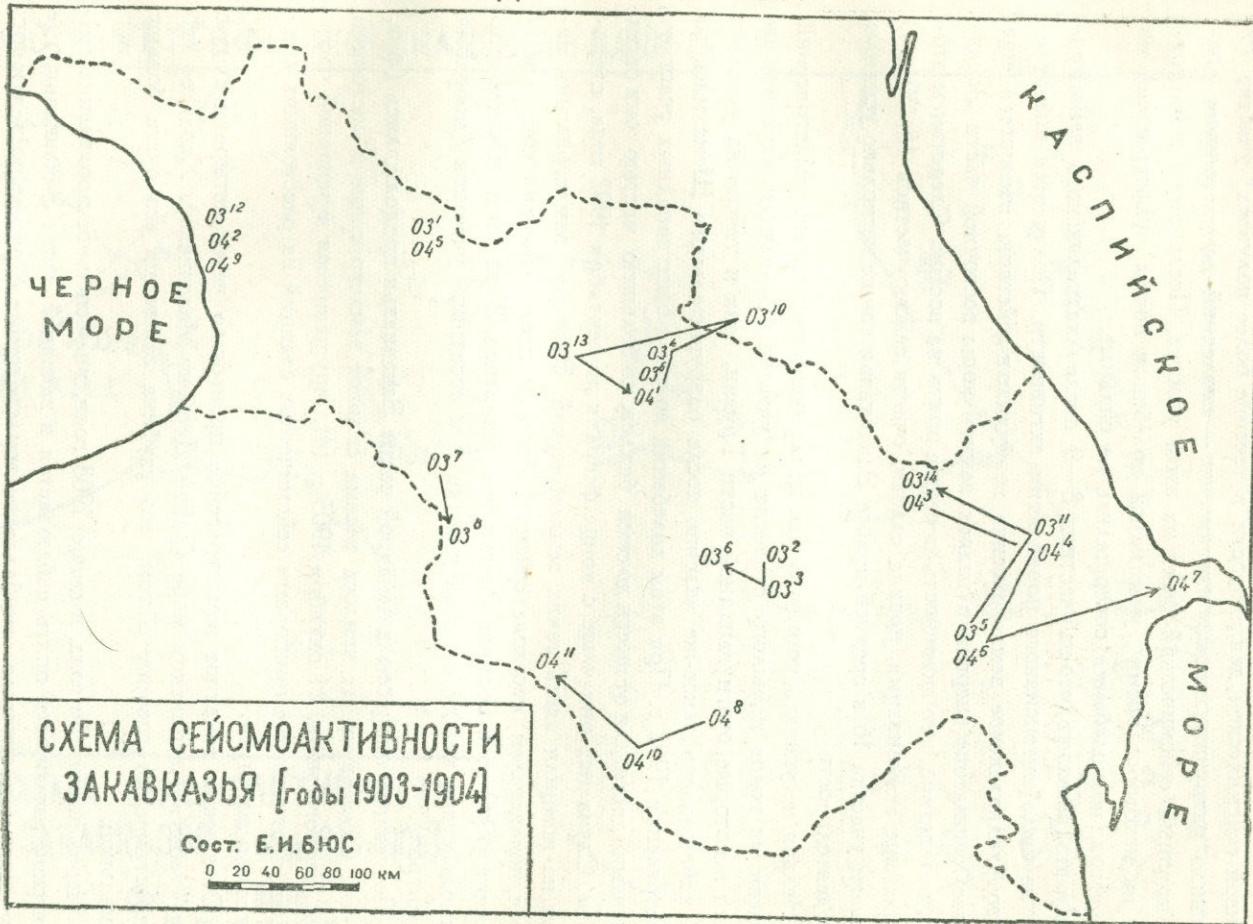
Фиг. 37

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 38

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 39

слабых землетрясений из участка 8 в 2—5). Продолжается также интенсивная активность участков 15, 16, 17 (фиг. 37). Но в начале 1902 года (фиг. 38) на совершенно спокойном в течение четырех последних лет (после весьма живой сейсмической деятельности в течение более полувека) участке 19 произошло разрушительное землетрясение — последний до настоящего времени крупный сейсмический факт на этом участке. После этого землетрясения на некоторое время участились колебания почвы (афтершоки) из этих очагов, но колебания совершились не сильные.

Нужно заметить, что на участках 8—9 после Ахалкалакского землетрясения не было интенсивного проявления активности. Получается впечатление, что Ахалкалакское землетрясение возбудило к действию имевшееся еще крупное накопление энергии в недрах земной коры восточной части Закавказья, вследствие чего активность перешла опять на восток. Следствием этого была еще активизация, правда слабая, очагов сейсмоучастков 18, 30, 31, 34; очаги участка 16 в средней полосе Закавказья также несколько усилили свою деятельность.

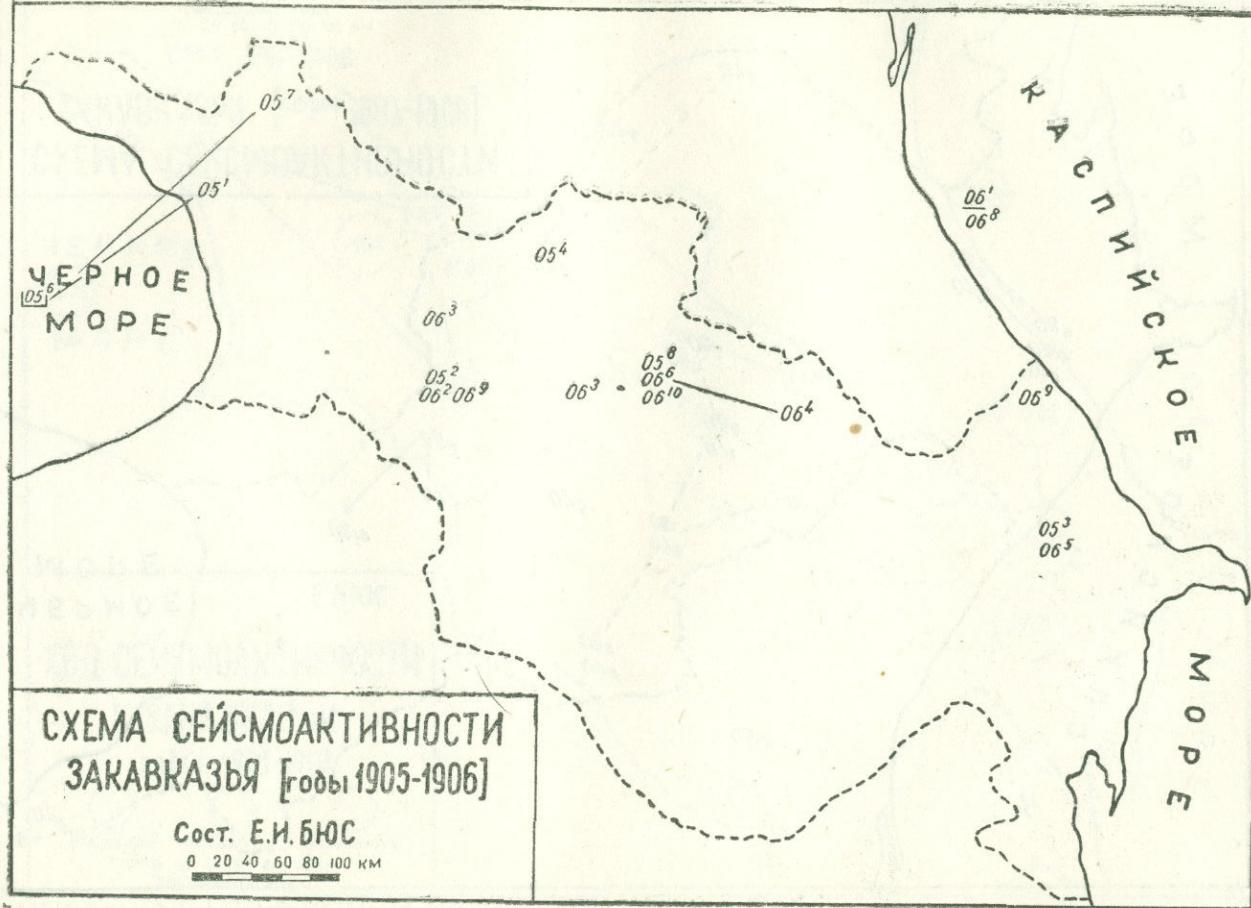
Нельзя не указать того, что как после разрушительных землетрясений семидесятых годов прошлого столетия на участке 19 — начали активизироваться некоторые очаги западной части Грузии, так и теперь на участках 5—6 наблюдалось такое-же явление после разрушительного Шемахинского землетрясения 1902 г. При этом колебания почвы в этих западных участках временами достигали от шести до семи баллов, но большую частью они были слабые. Случались они чаще с конца февраля до сентября 1902 года, старожилы не помнили здесь таких землетрясений. Этот рой землетрясений является показателем перехода сейсмоактивности после шемахинского землетрясения 1902 г. с востока Закавказья на запад. При этом происходило взаимодействие между очагами участка 5 и соседних участков (миграция эпицентров).

Подземные процессы в западной части Закавказья продолжались (фиг. 39, 40). Следствием их явилось весьма сильное землетрясение в восточной части Черного моря, 21 октября 1905 г. [4], ощущавшееся в западной части Грузии и отмеченное приборами сейсмических станций на расстояниях свыше десяти тысяч км.

Следующее заметное землетрясение произошло через четыре месяца с эпицентром в Каспийском море (район Дербент-Махачкала). Характер его распространения говорит о том, что глубина залегания его очага больше нормальной.

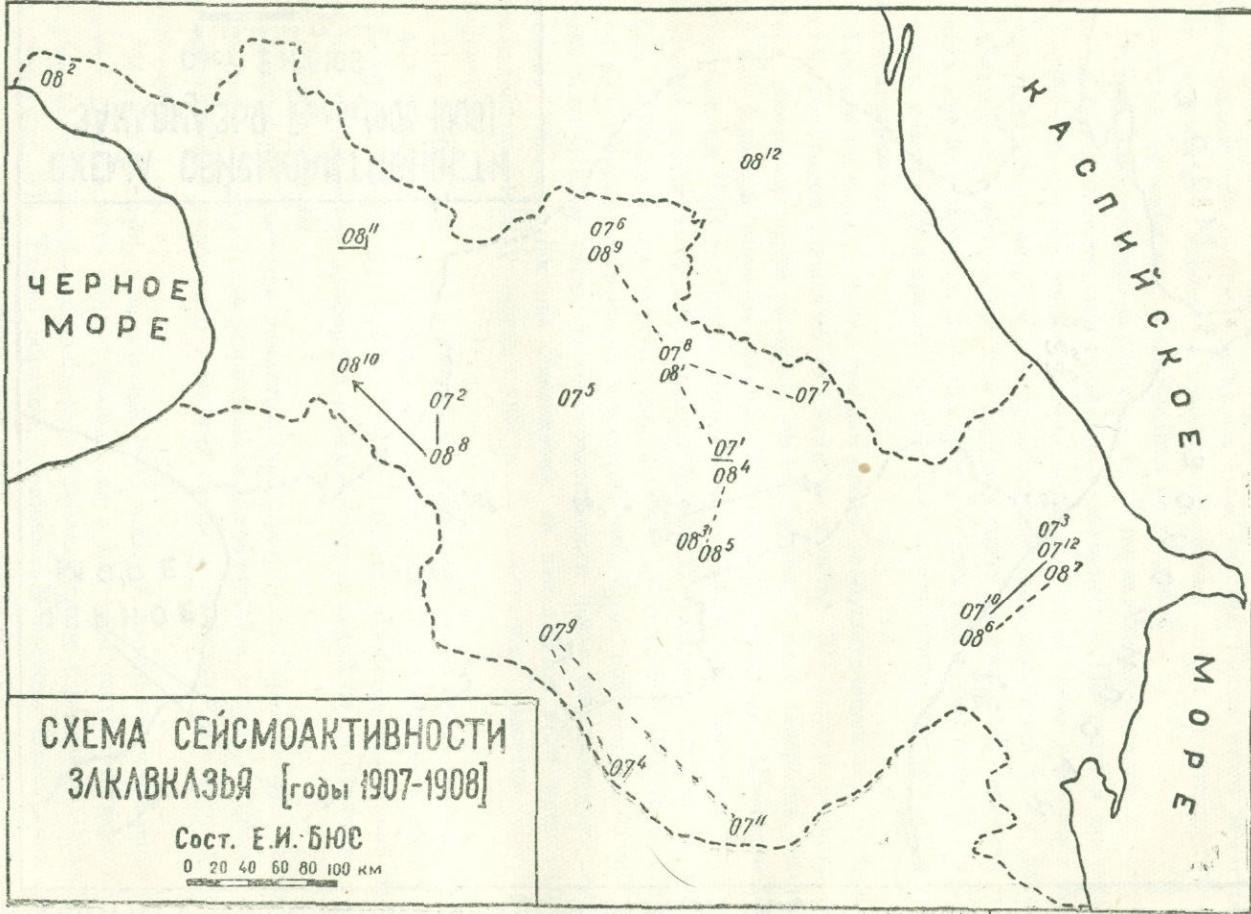
Через почти три года, в конце 1908 года, значительное проявление сейсмической активности опять наблюдается в западной части Закавказья, где на участке 4 произошло семибалльное землетрясение с рядом последующих толчков (фиг. 41). Таким образом, активность с востока Закавказья перешла на запад и здесь в следующие годы активизируются, хотя и не в силь-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



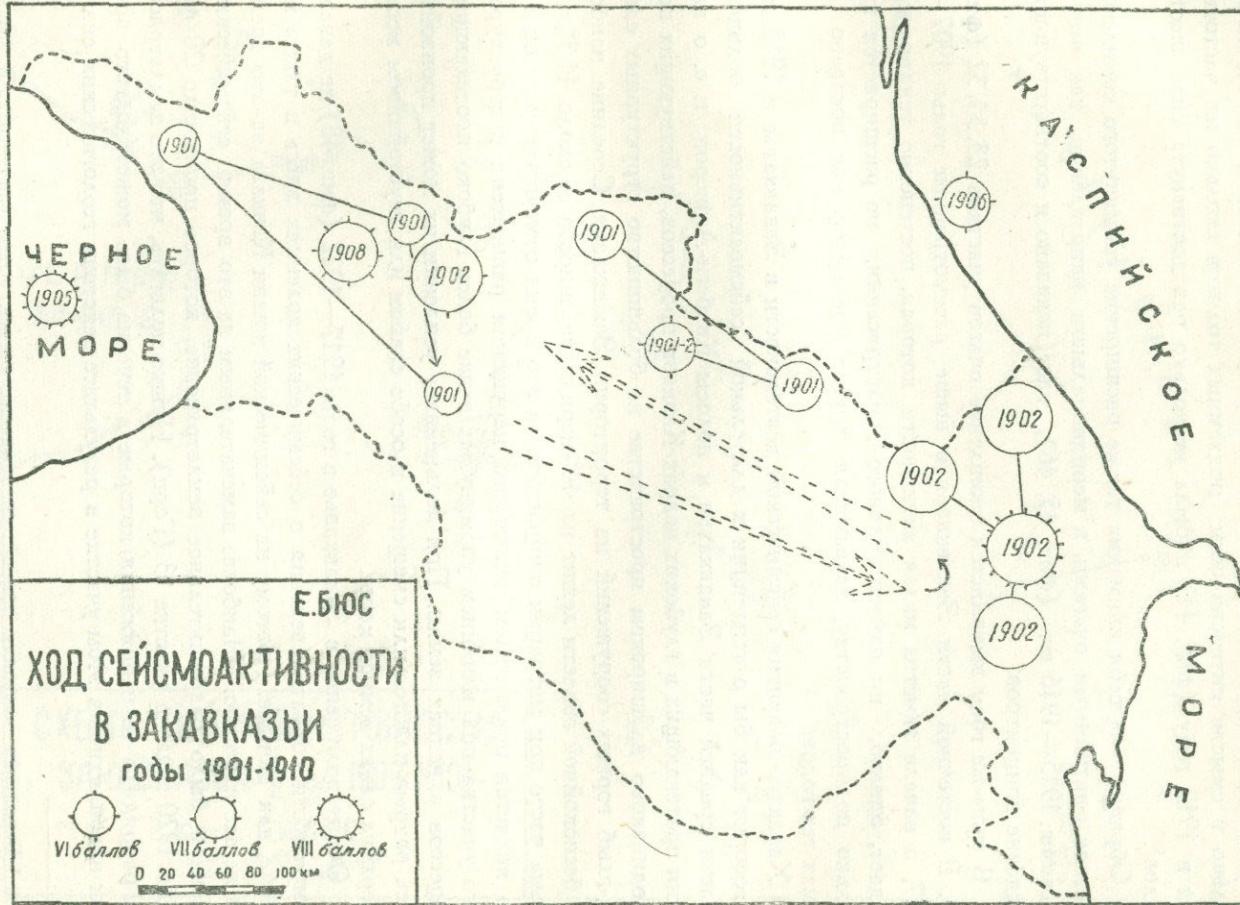
Фиг. 40

Институт ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 41

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 42

ной степени, очаги северо-западной части Закавказья (фиг. 42). На участках 9, 15, 16, 30 продолжается в слабой степени активность очагов, также и в южной полосе Закавказья. Обращает, однако, на себя внимание (фиг. 43) явное усиление активности в комплексе участков 7, 8, 9, 10, 11, 12 не столько в смысле интенсивности подземных толчков сколько их частоты, хотя в 1912 году (фиг. 44) и была несколько раз достигнута сила шести баллов¹.

Обращает на себя внимание также расширение упомянутого комплекса участков, с активными очагами, в меридиональном направлении, как видно из схемы 1915—1916 гг. (фиг. 45, 46), где показано и соответствующее хождение эпицентров.

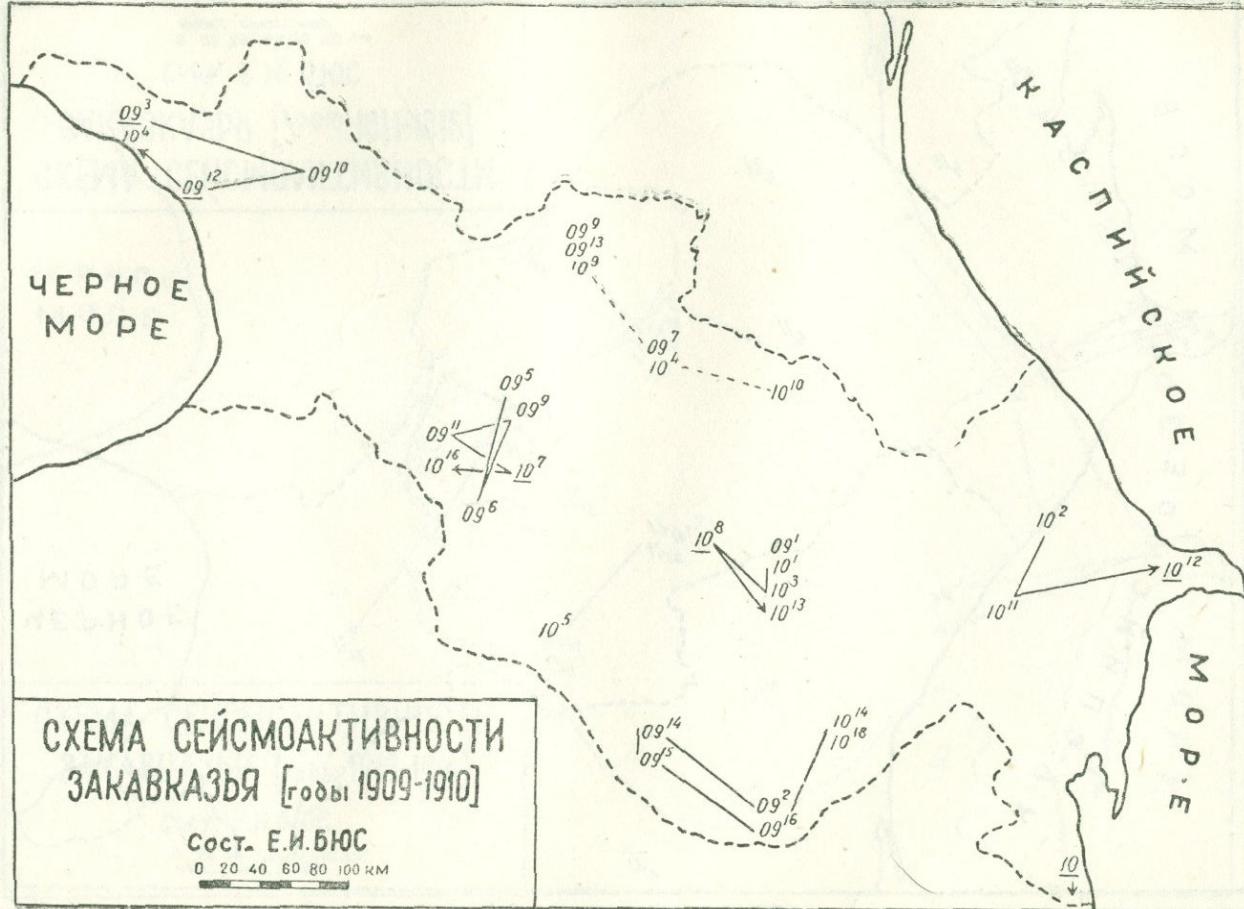
В этом-же году выявляется оживление очагов участков 23, 31, 32 (фиг. 47). В восточной части Закавказья в выше рассмотренные годы 1907—1917, в начале заметна малая активность, которая, постепенно усиливаясь, не дает, однако, ни одного сильного землетрясения, но расширяется несколько по пространству, захватывая другие еще очаги, как показано на схемах тех годов.

Характер развития сейсмической деятельности в Закавказье к 1918 году говорит как бы о тенденции к длительной сейсмоактивности большой области средней части Закавказья и полосы Казбеги-Апшерон, т. е. о наличии протекающих в глубоких недрах Кавказа процессов, действующих пока одинаково на широком пространстве на большинство структурных единиц-глыб горных сооружений на территории Закавказья. Середина наиболее беспокойной области лежит на 44°-меридиане, широта ее около 41,3°, но весьма часто при миграции эпицентров за это время отмечается участок 21. Это является показателем некоторого нарушения равновесия в структурах этого участка под влиянием упомянутых выше более глубоко протекающих процессов в недрах земли. При дальнейшем усилении их может произойти здесь разрыв пластов или смещение в особо слабом или неустойчивом месте в верхних слоях земной коры.

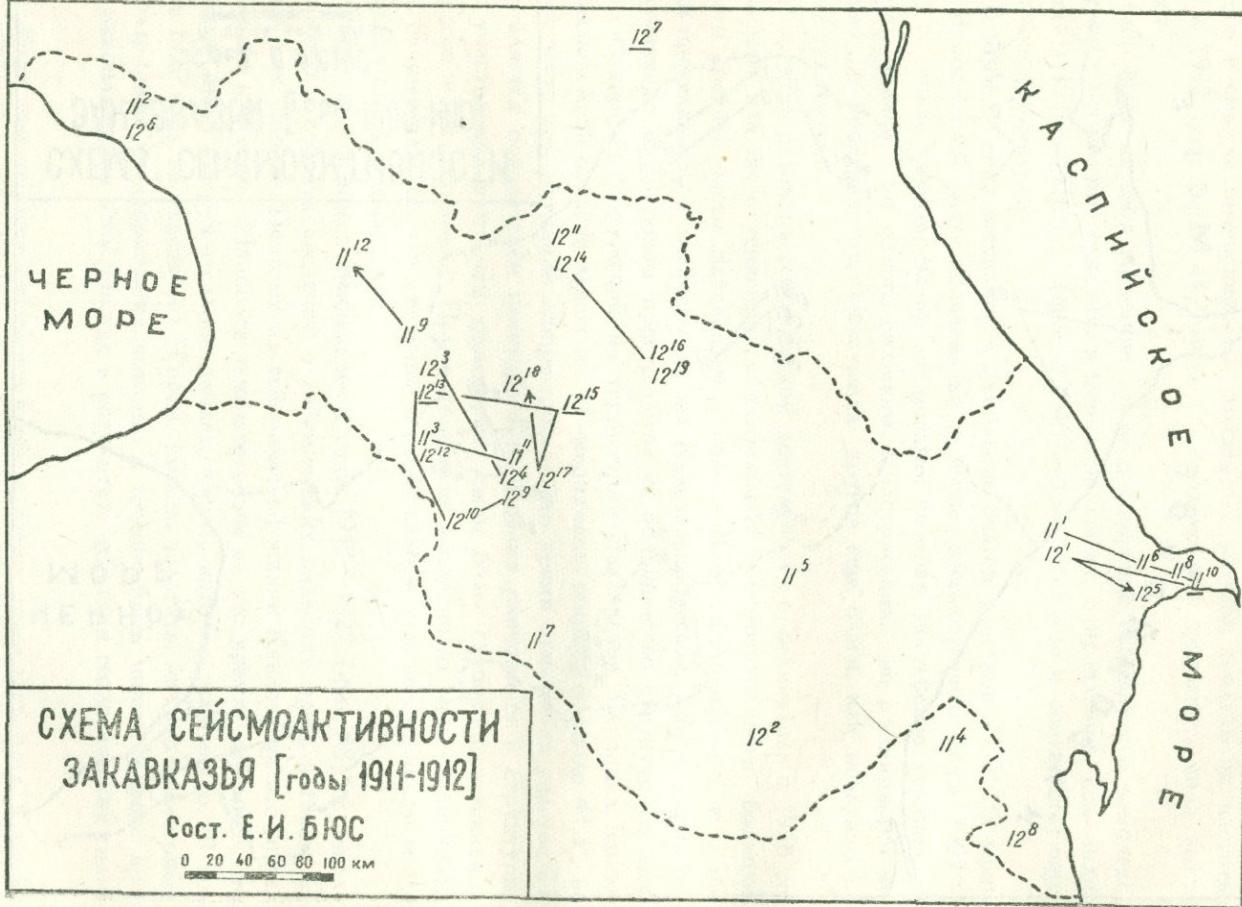
Общее положение в Закавказье в годы 1917—1922 (фиг. 48) не давало возможности собрать сведения о сейсмических явлениях здесь в таком же объеме, как раньше. Поэтому из сейсмической жизни Кавказа за это время нам не все известно. Наиболее замечательным за это время сейсмическим явлением было разрушительное землетрясение, которое произошло 20 февраля 1920 года на участке 13 (Гори). Нужно полагать, что это землетрясение разрядило те напряжения, которые в течение, быть может, долгого времени накаплялись в этом участке в результате действия геологических сил в

¹ Вероятная миграция эпицентров видна на схемах годов 1907—1914. В эти же годы активность, не выраженная, однако, значительными землетрясениями, наблюдается на участке 15, особенно 16, здесь в 1917 году замечается ряд подземных толчков.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР

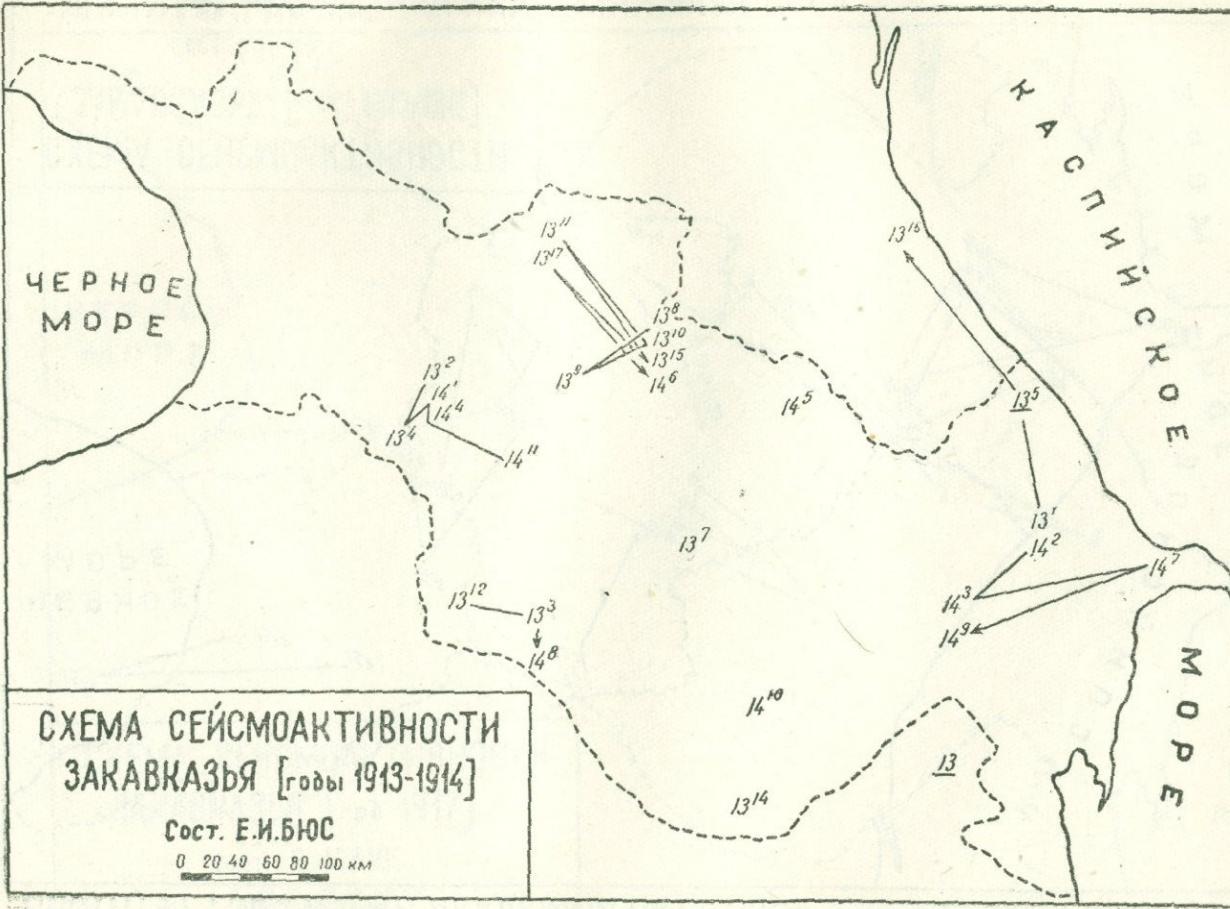


ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



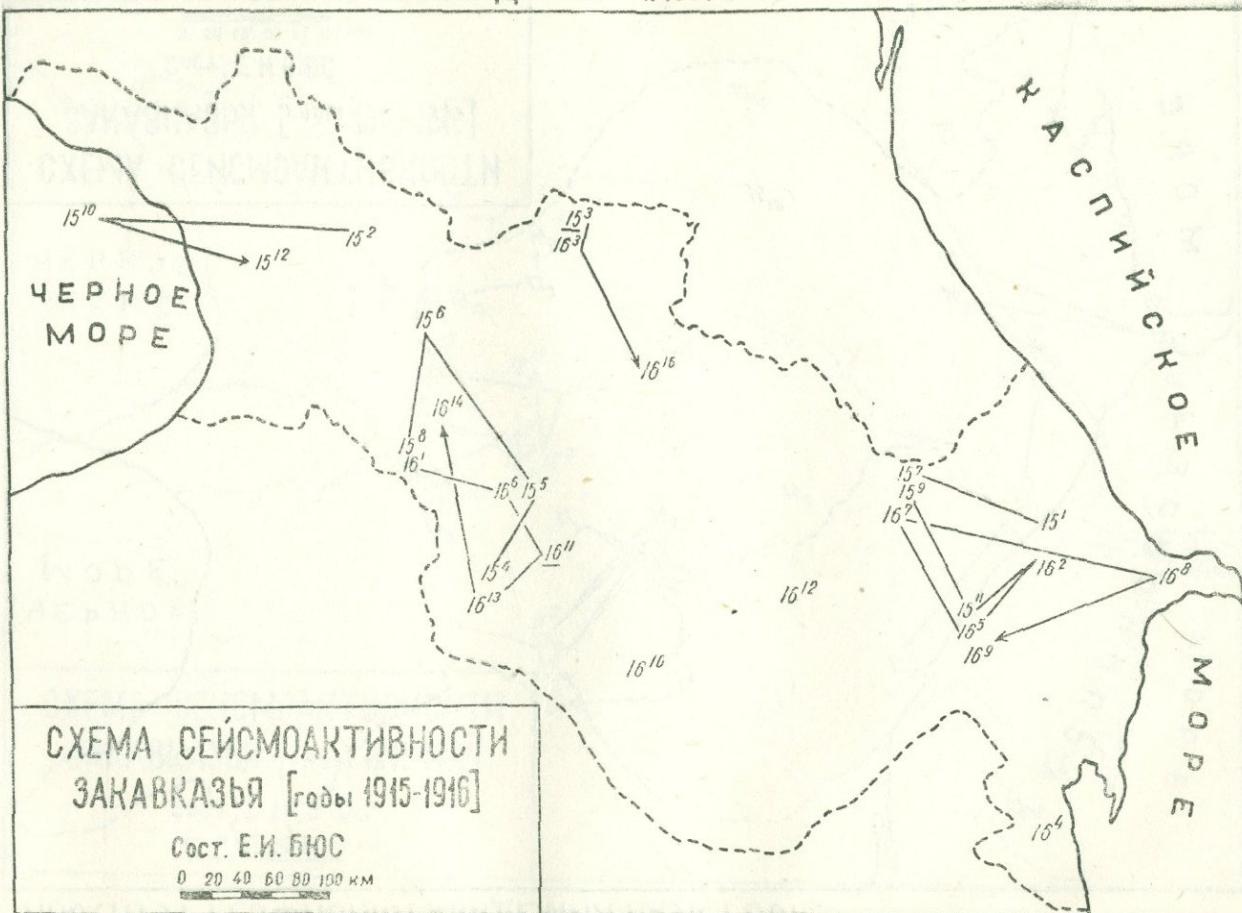
Фиг. 44

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



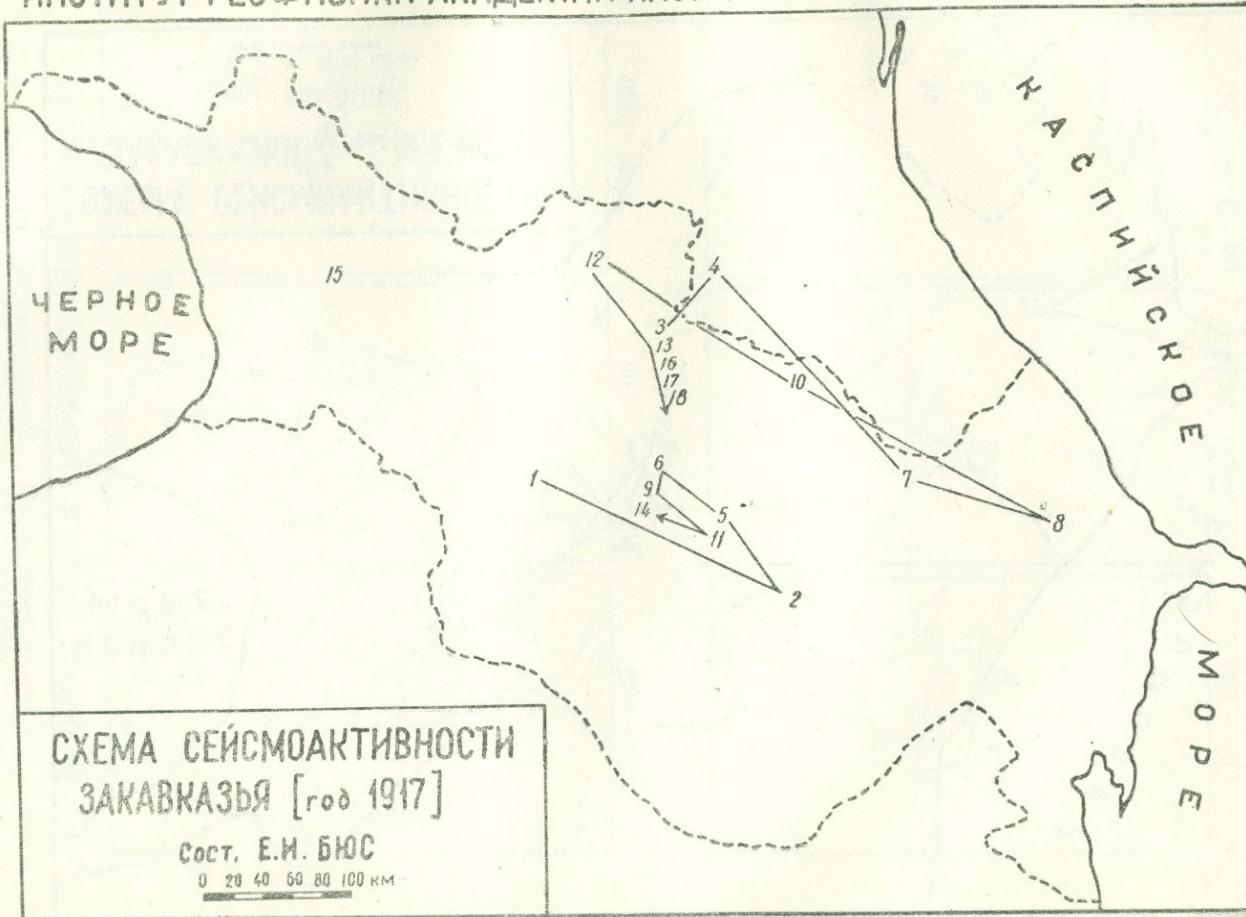
Фиг. 45

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



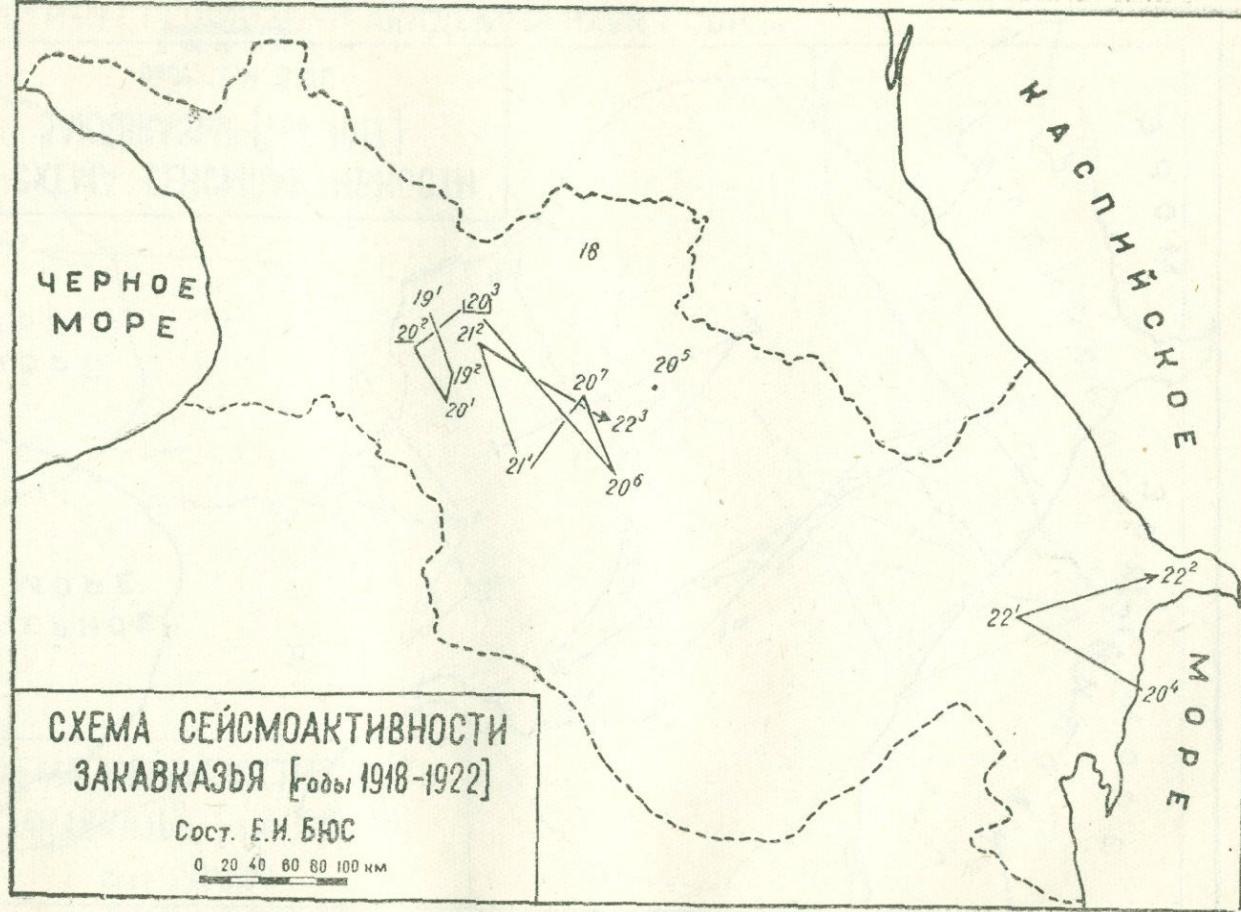
Фиг. 46

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР

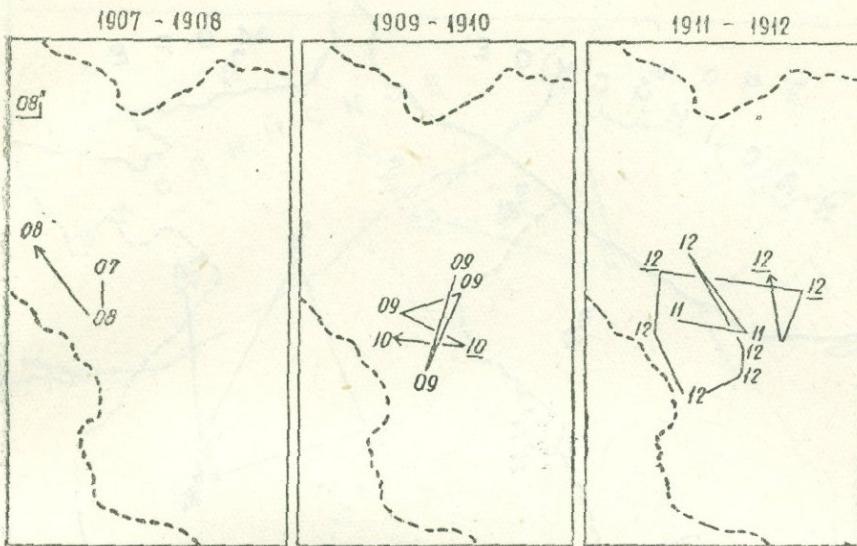


Фиг. 47

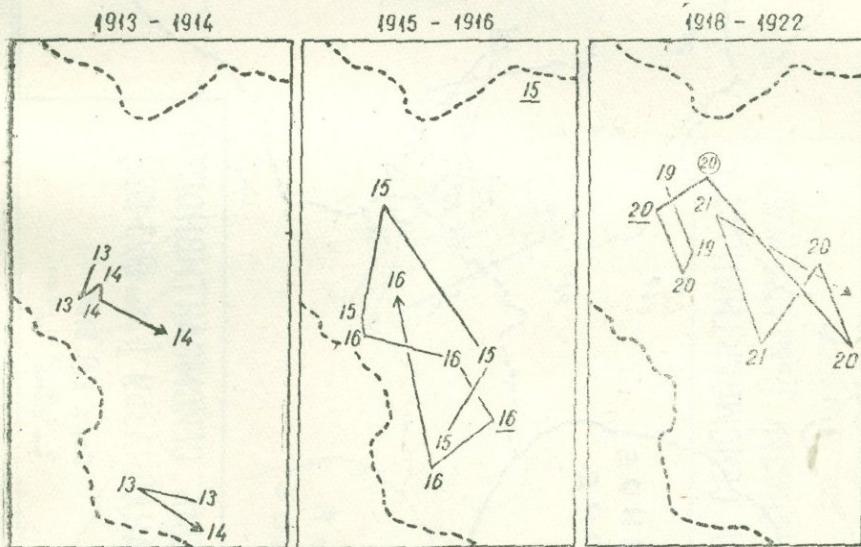
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 48



Фиг. 49а

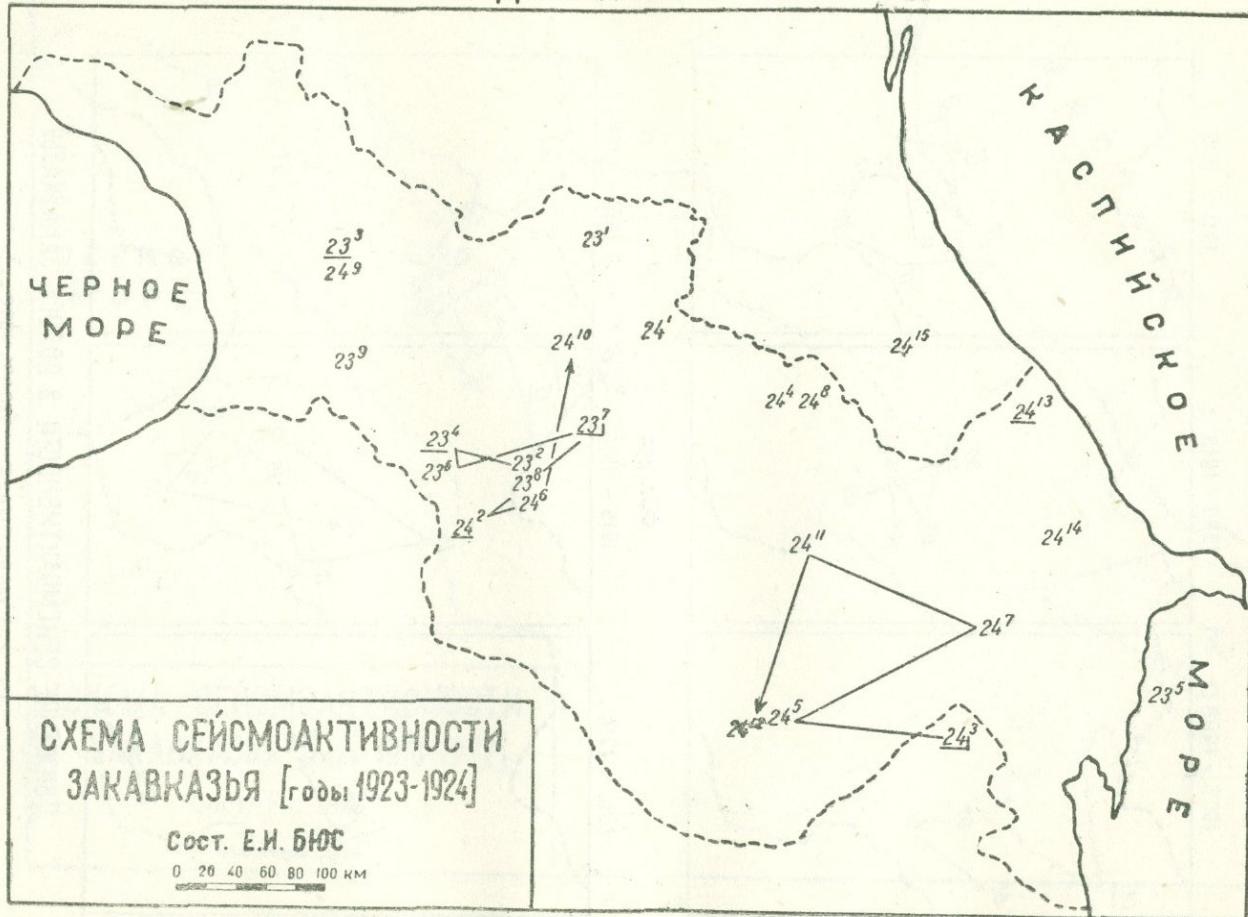


ДВИЖЕНИЕ СЕЙСМОАКТИВНОСТИ В ПОЛОСЕ ЗАКАВКАЗЬЯ

НА 44°-МЕРДИАНЕ [1907-1922 г.г.]

Фиг. 49б

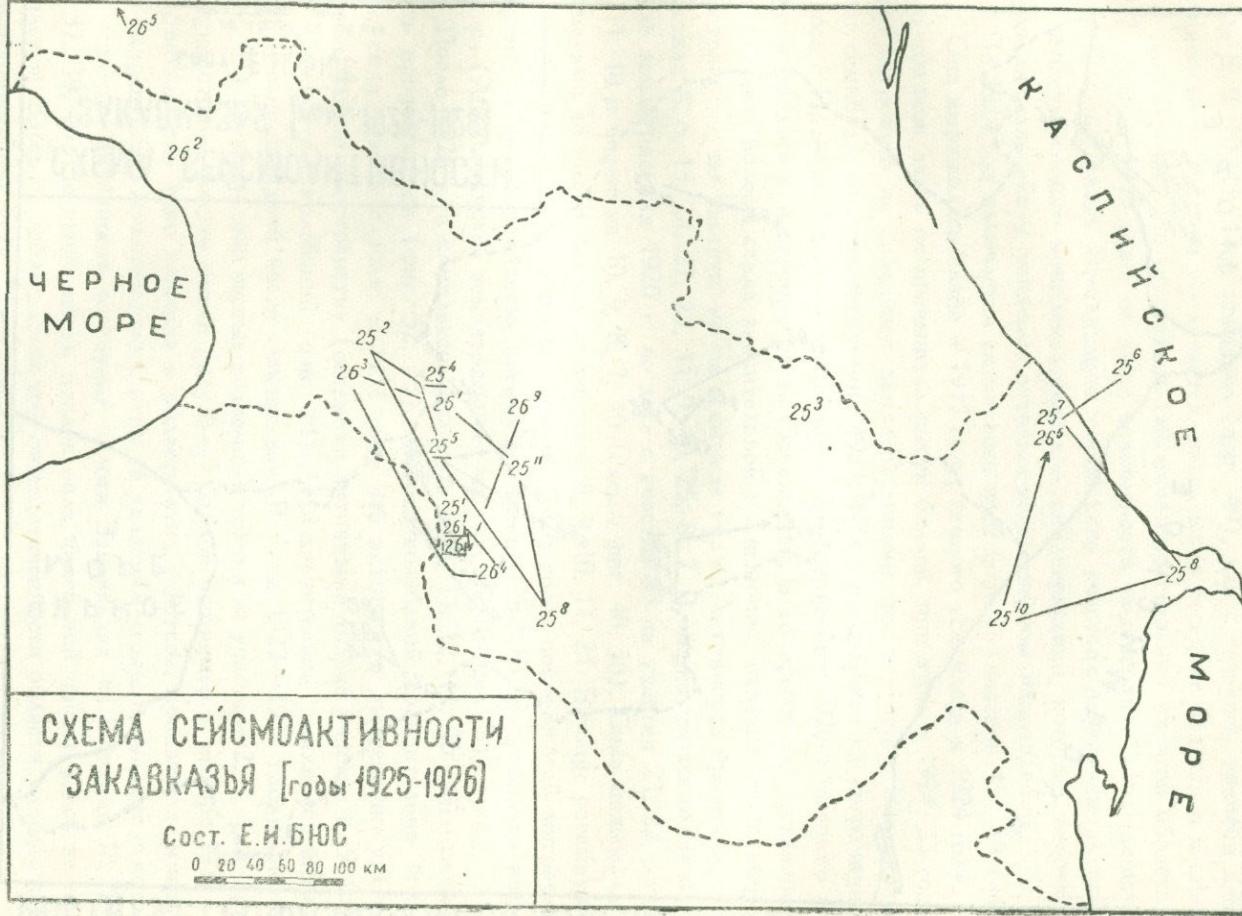
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 50

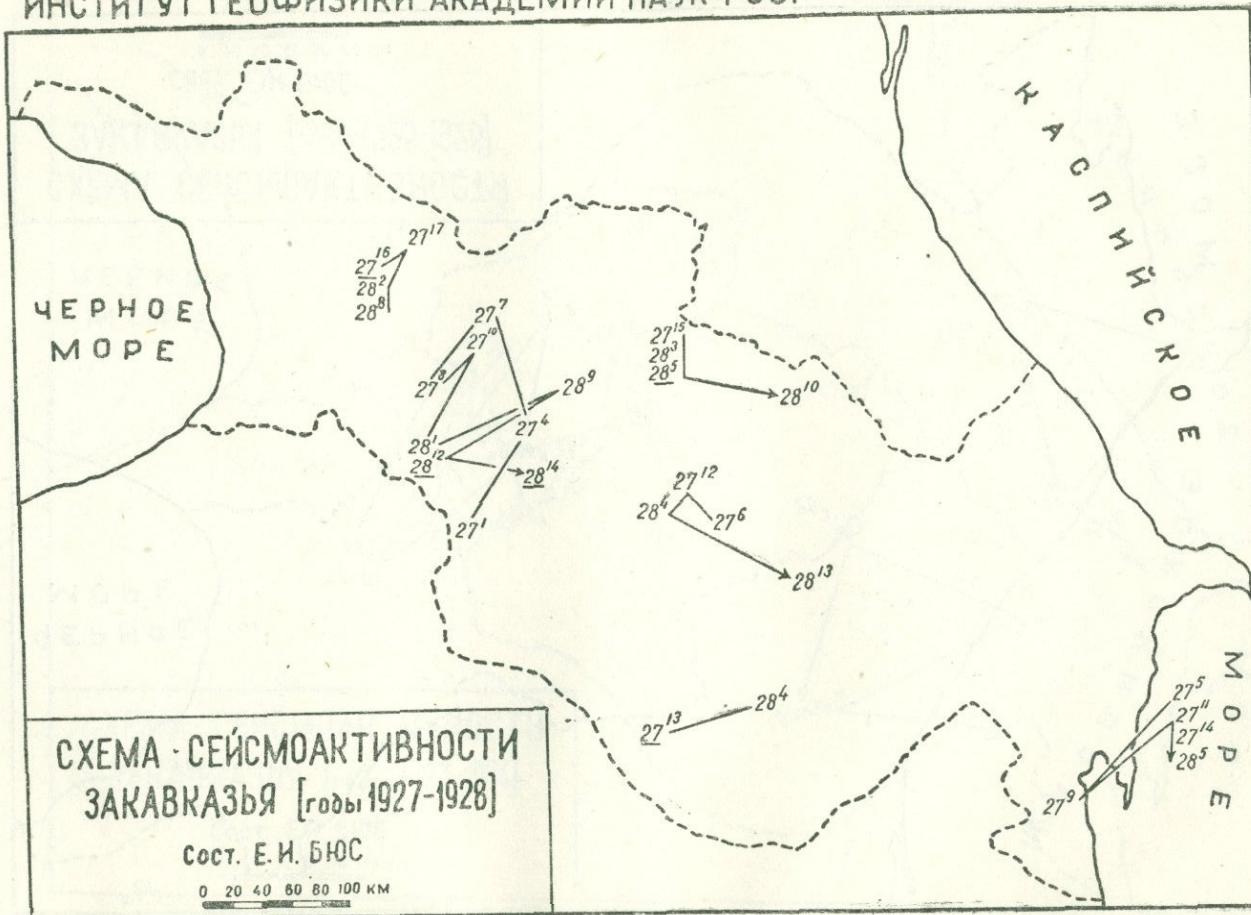
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР

7. Е. И. Бюс



Фиг. 51

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



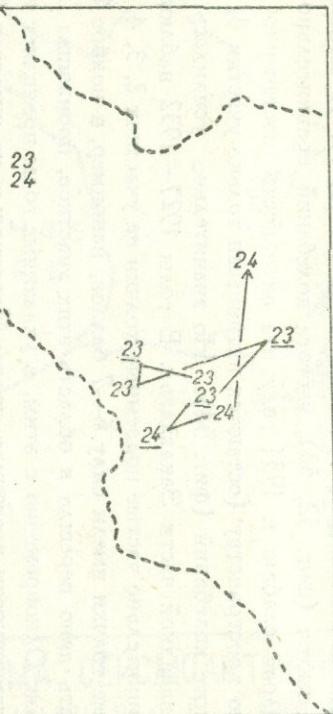
Фиг. 52

тектонических структурах и за последние годы давало ту картину сейсмической жизни и миграции эпицентров, которая описана выше. Наиболее слабым или «зрелым» участком в это время оказался 13-ый и впервые нам стала известна значительная сейсмичность этой зоны средней меридиональной полосы Грузии. Выше была дана картина землетрясений на комплексе участков 8, 9, 10, 11, 12 и показано (фиг. 49), как с течением времени здесь активность постепенно усиливается, захватывая соседние области и в северном направлении. Но отсутствие сейсмических сведений из этой области в 1917, 1918 и 1919 годы не дают возможности подтвердить наблюдениями землетрясений, связь активизации горийского участка с развитием активности вышеуказанного комплекса участков, землетрясений, которые, вероятно, показали дальнейшее усиление активности в северном направлении.

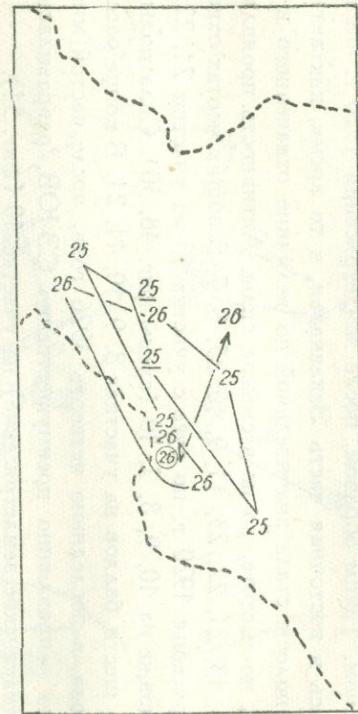
По 1924 год замечается активность всей полосы участков 15—19 (фиг. 50). Она выражалась слабо в 1917 году, немного усилилась к 1924 году, но сила толчков здесь не превышала шести баллов, при этом в 1924, 25 годах было затронуто не сильными землетрясениями все восточное Закавказье. Очаг семибалльного землетрясения 1924 г. был расположен на граничной полосе с Ираном. Таким образом, после землетрясения 1920 г. ненебольшого активизировалась и восточная часть Закавказья, в то время, как активность центральной полосы стала значительной по величине охваченного в общем пространства, по частоте, но не в смысле силы. Активность проявлялась в участках 8, 6, 13, 21, 22, 23, 11, 9, 10, 25, 8, 7. В общих чертах охват идет после землетрясения 1920 г. по дуге с участка 13 на участки 21, 22, затем на 11, 10 и позже на 10, 9, 8, 7, 10 (схемы фиг. 48, 50). Сила подымалась временами до шести баллов на участках 8, 9, 10, 11, 21. В конце рассматриваемого периода, в последнюю четверть 1926 года, после частой миграции эпицентров по направлению преимущественно СЗ-ЮВ, разразилась катастрофа (Ленинаканское землетрясение) на участке 10 (фиг. 51).

После 1926 г. в комплексе участков 8, 9, 13, 12, 11, 10 сейсмоактивность продолжается (фиг. 52, 53), частота колебаний сравнительно большая, сила ударов слабая; к 1931 году эта активность постепенно уменьшается, как по пространству (остаются активными только участки 8, 9, 10), так и по частоте колебаний (фиг. 54). Но значительно усилилась активность северо-западной части Закавказья. В годы 1927—1932 наблюдаются (фиг. 55) сравнительно частые подземные толчки на участках 2, 3, 4, 5, при этом некоторые толчки имели силу 6—7 баллов, например, в ноябре 1930 г. [15], активность явно перешла в область этих участков, произошла миграция эпицентров. Одновременно с этим, в указанные годы проявляет некоторое усиление активности восточная полоса Закавказья на участках 18, 19, 36, 37, 39, 40. Но выше шести баллов сила колебаний почвы здесь не подымается. Здесь не наблюдается той сосредоточенности области ударов, как в северо-западном углу Закавказья.

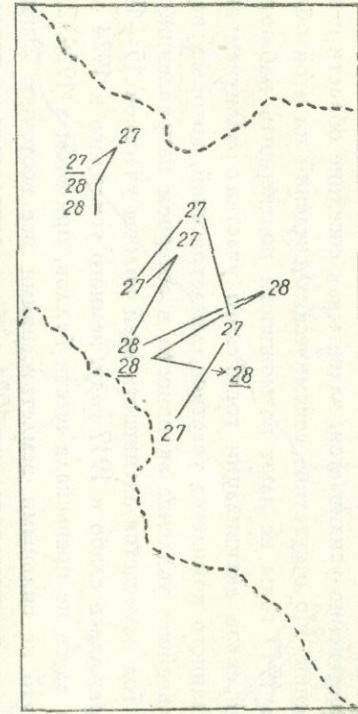
1923 - 1924



1925 - 1926



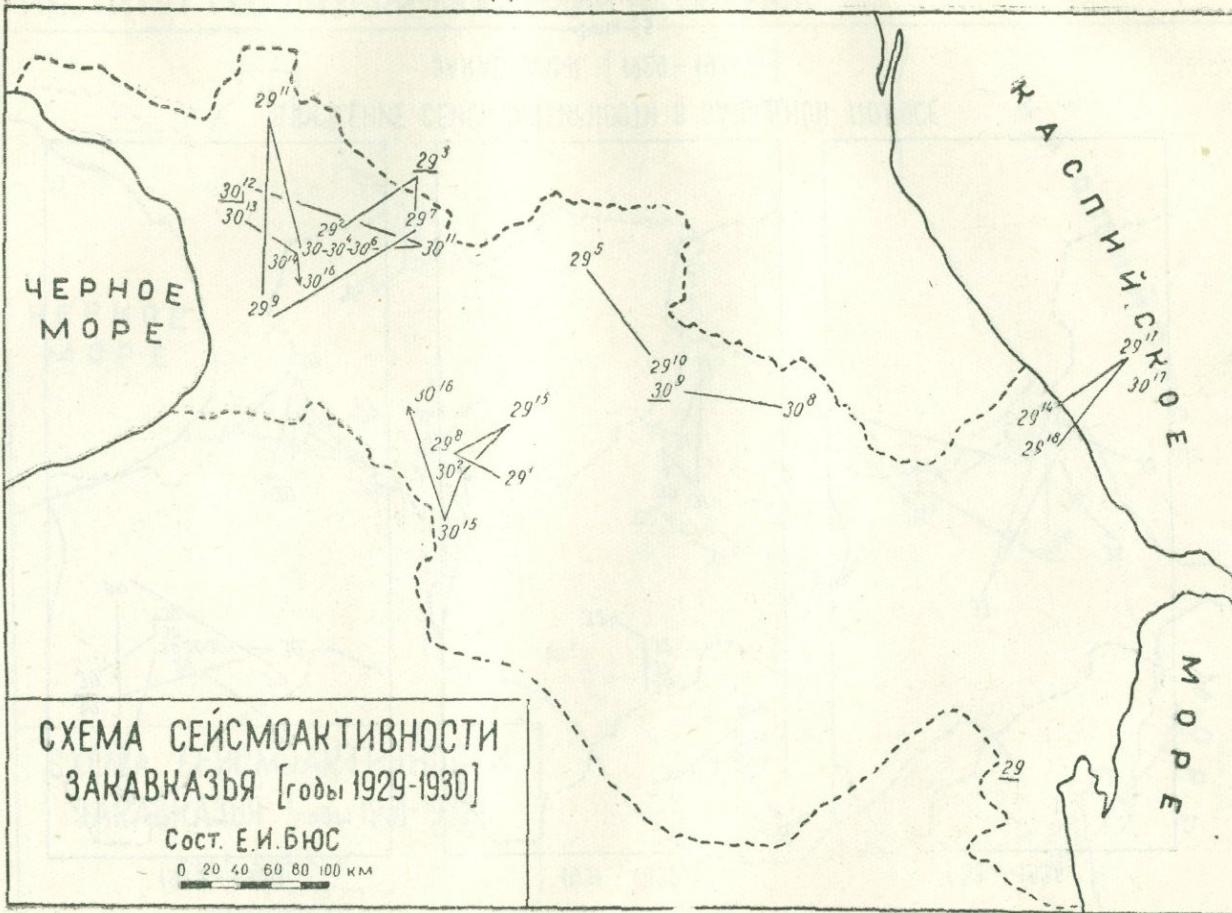
1927 - 1928



ДВИЖЕНИЕ СЕЙСМОАКТИВНОСТИ В ПОЛОСЕ ЗАКАВКАЗЬЯ

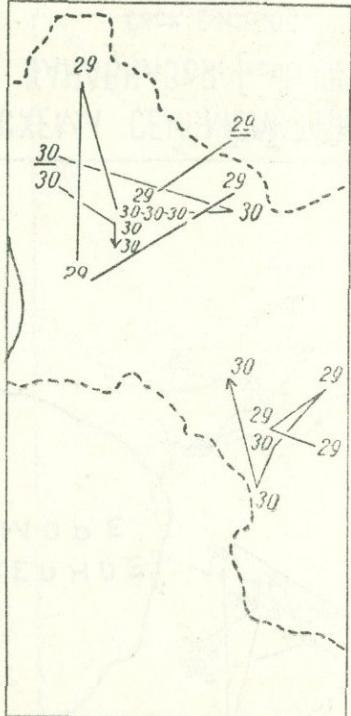
НА 44°-МЕРИДИАНЕ [1923-1928 гг.]

Фиг. 53

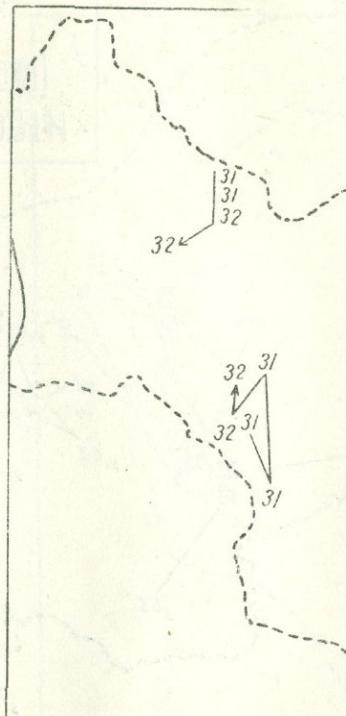


Фиг. 54

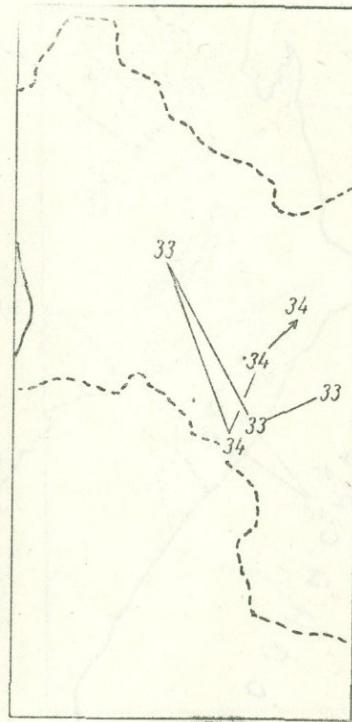
1929 - 1930



1931 - 1932



1933 - 1934

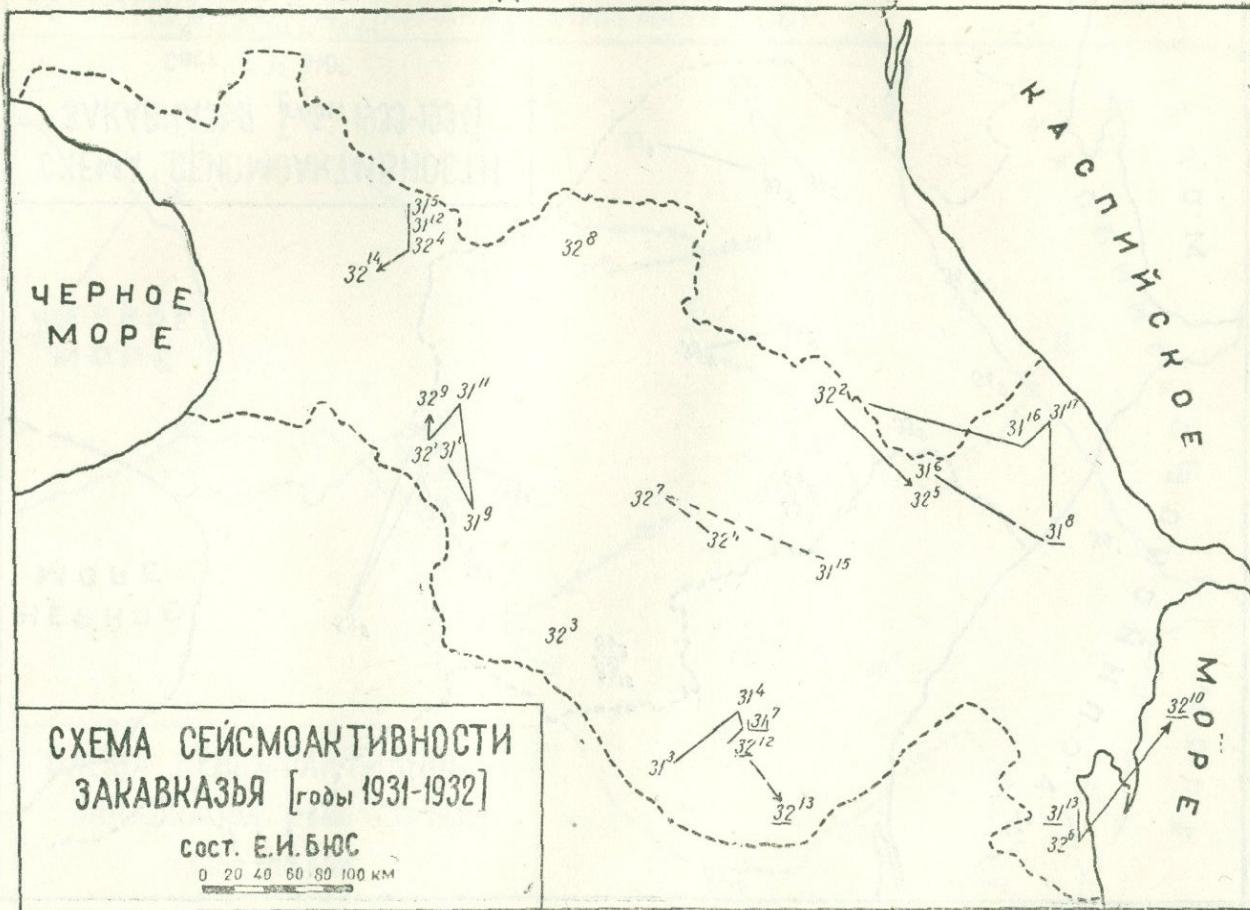


ДВИЖЕНИЕ СЕЙСМОАКТИВНОСТИ В ЗАПАДНОЙ ПОЛОСЕ

ЗАКАВКАЗЬЯ [1929 - 1934 гг.]

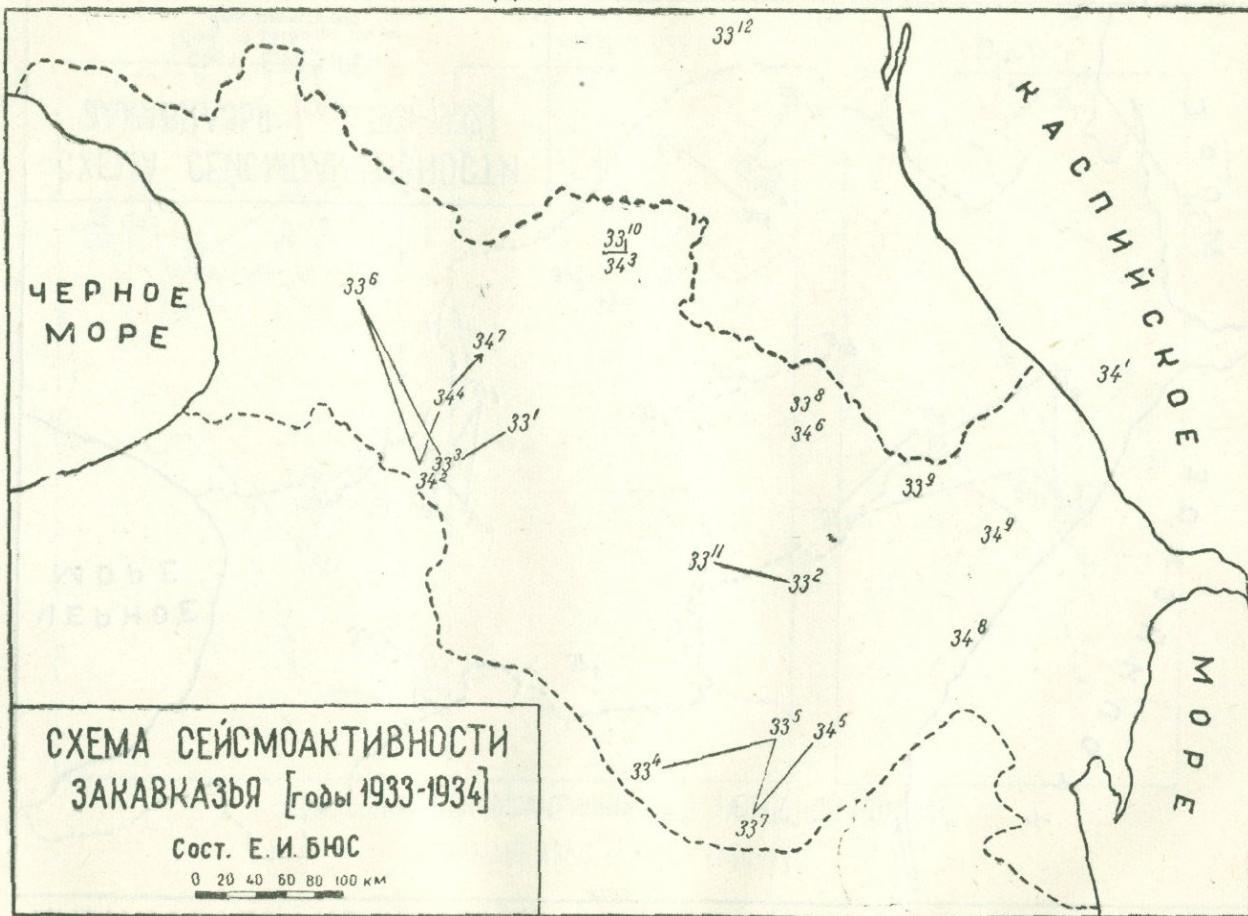
Фиг. 55

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



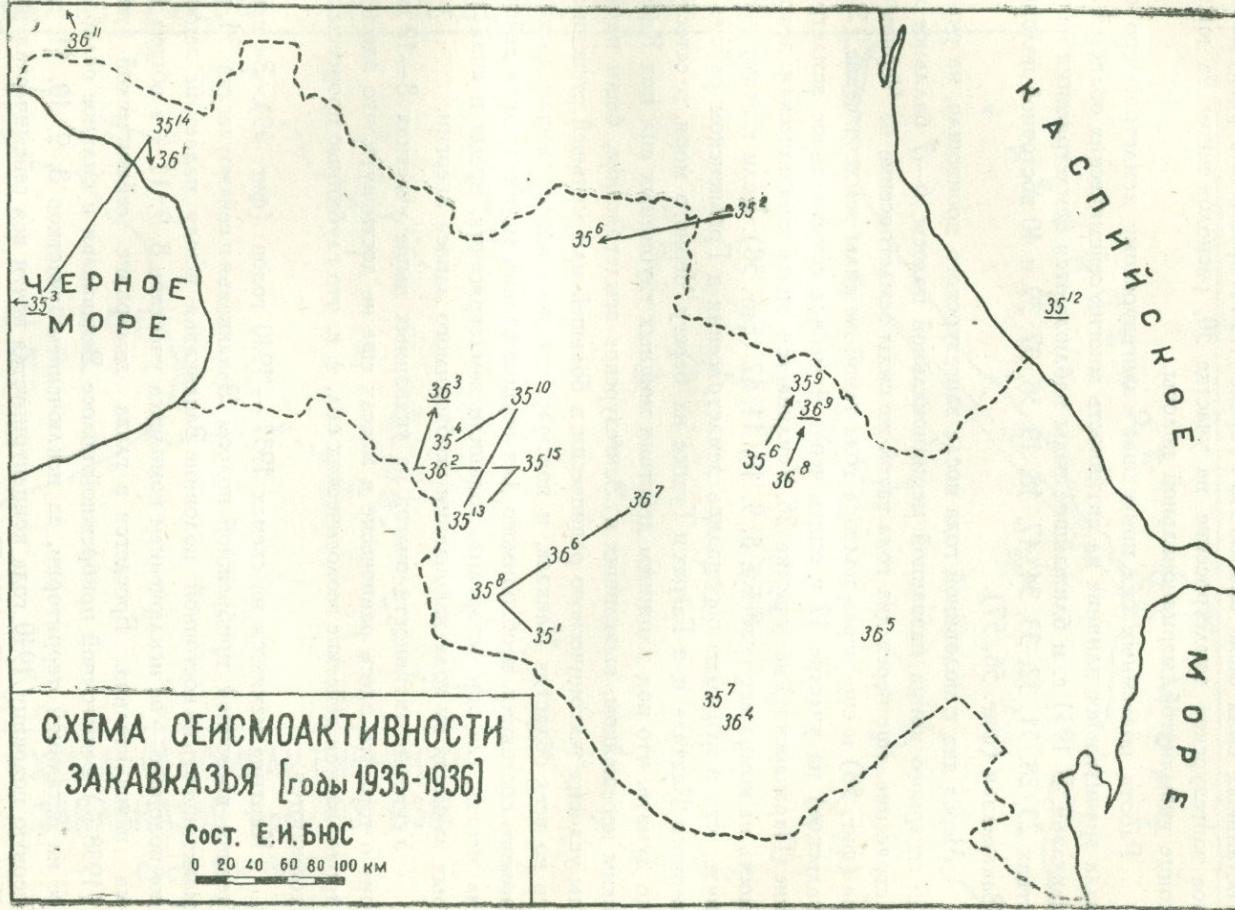
Фиг. 56

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 57

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



ФИГ. 58

Привлекает внимание активизация, после ленинаканского землетрясения 1926 г., очагов полосы Закавказья между меридианами $\lambda=45^\circ$ и $\lambda=47^\circ$. Здесь только в трех случаях землетрясение имело силу около шести баллов, в остальных сила была слабее. Но в апреле 1931 г. произошло разрушительное зангезурское землетрясение на участке 30, расположенному на южном конце упомянутой, меридиональной полосы.

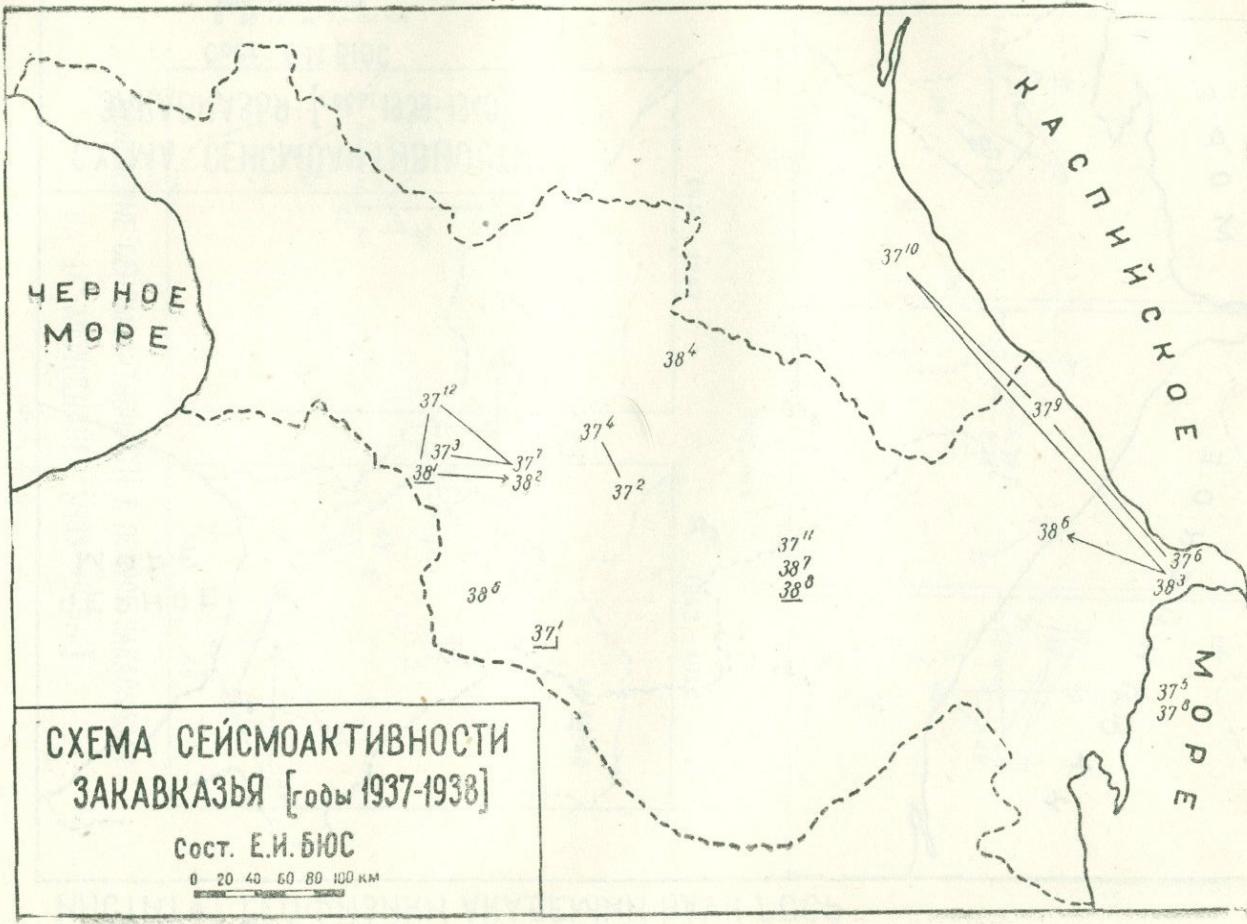
Работа подземных сил, приведшая к зангезурскому землетрясению оказалась значительное влияние на активность многих сейсмических областей Закавказья. В 1931 г. и ближайшие годы наблюдаются землетрясения на участках 23, 28, 31, 32, 33, 34, 17, 18, 19, 36, 37, 39 и 40 восточной половины Закавказья (фиг. 56, 57).

Через два с половиной года после зангезурского произошло, на участке 15 северного конца названной меридиональной полосы, 6—7 балльное землетрясение, еще через два года такой-же силы землетрясение на Черном море (фиг. 58) и еще через полтора года такой-же силы землетрясение (Закатальское) на участке 17 и опять через 4 месяца семибалльное землетрясение (Паракарское) на участке 26. Усиливается опять сейсмическая деятельность на комплексе участков 8, 9, 10, 11, 12 (фиг. 58). Если к этому прибавить, что в эти годы ощущались землетрясения в Грозненском районе Северного Кавказа и в Гаграх и Туапсе на берегу Черного моря, то естественно думать, что под влиянием действия мощных глубинных сил под Кавказским перешейком, вызвавших и Зангезурское землетрясение, были нарушены условия тектонического равновесия в большей или меньшей степени почти во всех областях Кавказа, и повсюду, где напряжения дошли до критического состояния, необходимого для осуществления механического действия на местах, где они «созрели», возникли землетрясения, время и сила которых зависела от хода накопления необходимого запаса энергии.

Усиление активности очагов на указанных выше участках 8—12 говорит о том, что здесь равновесие в массах еще не достигнуто, что здесь еще продолжается действие геологических сил, т. е. что глубинные процессы продолжаются.

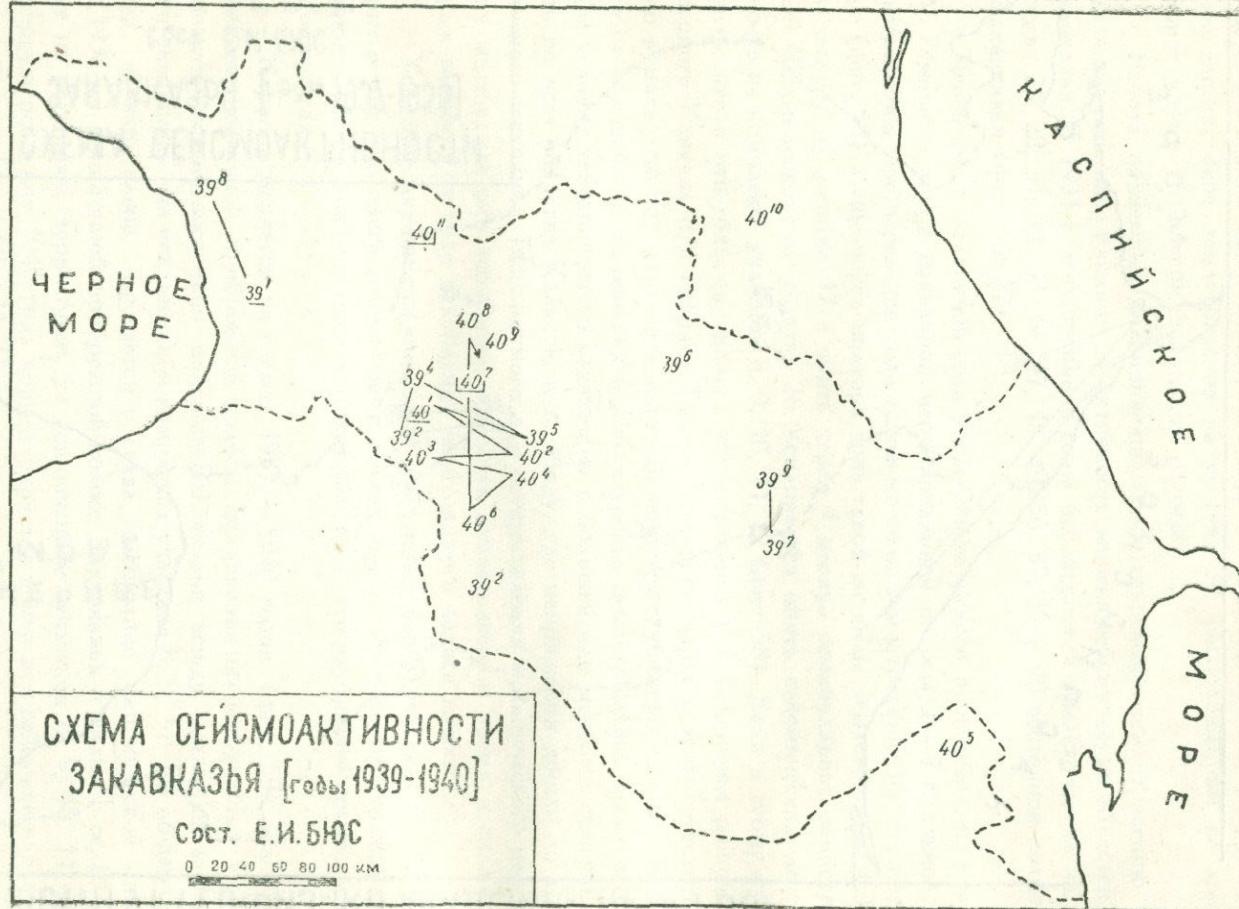
Картина меняется на схемах 1937—1940 годов (фиг. 59). За исключением восточной прибрежной полосы Закавказья и сейсмоучастка 31, сейсмоактивность на восточной половине Закавказья всюду падает, на западной же половине — за исключением комплекса участков 8, 9, 11 — в общем весьма незначительна. Бросается в глаза замирание сейсмической жизни (1938 г.) в восточной прибрежной полосе Закавказья и сильное ослабление ее на остальной территории, за исключением участков 8, 9, 10, 11, где в первую половину 1940 года концентрируется почти вся сейсмическая жизнь Закавказья (фиг. 60, 61). Произошла как бы миграция деятельности эпицентров в эту область. И здесь в мае 1940 г. на участке 8 вспыхнуло раз-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР

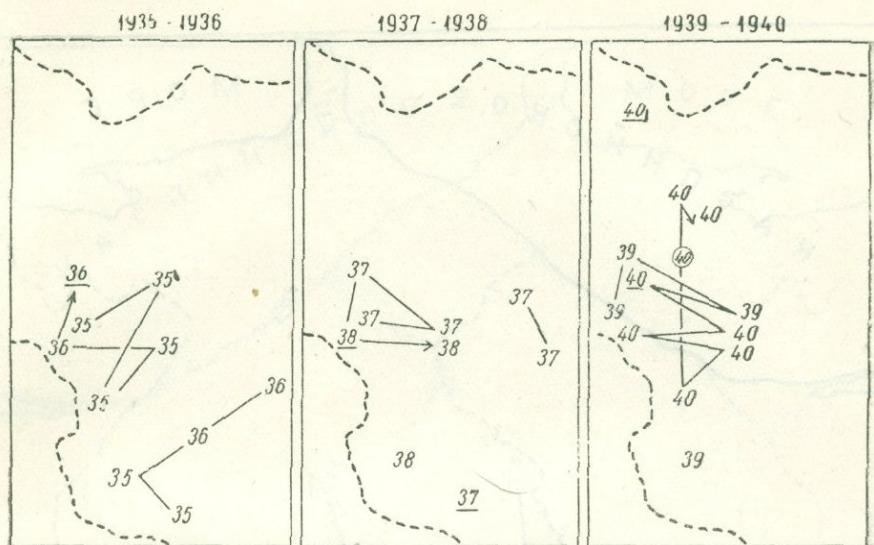


Фиг. 59

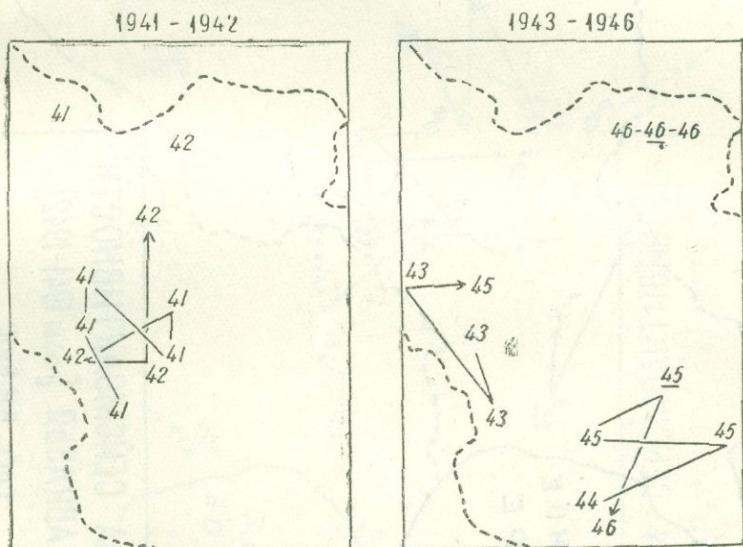
Институт ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 60



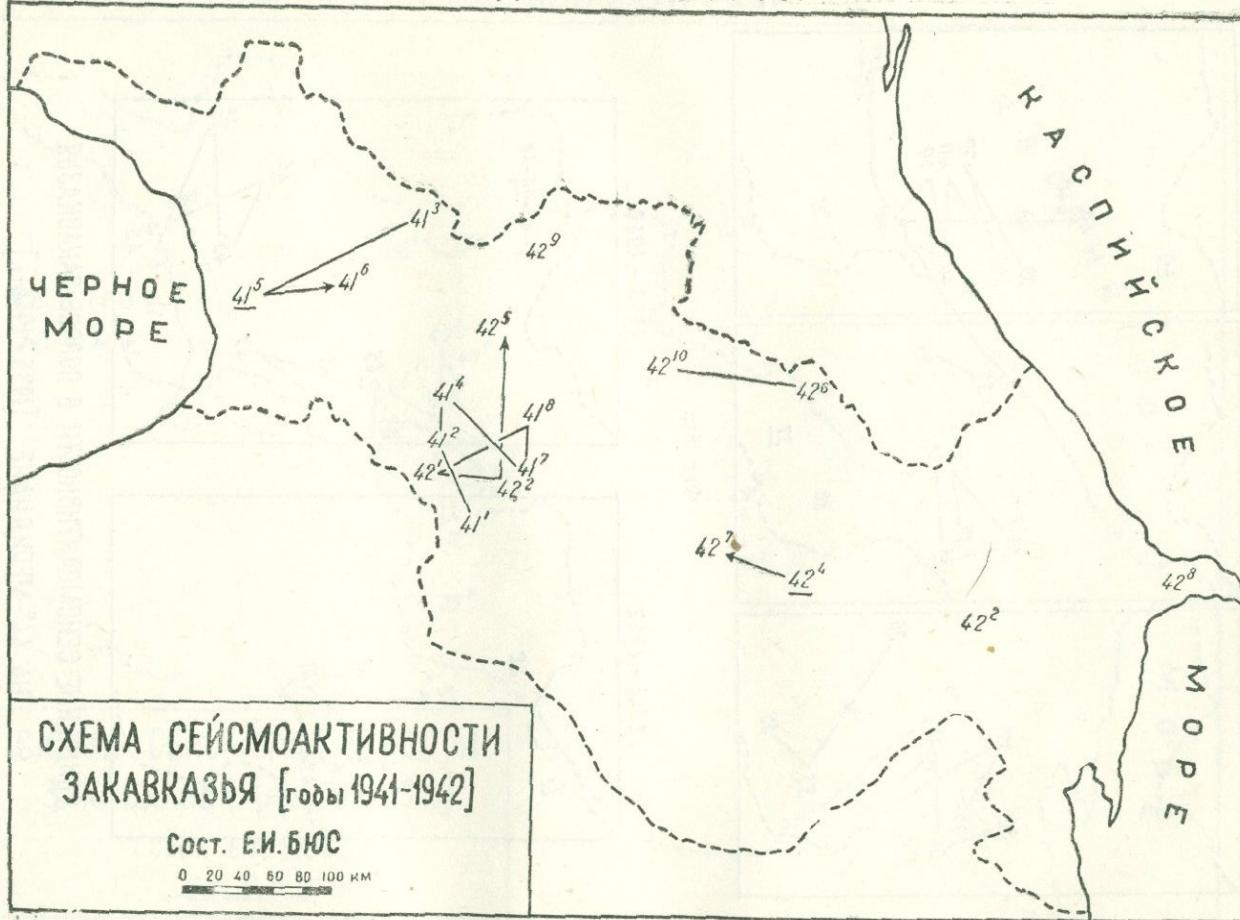
Фиг. 6а



ДВИЖЕНИЕ СЕЙСМОАКТИВНОСТИ В ПОЛОСЕ ЗАКАВКАЗЬЯ
НА 44°-МЕРИДИАНЕ [1935-1946 гг.]

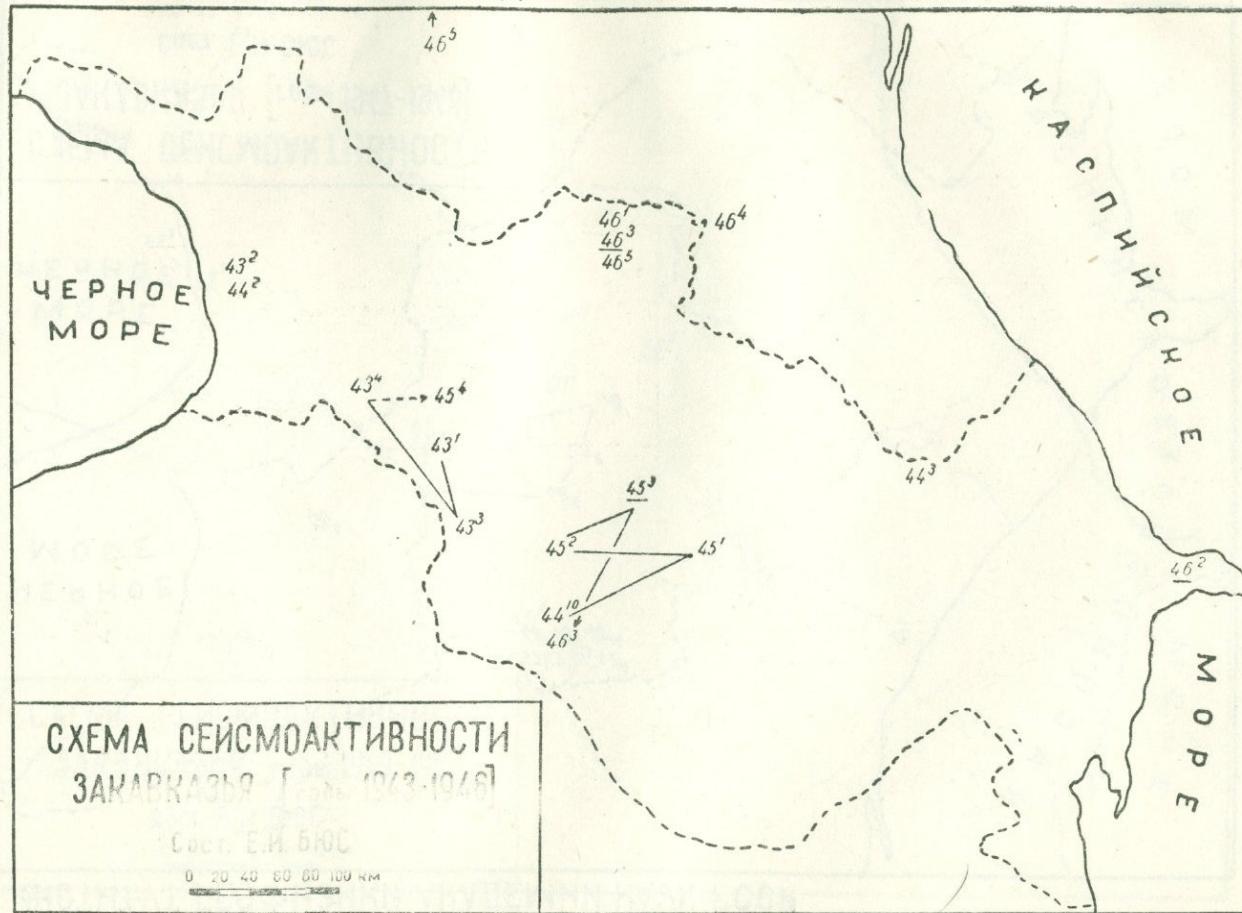
Фиг. 6 б

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 62

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



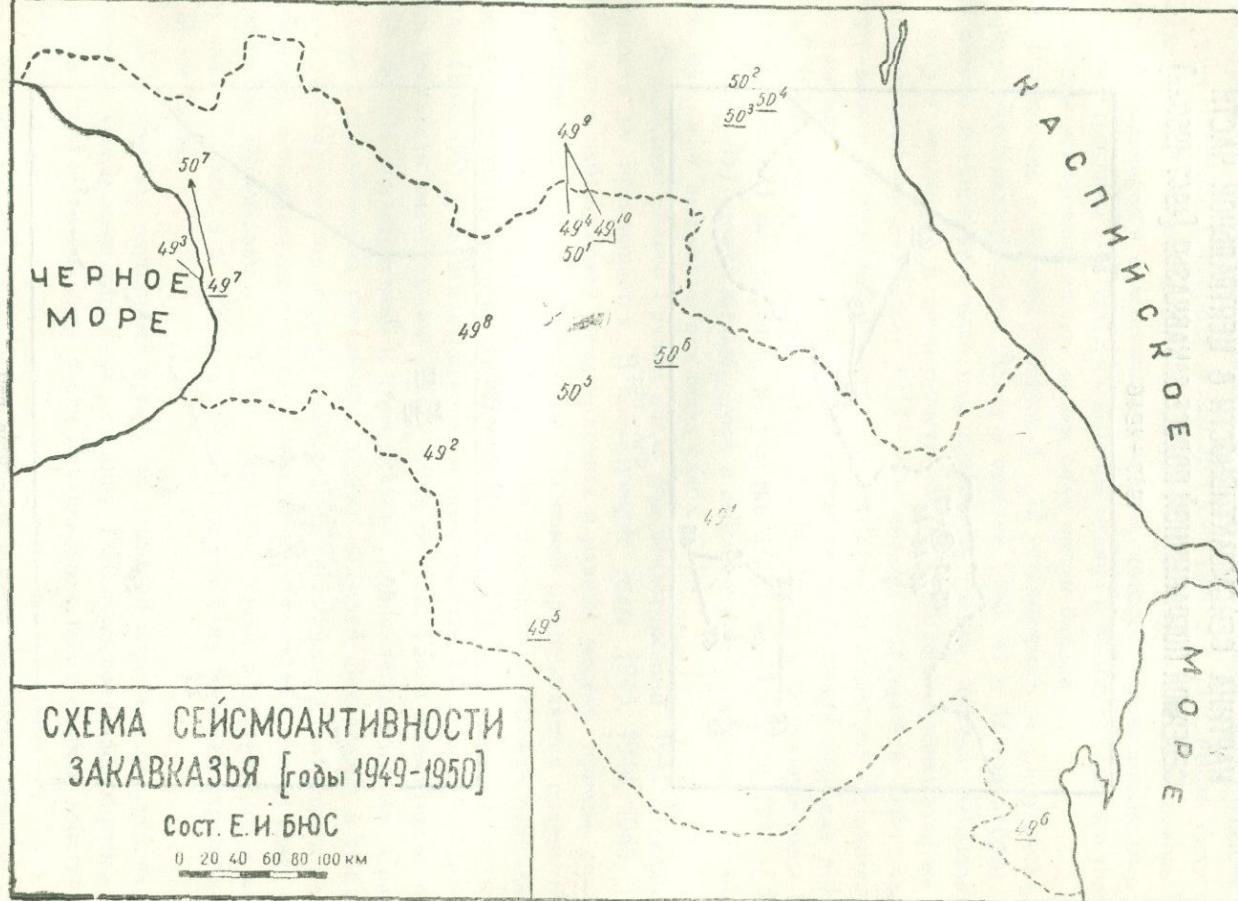
Фиг. 63

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 64

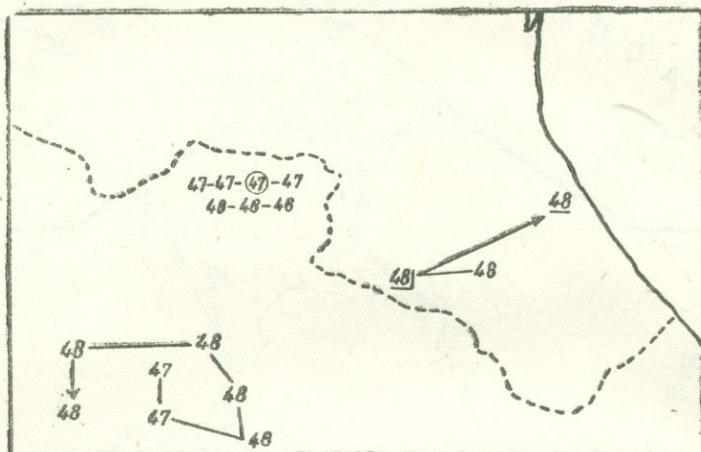
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 65

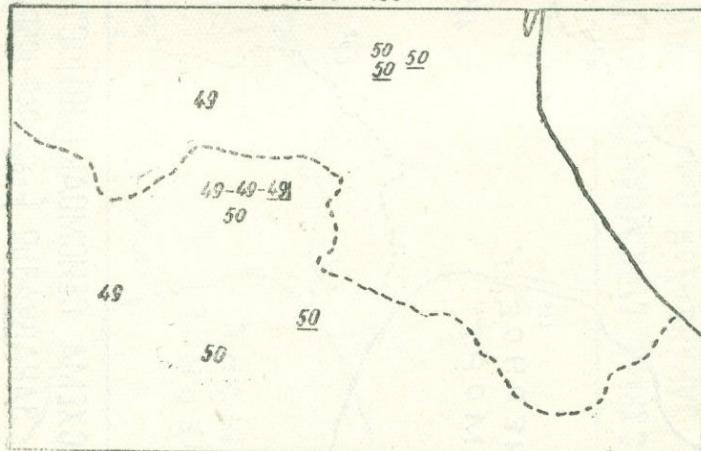
КАРТИНА СЕЙСМОАКТИВНОСТИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ
СЕВЕРНОЙ ПОГРАНИЧНОЙ ПОЛОСЕ ЗАКАВКАЗЬЯ [1947-1950 гг.]

1947 - 1948



Фиг. 66а

1949 - 1950



Фиг. 66б

рушительное Табацкурское землетрясение с большим рядом последующих толчков.

Силы, вызвавшие это землетрясение, оказывали воздействие и на очаги западной части Грузии. Через почти пять месяцев после Табацкурского землетрясения активизировались очаги участка 5; среди землетрясений этого участка первое (Амбролаурское 26/IX — 1940 г.) [17] имело силу семь баллов. Через восемь месяцев после него произошло в западной полосе Грузии то выдающееся сейсмическое событие, которое характеризовалось как рой землетрясений [14], длилось полтора месяца и не имело главного толчка; некоторые землетрясения роя имели силу шесть баллов.

Равновесие в области участков 8—12 установилось не сразу после Табацкурского землетрясения. Здесь в течение 1940, 41 и 42 годов (фиг. 62) из очагов неоднократно исходили подземные толчки, причем наблюдалась некоторая тенденция к деятельности у более северных очагов в этой же меридиональной полосе. После 1943¹ года сильно сокращается сейсмическая деятельность упомянутой области: землетрясений меньше, нет ни одного более заметного землетрясения. Активность, не интенсивная, перешла в 1944, 1945, 1946 годы (фиг. 63) на участки 23, 24, 26, 32, в следующие годы 1947 и 1948 (фиг. 64) она перешла на участки 22, 21, 12, 11, 8, 9, в 1949 и 1950 годах (фиг. 65) ничего выдающегося в сейсмическом отношении активность этих очагов не вызывала, она была слаба.

В западной полосе Грузии после роя землетрясений 1941 г. сейсмоактивность не прекращается. В последующие годы 1943, 1944, 1948, 1949, 1950 здесь наблюдаются землетрясения в разных местах, причем сила их временами доходит до шести баллов. Но новой представляется сравнительно сильная активность сейсмоучастка 15 в последние годы. Начало этой сейсмо-беспокойной эпохи на участке 15 относится к 1946 году. Все последующие годы (фиг. 66) дали землетрясения на этом участке. Некоторые землетрясения достигали значительной силы — семи баллов. Такая относительно большая частота землетрясений в этой области проявляется впервые. Сравнительно с сейсмическим состоянием других областей Закавказья в эти годы здесь наблюдается некоторая концентрация сейсмической активности по Закавказью. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что за северными пределами Закавказья в 1948 г. в Дагестане были землетрясения с силой до шести баллов, а в 1950 г. в районе Гудермесских гор, землетрясение такой же силы.

В результате глубинных процессов в земной коре или под ней, на территории Кавказского перешейка к концу 1950 года создалась картина рассейанных очагов по большой части Закавказья, с более слабым действием и

¹ В это время — военные годы — поступало меньше сведений с мест о слабых землетрясениях.

действием более плотной группы очагов на участке 15, затем очагов у Гудермесских гор и в Дагестане.

Таким образом, к середине двадцатого столетия ослабела сейсмическая активность (макросейсмическая) Малого Кавказа, усилилась она в некоторых горных системах Большого Кавказа, активность с комплекса участков 8, 9, 11, 12 перешла на участок 15, причем активизировались также очаги западной части территории Грузинской ССР.

Таков ход сейсмоактивности в это время. Наблюдения последующих лет покажут насколько эта последняя сейсмическая картина устойчива.

Рассмотрение истории сейсмоактивности в Закавказье показало, что сейсмоактивность проявлялась неравномерно, как в пространстве, так и во времени. Активизация¹ перемещается с области на область, периоды активности сменяются периодами затишья.

В годы, когда происходили весьма сильные и разрушительные землетрясения в одной (восточной или западной) половине Закавказья, на другой половине таких сильных землетрясений не наблюдали (фиг. 67).

Пространственная последовательность разрушительных землетрясений показывает, что имеется связь не только между эпицентральными зонами одной основной области Большого или Малого Кавказа — (например, участки 26—9—24 или 19—17—16—15), но также между таковыми обеих основных областей (например, участки 16, 26, 19). Следует думать, что сейсмическая связь между элементами мозаики глыб и структурных систем на Кавказском перешейке осуществляется в случае близкого расположения участков непосредственным действием общей среды, связующей очаги, а в других-же случаях, некоторой, временами, лабильностью общих связующих или подстилающих сред, под влиянием более глубоко происходящих процессов.

В некоторых случаях перед разрушительным землетрясением уже годами был активен самый сейсмоучасток; характерным примером является Шемахинский район. Или-же, за некоторое время, исчисляемое тоже годами, происходила активизация очагов в широкой полосе сейсмоучастков по соседству с участком, где вспыхнуло землетрясение. Так было, например, перед Ахалкалакским землетрясением 1899 г., Черноморским 1905 г. (менее рельефно), Закавказским 1912 г., Карталинским 1920 г., Ленинаканским 1926 г., Мегрело-Сванским 1930 г. Такая макросейсмическая активизация комплекса сейсмоучастков проявила особенно за много лет перед Табацкурским землетрясением 1940 г.

Такого усиления подобной активности на местных участках замечено не было перед зангезурским землетрясением 1931 г.

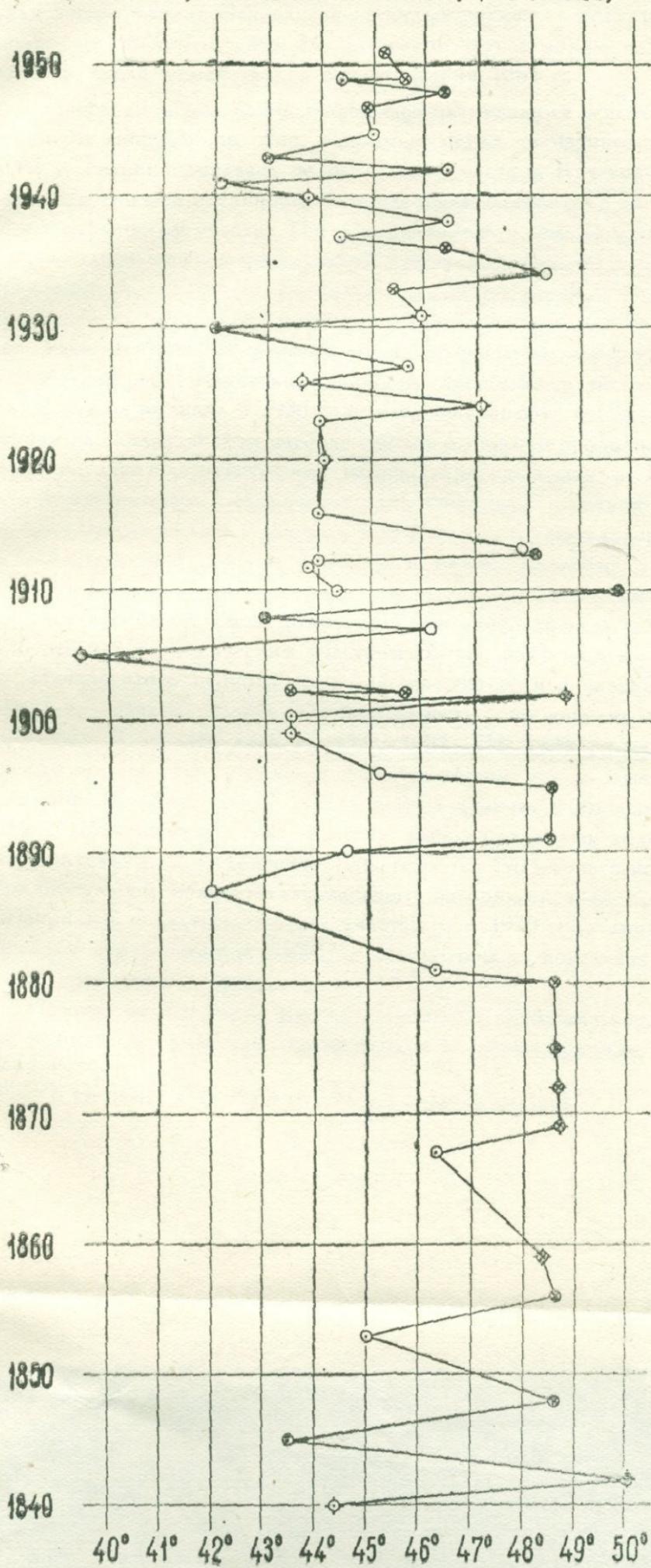
¹ Как выше уже было сказано, рассматриваются, главным образом, землетрясения выше шести баллов.

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АН ГССР Е. И. БЮС

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ 1840-1950 гг.

В ЗАКАВКАЗЬИ (ПО ДОЛГОТЕ)

(• - Б. КАВКАЗ, ○ - М. КАВКАЗ, ○ - 7 БАЛЛОВ, ◇ - 8 БАЛЛОВ)



Фиг. 67

В ближайший год или пару лет после разрушительного землетрясения, вообще наблюдалось проявление слабых землетрясений, помимо локальных, еще и на большей части Закавказья. Так, например, было после землетрясений 1899, 1902, 1905, 1908, 1910, 1920, 1926, 1931, 1940 гг.; после 1920 г. слабо активизировалась восточная часть Закавказья, сильнее центральная. Для землетрясений Закавказья прошлых времен недостаточность данных не позволяет об этом судить. Но во всяком случае можно указать на такое-же явление после шемахинского землетрясения 1867 г.

Иногда, однако, наблюдалась еще активизация сейсмоучастков в определенном направлении. Так, например, после шемахинского землетрясения 1902 г. активизировалась полоса сейсмоучастков Кахетии и Заката, при этом сохранилась активность (слабые были колебания) до 1928 года на самом шемахинском участке. После карталинского землетрясения 1920 г. активизировались очаги в центральной полосе Закавказья, в юго-восточном направлении от г. Гори, затем отсюда активность перешла в юго-западном направлении на ленинаканский участок, где вспыхнуло в 1926 г. разрушительное землетрясение. Дальнейший путь активизации проходит через Ахалкалакское нагорье и Рачинский район, на северо-запад, активизация здесь местных очагов вызвала в 1930 году мегрело-сванское землетрясение. Возбужденная на ахалкалакском нагорье сейсмоактивность продолжалась, затем она передвинулась в юго-восточном направлении, где и дала в 1937 г. Паракарское землетрясение. Сейсмоактивность комплекса участков Ахалкалакского нагорья продолжалась и привела в 1940 г. к разрушительному Табацкурскому землетрясению и через 4 месяца к весьма сильному Амбролаурскому землетрясению на более северном сейсмоучастке. После этого макросейсмоактивность средней части этой меридиональной полосы сейсмоучастков (с наиболее макросейсмическим участком Закавказья) идет на убыль.

Начало этого периода макросейсмоактивности в названной полосе Закавказья — начало слабое — можно отнести, по данным «Хронологии» к 1903 году. В течение двух лет (III. 1901—III. 1903 г.) на Ахалкалакском нагорье не замечено подземных толчков, вернее, нет ни одного сообщения о заметном колебании почвы; тогда сейсмоактивность проявилась на востоке (район Шемахинский), где отмечено много подземных толчков, среди них разрушительное землетрясение 1902 года. С 1903 года сейсмоактивность в меридиональной полосе Ахалкалакского нагорья, сначала слабая, постепенно расширилась, захватывая новые участки и к 1920 году приводит¹ к карталинскому землетрясению 1920 г. с эпицентром на подступах к северным отрогам Триалетского хребта.

Помимо относительно плавных переходов активности на последовательные комплексы участков происходили и скачкообразные, на несоседние

¹ В сведениях 1917—1920 гг. имеются большие пробелы.

участки. Скачкообразно происходила конечная активизация, вызвавшая сильные землетрясения в зонах Ахалкалакской (1899 г.), Шемахинской (1902 г.), Черноморской (1905 г.), Каспийской (1906 г.), и Западно-грузинской (1908 г.).

Хождение сейсмоактивности (миграция эпицентров) в меньшем пространственном масштабе наблюдалась часто, особенно на комплексе участков Ахалкалакского нагорья, Шемаха-кахетинской полосы, северо-западной части территории Грузии. Можно указать, например, на случаи 1939—1940 гг., 1911—1912 гг. для первой названной зоны, 1917 г., 1929—30 гг. для второй, 1941 г. для третьей.

Произведенный выше анализ хода макросейсмической активности в области Ахалкалакского нагорья приводит к мысли, что отдельные сейсмические факты на большом комплексе участков расширенной ахалкалакской меридиональной полосы представляют собою моменты в некотором длительном цикле сейсмической жизни западной половины Закавказья; в ряду этих моментов весьма сильные и разрушительные землетрясения выделяются как более выдающиеся эпизоды. Проследить удалось только одну (полувековую) часть этого цикла, для исследования остальной нет достаточных данных.

Случаи хождения активности (миграции эпицентров) в восточной части Закавказья в полосе Борбalo-Кахетия-Закаталы-Нуха-Шемаха-Аляты говорят о вероятности наличия своего цикла сейсмической жизни здесь. Известно несколько разрушительных землетрясений в северной части полосы, много в южной, где первое сообщение восходит до 1192 г. Но в течение значительного периода времени, с указанного года по настоящее время, имеются разновременно настолько большие пробелы в списке землетрясений в этой области, что не представляется возможным характеризовать какуюнибудь часть цикла сейсмической жизни здесь. Затруднения вызываются неопределенностью характера тех сейсмических событий, которые происходили по соседству с упомянутыми сейсмоактивными участками на северо-восточных отрогах юго-восточной части Главного Кавказского хребта и в примыкающих к юго-западным его отрогам Куринской низменности.

Помимо этих двух значительных циклов сейсмической жизни Закавказья намечаются еще некоторые, меньшего масштаба, в горных системах Малого Кавказа, но о них пока ничего определенного сказать нельзя.

Такие более или менее самостоятельные макросейсмические циклы, естественно, должны быть связаны с крупными структурными элементами горных сооружений на Кавказском перешейке. Для западного, например, это, вероятно, будет меридионально пролегающая зона разрывов, скрытая под мощным покровом изверженных пород и мало отраженная в поверхностных структурах. Цикл восточной половины Закавказья связан с системой крупных дислокационных линий, тянущихся с северо-запада на юго-восток вдоль южного склона главного Кавказского хребта.

Следует еще указать на некоторые явления в жизни западного цикла. Есть за пяти вековой период времени с VIII до XIII века большого масштаба последовательность разрушительных землетрясений: VIII—X века — в Арагатской области, XI—XII века — в районах, ныне известных как Ленинабадский и Богдановский, XIII век — в районе северо-западной части Триалетских гор (фиг. 29), промежуточных наблюдений нет. Это уже цикл высшего порядка разрушительных землетрясений за половину тысячи лет, захвативших те же сеймоучастки, которые рассмотрены были выше и обнимали полвека. Менее значительные по эффекту явлений циклы намечены по последовательности землетрясений 1840 г. (Арагатская область), 1845 г. (Богдановский район), 1874—1878 годы (северо-западная часть Триалетских гор, Рачинская область, западная часть Грузии) и 1895—1898 годы (Ленинабадский район), 1898—1899 г. (Ахалкалакская область), 1901—1908 годы (Рачинская область и западная часть Грузии).

Из трех схем «Хода сеймоактивности Закавказья» (фиг. 29, 34, 42) можно заметить некоторые примеры хождения активности и в цикле сейсмической жизни главной восточной сейсмогенетической полосы.

Сейсмическая деятельность в разных по своему географическому положению циклах не совсем изолирована друг от друга. Через систему промежуточных геотектонических элементов может произойти временное воздействие. Может оно произойти и от глубоко в земной коре или глубже протекающих процессов, действующих через общие подстилающие среды на весь комплекс разломанных или неустойчивых частей горных сооружений. Этим можно было бы объяснить и описанную выше картину временного значительного расширения области несильных подземных толчков, наблюдавшуюся после некоторых разрушительных землетрясений. Если бы процессы в недрах протекали интенсивнее, соответствующее проявление их действия на земную поверхность было бы сильнее, как это случилось, например, в 1319 г., когда разрушительные землетрясения имели место в Мцхета, Ани, Сюник и Арагатской области. Выше было также высказано предположение, что воздействием глубинных процессов следует объяснить скачкообразные миграции эпицентров, т. е. возбуждение активизации в очагах на далеком сеймоучастке.

Обращают на себя внимание сеймоучастки 11, 12, особенно 12, лежащие восточнее Мокрых гор и при хождении эпицентров западного цикла неоднократно посещаемые, т. е. сейсмические очаги которых взаимодействуют с очагами Ахалкалакского нагорья. Но нам неизвестно ни одного разрушительного или весьма сильного землетрясения из этих участков. Последний участок играет, возможно, известную роль в сейсмической деятельности области, расположенной восточнее и юго-восточнее Богдановского района в сложных геотектонических условиях, в узловом месте, на стыке хребтов Бебзобдальских гор, Мокрых, Сомхитских и сбросовой впадины Лорийской кот-

ловины. Макросейсмическая активность этого участка стала постепенно выявляться только за последние четыре десятка лет.

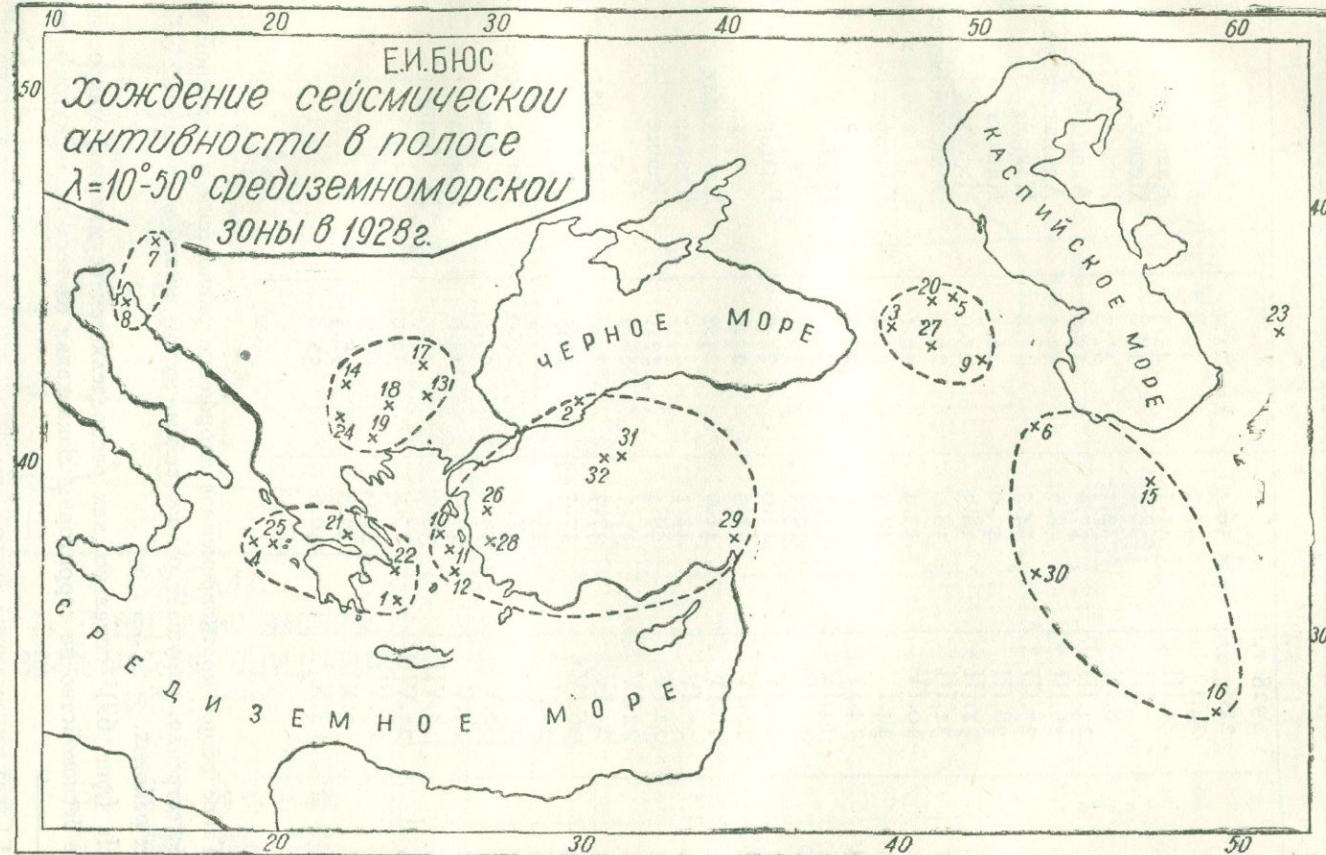
За неимением нужных материалов не могла быть прослежена взаимосвязь макросейсмоактивности Закавказья с таковой ближайших зон Турции и Ирана. Она должна быть значительной во всей пограничной зоне, начиная с Ахалкалакского нагорья и распространяясь до Каспийского моря. Часть макросейсмических явлений южной полосы Закавказья вызвана действием очагов зарубежной территории.

Сейсмическая активизация известного участка происходит не только от действия геологических сил на данном участке или на участках, его окружающих, или вообще от сил, возникающих в данном горном сооружении или других с ним непосредственно связанных. Выше уже неоднократно говорилось о скачкообразной миграции эпицентров или одновременном проявлении слабой сейсмической активности на большей части территории Закавказья, после разрушительного землетрясения. Эти явления могут быть объяснены как следствие процессов в более глубоких горизонтах земной коры, подстилающих всю мозаику разбитых глыб данного горного сооружения, более или менее связанных заполнявшими пространство между ними и закрепившимися материалами, глыб, открыто выходящих на дневную поверхность или же затыльных изверженными массами, или покрытых осадочными породами. Но помимо этих местных подземных процессов имеются еще крупные процессы более широкого, общего порядка. Они разыгрываются на большом протяжении в более глубоких подземных слоях и массивах и вызывают сейсмические явления в разных местах широкой области, где в подземных пластах созревали напряжения под влиянием местных геологических сил и были близки к критическому состоянию; в продолжение некоторого времени вспыхивают разновременно в разных местах области землетрясения, иногда разрушительные. Ясно, конечно, что это может быть только там, где такая широкая область является некоторой общей геологической системой высшего порядка. Таких широких областей, полос, отмечено несколько. Одной из них является средиземноморская альпийская складчатая зона. Составной частью, звеном в ееходит и Кавказский перешеек. Физические процессы, разыгрывающиеся на глубинах, могут повлиять на некоторую немалую часть этой зоны и возникшие в верхних ярусах геологические силы в местах «зрелых» или неустойчивых дают тогда о себе знать землетрясениями.

Такая картина наблюдалась, например, в 1928 году (фиг. 68). Весною того года в Греции, Италии, Болгарии, Малой Азии, на Кавказе и в Иране, на пространстве протяжением в общем в три с половиной тысяч км, шириной в тысячу км происходили землетрясения. Они приведены в следующем списке, указана дата, приближенные координаты эпицентра, страна.

В том-же году наблюдается усиление сейсмической активности и в Закавказье, где ряд землетрясений достигал силы шести баллов. Здесь земле-

ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК ГССР



Фиг. 68

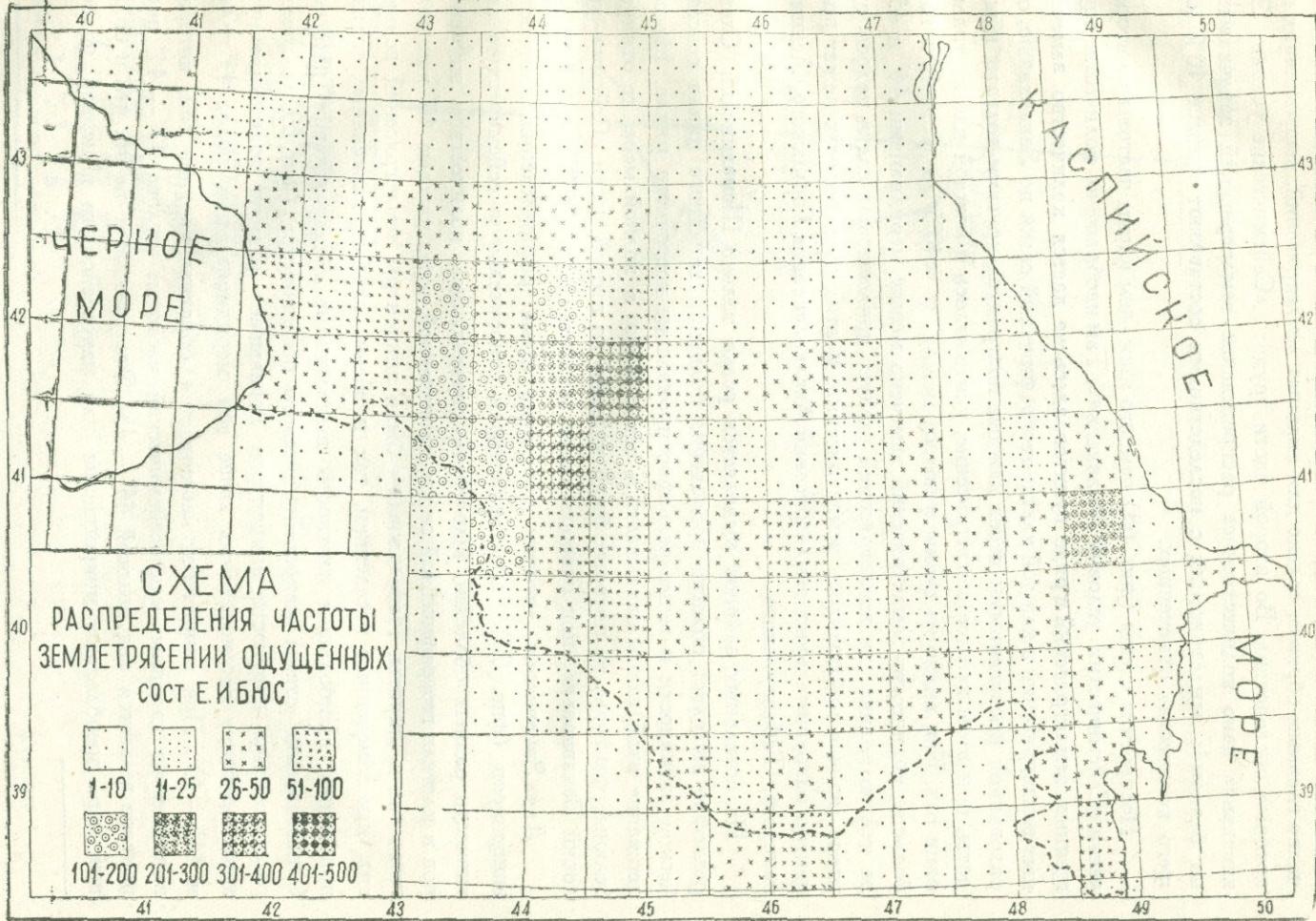
трясения были 3. III в южной части Ахалкалакского нагорья, 8. III в Кахетии, 28. III в Нухинском районе, 31. III в Нагорном Карабахе, 20. IV в Кахетии, 9. V в Борчалинском районе, 13. III в средней части Закавказья.

№	1928 г.	$\varphi = 36.4$	$\lambda = 25.4$	
1	23.I	36.4	25.4	Санторин
2	24.I	41.5	30.8	М. Азия
3	3.III	41.3	43.3	Кавказ
4	7.III	38.2	18.8	Ионич. море
5	8.III	42.1	47.3	Иран
6	24.III	37.8	15.0	Альпы
7	26.III	46.2	13.7	Адриат. море
8	27.III	44.7	45.8	Кавказ
9	28.III	40.0	46.1	Кавказ
10	31.III	38.3	25.9	М. Азия
11	31.III	38.0	26.0	Эгейской море
12	10.IV	37.4	26.1	" "
13	14.IV	42.3	25.4	Болгария
14	14.IV	42.4	22.5	"
15	14.IV	35.4	50.6	Иран
16	15.IV	29.5	50.5	"
17	18.IV	43.0	25.6	Болгария
18	18.IV	42.0	24.2	"
19	19.IV	41.0	23.2	Македония
20	20.IV	42.1	45.1	Кавказ
21	22.IV	38.4	22.5	Греция
22	22.IV	37.5	24.2	"
23	25.IV	37.5	24.8	Архипелаг
24	26.IV	37.4	56.5	Иран
25	28.IV	41.6	23.5	Болгария
26	29.IV	38.3	20.0	Ионич. море
27	2.V	39.0	27.5	М. Азия
28	13.V	40.9	44.8	Кавказ
29	15.VII	38.0	27.5	М. Азия
30	23.VIII	37.1	36.0	"
31	27.VIII	34.0	46.0	Иран
32	3.X	40.0	32.5	М. Азия
33	4.X	40.0	32.0	"

Такое общее кратковременное нарушение равновесия в огромной области, естественно, нарушает режим сейсмической жизни в локальных сейсмических районах.

На (фиг. 69)¹ показано, как распределяется (суммарно) макросейсмическое беспокойство на территории Закавказья за весь промежуток времени.

¹ Схема распределения частоты опущенных землетрясений.



Фиг. 69

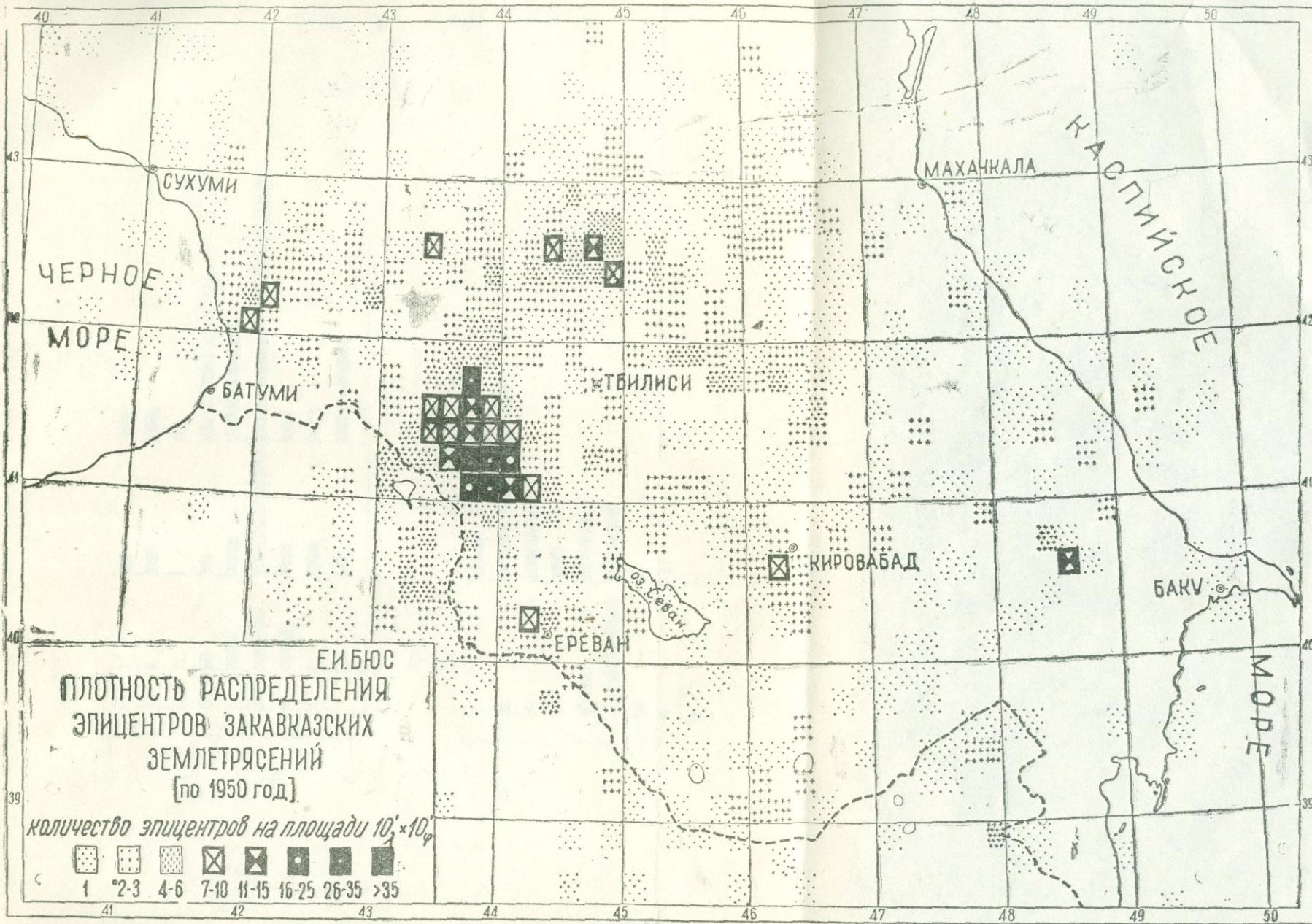
«Хронологии». Учтены здесь все отмеченные макросейсмы силы от трех баллов и выше, в то время как ход макросейсмической активности здесь изучался главным образом только для сильных землетрясений, вызывающих некоторые последствия. Во второй части труда: «Сейсмические условия Закавказья» дано количественное распределение землетрясений закавказских по баллам¹; землетрясения с последствиями составляют меньше 10% общего количества отмеченных.

Построение схемы (фиг. 68) немного иное, чем карты частоты во второй части «Сейсмических условий Закавказья». Там изображено количество ощущенных землетрясений в ряде пунктов, здесь же дается количество замеченных землетрясений в каждой клетке географической сетки по Закавказью, образованной проведенными через каждые полградуса кругами долготы и широты, при этом каждое землетрясение, учитывалось в каждой клетке только один раз. Как видно из схемы в полосе между $\varphi = 40^{\circ}5$ до $\varphi = 42^{\circ}5$ наибольшее количество землетрясений замечено между меридианами 44° и 45° ; за ней по количеству землетрясений следует прилегающая слева полоса, где вдвое меньше наблюдалось землетрясений. В этих двух полосах лежат эпицентры разрушительных землетрясений Ахалкалакского, Горийского, Лениннаканского, Табацкурского.

Из остальных районов выделяется резко только Шемахинский. Схема рельефно выделяет область проявления большого западного цикла сейсмической активности и менее рельефно проявление восточного цикла. На содержание этой схемы сказываются, естественно, в полной мере, те отрицательные факторы, на которые было указано во второй части «Сейсмич. условий Закавказья», при разборе карты частоты.

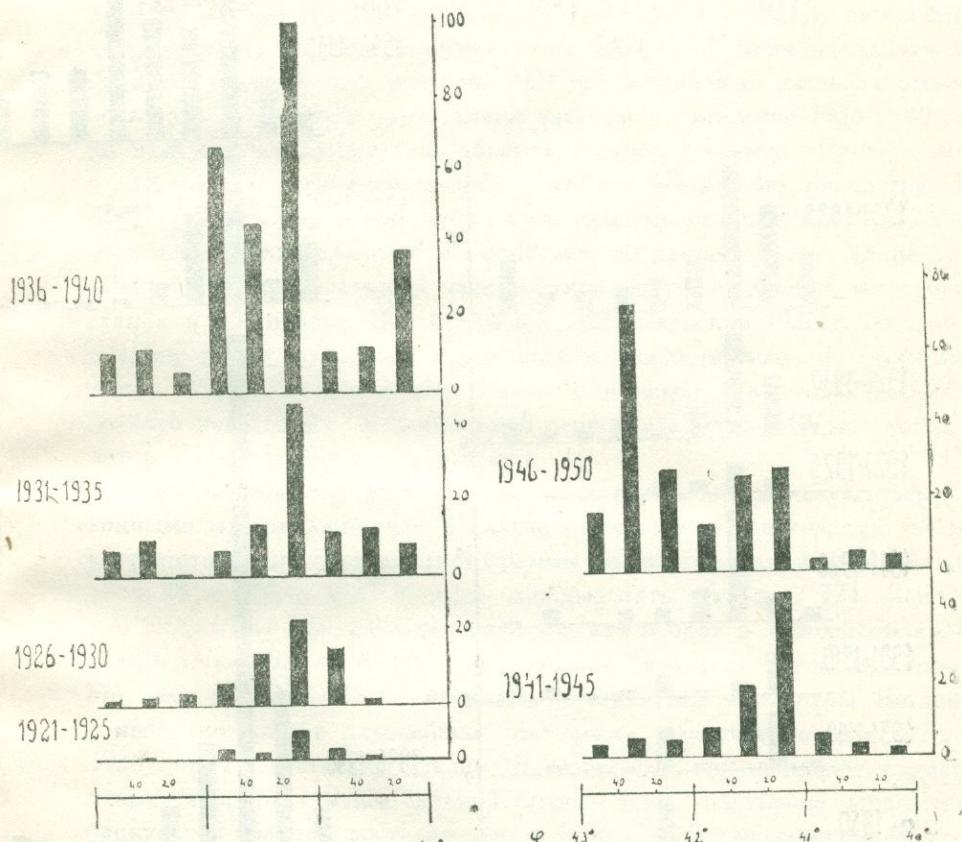
Для Закавказья автором построена схема распределения плотности эпицентров (фиг. 70), характеризующая относительную сейсмическую активность разных областей. Плотность определялась количеством эпицентров в клетках географической сетки, проведенной через каждые $10'$ как долготы, так и широты. Использованы были эпицентры землетрясений всяких сил, как замеченных населением, так и весьма слабых, записанных только приборами. Наибольшая плотность выявлена на Ахалкалакском нагорье. Сопоставление схемы макросейсмического беспокойства (фиг. 69) со схемой распределения плотности эпицентров показывает разную количественную характеристику рассмотренных выше зон меридиональных полос $43^{\circ}—44^{\circ}$ и $44^{\circ}—45^{\circ}$. При эпицентрах наблюдается обратная картина той, которая вытекает из картины макросейсмической частоты: полоса $43^{\circ}—44^{\circ}$ эпицентров выдается над полосой $44^{\circ}—45^{\circ}$. Это указывает на то, что в большей мере преобладают микросейсмы над макросейсмами в первой полосе

¹ стр. 124



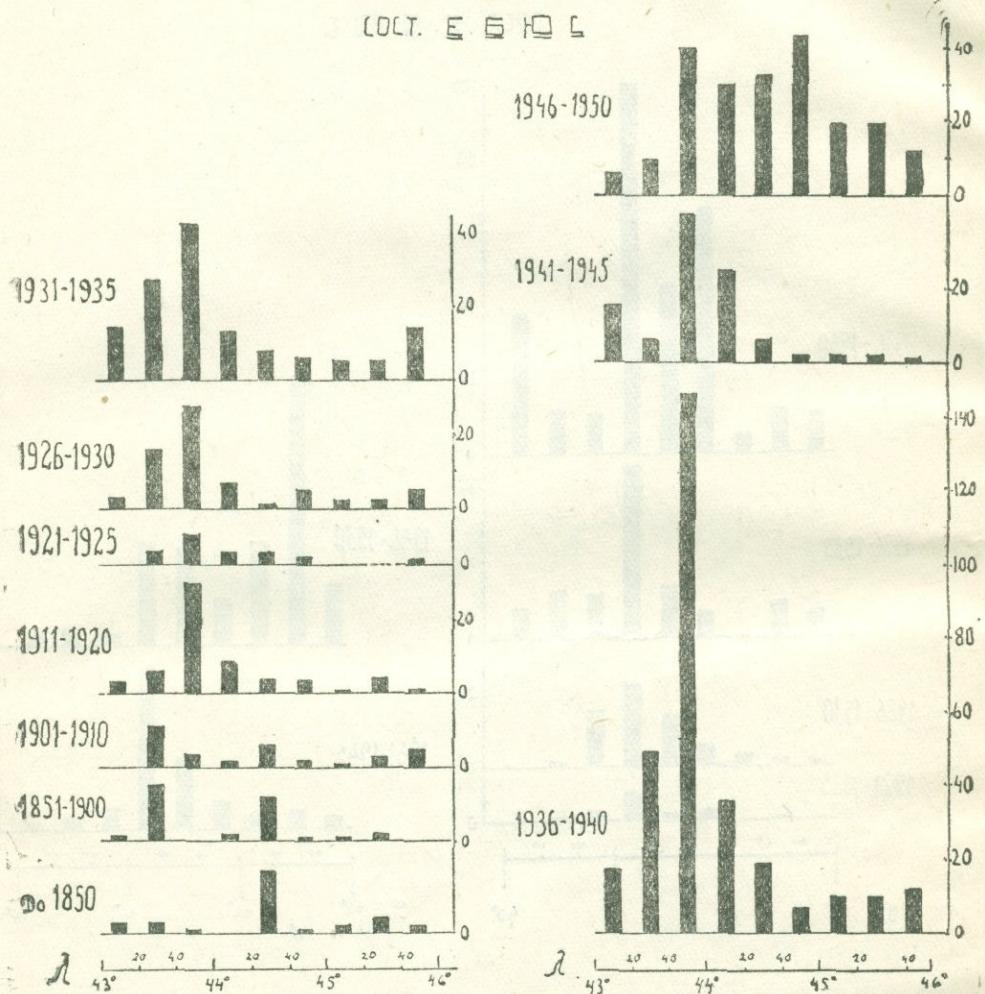
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ
МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ $\lambda = 43.0^\circ - 46.0^\circ$
В ЗАКАВКАЗЬЕ [по широте]

СОСТ. Е. БЮС



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ
ШИРОТНОЙ ПОЛОСЫ $\varphi = 38.0^\circ - 43.0^\circ$
В ЗАКАВКАЗЬЕ [по долготе]

СОСТ. Е. Б. ЮС



Фиг. 72

(43° — 44°), чем во второй: чувствительная сейсмическая аппаратура регистрирует слабые, неощущаемые, колебания почвы; определенное влияние уменьшения числа ощущаемых землетрясений, конечно, должно быть приписано и более слабой населенности этой полосы.

Схема (фиг. 70) дает суммарную картину сейсмической активности в Закавказье, расчленение ее на периоды позволяют получить представление об изменениях активности в этой полосе, с учетом и весьма слабых землетрясений, отмеченных только инструментально, обычной станционной аппаратурой.

Построен ряд частных гистограмм количества эпицентров (фиг. 71) в широтной зоне $\varphi = 38^{\circ}$ до $\varphi = 43^{\circ}$, по долготе от 43° до 46° за периоды 1851—1900 гг., 1901—1910, 1911—1920, а с 1921 г. за последующие пятилетия. Из гистограмм видно, что с 1851 г. 43° меридиональная полоса¹ является ведущей, при этом до 1921 г.² западная ее часть, с этого-же года восточная, с сильным нарастанием частоты в пятилетие 1936—40 гг., после чего частота значительно убывает, однако, усиление частоты намечается в соседней 44° меридиональной полосе, а в последнюю пятилетку 1946—1950 гг. доминирует уже эта полоса, при активизации и 45° полосы. Землетрясения Ахалкалакское и Горийское, по данным наших эпицентров, насколько это выявляется из частных гистограмм, не давали заметного нарастания в 43° полосе. Землетрясения Ленинаканские 1926 г. своими афтершоками также заметного наростания активности зоны не вызывали, как видно из этих же гистограмм. Но не ясен вопрос о причинах весьма интенсивного нарастания максимальной вершины в 1936—40 гг. когда, имело место Табацкурское землетрясение.

Чтобы выяснить этот вопрос, были построены, пользуясь теми же исходными материалами, как в случае сопоставления гистограмм по долготе, соответствующие частные гистограммы по широте для меридиональной полосы 43° — 46° , с 1921 г. через каждые пять лет (фиг. 72). Ясно видно, что эпицентры Ленинаканских афтершоков входят в небольшом количестве в пятилетие 1926—30 гг., в дальнейшие пятилетия в еще меньшем числе. Но зато в 1921—25 гг. начинают выявляться эпицентры Богдановской зоны³, которые в дальнейшие пятилетия все учащаются и в пятилетие 1936—40 гг. достигают максимума, после чего они начинают убывать. Одновременно, но в менее сильной степени идет уплотнение эпицентров Табацкурской области, достигая тоже в 1936—40 гг. максимального значения, но в более слабой, сравнительно с Богдановской зоной, степени. В течение следующих двух пятилетий плотность эпицентров Табацкурской зоны уже

¹ т. е. $43^{\circ}0'—44^{\circ}0'$.

² Части гистограмм до 1921 г. основываются, главным образом, на макросейсмических материалах, после 1921 г. на инструментальных, они поэтому не совсем однородны.

³ Подробнее об этой зоне см. [6].

значительно меньше. Таким образом, начиная с 1941 года уменьшается сейсмическая активность двух названных зон, но теперь значительно возросла активность Казбеги-Борбайской зоны.

Примененный нами метод анализа сейсмоактивности интересующей нас зоны оказался достаточно эффективным для выяснения поставленного вопроса. Стало ясно, что большая плотность эпицентров меридиональной полосы $\lambda = 43^\circ$ не является результатом последующих толчков разрушительных здесь землетрясений; последние, конечно, участвовали в сложении этой плотности, но вызвана она, главным образом, значительной активностью Богдановской зоны с многочисленными, но слабыми и умеренными землетрясениями¹.

Анализ материалов, таким образом, наводит на следующее представление о ходе развития сейсмической активности в этой полосе Закавказья. На пороге текущего века происходит здесь Ахалкалакское землетрясение, выделяется активность ($43^\circ.0$ — $44^\circ.0$)-меридиональной полосы. В 1920 году происходит Горийское землетрясение, затем через 6 лет Ленинаканское, соответственно на северном и южном концах этой полосы. Афтершоки этих землетрясений, по имеющимся материалам, незначительно влияют на картину распределения эпицентров; следует отметить недостаточность материалов по эпицентрам за эти годы. Очаги нашей полосы работают слабо. Начиная с пятилетия 1921—1926 гг. наблюдается постепенное усиление активности Богдановской зоны, это продолжается до 1936—40 годы, когда активность очагов проявляется на поверхности земли, вызывая многочисленные слабые макросейсмы. В конце этого же пятилетия в Табацкурской зоне, лежащей в той же полосе севернее, происходит разрушительное землетрясение с многочисленными последующими ударами, однако, доминируют в этом пятилетии по количеству все же слабые землетрясения Богдановской зоны. В следующее пятилетие замечается резкое снижение активности очагов Табацкурской зоны, наблюдается также снижение активности Богдановских очагов, но в меньшей степени, они пока еще все же преобладают. В следующем последнем пятилетии активность Богдановской зоны продолжает снижаться, но в это время довольно резко начинает проявляться значительная активность Казбеги-Борбайской зоны с землетрясениями, доходящими по своей силе до 7 баллов.

¹ В. В. Попов [46] объяснял наибольшую плотность эпицентров в разбираемой полосе высокой сейсмоактивностью Ленинаканского района, но в его распоряжении (1940 г.) был недостаточный материал.

Дальнейшая работа, с использованием новых наблюдений и уточненных старых, должна быть направлена уже на детализацию хода активности (миграции эпицентров) по отдельным сейсмическим районам, с целью выявления положения и состояния местных тектонических структур, в которых зарождаются очаги землетрясений и по следу на земной поверхности которых мигрируют эпицентры.

Это важно для установления сейсмогенетических элементов Кавказа и детализации карт сейсмического районирования, оно может иметь значение для вопросов локального прогноза землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. И. Бюс, Сейсмические условия Закавказья, Часть I, Хронология землетрясений в Закавказье, Тбилиси, 1948.
2. Е. И. Бюс, Сейсмические условия Закавказья, Часть II, Сейсмические основы сейсмогеографии Закавказья, Тбилиси, 1952.
3. R. de Kœvesligethy. Seismischer Stärkegrad und Intensität der Beben, Germania's Beiträge zur Geophysik, Band VIII, 1907.
4. Е. И. Бюс, Черноморское землетрясение 21 октября 1905 г. и некоторые замечания о макрsseйсмическом определении глубины залегания фокуса, Квартальный сейсмический бюллетень, т. XI, № 4, Тбилиси, 1941.
5. Т. М. Лебедева, Микросейсмические материалы Табацкурского землетрясения 7 мая 1940 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XIII, Тбилиси, 1947.
6. Е. И. Бюс, Ахурянское землетрясение 25 января 1935 г., Квартальный сейсмический бюллетень, т. XIII, Тбилиси, 1947.
7. Е. А. Розова, Расположение эпицентров и гипоцентров землетрясений Средней Азии, Труды Геоф. института АН СССР, № 10 (137), М., 1950.
8. А. Михалевский, Определение глубин очагов Кавказских землетрясений: Ахалкалакского 19 декабря 1899 г. и Горийского 20 февраля 1920 г., Изв. Азерб. Университета, № 3, Баку, 1923.
9. Е. А. Розова, Глубинное строение земной коры Кавказа, Труды Сейсмологического Института, № 94, Москва—Ленинград, 1939.
10. Е. Бюс, Т. Лебедева, А. Цхакая, Аджикендское землетрясение 21 декабря 1938 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XI, № 1, Тбилиси, 1940.
11. Е. И. Бюс, Черноморско-Сухумское землетрясение 19 января 1935 г., Кварт. сейсмический бюллетень, т. XI, № 2, Тбилиси, 1940.
12. Е. И. Бюс и В. Гигинишвили, Ленинаканское землетрясение 22 октября 1926 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XII, № 2, Тбилиси, 1943.
13. Е. И. Бюс и А. Цхакая, Табацкурское землетрясение в ночь с 7 на 8 мая 1940 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XII, № 4, Тбилиси, 1947.
14. Е. И. Бюс, Июньский рой землетрясений 1941 г. в Мегрелии, Кварт. сейсм. бюллетень, т. XII, № 4, Тбилиси, 1947.
15. Е. И. Бюс, Мегрело-Сванское землетрясение 7 ноября 1930 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XII, № 4, Тбилиси, 1947.
16. Е. И. Бюс, Западно-грузинское землетрясение 13 сентября 1948 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XVI, Тбилиси, 1950.
17. Т. М. Лебедева, Амбролаурское землетрясение 26. IX. 1940 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XI, № 3, Тбилиси, 1941.
18. Т. М. Лебедева, Эпицентры закавказских землетрясений за время 1933—1938 годы, Кварт. сейсм. бюллетень, т. XIII, Тбилиси, 1947.
19. Т. М. Лебедева, Глубокофокусное землетрясение в Каспийском море 9 апреля 1935 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XV, Тбилиси, 1949.
20. Т. М. Лебедева, Дагестанское землетрясение 29 июня 1948 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XVII, Тбилиси, 1950.

21. А. Я. Левицкая, О землетрясениях в Приказбегском районе, Труды Геофизического института АН СССР, № 5, (132), Москва-Ленинград, 1949.
22. Л. А. Варданянц, Землетрясения Кавказа и его глубинное строение, Изв. Всесоюзного Географического Общества, вып. 2, 1946.
23. А. Д. Цхакая, Результаты наблюдений Кавказской сейсмометрической экспедиции 1932—1933 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XIII, Тбилиси, 1947.
24. А. Д. Цхакая, Гудамакарское землетрясение 15 августа 1947 года (по инструментальным данным), Кварт. сейсм. бюллетень, т. XXI, Тбилиси, 1953.
25. Е. И. Бюс, Михайлово-Аджикендское землетрясение 19 сентября 1942 г., Кварт. сейсм. бюллетень, т. XIII, Тбилиси, 1947.
26. С. В. Медведев, Оценка сейсмической балльности в зависимости от грунтовых условий, Труды Геофизического института АН СССР, № 14 (141), Москва, 1952.
27. Н. В. Райко, Пятигорская сейсмограмма Кубанского землетрясения, Труды Бальнеологического Ин-та в Пятигорске, т. III, Пятигорск, 1926.
28. Е. И. Бюс, Очерк сейсмичности ЗСФСР. Материалы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, вып. 9, Тбилиси, 1930.
29. А. А. Варданянц, Сейсмотектоника Кавказа, Труды Сейсмологического института АН СССР, № 64, Москва-Ленинград, 1935.
30. Е. А. Розова, Строение земной коры в районе Кавказа, Тезисы докладов на Совещании по сейсморайонированию Баку и Апшеронского полуострова 21-25 октября 1949 г., Баку, Изд. АН Аз. ССР, 1949.
31. Бюллетень региональных сейсмических станций Кавказа 1933—1939 гг., Сейсмологического института АН СССР, Москва-Ленинград, 1938—1941.
32. Бюллетень сейсмической сети СССР 1940-50 гг. АН СССР, Москва-Ленинград, 1948—1950 гг.
33. Квартальные сейсмические бюллетени 1935—1948 гг., Тбилиси, 1935—1953 гг.
34. Е. И. Бюс и М. М. Рубинштейн, Новые данные о рое землетрясений 1941 года в Западной Грузии, Сообщения АН Груз. ССР, т. XIII, № 9, Тбилиси, 1952.
35. Е. И. Бюс и М. М. Рубинштейн, Новые данные о Табацкурском землетрясении 7—8 мая 1940 года, Сообщения АН Груз. ССР, т. XIV, № 2, Тбилиси, 1953.
36. Е. И. Бюс, Вопросы макроСейсмического распространения землетрясений в Закавказье, Кварт. сейсм. бюллетень, т. XVII, Тбилиси, 1950.
37. Е. И. Бюс, Наблюдения над землетрясениями в Закавказье, Труды Закавказского Ин-та сооружений. Выпуск третий, Тифлис, 1931.
38. А. Д. Цхакая, Очерк развития сейсмологии в Грузии, Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1950.
39. Совещание по антисейсмическому строительству, г. Ереван, 10—15 сентября 1948 г., Тезисы докладов, Москва, 1948.
40. И. Мушкетов, Материалы по Ахалкалакскому землетрясению 19 декабря 1899 г., Труды Геологического Комитета, Новая серия, вып. 1.
41. В. Вебер, Шемахинское землетрясение 31 января 1902 г., Труды геологического Комитета. Новая серия, вып. 9, С.-Петербург.
42. Л. Конюшевский, Землетрясение в Карталинии 20 февраля 1920 г., Изд. ВСНХ Грузии, Тифлис, 1929.
43. В. В. Белоусов, И. В. Кириллова, А. А. Сорский, Краткий обзор сейсмичности Кавказа в сопоставлении с его тектоническим строением, Изв. АН СССР, Серия геофизическая, № 5, 1952.
44. Э. Розенталь и В. Штейлинг, Кавказские землетрясения в декабре 1908 г., Ежемес. мет. бюлл. Тиф. Физ. Обсерватория, № 12, 1908.
45. В. В. Попов, К вопросу о плотности распределения эпицентров землетрясений на территории СССР, Труды Сейсмологического Ин-та АН СССР, № 106, Москва-Ленинград, 1941.
46. Ch. Davison, A manual of seismology, Cambridge, 1921.
47. A. Sieberg, Erdbebenkunde, Jena, 1923.
48. Montessus de Ballore, La géologie sismologique, Paris, 1924.
49. A. Sieberg, Auffälliges Wandern von Erdbebenherden im südlichen Mitteleuropa Zeitschrift für Geophysik, II Jahrgang, 1926.

О ГЛАВЛЕНИЕ

Стр-

Предисловие	3
1. О глубинах залегания очагов землетрясений в Закавказье	5
2. Очерк сейсмической жизни Закавказья	23
3. О ходе сейсмической активности в Закавказье	63
4. Литература	132

Напечатано по постановлению
Ред.-Изд. Совета АН Грузинской ССР

Редактор издательства Н. Е. Маисурадзе
Техн. редактор А. Р. Тодуа
Корректор А. П. Гогешвили

Сдано в производство 29.10.55. Полписано к печати 27.12.55. Формат
бумаги 70×108₁₆. Бумажн. л. 4,125. Печатных л. 11,3.
Автор. л. 9,07. Уч. издат. л. 9,21.
Зак. № 1677. УЭ 01005. Тираж 300
Цена 8 руб.

Типография Изд-ва АН Грузинской ССР
Тбилиси, ул. А. Церетели, № 3/5.

11615

Цена 8 руб.