

П-1357

в 89

ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКАГО КОМИТЕТА.

Новая серия. Выпускъ 89.

MÉMOIRES DU COMITÉ GÉOLOGIQUE.

Neuve série. Livraison 89.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНІЕ
въ
СѢВЕРНЫХЪ ЦѢПЯХЪ ТЯНЬ-ШАНЯ

22 декабря 1910 г. (4 января 1911 г.).

К. И. Богдановичъ, И. М. Каркъ, Б. Я. Корольновъ и Д. И. Мушкетевъ.

Съ VIII таблицами картъ и плановъ, 24 табачками рисунковъ и 30 фигурами въ текстѣ.

TREMBLEMENT DE TERRE

du 22 Décembre 1910 (4 Janvier 1911)

dans

LES DISTRICTS SEPTENTRIONAUX DU TIEN-CHAN.

Par Ch. Bogdanovitch, I. Kark, B. Korolkow et D. Mouchkétow.

Avec VIII feuilles de cartes et de plans, 24 feuilles de dessins et 30 figures dans le texte.

Коммисіонеры Геологическаго Комитета:

Картографическій магазинъ А. Иксина
въ С.-Петербурѣ.

Книжный магазинъ "Лазаряго Штаба"
въ С.-Петербурѣ.

Librairie Eggers et C^o
St.-Petersbourg.

Max Weg, Buchhändler
Leipzig, Köpcke-Strasse 11.

Librairie scientifique A. Hermann
Paris, 6, Rue de la Sorbonne.

Цѣна 6 р. 50 коп.

1911.

П-1357

050,9-303

ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКАГО КОМИТЕТА.
Новая серия. Выпускъ 89.

MÉMOIRES DU COMITÉ GÉOLOGIQUE.
Nouvelle série. Livraison 89.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНІЕ
въ
СѢВЕРНЫХЪ ЦѢПЯХЪ ТЯНЪ-ШАНЯ

22 декабря 1910 г. (4 января 1911 г.).

К. И. Богдановичъ, И. М. Каркъ, Б. Я. Корольковъ и Д. И. Мушкетовъ.

Съ VIII таблицами картъ и плановъ, 24 таблицами рисунковъ и 30 фигурами въ текстѣ.

TREMBLEMENT DE TERRE

du 22 Décembre 1910 (4 Janvier 1911)
dans

LES DISTRICTS SEPTENTRIONAUX DU TIEN-CHAN.

Par Ch. Bogdanovitch, I. Kark, B. Korolkow et D. Mouchkétow.

Avec VIII feuilles de cartes et de plans, 24 feuilles de dessins et 30 figures dans le texte.

Коммисіонеры Геологическаго Комитета:

Картографическій магазинъ А. Ильина въ С.-Петербургѣ.	Книжный магаз. изданій Главнаго Штаба въ С.-Петербургѣ.	
Librairie Eggers et Cie St.-Petersbourg.	Max Weg, Buchhandlung Leipzig, Königstrasse, 3.	Librairie scientifique A. Hermann Paris, 6, Rue de la Sorbonne.

Цена 6 руб. 50 коп.

1914.

05M. 24385

Напечатано по распоряжению Геологического Комитета

П-20388
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

Типография М. М. Стасюлевича, Спб., Вас. остр., 5 лин., 28.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТРАН.
Предисловіе	1—11
ЧАСТЬ I. Разрушенія на поверхности земли	12—93
Зайлійскій Алатау.	
Окрестности Вѣрнаго; явленія разрывовъ, разсѣлинъ и надвиговъ въ поверх- ностныхъ слояхъ земли.	15
Сѣверный склонъ Зайлійскаго Алатау.	
Экскурсія на Котуръ-булакъ и р. Талгаръ	20
Часть склона Зайлійскаго Алатау въ югу и западу отъ Вѣрнаго	25
Долина р. Иссыкъ	30
Общіе выводы	35
Центральная часть Зайлійскаго Алатау и его южный склонъ.	
Долина р. Тургеня, хребты Карачъ и Сары-тау.	43
Долина р. Чилика	47
Общіе выводы	54
Кунгей Алатау.	
Переваль Шаты и южный склонъ Кунгей Алатау отъ р. Шаты до Са- зановки	59
Горячіе источники на р. Акъ-су	60
Горячіе источники на р. Чонъ-Аксу Пржевальскаго уѣзда. Б. Я. Королькова	62
Берегъ Иссыкъ-куля около памятника Пржевальскаго	63
Южный склонъ Кунгей Алатау (продолженіе)	64
Береговая полоса Иссыкъ-куля отъ села Преображенскаго до Сазановки	66
Общіе выводы	68
Кунгей Алатау отъ Сазановки до верховій долины Б. Аксу	70
Общіе выводы	73
Подножіе и южный склонъ Кунгей Алатау отъ выхода долины Б. Аксу до Турайгыра.	74
Поѣздка въ долины рр. Ортогой-су и Чонъ-Койсу Б. Я. Королькова	78

	СТРАН.
Долина Б. Кебина и сѣверный склонъ Кунгей Алатау.	79
Общіе выводы	87
Область явленій остаточной деформациі въ сѣверныхъ цѣняхъ Тянь-шаня	89
ЧАСТЬ II. Разрушеніе построекъ	94—134
Причины поврежденія построекъ	94
Городъ Вѣрный	102
Сейсмическое положеніе различныхъ частей Вѣрнаго	104
Вліяніе землетрасенія на постройки въ Вѣрномъ	105
Направленіе ударовъ и ихъ продолжительность въ Вѣрномъ	111
Напряженность землетрасенія 22 дек. 1910 г.	114
Сравнительная напряженность землетрасенія въ различныхъ точкахъ потрясенной области	115
Абсолютная сила землетрасенія 1910 г.	120
Расчеты сейсмической прочности различныхъ простыхъ конструкцій.	
И. Карка	121—134
ЗАКЛЮЧЕНІЕ	135—140
ЧАСТЬ III. Отчеты горн. инж. Д. И. Мушкетова и И. М. Карна	141
Д. И. Мушкетовъ. Поѣздка въ область Б. Кебина (Кемина) и Б. Аксу, въ Кунгей Алатау	141
И. М. Каркъ. Наблюденія, произведенныя во время отдѣльной командировки по Семирѣченской области въ 1911 году	164
ПРИЛОЖЕНІЯ	177
1. Нѣкоторые данныя о колебаніяхъ уровня подземныхъ водъ и подземномъ гулѣ во время землетрасенія 22 дек. 1910 г. По опроснымъ листамъ Семирѣченскаго Статистическаго Комитета	178
2. Землетрасенія въ гор. Вѣрномъ, по наблюденіямъ С. Е. Дмитріева съ 24 дек. 1910 г. по 28 мая 1911 г.	188
3. Обязательныя постановленія въ отношеніи техническихъ условій для проектированія строеній въ мѣстностяхъ, подверженныхъ землетрасеніямъ.	196
Туркестанъ	198—213
Закаспійская область	214
Кавказъ	225
Техническая инструкция для Италіи	228
Résumé	253—271

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ явленіяхъ движенія, во всѣхъ его видахъ, выражается жизнь земли.

Непрерывное движеніе въ самомъ тѣлѣ земли доказываютъ наиболѣе наглядно и убѣдительно землетрясенія; это не болѣе, какъ сигналы на поверхности земли отъ передачи энергіи движенія изъ глубины земного тѣла, гдѣ источникомъ такого движенія можетъ быть даже иная форма энергіи. Движенія и перемѣщенія массъ въ земной корѣ составляютъ одинъ изъ объектовъ геологіи, именно динамической, а распредѣленіе отчетливыхъ слѣдовъ такихъ перемѣщеній на современной поверхности земли и ихъ послѣдовательное проявленіе во времени относятся къ области исторической геологіи. Изученіе связи землетрясеній съ современной поверхностью земли и съ тѣми движеніями въ прошломъ, слѣды которыхъ запечатлѣлись въ строеніи земной коры, требуетъ приложенія геологическихъ методовъ. Такое изученіе составляетъ только одну сторону современной сейсмологіи, такъ какъ изслѣдованіе самой формы колебательныхъ движеній при землетрясеніи, ихъ продолжительности, времени наступленія, ихъ направленія требуетъ приемовъ физическихъ и составляетъ задачу физической, математической или механической сейсмологіи; эта часть сейсмологіи относится всецѣло къ области геофизики и отчасти высшей геодезіи. Наконецъ, изслѣдованіе послѣдствій землетрясеній на постройкахъ должно быть предметомъ инженернаго искусства, одной изъ задачъ котораго должно быть предохраненіе нашихъ построекъ отъ тяжелыхъ послѣдствій ударовъ землетрясеній.

Такое раздѣленіе труда между различными циклами научнаго знанія было достигнуто въ приложеніи къ сейсмологіи только въ послѣднія десятилѣтія. Въ исторической послѣдовательности развитія сейсмологіи можно отмѣтить нѣсколько эпохъ.

Первая эпоха отмѣчена стремленіями познать природу землетрясеній, ихъ причину и первыми приемами систематическаго изученія самаго явленія.

До начала систематическаго научнаго изученія сейсмическихъ явленій ихъ рассматривали, какъ нѣчто независимое отъ другихъ явленій окружающей природы. Впервые Гумбольдтъ обратилъ вниманіе на одну изъ отрицательныхъ сторонъ нѣкоторыхъ землетрясеній, именно на независимость крупныхъ сейсмическихъ катастрофъ отъ вулкановъ,

и высказалъ положеніе, что вулканы играютъ роль предохранительныхъ клапановъ земли, обезпечивая окружающія пространства отъ тяжелыхъ землетрясеній; сейсмическія явленія стали съ тѣхъ поръ разсматривать, какъ слѣдствіе взрывовъ газовъ. Тѣмъ не менѣе отъ вниманія уже первыхъ изслѣдователей не ускользнуло, что нѣкоторыя вулканическія изверженія сопровождаются или предшествуются иногда и крупными землетрясеніями; такъ землетрясеніе 63 г., разрушившее Помпею, Геркуланумъ и Стабію, предшествовало мощному вулканическому изверженію и слабому землетрясенію 79 г., повлекшимъ полную гибель этихъ городовъ и созданіе современнаго Везувія на мѣстѣ древней Соммы. Стали различать два вида землетрясеній—вулканическія и невулканическія. Нѣкоторые ученые первой половины прошлаго столѣтія пытались объяснить невулканическія землетрясенія обрушеніемъ кровли большихъ подземныхъ пустотъ, образующихся отъ выщелачиванія породъ въ земной корѣ. Размѣры многихъ землетрясеній и характеръ движеній земли при этомъ исключаютъ однако возможность такого объясненія. Въ то же время все болѣе дѣлалось яснымъ, что невулканическія землетрясенія происходятъ гораздо чаще, чѣмъ вулканическія.

Сначала пробовали разрѣшить вопросъ о природѣ землетрясеній статистическимъ методомъ, стараясь подмѣтить ихъ зависимость отъ различныхъ внѣшнихъ обстоятельствъ, какъ время дня, года, состояніе барометрическаго давленія, положеніе земли относительно луны и т. под.; теперь нѣтъ никакого сомнѣнія больше, что результатомъ такихъ кропотливыхъ изысканій должно быть положеніе, что вліяніе всѣхъ такихъ причинъ на повторяемость землетрясеній, если и обнаруживается до извѣстной степени, то лишь способствуя возбужденію явленія сейсмъ, но дѣйствительную причину движеній въ земной корѣ необходимо искать въ чемъ то иномъ.

Статистическое изученіе землетрясеній, продолжающееся и до сихъ поръ, имѣло послѣдствіемъ иной очень важный выводъ, а именно, что землетрясенія происходятъ очень часто, что они составляютъ явленіе повседневное. Ежедневно случается въ разныхъ мѣстахъ только доступной намъ земной поверхности до 10—20 землетрясеній порядка макросейсмъ, т.-е. ощутимыхъ всѣми; движенія же, ощутимыя только тонкими приборами, микросейсмъ, происходятъ ежечасно. Оказалось, что земная кора находится въ непрерывномъ движеніи, она подвергается непрерывнымъ толчкамъ, дрожанію и смѣщенію ея частей.

Одновременно съ развитіемъ статистическаго метода стали, по почину Малле, искать геометрическую законность въ проявленіяхъ землетрясеній. Въ поискахъ первопричины землетрясеній совершенно естественно пришли къ представленію, что для всякаго землетрясенія должно быть мѣсто зарожденія удара—фокусъ землетрясенія, или его гипоцентръ. Сначала такой фокусъ представляли себѣ въ видѣ точки, отъ удара въ которой и распространяются сотрясенія во всѣ стороны. Проекцію этой точки на поверхность земли назвали эпицентромъ. Если соединить затѣмъ на поверхности всѣ точки, потрясенныя въ одинаковой степени, то получимъ кривыя, названныя изосей-

стами, которыя окаймляютъ эпицентръ. Для построения такихъ линій, а по нимъ обратно точки эпицентра, необходимы измѣренія напряженности ударовъ. Это можно сдѣлать по наблюденіямъ надъ послѣдствіями землетрясенія, распредѣляя ихъ по условной шкалѣ силы ударовъ или, какъ дѣлаютъ теперь, по даннымъ инструментовъ. Если соединить на поверхности земли точки, потрясенныя въ одинъ и тотъ же моментъ, получимъ другія кривыя—гомосейсты или изохроны, по которымъ также можно построить точку эпицентра. Отъ гипоцентра удары расходятся радіально во всѣ стороны; направленія ударовъ показываютъ направленіе такихъ линій удара, или лучей. Если, слѣдовательно, построить въ планѣ и въ вертикальной проекціи линіи удара, то пересѣченіе ихъ должно дать положеніе точекъ эпицентра и гипоцентра.

Долгое время изученіе землетрясеній и ограничивалось сборомъ матеріаловъ для такихъ геометрическихъ построеній. Оказалось вскорѣ, что построение эпицентра и гипоцентра посредствомъ изосействъ, гомосействъ и лучей удара иногда даетъ удовлетворительные результаты, а въ большинствѣ случаевъ мало приложимо. Нерѣдко изосейсты оказываются почти прямыми линіями, а направленія ударовъ имъ параллельны или слѣдуютъ съ разныхъ сторонъ. Оказалось, что среди землетрясеній невулканическаго характера есть дѣйствительно центральныя, еще больше боковыя; оказалось, что вѣроятный фокусъ обыкновенно не имѣетъ вида точки, а располагается линейно или даже имѣетъ видъ цѣлой зоны, отъ которой слѣдовали удары. Геометрическая правильность землетрясеній составляетъ исключеніе, и стали выдѣлять различные типы землетрясеній—центральныхъ, боковыхъ, неправильныхъ и т. д.

Одновременно съ этимъ въ области геологіи продолжалось успѣшное изученіе различныхъ формъ нарушенія залеганія земныхъ слоевъ, т.-е. такъ называемой дислокаціи, тектоники или строенія земной коры, выражающагося въ явленіяхъ складокъ, сбросовъ, поперечныхъ сдвиговъ и т. д. Совершенно естественно возникъ вопросъ,—что же съ образованіемъ этихъ структурныхъ особенностей горообразовательныя (орогеническія) движенія закончились или же они продолжаютъ, быть можетъ, и по сей-часъ? Сорокъ лѣтъ тому назадъ впервые Эдуардъ Зюссъ отвѣтилъ ясно и категорически, что землетрясенія и выражаютъ собою продолжающуюся дислокацію земной коры, т.-е. составляютъ проявленіе непрерывно продолжающагося горообразованія; напряжения, развивающіяся въ земной корѣ, разрѣшаются то медленно, то быстро, выражаясь въ окончательномъ итогѣ крупными формами нарушенія, а механическій эффектъ, связанный съ такими смѣщеніями, разрывами и тому под. передается на поверхность въ видѣ землетрясеній.

Зюссъ тогда же показалъ, что точки наисильнѣйшаго удара въ продолженіи цѣлаго ряда лѣтъ связаны съ опредѣленными линіями тектоническаго характера; иными словами, что такъ называемыя линіи обычныхъ ударовъ и линіи тектоническія покрываютъ другъ друга. Съ этого времени стали говорить о невулканическихъ землетрясеніяхъ, какъ о землетрясеніяхъ тектоническихъ. Далѣе оказалось, что многія землетрясенія со-

проводятся образованіемъ на поверхности земли разрывовъ, смѣщеній, т.-е. въ свою очередь сопровождаются дислокаціей земныхъ слоевъ.

Съ развитіемъ этихъ идей Зюсса началась вторая эпоха въ развитіи сейсмологіи, — открылось широкое поле для изученія землетрясеній съ геологической точки зрѣнія, т.-е. въ отношеніи ихъ связи съ типичными структурными формами даннаго участка земной поверхности и въ отношеніи вліянія на проявленіе ударовъ вещественнаго состава земной коры.

На ряду съ статистическими и геологическими приѣмами изученія землетрясеній въ теченіе послѣднихъ пятнадцати-десяти лѣтъ сдѣлала удивительные успѣхи иная отрасль сейсмологіи, именно инструментальная, которая посредствомъ тонкихъ приборовъ стала измѣрять время, продолжительность и форму движеній земли при землетрясеніяхъ. Вслѣдствіе чувствительности своихъ приборовъ, эта отрасль сейсмологіи по необходимости сосредоточила свои усилія на явленіяхъ микросейсмическихъ или проявленіи отдаленныхъ землетрясеній. Въ этой области ея успѣхи поразительны; довольно сказать, что въ настоящее время кн. Б. Голицынымъ разработанъ приѣмъ для опредѣленія мѣста эпицентра по даннымъ одной удаленной станціи. Основное положеніе физической сейсмологіи выражается въ томъ, что всякое движеніе, развивающееся въ твердомъ и упругомъ тѣлѣ, какимъ по существу и является наша земля, распространяется въ формѣ волнъ упругости. Пути упругой энергіи, распространяющейся отъ одной точки къ другой, составляютъ лучи упругой энергіи. Въ настоящее время такой лучъ упругой энергіи подвергнуть анализу; въ наши руки даны приѣмы изученія формы упругихъ волнъ, ихъ категорій, ихъ длины, времени и амплитуды. По характеру этихъ волнъ физики приближаются все болѣе къ представленію объ агрегатномъ состояніи недоступныхъ нашему наблюденію частей земнаго тѣла. Область гипотетическихъ представленій суживается все болѣе. Тѣмъ не менѣе основная задача сейсмологіи, т.-е. всестороннее познаніе явленій землетрясенія и ихъ причины не только въ рукахъ физиковъ; они изучаютъ лишь одну сторону явленія, именно упругія деформаціи тѣла земли, а мы видѣли, что геологія показала, что землетрясенія сопровождаются и остаточной деформаціей, т.-е. такими явленіями, въ видѣ ли смѣщеній, поднятій и опусканій, которыя остаются навсегда.

Геологія показала, что землетрясенія и дислокація пространственно совпадаютъ, что землетрясенія сопровождаются нерѣдко видимыми дислокаціями, слѣдовательно, что оба эти явленія должны имѣть общую причину.

Чтобы приблизиться къ познанію этой причины, гипотетически предполагаемой въ сокращеніи объема земли и въ нарушеніяхъ равновѣсія между отдѣльными частями земной коры, очевидно необходимо подвергнуть изученію форму и направленіе остаточной деформаціи, измѣрить ея сумму и распространеніе.

Это задача уже существенно геодезическая, требующая приложенія приѣмовъ точной нивелировки и триангуляціи.

Наконецъ, въ области наибольшаго проявленія ударовъ, такъ называемыхъ мегасейсмъ, катастрофа захватываетъ и наши постройки. Чтобы строить дома и другія сооруженія такой степени прочности, чтобы они выдерживали динамическія напряженія, которымъ они могутъ подвергаться во время землетрясенія, необходимо изученіе послѣдствій землетрясенія на постройкахъ въ отношеніи ихъ конструкціи и ихъ матеріаловъ; необходимо опредѣлить сейсмическую прочность домовъ и сооружений. Это—задача существенно техническая.

Инженеръ, опираясь на выводы инструментальной сейсмологіи и геологіи и свои наблюденія, долженъ выбрать мѣсто для постройки и спроектировать ее въ такомъ видѣ, чтобы она выдержала высокія напряженія, выше предѣла упругости обычныхъ построекъ.

Каждый изъ этихъ специалистовъ пользуется для рѣшенія своей задачи различными приемами, но правильная постановка вопроса каждымъ изъ нихъ можетъ быть сдѣлана только на основаніи результатовъ, достигнутыхъ во всѣхъ отрасляхъ сейсмологіи. Мы достигли до третьей эпохи, до современной сейсмологіи, когда, при полномъ раздѣленіи труда по изслѣдованію землетрясеній, необходимо непрерывное координированіе достигнутыхъ результатовъ и постановка новыхъ задачъ совмѣстными усиліями различныхъ специалистовъ. Если физикъ работаетъ пока въ области отдаленныхъ землетрясеній, микросейсмъ, изучая проявленіе упругихъ волнъ, то геологъ долженъ работать въ области макро- и мегасейсмъ т.-е. въ области мѣстнаго и близкаго землетрясенія. Главный объектъ его работы — явленія остаточной деформаціи въ твердой земной корѣ, но и геологъ не можетъ довести до конца своей задачи безъ помощи физика и геодезиста.

Прежде всего, всякій разъ, когда мы видимъ на поверхности земли слѣды остаточной деформаціи, невольно возникаетъ вопросъ, есть ли она слѣдствіе только сотрясенія отъ прохождения упругихъ волнъ, или же свидѣтельствуетъ о разломѣ или смѣщеніи на глубинѣ, имѣющихъ опредѣленный тектоническій характеръ. Очевидно, что въ послѣднемъ случаѣ такая деформація на поверхности земли въ свою очередь можетъ вызвать сама рядъ поверхностныхъ волнъ, такъ называемыхъ волнъ силы тяжести, наиболее разрушительныхъ въ ближайшихъ окрестностяхъ и быстро переходящихъ въ упругія волны дальше. Слѣдовательно, необходимо установить критику явленій остаточной деформаціи, указать приемы для различенія среди нихъ явленій перваго порядка и явленій второстепенныхъ, какъ простыхъ слѣдствій сотрясенія. Далѣе остается все-таки вопросъ, представляютъ ли явленія остаточной деформаціи причину всѣхъ явленій даннаго землетрясенія, или же оно во всемъ его объемѣ и остаточныя смѣщенія представляютъ только слѣдствія прохождения волнъ упругой энергіи отъ мѣста ихъ возбужденія, гдѣ-либо даже внѣ наиболее потрясенной области.

Чтобы приблизиться къ рѣшенію этихъ вопросовъ, необходимо, очевидно, прежде всего разграничить области остаточной деформаціи отъ областей распространенія только упругихъ волнъ. Это существенно геологическая задача, а конечное рѣшеніе вопроса,

есть-ли остаточная деформация причина землетрясенія во всемъ его объемѣ,—существенно физическая задача, требующая иныхъ, инструментальныхъ, наблюдений.

Несмотря на то, что идеи Зюсса получили распространение ужъ сорокъ лѣтъ, до самаго послѣдняго времени геологическія изслѣдованія землетрясеній продолжали отражать на себѣ слишкомъ большое влияние старой школы Малле. Но вина въ этомъ не геологовъ. Дѣло въ томъ, что землетрясенія хотя и бѣдственнаго характера, по въ то-же время оставляющія самыя ничтожныя слѣды остаточной деформации, гораздо обчѣе, чѣмъ землетрясенія, сопровождаемыя рѣзкими и глубокими измѣненіями поверхности земли. Типомъ первыхъ можетъ служить Мессинская катастрофа 28 декабря 1908 г., а вторымъ Калифорнійское землетрясеніе 16 апрѣля 1906 г.¹⁾ Нѣкоторыя изъ землетрясеній второй категоріи захватили совершенно пустынные мѣстности и, напр., землетрясеніе 1899 г. въ заливѣ Якутатъ въ Аляскѣ было изучено только въ 1905 г., т.-е. черезъ шесть лѣтъ послѣ катастрофы²⁾. Землетрясенія первой категоріи, дающія очень поучительныя матеріалы для строительной техники, остаются часто загадочными въ отношеніи своихъ непосредственныхъ причинъ, такъ какъ не обнаруживаютъ достаточно ясной связи съ геологическими чертами страны. Даже въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ геометрическіе элементы такихъ землетрясеній бывали намѣчаемы съ достаточною определенностью, связь ихъ съ общей картиной геологическаго строенія и его измѣненій оставалась часто по необходимости внѣ средствъ геологовъ; послѣдніе должны были ограничиваться каждый разъ только гипотетическими предположеніями о связи данной катастрофы съ движеніями земной коры. Наоборотъ, землетрясенія второй категоріи, несмотря на ихъ относительную рѣдкость, оказали особенное влияние на развитіе сейсмологии и должны привлечь къ себѣ вниманіе физиковъ, геологовъ, инженеровъ и, наконецъ, геодезистовъ.

Если задача геологовъ — установить явленія остаточной деформации, подвергнуть ихъ критикѣ, найти и указать связь ихъ съ тектоническими чертами и намѣтить ихъ связь съ общей геологической жизнью страны, то задача геодезистовъ — измѣрить сумму и распространение остаточной деформации, т.-е. дать основной матеріалъ для определенія въ будущемъ направленія и формы деформации. Только располагая такимъ сравнительнымъ матеріаломъ, можно будетъ рѣшить вопросъ о механизмѣ смѣщеній въ земной корѣ. Если въ исключительныхъ случаяхъ удастся вполне точно установить направленіе движенія приемами геологическихъ наблюдений, какъ это имѣло мѣсто для залива Якутатъ — преобладаніе вертикальныхъ смѣщеній, и для Калифорніи — преобладаніе горизонтальныхъ движеній, то все-таки определеніе суммы этихъ смѣщеній есть задача геодезическая.

¹⁾ The California Earthquake of April 18, 1906. Report of the State Earthquake Investigation Commission. Washington, 1908.

²⁾ Tarr and Martin, Recent changes of level in the Yakutat Bay region, Alaska. Bull. geol. soc. of America, 1906. XVII.—Также, тѣхъ же авторовъ, The Earthquakes at Yakutat Bay, Alaska in September 1899. Un. St. Geol. Surv., Prof. Paper. 69, 1912.

Выраженный здѣсь взглядъ на задачи геологической сейсмологии опредѣляетъ какъ характеръ изслѣдованій, исполненныхъ мною и моими сотрудниками послѣ землетрясения въ сѣверныхъ цѣпяхъ Тянь-шаня 22 дек. 1910 г., такъ естественно и характеръ настоящаго отчета ¹⁾.

Первыя же свѣдѣнія, доставленныя телеграфомъ 23 дек. 1910 г. о новой катастрофѣ, постигшей городъ Вѣрный и Семирѣченскую область, а въ особенности обработка сейсмограммъ, исполненная очень быстро княземъ Б. Голицынымъ ²⁾ и показавшая величину упругихъ смѣщеній въ Пулковѣ въ четыре раза большую, чѣмъ во время Мессинской катастрофы, говорили, что произошла катастрофа не обычная, что въ горныхъ частяхъ Тянь-шаня можно было ожидать рѣзкія проявленія остаточной деформации. Ни одно изъ землетрясеній въ Россіи за послѣднее время, какъ въ Ахалкалакахъ (1899 г.), въ Шемахѣ (1902 г.), въ Андижанѣ (1902 г.), въ Кара-тагѣ (1907 г.), несмотря на ихъ частью весьма бѣдственный характеръ болѣе тяжелый, чѣмъ землетрясенія 22 дек. 1910 г. ³⁾, не представляли выдающагося геологическаго интереса; на долю геологовъ, вслѣдствіе недостатка фактическаго матеріала о связи такихъ землетрясеній съ дѣйствительными нарушеніями въ земной корѣ, оставалась преимущественно статистика разрушеній, построение условныхъ линій равной напряженности, опредѣленіе вѣроятнаго геометрическаго мѣста эпицентра и заключенія объ измѣненіи распространенія земныхъ волнъ подъ вліяніемъ мѣстнаго геологическаго состава.

То же самое можно сказать и относительно другихъ крупныхъ землетрясеній какъ Чарльстоунское 1886 г., Индѣйское 1897 г., даже относительно классическаго землетрясенія Мино-Овари 1891 г.

Нисколько не умаляя выдающихся достоинствъ хотя бы такихъ трудовъ, какъ Dutton'a, Oldham'a и Kotó ⁴⁾, нельзя не согласиться, что ни одинъ изъ этихъ трудовъ не можетъ удовлетворить геолога; исполненныя выдающимися геологами, эти работы, не исключая даже работы Kotó, имѣютъ въ то-же время слишкомъ мало геоло-

¹⁾ Взгляды, развитые въ настоящемъ предисловіи, давно уже проводились мною на лекціяхъ. На 3-й сессіи въ Церматѣ постоянной комиссіи международной ассоціаціи по сейсмологии (La commission permanente de l'association internationale de sismologie) Альб. Геймомъ былъ прочитанъ докладъ — *Einiges ueber den Stand der Erdbebenforschung. Comptes rendus de séances de la troisième réunion à Zermatt du 30 Août au 2 Sept. 1909. Budapest 1910.* — совершенно совпадающій съ моими взглядами по своимъ основнымъ положеніямъ. Суммируя въ настоящее время свои взгляды, я воспользовался нѣкоторыми удачными выраженіями Гейма, одного изъ первыхъ геологовъ нашего времени.

²⁾ *Das Erdbeben vom 3—4 Januar 1911.* Изв. Имп. Ак. Наукъ, 1911.

³⁾ Во время землетрясенія 22 дек. 1910 г. по всей Семирѣченской области было убито 452 человѣка, ранено 760, было разрушено домовъ 1094 и юртъ 4245, погибло скота 12962 головы, а общій размѣръ матеріальныхъ убытковъ выразился суммой 3.642.576 рублей (по свѣдѣніямъ, опубликованнымъ Семирѣченскимъ областнымъ правленіемъ отъ 20 февр. 1911 г.).

⁴⁾ *Clar. Edw. Dutton, The Charleston Earthquake of August 31, 1886. Un. St. Geol. Surv., Ann. Rep., IX, 1889.* — *R. D. Oldham. Report on the Great Earthquake of 12 th June 1897. Mem. of Geol. Surv. of India, vol. XXIX, 1899.* — *B. Kotó, On the Cause of the Great Earthquake in Central Japan, 1891. Journ. of the Coll. of science, Imper. Univ. of Tokio, vol. V, 1893.*

гическій характеръ ¹⁾. Благодаря болѣе благоприятнымъ обстоятельствамъ въ отношеніи матеріала, бесспорно болѣе геологической критикой землетрясеній являются все-таки работы русскихъ геологовъ, въ особенности Мушкетова о Вѣрненскомъ землетрясеніи и авторовъ описанія Андиганскаго землетрясенія 1902 г. ²⁾, и только новѣйшія работы американцевъ ³⁾, а частью и итальянцевъ ⁴⁾. Соображенія, высказанныя нашими геологами о причинахъ Вѣрненской и Андиганской катастрофъ, представляютъ въ высшей степени цѣнный сравнительный матеріалъ для будущаго времени. Именно возможность, быть можетъ, установить связь землетрясенія 1910 г. съ геологической жизнью страны, что отчасти было уже намѣчено изслѣдованіями Мушкетова послѣ землетрясенія здѣсь же въ 1887 г., и побудило меня охотно взяться, по порученію Горнаго Департамента, за организацію экспедиціи для изученія послѣдствій землетрясенія 22 декабря 1910 г. Принимая на себя эту работу, я поставилъ цѣлью — собрать матеріалы преимущественно: въ отношеніи проявленія катастрофы въ горныхъ частяхъ Тянь-шаня, въ отношеніи зависимости проявленія сейсмъ отъ опредѣленныхъ линій тектоническаго и орографическаго характера горъ и ихъ подножій, въ отношеніи зависимости видимой напряженности ударовъ отъ геологическаго состава. Видимое проявленія напряженности ударовъ на различныхъ типахъ построекъ и опредѣленіе дѣйствительной напряженности ударовъ по степени и характеру разрушеній построекъ могло составить только второстепенную цѣль моей работы, тѣмъ болѣе, что предложеніе ѣхать въ Вѣрний я получилъ въ концѣ марта, когда трудно было ожидать, что въ дѣйствительности и подтвердилось, чтобы поврежденія, иногда наиболѣе интересныя, не были уже исправлены.

Изъ предмета своего отчета я исключилъ подробную разработку опросныхъ листовъ, разосланныхъ немедленно послѣ землетрясенія Семирѣченскимъ Статистическимъ Комитетомъ. Такихъ листовъ имѣется 141 листъ почти изъ всѣхъ населенныхъ пунктовъ Семирѣчья, при чемъ изъ нѣкоторыхъ, какъ Вѣрний и другіе города, имѣется по нѣ-

¹⁾ Также неудовлетворительнымъ является во всѣхъ современныхъ руководствахъ геологій отдѣлъ о землетрясеніяхъ. Въ главахъ, посвященныхъ этому вопросу, какъ общее правило, меньше всего геологій, т.-е. изложенія о приемахъ геологическаго изслѣдованія землетрясеній. Лучшими являются стр. 409—456 книги Montessus de Ballore, *La science séismologique*, 1907. Снова нужно замѣтить, что въ этомъ вина не геологовъ, а сказывается только отсутствіе соответствующаго матеріала. Зюссъ въ своихъ классическихъ трудахъ (*Die Erdbeben des südlichen Italien. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Band 34, Wien 1874. — Die Erdbeben Niederösterreichs, Ibid., Band 33* и въ особенности въ *Das Antlitz der Erde, Band I, 1885*) на много лѣтъ опередилъ своими теоретическими построениями сумму фактическаго матеріала. Только теперь, послѣ землетрясенія Калифорнійскаго, обнаружился въ иностранной литературѣ болѣе интересъ къ геологическому изученію землетрясеній; въ этомъ отношеніи большая заслуга принадлежитъ Гоббсу, который является, впрочемъ, „болѣе геологомъ, чѣмъ самъ геологъ“.

²⁾ И. Мушкетовъ, Вѣрненское землетрясеніе 28 мая (9 іюня) 1887 г. *Тр. Геол. Ком., т. X, № 1, 1890 г.*

Чернышевъ, Бронниковъ, Веберъ и Фаасъ, Андиганское землетрясеніе 3—16 дек. 1902 г. *Тр. Геол. Ком. Нов. сер. Вып. 54, 1910 г.*

³⁾ Упомянуты, напр., работы Tagg и Martin о заливіи Якутатъ и *Report of the State Earthquake Invest. Commission. The California Earthquake of Apr. 18, 1906. Washington 1908.*

⁴⁾ Carlo de Stefani, *La regione sismica Calabro-Peloritana. R. Ac. dei Lincei. 1912.*

сколько листовъ, такъ что всего имѣются свѣдѣнія изъ 80 пунктовъ. Всѣмъ занимавшимся изслѣдованіями землетрясеній хорошо извѣстно, насколько такой опросный матеріалъ является неравноцѣннымъ и трудно сравнимымъ, тѣмъ не менѣе я постарался извлечь изъ него нѣкоторыя указанія, которыя и привожу въ видѣ отдѣльнаго приложенія.

Спокойное отношеніе къ землетрясеніямъ физика или геолога не исключаетъ чисто человѣческаго отношенія къ этимъ страшнымъ явленіямъ природы, а организованное общество требуетъ и отношенія къ нимъ съ государственной точки зрѣнія. Среди отдѣльныхъ лицъ всякое бѣдственное землетрясеніе вызываетъ порывы помощи пострадавшимъ въ настоящемъ и безпокойство за будущее, а органы государственной власти озабочиваются мѣрами огражденія населенія отъ послѣдствій возможныхъ катастрофъ и въ будущемъ. Роль изслѣдователя землетрясенія становится тяжелой и отвѣтственной; онъ не можетъ исключить изъ своей программы вопросы, волнующіе живыхъ людей, и долженъ считать себя особенно счастливымъ, если на иные изъ такихъ вопросовъ онъ можетъ отвѣтить съ полной опредѣленностью и ясностью. Физикъ-сейсмологъ работаетъ пока въ спокойной обстановкѣ станцій и старается все болѣе приблизиться съ своими тонкими приборами къ сейсмическимъ областямъ; геологъ и инженеръ должны работать на мѣстѣ катастрофы, стараясь изъ cadaго штриха, оставленнаго землетрясеніемъ, изъ каждой его особенности получить указанія на природу даннаго землетрясенія, а вмѣстѣ съ этимъ и указанія на мѣры предохраненія въ случаѣ возможнаго повторенія бѣдствія. Наконецъ, неизбежно поднимаются вопросы — повторится ли землетрясеніе, и, если повторится, то гдѣ. Вотъ почему, какъ инженеръ, я не считаю возможнымъ исключить изъ своего отчета нѣсколько страницъ объ антисейсмическихъ постройкахъ, а какъ геологъ, я рѣшаюсь высказать нѣкоторыя предположенія и относительно будущаго сѣверныхъ цѣпей Тянь-шаня.

Въ составъ экспедиціи я пригласилъ горныхъ инженеровъ Д. И. Мушкетова и И. М. Карка; по предложенію г. Туркестанскаго генералъ-губернатора принялъ участіе въ ея работахъ горный инженеръ Б. Я. Корольковъ; два студента горнаго инст. Ковалевскій и Наливкинъ были приглашены въ качествѣ фотографа и коллектора. Съ 12-го апрѣля по 28-ое мая продолжались непрерывно изслѣдованія потрясенной области. До сбора всѣхъ членовъ экспедиціи къ 19-му апрѣлю я и Каркъ закончили осмотръ города Вѣрнаго. Къ этому времени собрались въ Вѣрномъ всѣ члены экспедиціи, и дальнѣйшая работа была распределена слѣдующимъ образомъ: Д. И. Мушкетовъ и студентъ Наливкинъ были командированы для осмотра западнаго района землетрясенія, именно черезъ перевалъ Кастекъ въ долину Чу и въ область Б. Кебина, гдѣ, по имѣвшимся свѣдѣніямъ, произошли крупныя нарушенія на поверхности земли; оттуда Мушкетовъ прошелъ сѣвернымъ берегомъ Иссыкъ-куля до Сазановки; затѣмъ изъ Пржевальска пошелъ южнымъ берегомъ Иссыкъ-куля до Нарына; этимъ маршрутомъ закончилось его участіе въ нашей экспедиціи. И. М. Каркъ послѣ нѣсколькихъ

совмѣстныхъ со мною поѣздокъ въ горахъ около Вѣрнаго былъ командированъ изъ Зайцевки по Чилику, на Желанашъ и до Пржевальска для осмотра восточнаго района области землетрясенія и для выбора путей, доступныхъ для горизонтальной нивелировки. Сверхъ этого ему было поручено производство съемки нѣсколькихъ площадей со слѣдами сильнаго нарушенія въ почвѣ около Уйтала, Сазановки и на Б. Кебинѣ. Съ Б. Кебина онъ вышелъ къ Вѣрному переваломъ Кара-кастекъ. Я, совмѣстно съ горнымъ инженеромъ Корольковымъ и студентомъ Ковалевскимъ, съ 19-го апрѣля по 1-ое мая сдѣлалъ рядъ разѣздовъ по сѣверному склону Заилійскаго Алатау, между Талгаромъ и Каскеленомъ, а съ 2-го по 28-ое мая совершилъ круговой рейсъ изъ Вѣрнаго черезъ перевалы Амонджолъ, Шаты, Турайгырь и Алматы; осмотрѣлъ долину Чилика отъ Шатовъ почти до вершины; посѣтилъ Пржевальскъ, сѣверный берегъ Иссыкъ-куля до Сазановки и Чоктала; сдѣлалъ нѣсколько разѣздовъ по южному и сѣверному склонамъ Кунгей Алатау. Горн. инж. Корольковъ дополнилъ мои маршруты нѣсколькими разѣздами для сбора матеріала въ определенномъ направленіи; свѣдѣнія, сообщенныя имъ, въ своемъ мѣстѣ приводятся въ моемъ отчетѣ. Отчеты г.г. Мушкетова и Карка составляютъ отдѣльную—III часть нашего общаго труда.

Изъ сказаннаго здѣсь видно, что я не ставилъ своей задачей всесторонняго и возможно болѣе широкаго изслѣдованія потрясенной области. Наоборотъ, я старался сконцентрировать всѣ работы въ определенныхъ предѣлахъ и вести ихъ, быть можетъ, по узкому, но строго определенному плану. Соотвѣтственно такому плану и настоящая работа представляетъ, быть можетъ, одностороннее, но почти исключительно геологическое трактованіе предмета.

Немедленно послѣ возвращенія, тогда же, въ 1911 г., былъ напечатанъ мой довольно пространный отчетъ¹⁾, въ который вошли всѣ главнѣйшіе результаты моей работы. Въ настоящемъ сводномъ трудѣ повторяются существенные выводы моего перваго отчета, приводятся фактической матеріалъ, послужившій ихъ основаніемъ, а нѣкоторые выводы дополнены и расширены. Планы, прилагаемые къ отчету, всѣ исполнены горн. инж. Каркомъ; карта составлена имъ же по планшетамъ двухверстной съемки. На картѣ номерами отмѣчены обнаженія, о которыхъ говорится въ текстѣ, и этимъ ограничивается геологическая сторона карты. Мнѣ могутъ сдѣлать упрекъ, что не только карта, но и весь мой текстъ носятъ черты схематичности. Это совершенно справедливо: вся моя работа есть только схема, мѣстами довольно смѣлая; только детальная геологическая съемка можетъ дать дѣйствительную геологическую и тектоническую карту этой обширной горной страны; вотъ почему, а отчасти и въ видахъ техническаго исполненія, я ограничиваюсь показаніемъ на картѣ только распространенія явленій остаточной деформаци.

¹⁾ Богдановичъ, Землетрясеніе 22 декабря 1910 г. въ сѣверныхъ дѣльяхъ Тянь-шани, между Вѣрнымъ и Иссыкъ-кулемъ. Съ 1-ой таблицей. Изв. Геол. Ком., т. XXX, 1911.

Нѣкоторыя иллюстраціи взяты мною изъ фотографій горн. инж. Корнѣева, С. Е. Дмитріева и мѣстнаго фотографа П. А. Лейбина; всѣмъ этимъ лицамъ, а также нѣкоторымъ любителямъ фотографіи, подѣлившимся со мною своими снимками, приношу свою искреннюю благодарность.

Наконецъ, я считаю своей пріятной обязанностью повторить еще разъ свою благодарность г. испр. об. Военнаго Губернатора Семир. области П. П. Осташкину и гг. начальникамъ Вѣрненскаго, Джаркентскаго, Пржевальскаго и Пишпекскаго уѣздовъ, а также всѣмъ чинамъ Переселенческаго отдѣла во главѣ съ С. Н. Велецкимъ за ихъ горячее содѣйствіе работамъ нашей экспедиціи; только благодаря постоянной помощи всѣхъ этихъ лицъ, удалось исполнить намѣченную мною программу въ самое короткое время.

ЧАСТЬ I.

РАЗРУШЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.

Измѣненія на поверхности земли, сопровождающія болѣе сильныя землетрясенія, кажутся съ перваго взгляда довольно разнообразными—разрывы поверхности, разсѣлины и трещины, опусканія отдѣльныхъ участковъ, вздутія поверхностныхъ образований, хаотическое нагроможденіе отдѣльныхъ глыбъ порванной земли, обвалы склоновъ или на сухо, или въ формѣ оплывинъ и, какъ слѣдствіе нарушенія режима поверхностныхъ и въ особенности подземныхъ водъ—исчезновеніе источниковъ воды или появленіе новыхъ, измѣненія въ дебитѣ, температурѣ и минерализаціи подземныхъ водъ, образованіе коническихъ грязевыхъ сопокъ (craterlets). Если исключить вторичныя явленія, обнаруживающіяся измѣненіемъ теченія водотоковъ или измѣненіями въ режимѣ подземныхъ водъ, то всѣ первичныя явленія можно было бы свести къ двумъ типамъ— 1) разрывы безъ относительнаго перемѣщенія разорванныхъ частей и 2) разрывы съ перемѣщеніемъ. Къ первому типу могутъ относиться только разсѣлины; ко второму, болѣе разнообразному, какъ формы линейнаго протяженія, такъ и формы, покрывающія цѣлыя площади. Каждое изъ такихъ измѣненій на поверхности земли, безразлично какого типа, есть только слѣдствіе движенія, происшедшаго въ тѣлѣ земли. Такія движенія могутъ быть въ свою очередь двухъ категорій: 1) отъ сотрясенія, какъ слѣдствія прохожденія упругихъ волнъ или волнъ силы тяжести; 2) отъ дѣйствительнаго смѣщенія на глубинѣ земли, т. е. явленія разлома, по типу сброса или сдвига, или ихъ сочетаній. Если въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ мы могли бы съ увѣренностью сказать, къ какой изъ категорій относится наблюдаемое измѣненіе на поверхности, мы имѣли бы цѣнный матеріалъ для опредѣленія дѣйствительнаго характера землетрясенія и возстановленія по такимъ разрушеніямъ картины всего событія въ жизни земли. Въ то же время нужно помнить, что при движеніяхъ обѣихъ категорій могутъ возникнуть формы поврежденій поверхности, совершенно тождественныя, и возстановить характеръ движеній только по такимъ формамъ невозможно.

Обыкновенно считаютъ, что крупныя поврежденія поверхности, сопровождаемыя смѣщеніемъ типа сброса, представляютъ выѣшенное проявленіе дѣйствительнаго сброса, т. е. дислокаціи, и на глубинѣ, а мелкіе разрывы и разсѣлины, хотя бы и со сбросами, но измѣряемыми только сантиметрами, представляютъ лишь разрывы на поверхности, а не слѣды глубокимъ разломомъ¹⁾; иначе говоря, различаютъ трещины и сбросы перваго порядка, т. е. тектоническія, и втораго порядка—не тектоническія, различаемыя только по величинѣ смѣщенія и протяженности самихъ трещинъ. Такой критерій, исключительно количественнаго характера, едва ли можетъ быть приложимъ во всѣхъ случаяхъ; необходимо его дополнить и въ качественномъ отношеніи. По моему мнѣнію, единственнымъ критеріемъ для различенія нарушеній перваго порядка и втораго можетъ быть только отношеніе этихъ нарушеній къ геологическому строенію и составу данной страны. Гоббсъ²⁾, оставаясь по существу на почвѣ идей Зюсса, предложилъ называть линіи обычныхъ ударовъ землетрясеній, какъ ихъ установилъ Зюссъ, разъ онѣ совпадаютъ съ опредѣленными тектоническими линіями, — сеймотектоническими линіями; прямыя линіи, выраженныя отчетливо орографически на поверхности и имѣющія опредѣленное тектоническое значеніе, Гоббсъ назвалъ линеаментами. Совершенно правильно заключеніе, что если линіи обычныхъ ударовъ покрываются тектоническими, то мы имѣемъ сеймотектоническія линіи, которыя часто совпадаютъ, какъ показываютъ изслѣдованія, съ линеаментами.

Гоббсъ упростилъ тѣмъ не менѣе въ своихъ обобщеніяхъ эти понятія; въ каждой орографически рѣзко выраженной линіи онъ видитъ уже линеаментъ, который долженъ свидѣтельствовать о наличности тектонической линіи, а слѣдовательно и сеймотектонической; распределеніе точекъ обычныхъ ударовъ (*Linien schwerer Erdstösse*, т. е. линіи сильныхъ ударовъ землетрясеній) должно совпадать съ опредѣленными орографическими направленіями.

Для каждаго геолога совершенно ясно, что далеко не всѣ орографически опредѣленныя линіи представляютъ линеаменты, а для каждаго сейсмолога должно быть не менѣе яснымъ, что построеніе сейсмическихъ линій по степени поврежденій построекъ, какъ это дѣлалъ Гоббсъ, напр., для Калабріи, не выдерживаетъ никакой критики, даже если признать однородность построекъ. Степень поврежденій можетъ зависѣть гораздо больше отъ геологическаго состава поверхностныхъ частей земли, чѣмъ отъ какихъ либо смѣщеній на глубинѣ.

Афоризмъ Гоббса, что сеймотектоническія линіи суть проекціи на земную поверхность невидимыхъ намъ сбросовыхъ плоскостей³⁾, требуетъ для своего оправданія

¹⁾ См., напр., Hobbs-Ruska, Erdbeben, 1910, стр. 49—65.

²⁾ Hobbs, An some Principles of Seismic Geology. Beitr. z. Geoph., VIII B., 2 H., 1907 и Hobbs-Ruska, Erdbeben.

³⁾ Тотъ же афоризмъ высказывалъ еще раньше Дэвисонъ. Взгляды Гоббса были уже критически разобраны Montessus de Ballore, La science séismologique, 1907, стр. 445—452.

иныхъ приѣмовъ изслѣдованія, чѣмъ это проводилъ самъ Гоббсъ ¹⁾, а именно прежде всего ограниченія пригоднаго матеріала только разрушеніями на поверхности земли, во вторыхъ, геологическихъ приѣмовъ опредѣленія тектоническихъ линій и линеаментовъ ²⁾. Очевидно, что нарушениями поверхности перваго порядка слѣдуетъ признавать лишь такія нарушения, которыя распредѣляются по дѣйствительнымъ тектоническимъ линіямъ; только въ такомъ случаѣ эти линіи можно признать сейсмотектоническими, а совпаденія этихъ линій съ линеаментами будетъ служить подтвержденіемъ ихъ геологическаго характера, т. е. вѣроятности повторенія сейсмъ по этимъ направленіямъ въ прошломъ. При такой критикѣ, быть можетъ, мы будемъ въ правѣ сдѣлать нѣкоторыя предположенія и для будущаго.

Всѣ нарушения земной поверхности, не совпадающія съ дѣйствительными тектоническими линіями, хотя бы и очень сильныя, правильнѣе признавать нарушениями втораго порядка; это можно считать доказаннымъ, если такія нарушения имѣютъ прямую зависимость отъ особенностей только геологическаго состава и топографіи, и распредѣленіе такихъ нарушений имѣетъ закономѣрное положеніе по отношенію къ линіямъ перваго порядка, какъ къ возможнымъ исходнымъ точкамъ, или линіямъ, послѣдующихъ горизонтальныхъ ударовъ.

Только примѣняя такую критику, возможно, по моему мнѣнію, различить слѣдствія движеній двухъ основныхъ категорій среди формъ нарушений, морфологически сходныхъ и однообразныхъ.

Исходя изъ такихъ взглядовъ, я приступилъ къ изслѣдованію послѣдствій землетрясенія 1910 г. Въ цѣляхъ сбора сравнительнаго матеріала въ отношеніи проявленія ударовъ въ 1887 г. и 1910 г. я долженъ былъ повторить всѣ маршруты покойнаго Мушкетова на сѣверномъ склонѣ Заилійскаго Алатау. Эти маршруты, круговой рейсъ черезъ Пржевальскъ и изслѣдованія моихъ сотрудниковъ Д. Мушкетова и Карпа должны были дать и матеріалы для опредѣленія области остаточной деформациі.

Заилійскій Алатау.

Окрестности Вѣрнаго; явленія разрывовъ, разсѣлинъ и надвиговъ въ поверхностныхъ слояхъ земли.

Показанія очевидцевъ приводятъ къ заключенію, что и въ 1887 г. на территоріи Б. Алматинской станицы имѣли мѣсто явленія разрыва почвы, ея разсѣлины, которыя естественно сопровождаются и болѣе вреднымъ эффектомъ на постройки при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ. Землетрясеніе 1910 г. сопровождалось на территоріи Б. Алма-

¹⁾ Въ своихъ работахъ о Калабріи, *The geotectonic and geodynamic aspects of Calabria and northeastern Sicily. Beitr. z. Geoph., 1906, VIII.*—Новою Англии, *The geological structure of the south-western New England region. Amer. Journ. of Sc., XXXLIII*, и друг.

²⁾ Это и сдѣлано уже Де Стефани для Калабріи въ цитированной выше работѣ (см. стр. 8).

тинской станицы, къ сѣверо-востоку отъ церкви, на площади крѣпости и по обоимъ берегамъ р. М. Алматинки, отъ крѣпости черезъ садъ Рафикова до восточной окраины татарской слободки, какъ показано на табл. III, очень развитыми явленіями разрыва почвы. Эти явленія выразились здѣсь (см. рисунки на табл. 1 и 2) въ образованіи трещинъ, опусканія почвы вдоль однихъ трещинъ, опусканія почвы между другими (по типу мелкихъ грабенонъ), въ поднятіи или вздутіи почвы вдоль третьихъ („надвигъ“, по удачному выраженію мѣстныхъ казаковъ), въ выступаніи грунтовой воды мѣстами по такимъ трещинамъ (на Софійской улицѣ, въ крѣпости). Въ распредѣленіи этихъ трещинъ трудно замѣтить закономерность, хотя все-таки преобладаютъ направленія NW—SO и NO—SW; мѣстами, какъ въ саду Рафикова и около татарской слободки, трещины и разрывы слѣдуютъ вдоль преобладающихъ склоновъ на сторонѣ сосѣднихъ овраговъ; въ то же время эти разрывы отчетливо пересѣкаютъ въ NO направленіи долину М. Алматинки и повторяются на ровной почти поверхности площади около церкви, сохраняя направленіе NW—SO и NO—SW. Эти разрывы, расщелины и надвиги представляютъ явленіе, называемое американцами—earth lurch, т. е. расщелинами на болѣе или менѣе ровныхъ мѣстахъ. Это явленіе характеризуется образованіемъ системы трещинъ, съ относительнымъ перемѣщеніемъ отдѣльныхъ глыбъ земли; часто при этомъ происходитъ очень сильная и сложная деформация поверхности, сопровождаемая образованіемъ разломовъ и открытыхъ зияющихъ трещинъ. Почва разбивается на отдѣльныя глыбы, смѣщаемыя въ сторону сосѣднихъ пониженныхъ пространствъ, какъ это часто можно видѣть въ аллювIALныхъ долинахъ рѣкъ или озеръ. Исслѣдователи Калифорнійскаго землетрясенія объясняютъ эту форму нарушенія поверхности горизонтальными ударами и считаютъ ее слѣдствіемъ простаго сотрясенія поверхности земли. Наоборотъ, Гоббсъ и нѣкоторые японскіе и нѣмецкіе исслѣдователи полагаютъ возможнымъ считать такіа явленія разрывовъ, расщелинъ и трещинъ, сопровождаемыя вспучиваніемъ почвы (надвигъ), за поверхностное проявленіе болѣе глубокаго разлома земной коры; возникающія при этомъ вспучиванія (надвиги) они называютъ Maulwurfsgangeffekt, т. е. кротовинами, сравнивая такіе надвиги съ слѣдами движенія гигантскаго крота.

Явленія разрывовъ и надвиговъ были встрѣчены въ масштабѣ еще болѣе крупномъ на берегахъ Иссыкъ-куля (табл. IV, V и VI): къ востоку отъ сел. Сазановки, на 9 и на 16 верстахъ отъ Сазановки въ сторону Уйтала (Алексѣевка), непосредственно къ востоку отъ Уйтала и около поселка Фольбаумовскаго. На этихъ пяти площадяхъ, болѣе подробное описаніе которыхъ будетъ сдѣлано дальше, довольно ясно обнаружилось, что разрывы и трещины имѣютъ стремленіе не столько къ прямолинейному распространенію, сколько къ очень плоскому дугообразному; при длинѣ трещинъ мѣстами до 2—3 версты, но обыкновенно съ перерывами, ихъ простираніе кажется сначала почти прямолинейнымъ. На берегу Иссыкъ-куля упомянутыя пять значительныхъ площадей такихъ разрывовъ сосредоточены каждый разъ на очень пологихъ, почти ровныхъ пространствахъ, нѣсколько пониженныхъ, сравнительно съ пологими же

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Трещины и смѣщенія, типа грабена, въ саду Рафинсона. Вѣрный.

древними коническими накопленіями, между которыми и расположены такія площади разрывовъ. Плоскіе дугообразные разрывы и трещины открыты въ сторону озера, и если разсматривать ихъ съ берега озера, то совокупность трещинъ и разрывовъ производитъ впечатлѣніе очень широкаго циркообразнаго пониженія на очень пологомъ равнинномъ склонѣ береговой полосы; каждая изъ пяти площадей расположена между болѣе отчетливыми плоскими коническими выносами изъ устьевъ сосѣднихъ горныхъ потоковъ; онѣ расположены какъ бы на слияніи двухъ сосѣднихъ коническихъ выносовъ, представляя по составу слагающихъ ихъ образований продолженіе тѣхъ же дресвяно-галечниковыхъ отложеній, смѣняющихся ближе къ озеру песчаными озерными



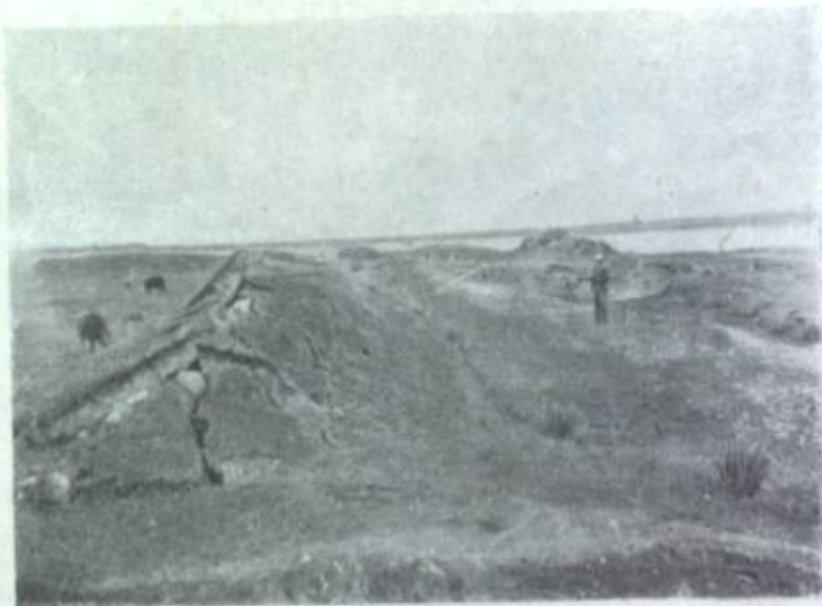
Фиг. 1. Надвигъ между Уйталомъ и Сазановкой.

отложеніями. Около Сазановки и между Сазановкой и Уйталомъ явленія разрыва и опусканія продолжались и ниже уровня воды, сопровождаясь вдоль наибольшей хорды циркообразнаго пониженія легкимъ вспучиваніемъ озернаго дна.

Не останавливаясь на деталяхъ, можно замѣтить, что отъ болѣе или менѣе прямолинейной системы трещинъ и разрывовъ на болѣе или менѣе горизонтальной поверхности (около Сазановки), черезъ очень плоскія циркообразныя системы на очень пологой (около Уйтала), можно отличить всѣ переходы до обычнаго циркообразнаго обвала на болѣе крутыхъ склонахъ. Съ такими обвалами мы познакомимся дальше, здѣсь же слѣдуетъ отмѣтить, что указанные переходы показываютъ общность происхожденія всѣхъ такихъ нарушеній почвы, несмотря на рѣзкія морфологическія особенности такихъ крайнихъ

формъ, какъ обвалы на крутыхъ склонахъ и системы разрывовъ и разсѣлинъ, напр., около Б. Алматинской станицы. Если всѣ эти нарушенія поверхности одного порядка, то естественно, что не имѣетъ никакого значенія вертикальная величина смѣщеній отдѣльныхъ участковъ вдоль такихъ трещинъ и разрывовъ.

Въ саду Рафикова величина вертикальнаго смѣщенія достигаетъ мѣстами до $1\frac{1}{2}$ саж. и больше; около Уйтала она измѣряется 3—4 саж., а около Сазановки и въ Б. Алматинской станицѣ величина вертикальныхъ смѣщеній незначительна. Естественно, что чѣмъ круче поверхность, подвергающаяся разрывамъ, тѣмъ больше можетъ быть и вертикальное смѣщеніе. Надвиги (Maulwurfsgangeffekt), сопровождающіе обычно явленія разрывовъ и разсѣлинъ, представляютъ или слѣдствіе смѣщенія отдѣльныхъ участковъ



Фиг. 2. Надвигъ между Уйталомъ и Сазановкой.

разбитой земли въ сторону сосѣдняго пониженія, напр., вдоль восточной окраины крѣпости въ Вѣрномъ, или же результатъ дѣйствительнаго волнообразнаго движенія верхнихъ слоевъ почвы, фиксированнаго болѣе связнымъ и мало упругимъ дерновымъ слоемъ, напр., между Сазановкой и Уйталомъ (фиг. 1 и 2).

На послѣдней площади можно было видѣть надвиги съ простираніемъ почти подъ прямымъ угломъ или даже надвиги, плавно изогнутые въ различномъ направленіи (см. деталь около пункта 2 на табл. V); такого рода отношенія ясно показываютъ, что надвиги могутъ быть слѣдствіемъ именно волнообразнаго движенія поверхностныхъ слоевъ земли, притомъ иногда одновременнаго въ различныхъ направленіяхъ.

Всѣ эти соображенія приводятъ меня къ заключенію: 1) что площади разрывовъ и разсѣлинъ (earth lurch) представляютъ слѣдствіе сотрясенія поверхности земли и

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Смѣщеніе типа грабена и одновременное образованіе надвига. Вѣрный, около крѣпости.



Снимокъ съ того же смѣщенія, сдѣланный черезъ четыре мѣсяца послѣ землетрясенія.

зависятъ отъ горизонтальныхъ ударовъ и 2) что было бы рискованно въ самыхъ развитыхъ „надвигахъ“ (Maulwurfsgangeffekt) видѣть каждый разъ, согласно съ Гоббсомъ и Кото, поверхностныя проявленія болѣе глубокихъ разломовъ тектоническаго характера; для этого необходимо доказать наличность еще другихъ признаковъ.

Если исключается тектоническій характеръ нѣкоторыхъ площадей разрывовъ и разсѣлинъ, то причину ихъ сравнительно рѣдкаго проявленія въ предѣлахъ потрясенной области, ихъ узкую локализацию, приходится искать въ иныхъ обстоятельствахъ. Покойнымъ Мушкетовымъ было уже отмѣчено, что Вѣрный расположенъ на устьевыхъ выносахъ Б. и М. Алматинки въ видѣ мелкаго гравія, смѣшаннаго съ крупными валунами и перемежающагося, по мѣрѣ удаленія отъ горъ, съ пескомъ и глиной. Коническій характеръ устьеваго выноса М. Алматинки, сливающагося на западъ съ устьевымъ выносомъ Б. Алматинки, можно отчетливо видѣть съ Ташкентскаго шоссе, подѣзжая къ городу.

Коническій характеръ выноса объясняетъ легкость распредѣленія водъ и уклоненіе главнаго русла М. Алматинки къ восточной окраинѣ выноса. Между южной и сѣверной чертами города гипсометрическая разница около 50 сажени, напр., между мельницей Гаврилова и площадью разрыва на Софійской улицѣ въ Б. Алматинской станицѣ.

На послѣдней площади грунтовая вода (см. табл. II) непосредственно изливаются на поверхность въ видѣ ключей, напр., около дома Катаваева, также около крѣпости. Непосредственно къ югу отсюда и къ западу грунтовая вода на поверхность уже не выступаютъ; такъ, около лечебницы, на сѣверной сторонѣ площади станицы, до уровня воды уже 3 арш.; около бань Титова (на сѣверѣ отъ Ташкентской аллеи) до воды 3—4 арш., также въ сѣверо-западной части города въ женскомъ монастырѣ и въ тюрьмѣ до воды—4 арш. По направленію къ югу глубина залеганія грунтовыхъ водъ быстро увеличивается; такъ въ колодезь около проспекта Колпаковскаго, въ Б. Алматинской станицѣ, на западъ отъ церкви до воды 3 $\frac{1}{2}$ саж., а близъ Гостиннодворской площади (около дома инженерной дистанціи) до воды уже 9 сажени. Заболоченность улицъ Б. Алматинской станицы, именно ея сѣверной части, въ дождливое время года хорошо знакома обывателямъ Вѣрнаго. Площадь разрывовъ и разсѣлинъ обнимаетъ отъ сада Рафикова до церкви станицы и отсюда къ NW на бани Титова значительное пространство, ограниченное съ юго-запада дугообразной линіей и съ крѣпостью почти въ серединѣ хорды этой линіи. Это пространство характеризуется наиболѣе высокимъ стояніемъ грунтовой воды (сазовое пространство) и занимаетъ такое же окраинное положеніе относительно всего коническаго выноса М. Алматинки, какъ и площади разрывовъ около Уйтала и между Сазановкой и Уйталомъ.

На вредное вліяніе въ сейсмическомъ отношеніи, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, обилія грунтовыхъ водъ и ихъ высокаго стоянія давно уже было обращено вниманіе; на это указываютъ авторы описанія Андижанскаго землетрясенія и въ особенности изслѣдователи Калифорнійскаго землетрясенія. Послѣдніе отмѣтили значительное

повышеніе амплитуды колебанія почвы подъ вліяніемъ ея насыщенія подземной водой. Совершенно естественно, что насыщеніе почвы водой приближаетъ такую площадь къ крайнему случаю, представляемому плоскимъ сосудомъ съ водой, когда даже легкое сотрясеніе сосуда вызываетъ выплескиваніе изъ него воды. Кромѣ этой причины, на повышеніе амплитуды колебаній въ предѣлахъ площадей разрывовъ около Вѣрнаго и по сѣверному берегу Иссык-куля должно было оказать вліяніе значительное уменьшеніе мощности устьевыхъ выносовъ именно подъ такими площадями; при вѣроятномъ одинаковомъ уклонѣ поверхности, на которой происходило отложеніе устьевыхъ выносовъ, мощность этихъ отложеній подъ площадями разрыва должна уменьшаться, сравнительно съ сосѣдними пространствами, на 40—50 сажень.

Если площади разрывовъ и расцѣпъ нельзя считать за поверхностное проявленіе разломовъ или сбросовъ подъ ними, если развитіе такихъ площадей есть слѣдствіе горизонтальныхъ ударовъ въ условіяхъ опредѣленнаго геологическаго состава и водоносности,—то тѣмъ не менѣе распредѣленіе такихъ площадей въ ихъ совокупности и отношеніе ихъ къ обваламъ горныхъ склоновъ, какъ къ явленіямъ одного порядка, должно обнаруживать извѣстную закономерность къ тѣмъ линіямъ, которыя являются источникомъ самихъ горизонтальныхъ ударовъ. Къ этому вопросу я вернусь, когда въ порядкѣ своего изложенія я укажу тѣ несомнѣнныя линіи глубокихъ разломовъ въ сосѣднихъ хребтахъ Тянь-шаня, которыя дали поверхностныя волны, слѣдовательно преимущественно горизонтальныя удары.

Сѣверный склонъ Заилійскаго Алатау.

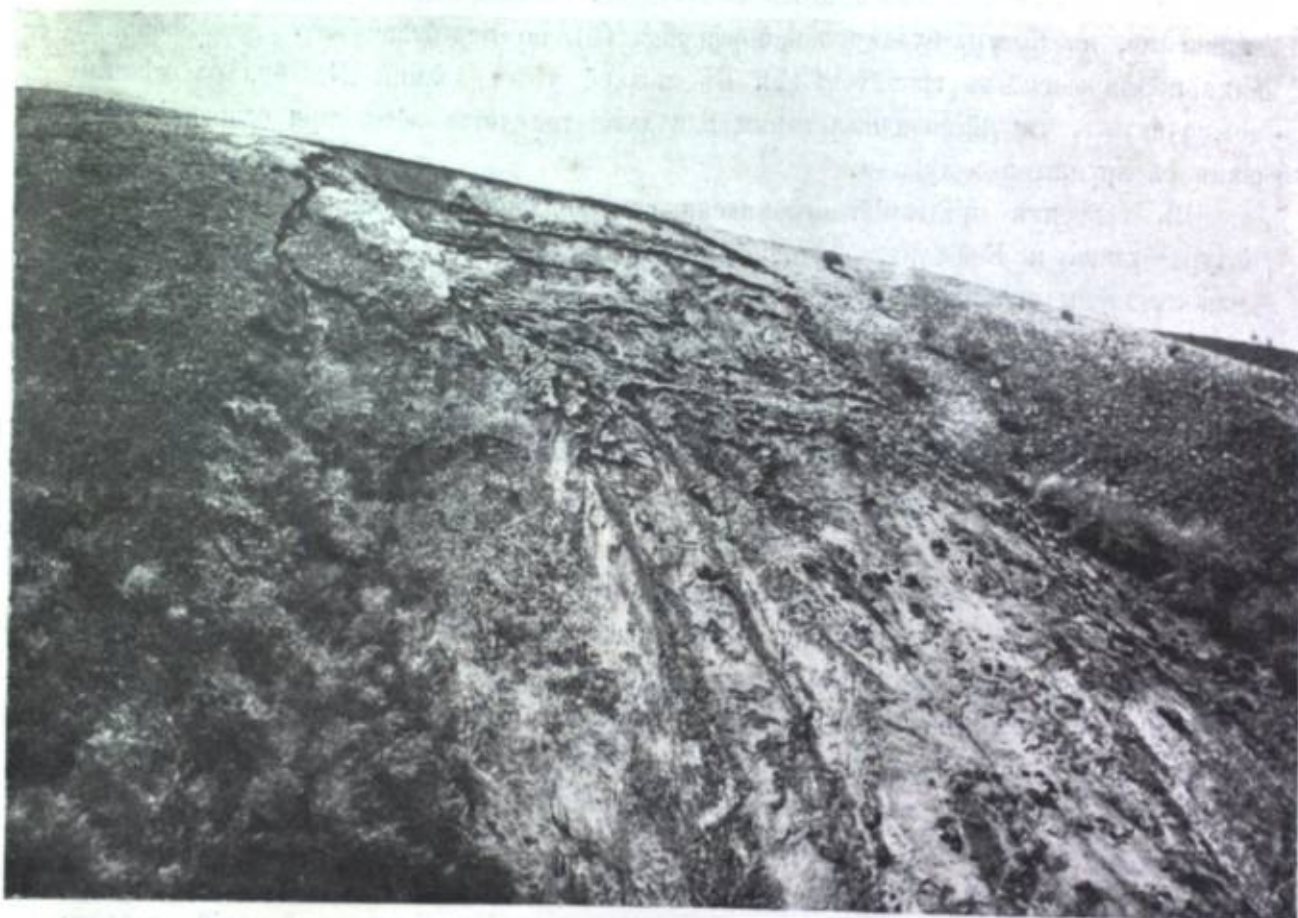
Экспедиція на Котуръ-булакъ и р. Талгаръ.

Дорога отъ праваго берега р. Малой Алматинки до устья Богуль-булака проходитъ по плоской равнинѣ, ограничивающей подножіе горъ. При устьѣ Богуль-булака (1) въ нѣсколькихъ обнаженіяхъ видно, что подножіе горъ покрыто неслоистой лёссовидной глиной, а плоская равнина сложена изъ песчано-галечниковыхъ устьевыхъ выносовъ. На лѣвыхъ крутыхъ склонахъ Богуль-булака были видны слѣды незначительныхъ свѣжихъ сухихъ обваловъ (фиг. 3), напр., выше второй мельницы и выше лѣвой щели Богуль-булака; здѣсь между двумя незначительными обвалами замѣтна была трещина вдоль склона. Русло узкой щели Богуль-булака проложено въ неслоистыхъ конгломератовыхъ отложеніяхъ, покрытыхъ слоистой глиной, на которой уже лежатъ неслоистыя песчаныя лёссовидныя глины.

Первое обнаженіе коренныхъ породъ было замѣчено на правомъ склонѣ щели, выше разрушенной пасѣки (2); здѣсь обнажаются сѣраго цвѣта фельзитовыя порфиры, сильно разлапанованные, съ пад. сланцеватости на NO 85° уг. 10°.

Въ долину Котуръ-булака произошелъ цѣлый рядъ болѣе значительныхъ обваловъ какъ ниже, такъ и выше лѣснаго кардона. Всѣ эти обвалы захватили только рыхлыя

поверхностныя образованія частью изъ лёссовидныхъ глинъ, частью изъ элювіальныхъ продуктовъ, скрывающихъ здѣшнія коренныя породы. Въ крутомъ изгибѣ Котурь-булака, противъ кордона можно видѣть, что такими породами являются сѣрые роговообманковые порфириды (5) (частью стекловатые), которые выше по Прямой щели, составляющей лѣвую вершину Котурь-булака, смѣняются гранитами сѣраго (3) и краснаго (ортоклазовый гранитъ) цвѣта (4).



Фиг. 3. Обвалъ земли на Богуль-булакѣ.

Въ долину Котурь-булака и по всей области плоскаго водораздѣла между Котурь-булакомъ и Прямой щелью, повидимому, преобладаютъ рыхлыя образованія изъ выносовъ старыхъ оплывинъ; сколько нибудь типичнаго аллювія не видно ни по Котурь-булаку, ни по Прямой щели. Лѣсной кордонъ и зимовка выше его на лѣвомъ берегу рѣки расположены на такихъ оплывинахъ. Котурь-булакъ, Прямая щель и Богуль-булакъ представляли область грандіозныхъ оплывинъ (см. рисунокъ на табл. 3) при землетрясеніи 1887 г., какъ извѣстно по описанію Мушкетова, и упомянутые выносы относятся, очевидно, къ этимъ оплывинамъ. Циркообразныя вершины оплывинъ 1887 г. сохранились до сихъ поръ очень отчетливо, и видно, что конфигурація склоновъ этихъ

долинъ въ значительной степени зависѣла отъ развитія оплывинъ въ 1887 г. По сравнению съ этими оплывинами, сухіе обвалы 1910 г. представляются ничтожными; такъ наиболѣе значительные обвалы ниже кордона и въ Прямой щели выше зимовки захватили каждый не болѣе двухъ десятинъ поверхности, хотя обвалъ ниже кордона все-таки поглотилъ двѣ юрты киргизовъ и 8 человѣкъ людей и отклонилъ теченіе рѣки въ западу.

Къ вершинѣ Котуръ-булака слѣды смѣщеній почвы становятся все слабѣе, также не было никакихъ обваловъ и вдоль Бей-булака. Склоны долинъ становятся болѣе каменистыми, по Котуръ-булаку изъ порфировъ (6), по Бей-булаку изъ роговообманковыхъ порфировидныхъ гранитовъ (7). Въ нижней части долины Бей-булака мѣстами можно видѣть, что лёссовидныя глины или даже типичный лёссъ при основаніи смѣшанъ съ крупными валунами.

Въ сегментѣ предгорій, ограниченныхъ пройденными долинами Богуль-булака, Котуръ-булака и Бей-булака, столь богатыхъ оплывинами 1887 г., свѣжіе обвалы были замѣчены еще по Бишъ-агачу и Чимъ-булаку; довольно значительный обвалъ на склонѣ первой изъ упомянутыхъ балокъ былъ хорошо виденъ съ почтовой дороги изъ Вѣрнаго въ Софійскую.

Роговообманковый гранитъ продолжается отъ долины Бей-булака до Талгара, гдѣ на лѣвомъ склонѣ (8) отчетливо сохранились еще мѣста каменныхъ обваловъ 1887 г. По словамъ мѣстныхъ жителей, въ 1910 г. здѣсь падали только отдѣльные камни.

При выходѣ р. Талгара на равнину вдоль праваго каменистаго склона хорошо сохранилась верхняя терраса, расположенная саженей 30—40 выше ровной террасы, въ которой проложено углубленное русло рѣки. Склоны этой верхней террасы усѣяны отдѣльными крупными валунами, которые скопляются на поверхности нижней террасы мѣстами въ значительномъ количествѣ; въ уступахъ нижней террасы можно видѣть, что русло рѣки проложено въ отложеніяхъ, богатыхъ валунами, принимающихъ видъ настоящихъ конгломератовъ. Выше верхней террасы на склонахъ горъ, покрытыхъ лёссомъ, валуновъ нѣтъ совершенно.

На лѣвомъ берегу Талгара, противъ Софійской станицы обособляется отдѣльная горка, сложенная, повидимому, изъ тѣхъ же конгломератовыхъ отложеній, сопровождающихъ правый склонъ долины, и представляющая остатокъ отъ совершеннаго размыва тѣла верхней террасы, когда-то продолжавшагося далеко дальше въ сторону равнины.

Вверхъ по лѣвому Талгару продолжаютъ тѣ же свѣтлосѣрые роговообманковые (микропертитовые) граниты (9,10), которые мы отмѣтили при устьѣ рѣки. Противъ лѣснаго кордона въ хорошихъ обнаженіяхъ видна очень развитая трещиноватость гранита, частью концентрическая, частью съ крутымъ паденіемъ на NW 280°.

Деревянное зданіе кордона было сильно распатано, и по долинѣ выше кордона все болѣе стали усиливаться слѣды паденія камней со склоновъ горъ. Каменистые склоны покрыты въ общемъ рѣдкимъ лѣсомъ, вверхъ по долинѣ принимающимъ видъ

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣляхъ Тинъ-шаня.



Обвалы и оплывины 1887 г. на лѣвомъ склонѣ Котуръ-булака.



Обвалъ на Котуръ-булакѣ въ 1910 г.

сплошныхъ зарослей; на болѣе открытыхъ мѣстахъ видно, что гранитные склоны покрыты очень слабымъ и неравномернымъ элювиемъ. Въ верстахъ—полторахъ отъ кордона



Фиг. 4. Побитый лѣсъ на правомъ склонѣ гѣв. Тамгара.

камни падали съ обоихъ склоновъ, отрываясь часто отъ совершенно крѣпкихъ скалъ; свѣжіе слѣды разлома ярко видѣлись по верху склоновъ, преимущественно около верхней границы лѣсной растительности, но мѣстами и гораздо ниже; напр., надъ

пасѣкой Рязанцева, на правомъ склонѣ мѣсто цѣлой скалы отлома расположено не болѣе 50 сажень надъ русломъ Талгара.

Слѣды паденія камней все возрастали по мѣрѣ движенія вверхъ по долинѣ; они достигли почти наибольшаго развитія верстахъ въ 7—8 отъ кордона, гдѣ мосты оказались разбитыми паденіемъ цѣлыхъ скалъ, склоны порваны, а лѣсъ представлялъ различныя картины поломки (фиг. 4) и порчи по всей высотѣ склоновъ. Тѣмъ не менѣе даже въ этихъ мѣстахъ наиболѣе интенсивнаго паденія камней, это не были каменные обвалы, т. е. сплошное паденіе частей склоновъ, сосредоточенныя на опредѣленныхъ площадяхъ, а наоборотъ разсѣянное откалываніе камней, иногда скалъ, вдоль обохъ склоновъ, преимущественно близъ верхней границы лѣса (см. рис. на табл. 4).

Рѣка Талгаръ имѣетъ крутое паденіе; на протяженіи около 12—13 верстъ отъ станицы Софійской (470 саж.) до ущелья, выше котораго намъ не удалось пройти (10), русло рѣки поднимается приблизительно на 250 сажень, а надъ нимъ ближайшія голыя каменныя вершины поднимаются еще сажень на 300—400. Около этихъ высотъ, 1100—1200 саж. (7700—8400 ф.) надъ уровнемъ моря, и были сосредоточены мѣста наиболѣе интенсивнаго отрыва камней.

Разказы очевидцевъ подтверждаютъ разсѣянный характеръ паденія скалъ; по ихъ словамъ видно, что съ обохъ склоновъ шла въ теченіе нѣсколькихъ секундъ бомбардировка долины камнями. Надъ узкой и глубокой долиной лѣваго Талгара и его развѣтвленій приблизительно отъ пункта (10) начинаютъ подниматься альпійскіе луга, окаймляющіе область высокихъ горъ; по этимъ лугамъ ведетъ довольно удобный проходъ съ лѣваго Талгара въ Мал. Алмантику на перевалъ Кокъ-ашикъ. Киргизы и казаки, успѣвшіе побывать на этихъ альпійскихъ лугахъ, согласно указывали, что выше послѣднихъ явленія разрушенія склоновъ значительно сокращаются и сходятъ на нѣтъ. Проникнуть туда какъ въ это время (20 апр.), такъ и позднѣе, когда и снова пріѣхалъ на Талгары (3 мая), не было возможности, вслѣдствіе разрушенія мостовъ.

Во вторую поѣздку мы направились на правый Талгаръ. Въ этой продольной долинѣ видны на высотѣ около 700—1000 ф. надъ почвой долины отчетливыя заплечики вдоль крутыхъ склоновъ; выше заплечиковъ склоны гораздо мягче, и уже надъ ними поднимаются вершины смежныхъ хребтовъ. Эти заплечики представляютъ первый слѣдъ корытообразной (трога) высокой долины, углубленной обшкновеннымъ размывомъ до современнаго состоянія. Долина праваго Талгара и обохъ его вершинъ, Варакина щель—лѣвая и Сютты-булакъ—правая, проложены среди красноватыхъ біотитово-рогово-обманковыхъ гранитовъ (37, 38, 39), въ общемъ сильно эпидотизированныхъ (39) и мѣстами смѣняющихся фельзитовымъ порфиромъ (36). Слѣды паденія камней на обохъ склонахъ усиливаются къ устью Варакиной щели, гдѣ напряженность этого явленія достигла такой же степени, какъ и по лѣвому Талгару; паденіе камней на правомъ склонѣ нѣсколько ниже устья Варакиной щели не обошлось все-таки и тамъ безъ

К. Богдановичъ, И. Карсъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Каменная осыпь и побитый лѣсъ на правомъ Талгарѣ.



Осыпь на правомъ склонтъ в Талгарѣ (сѣверн.)

человѣческихъ жертвъ. Пройти черезъ стуженную часть долины Варакиной щели также не удалось; склоны были порваны падавшими скалами, мосты разбиты, и наибольшія разрушенія были сосредоточены также въ части долины на абсолютной высотѣ около 9000 ф. или при почвѣ долины на высотѣ около 5500 ф. Паденіе нѣкоторыхъ скалъ вызвало образованіе новыхъ каменныхъ осыпей, образующихся по рывинамъ, проложеннымъ паденіемъ такихъ скалъ. Варакина щель носитъ всѣ признаки типичной эрозіонной долины, но мѣстами по правому склону на половинѣ его высоты замѣтны очертанія, напоминающія курчавыя скалы.

Въ болѣе доступной продольной долинѣ Сютты-булака слѣды паденія скалъ быстро исчезаютъ. Долина продолжается и дальше къ вершинѣ среди гранита, который смѣняется кварцевымъ біотитовымъ порфиромъ (40) только на высотѣ альпійскимъ луговъ, около 8000 ф. абсол. высоты.

Главная вершинка Сютты-булака замыкается съ юго-востока довольно мощнымъ поясомъ старыхъ конечныхъ моренъ, подножіе которыхъ расположено на абсол. высотѣ немного болѣе 8000 ф. Конечная морена, сложенная изъ нагроможденія только крупныхъ камней, мѣстами почти скалъ сіенита и гранито-сіенита (41) и діоритовидной породы (эпидіабазъ—42), въ нижней части покрыта уже мелкимъ ельникомъ, и на высотѣ не менѣе 50 сажень надъ основаніемъ представляетъ рѣзкій уступъ, ограничивающій какъ бы вторую, болѣе новую морену, сложенную изъ болѣе свѣжаго нагроможденія камней. Эта конечная морена не соответствуетъ наиболѣе низкому положенію прежняго ледника, такъ какъ съ боковъ ея можно замѣтить, въ особенности съ южной стороны, продолженіе береговой морены, ограничивающей поле прежняго наибольшаго распространенія ледника, вѣроятно сбрасывавшаго моренный матеріалъ въ болѣе пониженную уже въ то время часть долины. Въ настоящее время, повидимому, вовсе не сохранилось живаго ледника въ области высокихъ водораздѣльныхъ горъ между Сютты-булакомъ и долиной къ востоку р. Иссыкъ. Снѣга, которые мы видѣли здѣсь, представляли неподвижныя снѣговыя поля; вода, выходившая въ сосѣднихъ глубокихъ ущельяхъ, была совершенно свѣжей и чистой ¹⁾.

Часть склона Завилійскаго Алатау къ югу и западу отъ Вѣрнаго.

Первая долина, осмотрѣнная нами въ этой части горъ, была Мало-Алматинская. Первые выходы коренныхъ породъ были замѣчены только выше лагеря, на правомъ склонѣ; это красные и сѣрые кварцевые фельзитовые порфиры (11, 12), которые продолжаютъ и значительно выше нижняго лѣснаго кордона до расширенія долины, гдѣ они смѣняются сѣрыми крупнозернистыми микроклиново-микрпертитовыми біотитовыми гранитами (13).

¹⁾ Нѣкоторыя сомнѣнія вызываетъ самое названіе Сютты-булакъ, т. е. молочная рѣчка, какимъ названіемъ киргизы отмѣчаютъ именно мутныя воды, чаще всего дѣйствительно идущія изъ-подъ ледниковъ.

Въ 1887 г., какъ извѣстно, въ узкой части долины, около нижняго лѣсного кордона и дачъ архіерейской и губернаторской имѣли мѣсто значительные обвалы и оплывины, выносы которыхъ остались до сихъ поръ, образуя родъ контрфорсовъ надъ дачами. Въ 1910 г. на этихъ выносахъ образовались только незначительныя трещины, а склоновъ падали рѣдкіе камни; дачи не пострадали почти вовсе. Нѣсколько болѣе значительный эффектъ землетрясеніе вызвало выше по долинѣ, гдѣ болѣе слѣдовъ паденія камней; въ особенности въ Бутаковой щели, гдѣ были также и небольшіе обвалы.

Наибольшему разрушенію подверглись дома хутора киргиза Медеу, расположеннаго гораздо выше, на абсол. высотѣ около 5500 ф., почти у подножія высокой горной области. Одинъ изъ домовъ рѣзко покосился на SO 175°; всѣ были сдвинуты съ своихъ фундаментовъ, цоколи растрепало. Хуторъ расположенъ на глинисто-валунномъ образованіи, представляющемъ или старшій грязевой выносъ изъ сосѣдняго ущелья, или даже выносъ отъ какого либо древняго землетрясенія.

Отъ хутора Медеу кверху долина М. Алматинки измѣняетъ болѣе или менѣе продольное положеніе въ поперечное; рѣка проложила свое глубокое ущелье среди сѣрыхъ гранитовъ (15, 17), знакомаго уже намъ Талгарскаго типа, пересѣченныхъ мѣстами роговообманковымъ порфиритомъ (16) и толщами уралитоваго габбро (14).

Надъ узкимъ ущельемъ рѣки съ праваго склона развиты болѣе пологіе заплечики, расчлененные боковыми ущельями. Заплечики поднимаются почти до верхней границы лѣса; по нимъ поднимается тропа на перевалъ Кокъ-ашикъ; тропа къ перевалу идетъ на высотѣ уже 7800 ф. по размытымъ остаткамъ старой конечной морены, покрывающей мѣстами округленныя скалы гранита и гранитъ-порфира. Живые ледники сохранились здѣсь только нѣсколько южнѣе, около фирновыхъ полей Мало-Алматинскаго пика, дающихъ незначительныя висячіе ледники въ сторону ущелій Малой Алматинки и лѣваго Талгара ¹⁾.

Изъ Вѣрнаго къ долинѣ Большой Алматинки дорога идетъ вдоль подножія горъ, на которомъ довольно рѣзко выдѣляется такъ называемый здѣсь прилавокъ, составляющій высокую пологую къ сѣверу террасу, по которой выравнены первыя грядки горъ; высота окраины этого прилавка колеблется около 100 саженой надъ прилежащей частью равнины, слѣдовательно приблизительно на той же высотѣ, что пологіе заплечики вдоль долины праваго Талгара.

Кой-гдѣ видны были слѣды незначительныхъ свѣжихъ обваловъ. Довольно глубоко врѣзавшееся русло Б. Алматинки даетъ при ея выходѣ изъ горъ рядъ высокихъ обнаженій, показывающихъ и здѣсь развитіе рыхлыхъ валунныхъ накопленій, перекрытыхъ неслоистымъ лѣссомъ. Эти образованія совершенно аналогичны встрѣченнымъ при выходѣ изъ горъ р. Талгара, но здѣсь они образуютъ не обѣ террасы, а только нижнюю; верхней здѣсь не видно вовсе.

¹⁾ См. С. Дмитріевъ, Ледники въ верховьяхъ Малой Алматинки (Туюкъ-су) въ Западномъ Алатау, близъ г. Вѣрнаго. Зап. Турк. Отд. И. Р. Геогр. Общ., т. VI, 1 07.

По обѣ стороны выхода Б. Алматинки видны слѣды грандіозныхъ старыхъ обваловъ и оплывнѣ 1887 г. Долина рѣки шире, а склоны болѣе мягкіе, чѣмъ Малой Алматинки. Нижняя часть долины отъ лѣснаго кордона до соединенія двухъ вершинъ, лѣвой—Пролодная щель и правой—Джусалы-куль, проложена среди красныхъ разрушенныхъ порфировъ, наиболѣе отчетливо обнажающихся около Кызыль-джара (18); отъ соединенія обѣихъ вершинъ начинаются микроклиново-микропертитовые біотитово-роговообманковые сѣрые граниты, часто съ развитымъ шлировымъ сложеніемъ (19).

По правой вершинѣ, отъ мѣста соединенія обѣихъ вершинъ рѣки, имѣютъ значительное распространеніе отложенія неслоистыхъ сѣрыхъ глинъ съ крупными валунами и угловатыми обломками; эти отложенія, образующія нижнюю террасу долины, соответствуютъ тѣмъ, которыя мы видѣли при выходѣ рѣки изъ горъ. Здѣсь они принимаютъ еще болѣе мощный характеръ, но съ такимъ же основаніемъ ихъ можно принимать и за селевые выносы.

Вверхъ по долинѣ они исчезаютъ тамъ, гдѣ долина становится болѣе узкой и проложена непосредственно въ сѣрыхъ гранитахъ (21), мѣстами пересѣченныхъ жилами офитоваго діабазы (20). Эта суженная часть долины замыкается на высотѣ около 7000 ф. грандіозной конечной мореной, уступообразно поднимающейся до высоты 8200 ф., гдѣ расположена типичная конечная котловина (Zungenbecken), занятая мореннымъ озеркомъ Джусалы-куль. Какъ около озера, такъ и ниже около морены мѣстами хорошо сохранились курчавыя скалы на гранитѣ, сильно эпидотизированномъ и принимающемъ почти сланцеватое сложеніе (21а, 22, 23); какъ фація этихъ гранитовъ появляется мѣстами сіенито-діоритовая фація. Мы имѣемъ здѣсь типичный примѣръ скалистой преграды (baggage rocheux, Felsbarren), возникшей какъ слѣдствіе вытчи-вающей работы ледника и послѣдующаго нагроможденія морены на такой преградѣ, отчасти уже расчлененной на отдѣльные бугры (bosses и Felsbuckel, альпійскихъ геологовъ). Воды изъ озера частью стекаютъ еще по моренѣ, а частью въ видѣ красиваго каскада по ложу, промываемому въ коренныхъ породахъ въ сторонѣ отъ морены.

По всей долинѣ правой Б. Алматинки были замѣчены только слѣды сравнительно рѣдкаго паденія камней, вызывавшаго мѣстами образованіе свѣжихъ каменныхъ осыпей; выше морены исчезли и такіе слѣды.

Въ Пролодной щели и въ сосѣднихъ къ западу долинахъ можно было отмѣтить только слабое паденіе камней въ области развитія гранита (24, 25, 26), который относится къ тому-же микроклиново-микропертитовому типу, что и граниты Малой Алматинки (13), и также пересѣкается роговообманковымъ порфиритомъ (27).

Нѣсколько значительнѣе были паденіе камней и обвалы рыхлыхъ поверхностныхъ образованій въ долинѣ р. Карагайлы; здѣсь, противъ кордона, на правомъ склонѣ произошелъ обвалъ, выносъ котораго нагромодился на выносы старыхъ обваловъ 1887 г., поглотившихъ тогда всю семью полѣсовщика Угренинова, который счастливо выдержалъ на своемъ кардонѣ удары землетрясенія 1910 г.

Одно изъ наиболѣе типичныхъ и хорошо выраженныхъ коническихъ накопленій образуетъ р. Аксай; обширный конусъ этой рѣки съ обѣихъ сторонъ, въ особенности съ запада, ограничивается хорошо выраженными террасами, которыми прилавки предгорій спускаются здѣсь довольно низко.

Мягкіе склоны довольно широкой нижней части долины Аксай хорошо сохранили слѣды разрушеній при землетрясеніи 1887 г. Нѣсколько выше лѣсного кордона, разположеннаго какъ разъ въ вершинѣ конического накопленія, начинается колоссальный выносъ, возникшій отъ каменнаго обвала Акъ-джара. Этотъ выносъ въ 1887 г. запрудилъ р. Аксай и теперь представляется въ видѣ террасы вдоль праваго склона долины.

Обвалъ Акъ-джаръ, прекрасно описанный и изображенный у Мушкетова, представляетъ двойной обвалъ, т. е. въ сущности два обвала на правомъ склонѣ Аксай, раздѣленные узкимъ отрогомъ, горнымъ носомъ, покрытымъ ельникомъ. Выносы отъ обонхъ обваловъ сливаются ниже раздѣляющаго отрога въ одно валообразное нагроможденіе камней и рыхлаго матеріала; отъ этого вала, имѣющаго необыкновенное сходство по очертаніямъ и строенію съ конечной мореной, продолжается внизъ по долинѣ Аксай старая оплывина.

Мѣста обваловъ представляютъ циркообразныя расширенія, отдѣленные отъ валообразнаго нагроможденія пониженіями, изъ которыхъ восточное занято теперь мелководнымъ озеркомъ.

Если бы вся эта совокупность формъ, какъ крутосклонные цирки съ плоскимъ дномъ, валообразное нагроможденіе впереди и тѣло старой оплывины, была расположена гипсометрически выше въ области прежняго развитія ледниковъ, было бы почти невозможно отличить ихъ отъ комплекса ледниковыхъ формъ кароваго типа, какъ это было отмѣчено уже Мушкетовымъ.

Оба обвала произошли въ области развитія гранита сѣраго и красноватаго (28), очень трещиноватаго и вывѣтрѣлаго, также относящагося къ распространенному здѣсь типу микроклино-микрпертитоваго гранита. Въ долинѣ Аксай можно видѣть, что къ этимъ гранитамъ (30) съ сѣвера примыкаютъ красные порфиры (29). Граница между гранитами и порфирами проходитъ въ NO направленіи нѣсколько впереди мѣста обваловъ, какъ отчетливо видно по смѣнѣ краснаго элювія сѣрымъ. Мушкетовъ говоритъ, что обвалы Акъ-джара произошли близъ контакта гранита съ кристаллическими сланцами, примыкающими къ гранитамъ съ юга, но миѣ не удалось замѣтить ни здѣсь, ни по долинѣ Аксай выходовъ кристаллическихъ сланцевъ.

При землетрясеніи 1910 г. описанная часть долины Аксай пострадала очень слабо; на лѣвомъ склонѣ ниже Акъ-джара кой-гдѣ слегка обновились мѣста отрыва старыхъ обваловъ, также какъ и мѣста разрыва обѣихъ вѣтвей Акъ-джара. Больше пострадало самое тѣло выносовъ Акъ-джара, получившее рядъ трещинъ по всевозможнымъ направленіямъ.

Выше Акъ-джара по долини Акса я тѣ же микроклино-микропертитовые граниты (30, 31а) мѣстами отдѣляютъ жиллообразныя толщи діоритовидной породы; граниты становятся болѣе мелкозернистыми (31) и принимаютъ отчетливую плитняковую отдѣльность съ пад. на NW уг. до 40° . Около лога Теплый ключъ видны были слѣды свѣжихъ каменныхъ и земляныхъ обваловъ, все также въ области гранита.

Слѣдуя дальше по долини Акса я, мы прошли устье ущелья Чинъ-булакъ и поднялись на пологіе заплечики (на абсол. высотѣ около 7500 ф.) узкаго V ущелья верхняго Акса я. Здѣсь въ урочищѣ Кызыль-гынгей надъ заплечиками была видна еще одна терраса, такъ что поперечная профиль верхней долины Акса я приняла видъ широкаго трога съ глубокимъ V ущельемъ современной рѣки. Кругомъ были развиты все тѣ же граниты (32) съ жиллообразными толщами кварцево-діоритовой разности (32а).

Конфигурація долины, подобіе курчавыхъ скалъ по лѣвому склону, все это придаетъ верхней долини Акса я ледниковый видъ. Воды Акса я еще выше этого урочища низвергаются каскадами черезъ валообразное загражденіе, напоминающее конечную морену. Глубокій еще снѣгъ не позволилъ прослѣдить дальше долину Акса я.

Въ урочищѣ Кызыль-гынгей повсюду видны были слѣды паденія камней, оторванные съ высокихъ склоновъ и избороздившихъ дернъ альпійскихъ луговъ глубокими рывками и ямами. Падавшими камнями было убито 60 головъ овецъ въ стадахъ киргизовъ, зимовавшихъ здѣсь въ теченіе зимы 1910—1911 г.

Въ части горъ къ западу отъ Акса я только кой-гдѣ видны были слѣды свѣжихъ обваловъ и „осововъ“, обновившихъ многочисленныя земляныя обвалы 1887 г. Кордонъ Каргаулды расположенъ на головной части конического накопленія, сложеннаго изъ слегка наклонныхъ къ сѣверу слоевъ рѣчника, покрытыхъ лёссомъ. Въ рѣдкихъ обнаженіяхъ по склонамъ надъ кордономъ видны были толщи конгломерата, или вѣриѣ валунныхъ отложений, покрытыхъ лёссовидной глиной. Долину Каргаулды мы прослѣдили до подножія высокихъ горъ, повсюду отиѣчая частые осовы и обвалы на крутыхъ мягкихъ склонахъ. Подножіе и склоны высокихъ горъ повсюду сложены изъ микроклино-микропертитоваго порфириовиднаго гранита краснаго (33) и сѣраго (34). Слѣдовъ разрушенія 1887 г. было однако больше; всѣ эти старыя обвалы отчетливо сосредоточены преимущественно вдоль подножія высокихъ горъ надъ приавкомъ, поднимающимся здѣсь до 6000—6400 ф. высоты, и распространяются въ направленіи WSW до долины р. Каскелена. Во время землетрясенія 1910 г. здѣсь появился только поясъ новыхъ трещинъ, прослѣживающихся въ томъ же направленіи.

Около устья Каскелена на склонахъ развитыхъ предгорій мѣстами обнажаются мощныя толщи конгломерата и глинъ (35) съ легкимъ паденіемъ къ SO. Эти отложения, аналогичныя упомянутымъ надъ кордономъ Каргаулды, носятъ признаки новыхъ образований, которыя я условно называю третичными; нигдѣ восточнѣе Каргаулды такихъ отложений по сѣверному подножію Тянь-шаня я не видѣлъ. Одновременно съ появленіемъ этихъ образований рѣзко измѣняется конфигурація подножія Замлійскаго Алатау;

восточнѣе Каргаулды скалистая горы этого хребта поднимаются надъ равниной безъ развитыхъ предгорій, сопровождаясь только узкимъ прилавкомъ, расчлененнымъ на рядъ горныхъ носовъ, покрытыхъ элювиемъ подлежащихъ породъ и лёссомъ; западнѣе же появляются предгорія, постепенно расширяющіяся въ сторону Каскелена изъ первоначальнаго узкаго прилавка.

Долина р. Иссыкъ.

Въ долину р. Иссыкъ, въ урочищѣ Кара-бастау произошли, по рассказамъ мѣстныхъ жителей, одни изъ крупнѣйшихъ разрушеній въ горахъ; чтобы провѣрить эти рассказы, мы направились туда отъ станицы Софійской.



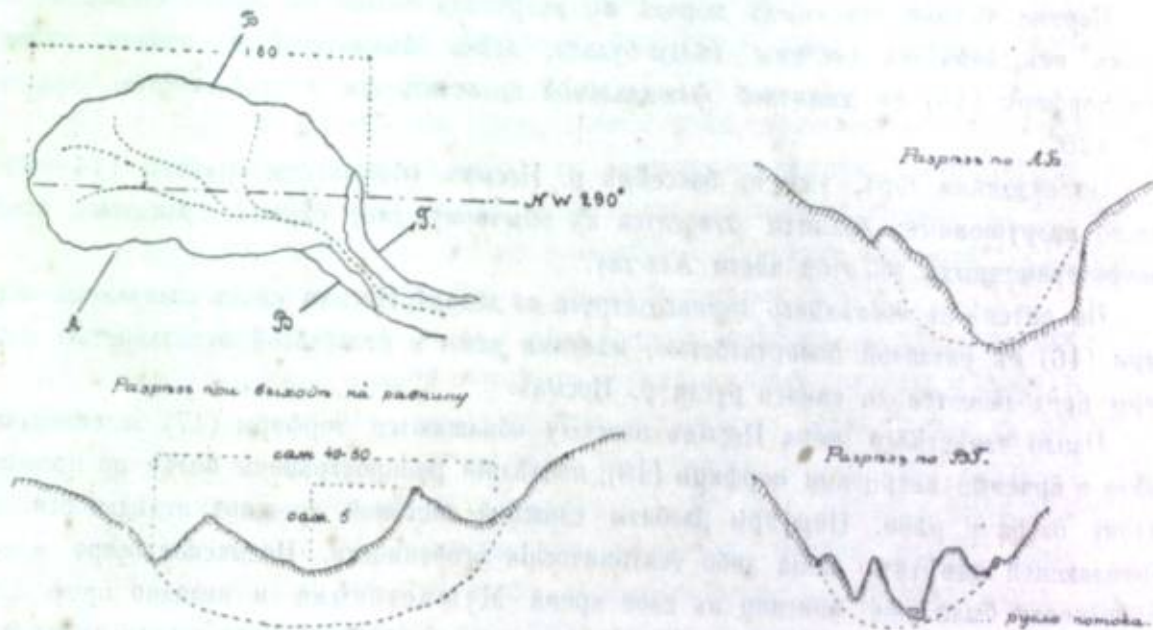
Фиг. 5. Обвалъ около станицы Софійской; головная часть.

Отъ станицы дорога пересѣкаетъ рядъ логовъ и постепенно поднимается на прилавки, образующіе первую высокую террасу, поднимающуюся довольно круто надъ равниной; высота террасы около 150 саж. надъ стан. Софійской. По склонамъ логовъ видно, что прилавки сложены изъ лёссовидной глины съ валунами; невольно возникаетъ представленіе, что вся масса глины и камней, образующихъ прилавки, есть результатъ древнихъ обваловъ и бурныхъ потоковъ, моделировавшихъ склонъ перваго высокаго хребта. Къ востоку замѣтно, что полоса прилавка начинаетъ расширяться въ поясъ предгорій.

Въ одномъ изъ логовъ, пересѣкающихъ прилавокъ, произошемъ крупный земляной обвалъ (фиг. 5); такъ какъ этотъ обвалъ довольно типичный, то привожу дословно описаніе его, сдѣланное горн. инж. Корольковымъ.

Обвалъ близъ Софійской станицы. Обвалъ произошелъ въ верхней части безымяннаго лога, впадающаго въ логъ „Осиновка“, въ мягкой лёссовою почвѣ. Верхняя, циркообразная, часть обвала имѣетъ ширину саж. до 50-ти и длину саж. 150; ось ея имѣетъ направленіе NW 290° (фиг. 6).

На всемъ правомъ (восточномъ) берегу обвала лёсъ взброшенъ на склонъ, мѣстами саж. на 5, образуя уступъ. Подобное явленіе замѣчается и ниже по ущелью въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ двигавшаяся по логу масса обвального матеріала мѣнила свое направленіе. Обвалъ произошелъ, вѣроятно, въ сухой почвѣ; по словамъ проживающаго въ сосѣдствѣ съ обваломъ казака Козьмина, въ логу этомъ воды не было. Однако во время осмотра были обнаружены въ нѣсколькихъ мѣстахъ въ районѣ цирка обвала незначительные ключи, давшіе небольшой потокъ воды, промывшей обвалъ въ узкомъ мѣстѣ лога, саж. въ 175 ниже вершины обвала; за этимъ мѣстомъ, слѣдуя изгибамъ лога, обвалившаяся масса земли вышла на равнину и, на разстояніи саж. 150—180 отъ выхода, сверглась въ логъ Осиновку и, пройдя по этому логу въ направленіи NW 300° саж. 120, остановилась, не дойдя до усадьбы Козьмина.



Фиг. 6. Планъ и разрѣзы обвала около Софійской станицы.

Приблизительныя направленія и длины отдѣльныхъ участковъ таковы:

Отъ вершины цирка до узкаго мѣста (разрѣзъ по В Г)—направленіе движенія массы вначалѣ NW 290° саж. 150, далѣе NW 330°—саж. 100; NW 355°—90 саж.; NW 320°—100° саж.; NW 312°—саж. 50; NW 275°—саж. 90; NW 300°—150—180 саж. (на равнинѣ) и NW 300° саж. 120; общая длина—саж. 850—880.

Данныя только приблизительны, промѣръ производился шагами и частью глазомѣрно.

Обвалъ, по словамъ казака Козьмина, произошелъ не 22 декабря 1910 г., а въ ночь съ 1 на 2 января 1911 года. Работники, на занятѣ его, находящейся близъ обвала (въ разстояніи около версты отъ выхода обвала на равнину), оставшіеся почевать послѣ отъѣзда хозяевъ въ Талгаръ, рассказываютъ, что въ ночь съ 1 на 2 января послѣ двухъ сильныхъ толчковъ въ горахъ стало сильно „гудѣть“; гулъ продолжался болѣе часа и походилъ на гулъ отъ землетрясенія. За темнотою ночи разсмотрѣть они ничего не могли, а на разсвѣтѣ были поражены, увидѣвъ вышедшую изъ горъ на равнину массу земли съ вырванными деревьями и запрудившую и Осиновку. — Логъ, изъ котораго обвалъ вышелъ, былъ сухой;

близъ мѣста обвала выходилъ маленькій ключикъ, тотчасъ по выходѣ терявшійся. Во время осмотра обвала 3 мая 1911 г. потокъ терялся при выходѣ обвала на равнину.

По словамъ Козьмина, землетрясеніе 22 декабря было продолжительнѣе, но слабѣе, чѣмъ 1 января.

Домъ на заимкѣ Козьмина деревянный, двухъ-этажный, причемъ нижній этажъ углубленъ въ землю; выстроенъ только осенью. 22 декабря упала только труба. При землетрясеніи же 1 января 1911 г. отошли печи (изъ нихъ 2 хлѣбныхъ), весь срубъ расшатанъ въ углахъ. Штукатурка нижняго этажа потрескалась, но не упала; подъ домъ подошла трещина, длиною саж. 10, шириною мѣстами до 2 вершковъ, ко времени осмотра обвала закрывшаяся.

Материалъ обвала: растительная земля, лёсъ; полное отсутствіе камней. Въ большомъ количествѣ встрѣчаются раковины *Helix* и *Paludina*.

Много деревьевъ вырвано съ корнемъ и увлечено обваломъ. Ширина обвала не одинакова и находится въ зависимости отъ ширины лога, колеблясь въ предѣлахъ примѣрно 15—60 сажень.

Первые выходы коренныхъ породъ мы встрѣтили только за логомъ Омнотай, въ одномъ изъ овраговъ системы Талды-булака; здѣсь обнажаются по правому склону лога порфиры (43) съ типичной флюидалной полосчатостью и отдѣльностью, пад. на NW 290°.

По склонамъ горъ, уже въ бассейнѣ р. Иссыкъ обнажаются граниты (44—45), сильно разрушенные; граниты относятся къ обычному типу сѣрыхъ гранитовъ, столь распространенныхъ въ этой части Ала-тау.

На спускѣ съ послѣдняго горнаго отрога къ долинѣ Иссыка снова появляются порфиры (46) съ развитой полосчатостью, мѣстами даже и столбчатой отдѣльностью; порфиры продолжаютъ до самаго русла р. Иссыкъ.

Около известнаго озера Иссыкъ повсюду обнажаются порфиры (47) зеленоватого цвѣта и красные кварцевые порфиры (48); послѣдніе распространены болѣе по правому склону озера и рѣки. Порфиры разбиты сложной системой трещинъ отдѣльности, не позволяющей намѣтить какія либо тектоническія особенности. Иссыкское озеро и его окрестности было уже описано въ свое время Мушкетовымъ и недавно проф. Сапожниковымъ и г. Винокуровымъ¹⁾, поэтому я не буду останавливаться на его описаніи.

Какъ Мушкетовъ, такъ и Сапожниковъ относятъ озеро къ группѣ ледниковыхъ, именно моренныхъ. Дѣйствительно, крутое русло рѣки Иссыкъ, которымъ изливаются воды озера, проложено по крутой конечной моренѣ. Тѣмъ не менѣе, не конечная морена создала плотину, обусловившую существованіе озера. Крупный моренный материалъ только покрываетъ трещиноватая скалы порфира, поднимающіяся на мѣстѣ; разрѣзъ этихъ скалъ отлично виденъ вдоль сѣвернаго края озера и между верхнимъ и нижнимъ озерами. Скалы сѣвернаго края озера обнаруживаютъ границу высокаго стоянія воды въ озерѣ отчетливой черной каймой на порфирахъ. Эта кайма напоминаетъ

¹⁾ Мушкетовъ, Туркестанъ II, 1906, стр. 82—83.

Сапожниковъ, Очерки Семирѣчья, II, 1909, стр. 95—97.

Винокуровъ, Иссыкское горное озеро въ Заилійскомъ Алатау. Землеуѣдніе, т. XVIII. 1911, I—II.

обычныя измѣненія подѣ влияніемъ солнечныхъ лучей кристаллическихъ породъ въ мѣстахъ ихъ смачиванія водой; здѣсь это явленіе обнаруживается не менѣ рельефно, чѣмъ, напр., на гранитахъ около Ассуана на Нилѣ. Озеро возникло и здѣсь, подобно тому, какъ и озера Джусалы-куль, подѣ влияніемъ *baggage gosseux*, т. е. скалистой преграды при вытачивающей работѣ ледника. Здѣсь сохранилось все-таки меньше слѣдовъ оледенѣнія около озера. Процессъ протачиванія русла здѣсь подвинулся также дальше, чѣмъ на Джусалы-куль.

Несмотря на чрезвычайную трещиноватость порфировыхъ скалъ, съ западной стороны озера болѣе голыхъ, чѣмъ на восточной сторонѣ, нигдѣ мнѣ не удалось замѣтить слѣдовъ паденія камней при землетрясеніи; не было такихъ слѣдовъ и на всемъ пути до долины р. Иссыкъ; на правомъ склонѣ ущелья р. Иссыкъ надѣ мѣстомъ выхода рѣки изъ озера отчетливо были видны очень глубокія разсѣлины въ порфирахъ (фиг. 7), съ простираниемъ $NO\ 62^\circ$; но эти разсѣлины, конечно, не имѣли никакого отношенія къ землетрясенію.

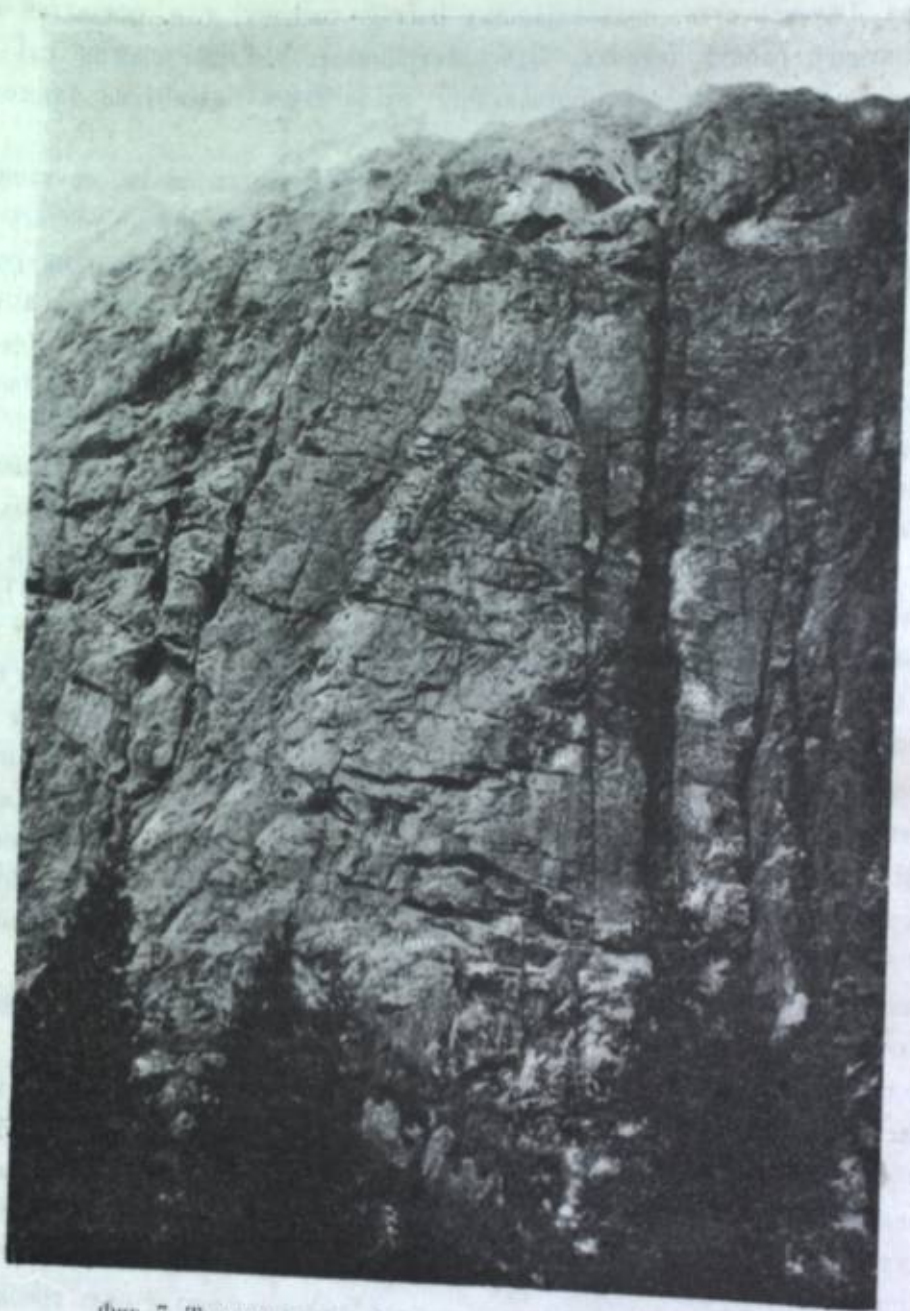
Чтобы пройти въ верхнюю часть долины рѣки, пришлось обойти озеро съ востока по очень трудной дорогѣ почти по сплошнымъ осипямъ фельзитовыхъ порфировъ (49). Къ южному берегу мѣстами появляются переходы въ гранитъ (50), но дальше на югъ снова продолжаются все тѣ же фельзитовые кварцевые порфиры (51), разбитые мѣстами очень глубокими разсѣлинами, простирающимися $NW\ 290^\circ$.

Послѣ рѣзкаго суженія долины рѣки передѣ выходомъ ея къ озеру стали обнаруживаться слѣды паденія камней съ самыхъ верхнихъ частей склоновъ и стали появляться участки побитаго лѣса. Эти явленія замѣтно усиливались вдоль ущелья съ правой стороны, которымъ идетъ подъемъ на уроч. Кара-бастау. Это ущелье проложено также среди фельзитоваго и кварцеваго порфировъ (51, 52, 54), мѣстами смѣняющихся пегматитовымъ гранитомъ (55) и кварцевымъ діоритомъ. Паденіе камней достигло наибольшаго напряженія въ области этихъ порфировъ ниже альпійскихъ луговъ урочища Кара-бастау; много прекраснаго лѣса было побито камнями.

Убѣдившись, что область разрушенія не выходитъ изъ верхней границы зоны лѣсовъ, мы спустились внизъ и направились вверхъ по р. Иссыку.

Область порфировъ продолжается и выше устья ущелья Кара-бастау, гдѣ распространены свѣтлые, красноватые и сѣрые фельзитовые кварцевые порфиры (56, 57), мѣстами брекчиевидные. По обоимъ склонамъ долины развиты великолѣпныя осипи, въ видѣ коническихъ выносовъ, питающихся высоко со склоновъ второго ряда гребней надѣ зоной лѣса; мѣстами нижнія части сосѣднихъ коническихъ выносовъ сливаются, давая отложенія, подобныя моренамъ. Второй рядъ гребней, поднимающихся надѣ гребнями и склонами, покрытыми лѣсомъ, обнаруживалъ повсюду слѣды паденія камней; но эти камни, вслѣдствіе такой конфигураціи склоновъ долины, попортили мало лѣса, устремляясь изъ воронкообразной области питанія оспей, вдоль пути обычнаго движенія камней, на тѣло самихъ оспей.

Мы дошли до мѣста соединенія двухъ Исыковъ; главную рѣку составляетъ правый Исыкъ, но изъ долины лѣваго обнаруживаются колоссальные выносы глыбового мате-



Фиг. 7. Трещины и расщелины въ порфирахъ на р. Исыкъ.

ріала, преграждающаго всю долину; въ этихъ выносахъ преобладаютъ валуны и глыбы сіенитовидной породы (58), которая очень похожа на гранито-сіениты вершины праваго Талгара (41) и представляетъ крупнозернистый микропертитовый біотитово-роговообман-

ковий гранитъ. Возможно, что часть этого матеріала непосредственнаго мореннаго образованія; по правому, главному, Исыку выше видны уже типичныя конечныя морены, а очертанія долины принимаютъ характерный корытообразный видъ (трогъ), что въ особенности бросается въ глаза по сравненію съ частью долины ниже соединенія обѣихъ вершинъ Исыка, гдѣ поперечная профиль долины имѣетъ рѣзкій V—видъ.

Въ общемъ нужно было признать, что въ долинѣ р. Исыкъ напряженность и распространеніе паденія камней были слабѣе, чѣмъ въ долинѣ лѣваго Талгара.

Ниже озера въ долинѣ р. Исыкъ продолжаютъ все тѣ же кварцевыя порфиры, частью порфириты свѣтлосѣраго цвѣта (59), что и выше. Кой-гдѣ, напр., къ востоку отъ выхода р. Исыкъ на равнину произошли незначительныя земляныя обвалы. Подножіе горъ и здѣсь окаймлено террасой (прилавкомъ), сложенной изъ мореноподобнаго матеріала, т. е. глинисто-песчаной массы съ крупными валунами; эти отложенія вверхъ по склону и ближе къ верхней поверхности террасы покрыты лёссомъ.

Отъ долины р. Исыкъ мы направились вдоль подножія горъ къ Тургеню. Равнина покрыта рыхлыми лёссовидными отложеніями, видимо смѣшанными съ валуннымъ матеріаломъ. Общее впечатлѣніе таково, что равнина покрыта матеріаломъ отъ послѣдующаго перемыва массъ, слагающихъ прилавокъ.

Нѣсколько не доѣзжая сел. Михайловскаго, на р. Тургенѣ, видѣли еще одинъ обвалъ непосредственно на склонѣ прилавка.

Обице выводы.

Описанныя маршруты представляютъ повтореніе шагъ за шагомъ маршрутовъ покойнаго Мушкетова въ 1887 г. въ предѣлахъ полосы сѣвернаго склона Зайлійскаго Алатау, гдѣ сосредоточился сильнѣйшій ударъ памятнаго землетрясенія этого года. Разрушительныя послѣдствія этого землетрясенія, какъ извѣстно, выразились въ образованіи многочисленныхъ оползней, оплывинъ, обваловъ и поверхностныхъ сдвиговъ, сосредоточенныхъ преимущественно въ зонѣ травянистыхъ склоновъ и очень немного выше нижней границы хвойнаго лѣса. И. В. Мушкетовъ говорилъ, что разрушительныя слѣды преобладали на высотахъ отъ 3000 до 6000 ф. До сихъ поръ эти слѣды сохранились настолько отчетливо, что, руководствуясь подробнымъ описаніемъ И. В. Мушкетова, можно было прослѣдить распространеніе этихъ явленій, и можно было видѣть, что оползни и обвалы поднимались въ область лѣсной зоны только въ сущности въ двухъ мѣстахъ, именно около Джусалы-куля (Джасыль-куля), на правой вѣтви Б. Алматинки, и на Акъ-джарѣ (на Аксаѣ). Около Джасыль-куля, какъ видно изъ описанія Мушкетова, оползни ослабѣвали уже на старой конечной моренѣ, нижняя оконечность которой находится на высотѣ около 7000 ф., а около озера (8125 ф.) слѣды обваловъ были ничтожны. Только одинъ Акъ-джарскій обвалъ, колоссальныхъ размѣровъ, захватывалъ склонъ горы между отмѣтками 5150 и 6000 ф., слѣдовательно далеко не достигая

верхней границы лѣса (около 9000 ф.). Въ зонѣ альпійскихъ луговъ слѣды разрушенія почти совершенно исчезали, а выше 10000 ф., по словамъ очевидцевъ, даже и сотрясеніе было едва замѣтно.

Обиліе оползней и оплывинъ вызвало въ 1887 г. запруду Б. и М. Алматинки, Аксая и другихъ рѣкъ, что повлекло затѣмъ 30-го мая бурный прорывъ водъ этихъ рѣчекъ, а вмѣстѣ съ этимъ и панику среди жителей Вѣрнаго. Что касается лѣсной зоны, то пострадало лишь ничтожное количество лѣса по Б. Алматинкѣ; нигдѣ лѣсовозныя дороги выше области оплывинъ не были испорчены. И. В. Мушкетовъ и его сотрудники повсюду могли безъ всякихъ затрудненій достигать лѣсной зоны и области альпійскихъ луговъ, куда въ большинствѣ случаевъ намъ въ 1911 г. не удалось проникнуть, вслѣдствіе совершенной порчи дорогъ, а въ особенности мостовъ.

Иная картина предстала передъ нашими глазами на сѣверномъ склонѣ Заилійскаго Алатау послѣ землетрясенія 1910 г. Въ области наибольшаго развитія оплывинъ и оползней 1887 г., между Бель-булакомъ и Аксаемъ мы встрѣтили въ травянистой зонѣ новые обвалы въ гораздо меньшемъ числѣ и въ очень неравномѣрномъ распредѣленіи (см. карту табл. I). Больше всего обваловъ отмѣчено нами между Вѣрнымъ и Бель-булакомъ, именно 10, а въ 1887 г. только въ одной долиинѣ Бель-булака Мушкетовъ насчитывалъ 12 сплошныхъ оползней, причѣмъ эти оползни онъ называетъ ничтожными сравнительно съ громадными оползнями и оплывинами въ долинахъ Котуръ-булака (см. рис. табл. 3) и Прямой щели (Богуль-булакъ). Дѣйствительно, и теперь еще можно было удивляться размѣрамъ и обилію этихъ оплывинъ, совершенно измѣнившихъ конфигурацію склоновъ вершинъ Котуръ-булака и Прямой щели. Въ долиинѣ М. Алматинки произошелъ всего одинъ обвалъ, къ востоку отъ лагеря; въ долиинѣ Б. Алматинки можно было отмѣтить до 6 незначительныхъ обваловъ, но я боюсь, что нѣкоторые изъ отмѣченныхъ относятся еще къ 1887 году, такъ какъ отъ жителей нельзя было получить опредѣленныхъ указаній. Въ долиинѣ Карагайлы произошелъ всего одинъ обвалъ, а въ долиинѣ Аксая—ни одного, также какъ и дальше къ западу, если не считать нѣкоторыхъ незначительныхъ обваловъ, испортившихъ косогоры и дороги по нимъ въ ущельяхъ Каргаулды. Только въ немногихъ случаяхъ при землетрясеніи 1910 г. были слегка обновлены циркообразныя вершины обваловъ 1887 г.; обыкновенно новые обвалы происходили на новыхъ мѣстахъ. Въ 1887 году оползней совершенно не было въ бассейнѣ Талгара и только очень незначительныя дальше къ востоку до Тургена; теперь около станицы Софійской произошелъ одинъ изъ наиболѣе крупныхъ обваловъ, и два между р.р. Иссыкъ и Тургенъ. Хотя размѣры нѣкоторыхъ обваловъ, напр., на Котуръ-булакѣ, около стан. Софійской, на Карагайлы и не уступаютъ явленіямъ 1887 года, но нигдѣ не произошло запрудъ рѣкъ, и боязнъ жителей Вѣрнаго, что съ наступленіемъ таянія снѣговъ нужно было ожидать бурныхъ грязевыхъ потоковъ, была совершенно напрасна, тѣмъ болѣе, что именно на М. и Б. Алматинкѣ не было совершенно мягкихъ обваловъ. Всѣ эти обвалы, какъ и оплывины 1887 года, произошли на травянистыхъ склонахъ, сложенныхъ изъ

элювія или лёсса, но въ общемъ они расположены гипсометрически ниже однородныхъ явленій 1887 г. Всѣ обвалы произошли почти мгновенно и именно 22-го декабря, за исключеніемъ Софійскаго, происшедшаго 1-го января 1911 года. Явленій оплывинъ, подобныхъ происшедшимъ въ 1887 году, не было вовсе; обвалы произошли на сухо.

Мушкетовъ различалъ простые оползни по наклоннымъ и пологимъ поверхностнымъ трещинамъ на склонахъ и оползни по вертикальнымъ трещинамъ съ чашеобразной вершиной; послѣдніе и сопровождалась оплывинами. Оползни съ чашеобразной вершиной преобладали въ срединной полосѣ разрушенія, а простые оползни— въ окраинной, т. е. гипсометрически ниже. Опираясь отчасти на свидѣтельства очевидцевъ, Мушкетовъ принималъ, что оползни съ чашеобразной вершиной „указываютъ на сильный вертикальный ударъ снизу, который, подбросивъ вверхъ болѣе слабыя части склоновъ, образовалъ въ нихъ чашеобразныя углубленія, заполненныя массою рыхлыхъ породъ; послѣднія, смѣшавшись съ нижними водоносными слоями, получили чашеобразное состояніе и, вслѣдствіе тяжести, стали выливаться внизъ по склонамъ, въ видѣ потока, замаскировавъ вмѣстѣ съ тѣмъ нижніе края чаши или кратера“. Многочисленныя наблюденія надъ формами обваловъ и вызывавшихъ ихъ разрывовъ склоновъ, также какъ надъ формами раньше описанныхъ разрывовъ, разсѣлинъ и надвиговъ, приводятъ меня къ иному объясненію происхожденія этихъ явленій. Въ 1910 г. мы видимъ обвалы съ чашеобразной вершиной, возникшими гипсометрически гораздо ниже, чѣмъ въ 1887 г., въ окраинной полосѣ; повсюду эти формы возникали на склонахъ болѣе или менѣе крутыхъ. На склонахъ болѣе пологихъ трещины, ограничивающія чашеобразную вершину, принимаютъ болѣе значительный радіусъ кривизны. Это не зависитъ отъ размѣровъ чашеобразной вершины; очень значительная вершина можетъ быть ограничена трещиной малаго радіуса, а ничтожная вершина можетъ быть описана кривой большого радіуса. Чѣмъ ближе пологій склонъ къ горизонтальной поверхности, тѣмъ прямолинейнѣе становятся трещины, а все это явленіе ближе переходитъ къ формѣ системы разрывовъ и разсѣлинъ.

Самый механизмъ образованія обвала съ чашеобразной вершиной и системы разрывовъ и разсѣлинъ вачивается съ мгновеннаго развитія трещины болѣе или менѣе вертикальной; такія трещины могутъ образоваться также и отъ напряженія въ горизонтальномъ направленіи тѣмъ легче, чѣмъ круче склонъ. Оторванная часть склона въ формѣ сегмента конического тѣла подъ вліяніемъ силы тяжести стремится книзу; давленіемъ значительной массы нижня части сегмента выпираются въ сторону, по направленію склона, а иногда и слегка вверху. Движеніе книзу верхней части оторванной массы ясно подтверждается расположеніемъ ея обломковъ въ видѣ ряда ступеней съ верхней поверхностью, наклонной къ горѣ, а не отъ нея. Чѣмъ положе склонъ, тѣмъ слабѣе движеніе книзу, и на горизонтальной поверхности оно становится возможнымъ только при условіи насыщенія слоевъ подземной водой; сопротивленіе частей, расположенныхъ ниже, ведетъ къ образованію надвиговъ, т. е. формъ, подобныхъ складкамъ.

Такія формы можно было видѣть и на поверхности обваловъ на болѣе крутыхъ склонахъ, но обычно стремительность движенія книзу выбрасываетъ кверху часть матеріала и перекрываетъ имъ нижнія массы, оказывавшія сопротивленіе движенію.

Сухое и холодное время года, когда произошло землетрясеніе 1910 г., позволило сохраниться формамъ обваловъ съ большей чистотою, чѣмъ въ 1887 г., когда обиліе водъ, повлекшихъ образованіе оплывинъ, замаскировало и самый механизмъ образованія обваловъ. Всѣ эти соображенія приводятъ меня къ заключенію, какъ я уже говорилъ, что обвалы съ чашеобразной вершиной и площади разрывовъ, разсѣлинъ и надвиговъ представляютъ явленія одного порядка, именно слѣдствіе горизонтальнаго удара, а морфологическое различіе зависитъ только отъ степени крутизны склоновъ.

Въ 1887 г. Мушкетовъ отмѣтилъ каменистыя осыпи, какъ слѣдствіе землетрясенія, только въ долині М. Алматинки, около верхней границы лѣса. Коренныя породы были захвачены обвалами только на Акъ-джарѣ, въ долині Аксаю, но, какъ можно убѣдиться и теперь, этотъ грандіозный обвалъ захватилъ исключительно поясъ сильно разрушеннаго гравита. Въ 1910 г. произошло въ области каменистыхъ склоновъ въ зонѣ лѣса и выше ея оригинальное явленіе, подобнаго которому ни разу не упоминалось въ описаніяхъ послѣдствій различныхъ землетрясеній. На каменистыхъ склонахъ происходили подъ вліяніемъ ударовъ землетрясенія не сплошныя осыпи, а откалываніе отдѣльныхъ скалъ, глыбъ горныхъ породъ иногда совершенно свѣжихъ. Если откалываніе происходитъ въ вершинѣ борозды или рывины на склонѣ, то паденіе такой скалы вызывало и осыпи, но чаще камни отрывало независимо отъ такихъ рывинъ или уже старыхъ осыпей, и паденіе ихъ не вызывало паденія другихъ. Въ зонѣ альпійскихъ луговъ, напр., по Аксаю, лѣвый склонъ долины былъ прямо изрытъ слѣдами ударовъ отдѣльныхъ падавшихъ камней. Гдѣ падавшіе камни встрѣчали на пути лѣсъ, тамъ происходила его ломка, но опять-таки не сплошными участками, а отдѣльными деревьями (рис. табл. 4); рѣже поломка лѣса подѣляла вліяніемъ цѣлаго града падающихъ камней и скалъ происходила въ такомъ размѣрѣ, что склонъ, покрытый раньше прекраснымъ строевымъ лѣсомъ, казался издали разсыпанной спичечной коробкой, напр., на правомъ склонѣ лѣваго Талгара. Скалы и камни летѣли съ большой живой силой, обыкновенно скачками, вырывая и ломая на своемъ пути отдѣльныя деревья или группы ихъ, но не сплошныя полосы лѣса, какъ при обыкновенныхъ каменныхъ осыпяхъ. Нерѣдко полетъ камней, величиною до $\frac{1}{2}$ куб. сажени, былъ настолько стремительнымъ, что камень, подобно орудійному снаряду, срывалъ гибкую верхушку дерева, не ломая его ствола. Мѣстами, именно на обонихъ Талгарахъ, паденіе камней происходило болѣе скученно; камни, слѣдуя одинъ за другимъ, перелетали съ одного склона на другой, покрыли нижнія части склоновъ непрходимыми накопленіями битаго лѣса, камней, порванной земли; мосты лѣсовозныхъ дорогъ по обонимъ Талгарамъ были разбиты падавшими скалами, и, къ крайнему сожалѣнію, мы не могли на обонихъ Талгарахъ пройти черезъ эти прегражденія въ верхнюю часть долины, гдѣ, по словамъ казаковъ, явленіе паденія камней быстро исчезало. На

Талгарахъ и на р. Иссыкъ полоса разрушенія сосредоточивалась на высотахъ отъ 6000 до 7000 ф., но собственно область наибольшаго отрыва камней происходила близъ верхней границы лѣса, слѣдовательно около 9000 ф. На Иссыкъ, Кара-бастау, Аксаѣ, правомъ Талгарѣ (Сютты-булакѣ) мы прошли до альпійскихъ луговъ и сплошнаго снѣга; повсюду напряженность явленія паденія камней и скалъ на этихъ высотахъ ослабѣвала. Что явленіе распространилось мѣстами и выше, краснорѣчиво свидѣтельствуетъ паденіе части скалъ на сѣверномъ склонѣ Мало-Алматинскаго пика, что жители Вѣрнаго отчетливо видѣли въ первые дни послѣ землетрясенія по слѣдамъ, оставленнымъ скалами на снѣговыхъ поляхъ пика.

Какъ обвалы травянистыхъ склоновъ, такъ и паденіе камней въ лѣсной зонѣ не обошлись безъ человѣческихъ жертвъ; погубило нѣсколько зимовокъ киргизовъ съ людьми и скотомъ на Котуръ-булакѣ и на правомъ Талгарѣ; на лѣвомъ Талгарѣ убило казака съ лошадьми, поднимавшагося по лѣсовозной дорогѣ въ роковое утро 22-го декабря. Казаки, лѣсорубы, застигнутые въ своихъ землянкахъ въ это утро на Талгарѣ и на Иссыкъ, рассказывали, что паденіе камней сопровождалось градомъ искръ, производившихъ впечатлѣніе, что ломаются всѣ горы. Паденіе камней происходило въ области развитія гранитовъ и кварцевыхъ порфировъ, и можно считать вполне достовѣрнымъ свѣтовое явленіе надъ горами, напоминавшія зарницу и отмѣченныя многими жителями Вѣрнаго въ моментъ, нѣсколько предшествовавшей главному удару (минуты за $1-1\frac{1}{2}$ ¹⁾). Описанное явленіе отскакиванія камней не имѣло широкаго распространенія по сѣверному склону Зайлійскаго Алатау. Оно имѣло мѣсто преимущественно тамъ же, только гипсометрически выше, гдѣ произошли и рѣдкіе обвалы травянистыхъ склоновъ. Наиболѣе сосредоточенная полоса падавшихъ камней прошла отъ лѣваго Талгара до Кара-бастау (въ бассейнѣ Иссыка), на протяженіи не болѣе двадцати пяти верстъ. Къ сѣверо-востоку слабыя слѣды этого явленія можно было замѣтить только по лѣвую сторону р. Тургена, а на юго-западѣ они отмѣчены нами въ слабой степени на М. Алматинкѣ и нѣсколько сильнѣе по обѣимъ вершинамъ Б. Алматинки (такъ въ Проходной щели паденіе отдѣльныхъ камней замѣтно на высотахъ отъ 5500 до 10000 ф.) и на Аксаѣ (преимущественно на высотахъ отъ 6000 до 8000 ф.); въ области Каскелена (по сѣверному склону хребта) паденіе камней имѣло чисто случайный характеръ и снова нѣсколько болѣе сосредоточенный въ ущельяхъ Кастекъ и Кара-кастекъ.

Закономѣрность въ распредѣленіи максимума обваловъ и паденія камней позволяетъ сдѣлать заключеніе, что и эти явленія относятся къ одному порядку, какъ слѣдствіе сотрясенія подъ вліяніемъ горизонтальныхъ ударовъ. Если горизонтальные удары, все равно отъ какой бы причины они не возникали, преобразовывалась въ поперечныя упругія волны, не могутъ дать даже въ мягкихъ рыхлыхъ породахъ значительные линейные разломы, а только кривыя трещины, то тѣмъ болѣе въ твердыхъ коренныхъ

¹⁾ См. также, Семир. Обл. Вѣд. 1911 г., 23-го февр., № 41.

породахъ нельзя ожидать линейный разломъ; упругія волны, достигая поверхности твердыхъ каменныхъ массъ, отрываютъ отдѣльныя части, иногда скалы, чаще глыбы или даже средней величины камни. Въ области Талгара и Иссыка мнѣ бросилось въ глаза, что гранитные склоны отличаются необыкновенной трещиноватостью; иногда крутые склоны изоброждены глубокими разсѣлинами (фиг. 7) по направленимъ различныхъ плоскостей отдѣльности, но отрываніе, отскакиваніе скалъ и камней происходило не въ такихъ, казалось бы, predeterminedъ къ паденію частяхъ каменныхъ массъ, а преимущественно по свѣжимъ поверхностямъ излома въ совершенно свѣжихъ горныхъ породахъ. Въ этомъ обстоятельстве я вижу подтвержденіе мысли, что отскакиваніе скалъ и камней было слѣдствіемъ не непосредственнаго смѣщенія частей горныхъ массъ, а только прохожденія напряженныхъ упругихъ волнъ. Въ первомъ случаѣ должны были бы просто упасть тѣ части, которыя находились въ наименѣе устойчивомъ состояніи; во второмъ падаютъ тѣ поверхностныя части, до которыхъ упругія волны достигаютъ съ наименьшей потерей своей напряженности, т. е. части, связанныя наиболѣе непрерывно съ мѣстомъ возбужденія начального удара.

Естественно возникаетъ вопросъ, отчего въ 1887 г., когда явленіи обваловъ и оползней имѣли такое широкое развитіе, не было почти совсѣмъ явленій разрушенія твердыхъ каменныхъ склоновъ, а въ 1910 г. оба явленія имѣли мѣсто, но первое въ значительно ослабленномъ масштабѣ. Если бы мы знали, въ чемъ первоначальная причина возбужденія сотрясенія и горизонтальныхъ ударовъ, вызвавшихъ оба явленія, то я думаю, что можно было бы съ большей опредѣленностью отвѣтить на поставленный вопросъ. Относительное спокойствіе въ 1887 г. лѣсной зоны, по крайней мѣрѣ около ея верхней границы, показываетъ, что возбужденіе начального исходнаго напряженія было внѣ ея, въ области склоновъ отъ 6000 ф. книзу; вслѣдствіе какихъ то причинъ это напряженіе не распространилось на массивы горъ, выше 6000 ф. Въ 1910 г. исходное напряженіе захватило въ свою сферу и области болѣе высокія, по крайней мѣрѣ до 10000 ф. на сѣверномъ склонѣ Заилійскаго Алатау. Почему въ такомъ случаѣ такъ слабо отразилось это движеніе въ предѣлахъ отъ 6000 до 3000 ф.? Абсолютная величина напряженія едва ли была ниже, чѣмъ въ 1887, по крайней мѣрѣ для пространства отъ Б. Алматинки до Талгара. Я думаю, что именно въ 1887, а отчасти и въ 1889 г., на сѣверномъ склонѣ Заилійскаго Алатау были уже смѣщены тѣ части склоновъ, которыя оказались наиболѣе воспримчивы къ движенію; дѣйствительно, новые обвалы почти не задѣли старыхъ пространствъ, не смотря на кажущіяся благоприятными для этого внѣшнія условія, напр., крутизна склоновъ. Въ области Акъ-джара на Аксѣ сотрясенія 1910 г. не въ силахъ были оборвать ни каменные склоны чашеобразной вершины, ни лѣссовые склоны сосѣднихъ высотъ, а въ то же время эти сотрясенія изорвали и растрепали тѣло стараго мореноподобнаго отложенія этого обвала; очевидно, двадцать четыре года, прошедшіе со времени землетрясенія 1887 г., были недостаточны,

чтобы придать тѣлу этого отложенія необходимую связность и достаточное сопротивленіе разрыву при сотрясеніи.

Этотъ фактъ показываетъ, какъ велико можетъ быть сопротивленіе разрыву естественныхъ склоновъ, сложенныхъ даже изъ лёссовыхъ образований и элювія, если они достаточно сухи. Очень возможно, что степень проявленія обваловъ, оползней и оплывинъ въ 1887 г. зависѣла также и отъ весенняго времени года, когда степень устойчивости склоновъ значительно понижается.

Конфигурація склоновъ въ Заилійскомъ Алатау очень часто характеризуется широкими циркообразными выемками, впереди которыхъ понижается обособленный поперечный отрогъ; такое сочетаніе выемокъ и уваловъ впереди ихъ показываетъ, что въ дѣлѣ моделировки склоновъ явленія обваловъ принимали здѣсь очень широкое участіе еще со времени, предшествовавшего ледниковой эпохѣ. Нерѣдко современные обвалы, напр., въ вершинахъ Котуръ-булака, группируются именно въ широкой выемкѣ древнихъ обваловъ.

Цѣлый рядъ соображеній геологическаго характера позволилъ И. В. Мушкетову признать, что полоса наибольшаго разрушенія склоновъ отъ Акъ-джара до М. Алматинки „соотвѣтствуетъ гранитной окраинѣ хребта, возвышающейся надъ сглаженной степью, покрытою песчано-глинистыми и галечниковыми наносами“. Эта окраина отмѣчена И. В. Мушкетовымъ, какъ одинъ изъ продольныхъ сбросовъ на сѣверномъ склонѣ Заилійскаго Алатау. Я вполне присоединяюсь къ этому мнѣнію; эта окраина представляетъ одинъ изъ наиболѣе типичныхъ линеаментовъ Тянь-шаня, т. е. линій определеннаго орографическаго характера, зависящаго не отъ денудации, а отъ внутренняго геологическаго строенія; это одна изъ главныхъ линій очертанія рельефа сѣвернаго склона Тянь-шаня. Эта сбросовая линія была отмѣчена въ 1887 г. и дальше къ юго-востоку отъ Акъ-джара до Каскелена цѣлымъ рядомъ крупныхъ обваловъ, отчетливо сохранившихся до сихъ поръ на высотахъ отъ 6000 до 7000 ф. Въ 1910 г. здѣсь произошелъ только рядъ разрывовъ и небольшихъ смѣщеній на мягкихъ травянистыхъ склонахъ, которыми начинается отъ Каргаулды до Каскелена полоса предгорій, совершенно отсутствующихъ къ сѣверо-востоку отъ Аксака. Я могу только повторить выводъ Мушкетова о тѣснѣйшей связи между направленіемъ этого продольнаго окраиннаго сброса вдоль зоны гранитовъ Заилійскаго Алатау и направленіемъ полосы наибольшаго разрушенія въ горахъ. И. В. Мушкетовъ отмѣтилъ также, что землетрясеніе 1887 г. было боковымъ, т. е. линія наибольшаго разрушенія (эпицентральная) была значительно прижата къ южной сторонѣ области распространенія; къ сѣверу землетрясеніе распространялось дальше, чѣмъ къ югу. Опираясь на эти совершенно правильныя положенія, можно сдѣлать заключеніе, что въ 1887 г. вдоль тектоническаго сброса Акъ-джаръ—М. Алматинка (зона М, см. карты табл. I и VIII) произошло новое смѣщеніе сѣвернаго крыла; вѣроятно, это смѣщеніе имѣло вертикальное направленіе, а южное крыло, сложенное изъ гранитовъ, осталось въ покоѣ. При такомъ предположеніи, становится яснымъ

положеніе полосы наибольшаго разрушенія въ зонѣ отъ 3000 до 6000 ф., распространеніе разрушительныхъ ударовъ преимущественно къ сѣверу, а не къ югу. Разсматривая положеніе обваловъ 1887 г., можно видѣть, что исключительно Акъ-джаръ и, можетъ быть, нѣкоторые обвалы въ долинѣ Проходной щели приходится болѣе или менѣе непосредственно на линіи предполагаемаго сброса; остальные, въ особенности область обваловъ Прямой щели, Котуръ-булака и Бель-булака, приходится нѣсколько къ сѣверу. Самое построеніе линейнаго продольнаго сброса можно было сдѣлать для 1887 г. только на основаніи геологическихъ соображеній; никакихъ слѣдовъ линейнаго разрыва, какъ проекціи этого разлома на поверхности, нигдѣ здѣсь не было обнаружено. Непосредственно надъ и около линіи разлома, какъ поверхностнаго проявленія тектоническаго смѣщенія, движенія должны выразиться рядомъ ударовъ вертикальнаго направленія; Мушкетовъ, какъ мы видѣли, и считалъ обвалы съ чашеобразными вершинами проявленіемъ такихъ вертикальныхъ ударовъ, а мнѣ кажется болѣе вѣроятнымъ образованіе надъ линіей разлома не обваловъ съ чашеобразными вершинами, а болѣе или менѣе линейной же формы смѣщеній, напр., ряда обваловъ съ вершинами, почти сливающимися въ прямую линію, или просто системы трещинъ, разсѣлинъ и надвиговъ, сохраняющихъ определенное направленіе, независимое отъ рельефа. Нельзя отрицать, конечно, возможности образованія обваловъ съ чашеобразными вершинами, какъ слѣдствія вертикальныхъ ударовъ, напр., для парной группы Акъ-джара, но нельзя распространять такое объясненіе на обвалы, расположенные хотя бы въ верстѣ отъ линіи вертикальнаго смѣщенія. Въ стороны отъ этой линіи движеніе должно распространяться поперечными волнами, вызывающими горизонтальное сотрясеніе, какъ слѣдствіе ударовъ, направленныхъ горизонтально, а не вверхъ. Дальше мы увидимъ подтвержденіе этого моего положенія, которое заставляетъ меня считать полосу обваловъ 1887 г. Котуръ-булака, Прямой щели, М. и Б. Алма-тинокъ, лежащей не на линіи сброса, а къ сѣверу отъ него.

Въ 1910 г. линія исходнаго напряженія на сѣверномъ склонѣ Заилійскаго Алатау перемѣстилась нѣсколько къ югу; разрѣшилась ли оно линейнымъ разломомъ вдоль склона, въ предѣлахъ полосы наибольшаго паденія камней, или скорѣе выше этой полосы, — мнѣ осталось невѣстнымъ, такъ какъ проникнуть выше полосы наибольшаго разрушенія по лѣвому и среднему Талгару мнѣ не удалось. Напряженіе могло, конечно, разрѣшиться и просто серіей упругихъ волнъ, рвавшихъ твердыя горныя породы около верхней границы лѣса, вызвавшихъ отдѣльные обвалы, морфологически совершенно однородные обваламъ 1887 г., къ сѣверу въ зонѣ травянистыхъ склоновъ и выразившихся даже поверхностными волнами въ области низменныхъ сазовыхъ пространствъ около Вѣрнаго.

Тѣмъ не менѣе, уѣзжая изъ Вѣрнаго, я просилъ г. П. Бобрикова, инспектора по трудовой помощи населенію, собиравшагося въ началѣ іюня ѣхать на верховья Талгара, обратить вниманіе на возможность находженія линейнаго разлома именно выше лѣсной зоны. Г. Бобриковъ впоследствии сообщилъ мнѣ отъ 6-го іюня 1911 г.,

что имъ совместно съ лѣсничимъ г. П. П. Перовскимъ замѣчена „на линіи выше лѣсной зоны сплошная трещина въ массивѣ, составляющемъ переваль М. Алматинка-Талгаръ и называющемся Кокъ-ашикъ. Направленіе трещины съ СВ на ЮЗ“¹⁾. Какъ увидимъ дальше, это указаніе (зона а, карты табл. I и VIII) вполне согласуется съ тѣмъ, что мы видѣли въ другихъ мѣстахъ горъ.

Гоббсъ, опираясь на свои изслѣдованія въ Калабріи, утверждаетъ, что энергія поперечныхъ волнъ, распространяющихся въ сторону отъ линейнаго разлома, настолько быстро поглощается, затухаетъ, что уже въ разстояніи 2—4 килом. не можетъ оказывать разрушительнаго дѣйствія на постройки. Съ этимъ нельзя согласиться безъ всякихъ оговорокъ, также какъ съ его мнѣніемъ, что каждая система разрывовъ и разсѣлинъ есть только поверхностное проявленіе тектоническаго смѣщенія на глубинѣ. Такія системы трещинъ и разрывовъ могутъ быть слѣдствіемъ горизонтальныхъ ударовъ, какъ было отмѣчено раньше, и могутъ повторяться на значительномъ разстояніи отъ линіи разлома, измѣряемомъ даже десятками верстъ; въ другихъ случаяхъ, дѣйствительно, энергія поперечныхъ волнъ исощается уже въ разстояніи 1—3 верстъ отъ линіи разлома, какъ мы увидимъ это въ долині Б. Кебина. Если слѣдовать взглядамъ Гоббса, то для окрестностей Вѣрнаго пришлось бы строить цѣлый рядъ гипотетическихъ сбросовъ надъ каждой группой обваловъ и системой поверхностныхъ разрывовъ, разсѣлинъ и надвиговъ. Морфологически одинаковыя разрушенія на поверхности, какъ разрывы и надвиги, могутъ быть слѣдствіемъ причинъ различнаго порядка, какъ это мы увидимъ дальше.

Центральная часть Заилійскаго Алатау и его южный склонъ.

Долина р. Тургеня, хребты Карачъ и Сары-тау.

Изъ селенія Михайловскаго, быстро снарядившись, мы направилась въ тотъ же день 16 мая вверхъ по р. Тургеню, откуда намъ нужно было найти какой нибудь проходъ въ верхнюю долину р. Чилика.

По свѣдѣніямъ изъ официальныхъ источниковъ было извѣстно, что въ области верхняго теченія р. Чилика и нижняго теченія р. Б. Кебина землетрясеніе имѣло катастрофическій характеръ; въ долині Б. и частью М. Кебина было убито въ Сарыбагшешевской и Атекинской волостяхъ 245 человекъ и ранено 89, юртъ было уничтожено 616 и скота 3421 головъ; въ долині Чилика въ Чиликской волости число убитыхъ опредѣлялось только въ 15 человекъ, и скота погибло 1363 головы, но эта убыль приходится только на одинъ 5-й аулъ, такъ называемыхъ тугузаковъ, единственно только и зимующихъ на большихъ высотахъ въ верховьяхъ Чилика. Относительно характера ка-

¹⁾ Я стремился подняться на переваль Кокъ-ашикъ 22-го апрѣля, но могъ подняться только до высоты 7800 ф., такъ какъ выше все было покрыто еще снѣгомъ.

тастрофы въ долині Б. Кебина имѣлись уже опредѣленные указанія ¹⁾ на крупныя измѣненія въ горахъ не только въ видѣ обваловъ, но также трещины, протягивающейся на десятки верстъ. Въ долину же верхняго Чилика до тѣхъ поръ не удалось проѣхать даже никому изъ лицъ мѣстной администраціи; въ административномъ отношеніи эта область относится къ Джаркентскому уѣзду, но отъ Джаркента верхній Чиликъ (такъ называемый Тау-Чиликъ) слишкомъ удаленъ, а изъ Вѣрнаго ближайшій путь идетъ черезъ переваль Амонджолъ, недоступный, какъ оказалось, почти до конца мая. Въ задачу первой части моего рейса на Пржевальскъ и входило посѣтить верховья Чилика и по возможности болѣе высокія горныя области.

Въ берегахъ Тургена обнажаются глины, слагающія двѣ нижнія террасы; выше поднимаются еще двѣ террасы, изъ которыхъ верхняя совпадаетъ съ прилавкомъ между Иссыкомъ и Тургенемъ. Слои свѣтложелтой песчанистой глины, перемежаемой рыхлымъ конгломератомъ (60), образующіе нижнюю террасу, обнаруживаютъ мѣстами легкое паденіе на NW 340°.

Отъ мѣста выхода Тургена изъ горъ (около кордона) по обимъ берегамъ рѣки развиты порфириты (61, 62) сѣраго цвѣта съ развитымъ флюидальнымъ сложеніемъ. На правой сторонѣ рѣки красивые утесы, отмѣченные уже Мушкетовымъ ²⁾, сложены изъ порфировой брекчии (63); брекчия образована кусками необыкновенно крѣпкаго кварцеваго порфира, сцементированными глинистымъ матеріаломъ желтаго и фіолетоваго цвѣта; этотъ матеріалъ представляетъ, конечно, только продуктъ разрушенія первичнаго матеріала вулканической брекчии. Нѣсколько выше по склону брекчия цементована желѣзисто-марганцовымъ цементомъ. Выходы брекчій занимаютъ вдоль рѣки не болѣе 1/2 версты, скриваясь выше подъ различными отложеніями склоновъ и осыпями, а еще выше снова появляются порфириты, мѣстами сильно окремѣлые (64, 65) или совершенно не отличимые отъ порфировъ долины р. Иссыкъ (66).

На подѣмѣ на первый Карачъ снова однако появляются подобныя же брекчии (67) среди сѣрыхъ и красныхъ фельзитовыхъ порфировъ (68). Дорога идетъ вдоль южнаго склона Карача, пересѣкая мѣстами великолѣпно выраженные цирки, расположенные даже ярусами, напр., Сазъ-карачъ. Эти цирки заполнены часто рыхлыми мореноподобными отложеніями; дикія, узкія, совершенно непроходимыя ущелья соединяютъ иные изъ такихъ цирковъ съ главной долиной рѣки. Эти цирки могутъ быть, конечно, сильно размытыми остатками каръ; конфигурація и расположеніе ихъ напоминаютъ однако и обыкновенные сборные бассейны потоковъ.

На такъ называемомъ второмъ Карачѣ, по склонамъ дикаго ущелья прекрасно обнажается мощная толща слоеобразныхъ (банками) массъ опять порфировой стекловатой брекчии (69); слоеобразныя массы имѣютъ пологое паденіе на NW 320°; онѣ образуютъ довольно ровныя заплечики вдоль южнаго склона. Эта конфигурація, за ко-

¹⁾ Семир. Обл. Вѣд., 1911 г., № 22 и № 42.

²⁾ Туркестанъ, II, стр. 83.

торую мы слѣдимъ уже вдоль всего Зайлійскаго Алатау, носить всѣ признаки ледниковаго образованія; тѣмъ не менѣе, я все-таки сомнѣваюсь въ ледниковомъ (каровомъ) образованіи упомянутыхъ цирковъ Карача.

Порфиры продолжаются и дальше по Карачу; переваль къ Сарымсакты (частью уже къ Карагайлы-булаку) находится выше границы лѣса; онъ окруженъ округленными горами, покрытыми элювиемъ порфировъ. Къ долину р. Асы дорога поднимается переваломъ Ассининъ-джоль; подъ такимъ же названіемъ (или Кумбель) извѣстенъ и переваль къ долину Асы черезъ главный хребетъ Карача. Куполообразныя вершины, покрытыя элювиемъ порфира, окружаютъ и здѣсь область перевала Ассининъ-джоль; такія же округленныя высоты Чульджота поднимаются и на югъ отсюда, образуя область верховій долины Асы. На склонѣ Чульджота появляются красныя брекчійевыя стекловатыя порфиры съ флюидалнымъ и перлитовымъ сложеніемъ (70). Чульджота представляетъ не болѣе, какъ южный уступъ Карача. Отсюда прекрасно видна долина р. Асы съ ея отчетливо развитыми террасами, а впереди на югѣ — ровный гребень хребта Сары-тау. Спускъ съ Чульджота идетъ по крутому скалистому ущелью одной изъ вершинъ Ой-джайляу; повсюду продолжаются все тѣ же красныя фельзитовыя и стекловатыя брекчійевыя порфиры, которые были прослѣжены (71) до слиянія рѣчекъ Ой-джайляу и Ушъ-булакъ. Ой-джайляу называютъ собственно широкое урочище въ вершинѣ р. Асы, окруженное пологими склонами со стороны хребтовъ Карачъ и Сары-тау. По этимъ склонамъ развитъ уже элювій краснаго гранита.

Хребетъ Карачъ представляетъ собою мощное порфировое изліяніе; развитіе брекчійевыхъ разностей порфира, обычно стекловатыхъ, и расположеніе пологими банками порфировыхъ массъ свидѣтельствуютъ о типичномъ эффузивномъ образованіи этого массива. Изліяніе распространялось, повидимому, съ юга, со стороны главнаго хребта Зайлійскаго Алатау. Округленныя вершины хребта Карачъ въ области Ассининъ-джоль, отчетливыя заплечики вдоль глубокаго ущелья р. Карачъ, глубокія ущелья этой рѣки и р. Тургеня, — словомъ вся современная конфигурація хребта Карачъ есть только результатъ денудаціи, моделировки первоначальнаго изверженнаго массива работою воды и, вѣроятно, также ледниковъ.

На всемъ пути отъ Михайловскаго до Ой-джайляу мы замѣтили единственнымъ слѣдомъ землетрясенія невзначительныя каменныя обвалы надъ западнымъ склономъ р. Тургеня, ниже его соединенія съ Карачемъ; тамъ въ ущельѣ около пасѣки Сычева было побито также немного лѣса.

Съ Ой-джайляу намъ нужно было найти проходъ черезъ Зайлійскій Алатау.

Изъ всего предшествовавшаго описанія видно, что Зайлійскій Алатау къ востоку отъ Вѣрнаго замѣтно расширяется, отдѣляя вдоль сѣвернаго склона рядъ отроговъ, постепенно развивающихся въ довольно развитыя предгорія, но до меридіана перевала Амонджоль главный хребетъ не утрачиваетъ своего орографическаго единства. Къ востоку же отъ этого перевала Зайлійскій Алатау раздѣляется орографически на двѣ

вѣтви, сѣверную — хр. Сары-тау и южную — Далашикъ. Сѣверныя предгорія Алатау, отличающіяся между Талгаромъ и Тургенемъ необыкновенно развитой поперечной расчлененностью, обособляются къ востоку отъ Тургени въ третью сѣверную вѣтвь, которая и составляетъ хребетъ Карачъ, или, на картахъ Тюре-Джайлау. Одновременно такимъ раздѣленіемъ Алатау на три хребта, естественно получаетъ рѣзкое преобладаніе продольное расчлененіе въ видѣ извѣстныхъ долинъ Асы, Дженишке и Чилика. Сѣверная изъ этихъ вѣтвей, Карачъ, представляетъ, мы видѣли, массивное поднятіе порфировъ, которые только слабо выражаются вдоль сѣвернаго склона Зайлійскаго Алатау около меридіана Вѣрнаго; обособленіе двухъ южныхъ вѣтвей есть слѣдствіе дальнѣйшаго осложненія геологическаго состава и строенія.

Перевалъ Амонджолъ былъ закрытъ еще снѣгомъ и отъ Ой-джайлау мы были принуждены сдѣлать обходъ къ востоку, чтобы пересѣчь двѣ вѣтви водораздѣльнаго хребта порознь. Нѣкоторыя затрудненія могъ представить, конечно, только хребетъ Сары-тау, такъ какъ Далашикъ представляетъ не столько хребетъ, сколько расчлененное высокое плато. Сары-тау мы должны были пройти переваломъ Иссыкъ-асу, но самый перевалъ былъ заваленъ еще снѣгомъ, и мы пошли по такъ называемымъ кара-гырамъ, т. е. чернымъ скаламъ; такъ киргизы обыкновенно называютъ всѣ обходы снѣговыхъ переваловъ по скаламъ и гребнямъ, на которыхъ снѣгъ не держится.

Какъ на подъемѣ, такъ и на перевалѣ (около 10800 ф.) развиты граниты (72, 73, 74) порфировидные, гранофировые, разбитые правильной системой отдѣльностей (пад. на NO 72° и NW 310°); въ общемъ преобладаютъ крупнозернистыя разности краснаго цвѣта. Граниты продолжались непрерывно на спускѣ съ перевала до вершинъ Кара-арча.

Въ вершинахъ р. Дженишке, на Кой-булакѣ появляются хлоритовые сланцы (75), падающіе на NW 340° уг. 55°. Сланцамъ подчинены озмѣвированныя породы свѣтло-сѣраго цвѣта (76), представляющія сильно кальцинированную массу, въ которой можно признать пироксеново-баститовое габбро. На лѣвомъ склонѣ слѣдующей вершины Дженишке, Куръ-булака, обнажаются (77) сильно озмѣвированныя діабазы и авгитовые порфириты съ стекловатой основной массой. Эти породы имѣютъ типичный эффузивный, т. е. андезитовый обликъ. Дальше къ Моинъ-сазу онѣ смѣняются роговообманковыми сланцами (78, 79, 80). Углубленіе долинъ здѣсь незначительное, и путь проходитъ все время на высотахъ не менѣе 8000 ф. Склоны долинъ сглажены съ отдѣльными скалистыми выступами, т. е. обнаруживаютъ конфигурацію, живо напоминающую ледниковую. Появляются красно-бурые мелафироваго типа стекловатые авгитовые андезиты (81) и красные кварцевые порфиры (82), совершенно однородные породамъ около Иссык-скаго озера.

Эти породы слагаютъ и платообразный водораздѣлъ къ главной вершинѣ р. Дженишке, гдѣ развиты озмѣвированныя діабазы и діабазовые порфириты (83). Непосредственно на этихъ породахъ въ долинѣ Дженишке появляется свита красныхъ конгло-

мератовъ (84), пад. на SW 200° уг. около 40°. Конгломераты сложены исключительно изъ гальки краснаго кварцеваго порфира. Къ верхнимъ горизонтамъ конгломераты переходятъ въ песчаники. Эта свита осадочныхъ породъ, вѣроятно палеозойскаго возраста, зажата между порфирами на сѣверѣ и озмѣвированными діабазовыми порфиритами (85) на югѣ. Отъ южнаго склона долины Дженишке дорога спускается въ область округленыхъ горокъ, сложенныхъ изъ красныхъ гранитовъ, преимущественно гранофировой структуры (86), пересѣченныхъ жилами діабазоваго (или андезитоваго) порфирита (87), сильно кальцинированнаго, но еще съ остатками стекловатой основной массы. Тѣ же красные граниты, ортоклазовые и биотитовые (88), съ жилами діабаза (89), продолжаютъ и къ плоскому перевалу Акъ-кія (около 9900 фут.). На спускѣ съ этого перевала обнажаются зеленоватые фельзитовые, частью стекловатые, порфиры (90) съ развитымъ флюидалнымъ сложеніемъ, имитирующимъ сланцеватость съ паденіемъ на SO 120° уг. 70°. Эти порфиры перекрываютъ бѣлые биотитовые граниты (91) и снова діабазы (92) или эпидіабазы (92), на которыхъ и заканчивается спускъ къ долині р. Чилика.

Отъ р. Дженишке до р. Чилика мы прошли, такимъ образомъ, западную оконечность плоскогорья Далашикъ.

На всемъ пути отъ Ой-джайлау, на которомъ насъ встрѣтила 8 мая сильная непогода со снѣгомъ и дождемъ, слѣды разрушеній, въ видѣ незначительныхъ каменистыхъ обваловъ на высотахъ выше 8000 ф., были замѣчены только въ верховьяхъ Дженишке на гранитахъ и красныхъ палеозойскихъ конгломератахъ.

Долина р. Чилика.

Долина Чилика была осмотрѣна на протяженіи болѣе 80 верстъ отъ урочища Кугантуръ до рѣки Шаты.

Часть долины отъ перевала Акъ-кія до урочища Тамчи къ западу находится приблизительно въ зонѣ хвойнаго лѣса, отъ 6500 ф. до 8500 ф.; вершина Чилика отъ урочища Тамчи къ западу постепенно поднимается на протяженіи около 25 верстъ до области непроходимыхъ снѣговъ, покрывающихъ группу горъ Кебино-Чиликскаго водораздѣла, составляющихъ орографическое соединеніе Зайлійскаго и Кунгей Алатау. Въ урочищѣ Кугантуръ, на высотахъ отъ 9000 до 10000 ф., среди альпійскихъ луговъ раскинуты зимовки 5-го аула тугузаконъ, не оставляющихъ этихъ высотъ и зимою. Паденіемъ скалъ и камней со стороны Зайлійскаго Алатау и оказались разбитыми, какъ упомянуто, ихъ юрты, было убито 15 человекъ и погибло 1363 головы скота.

Въ долину р. Чилика мы спустились съ перевала Акъ-кія къ такъ называемой ставкѣ Икея. На сѣверной сторонѣ долины мы видѣли только что упомянутые граниты и діабазы, а на южной сторонѣ обнажаются обломочныя породы (107) въ видѣ сланцевъ, мѣстами почти филитоваго облика; въ сущности это разсланцованные песчаники съ начавшимся развитіемъ слюды; пад. ихъ на NW 300° уг. 45°—50°. Ихъ прости-

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣляхъ Тянь-шаня.



✓ Трещины на древней моренѣ (Араль-тюбе), на лѣвомъ берегу р. Чилика.



✓ Обвалъ и трещины старой морены въ Араль-тюбе.

← 120 →

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣляхъ Тянь-шана.



Видъ на урочище Тогузь-Тарау, Чиликъ.

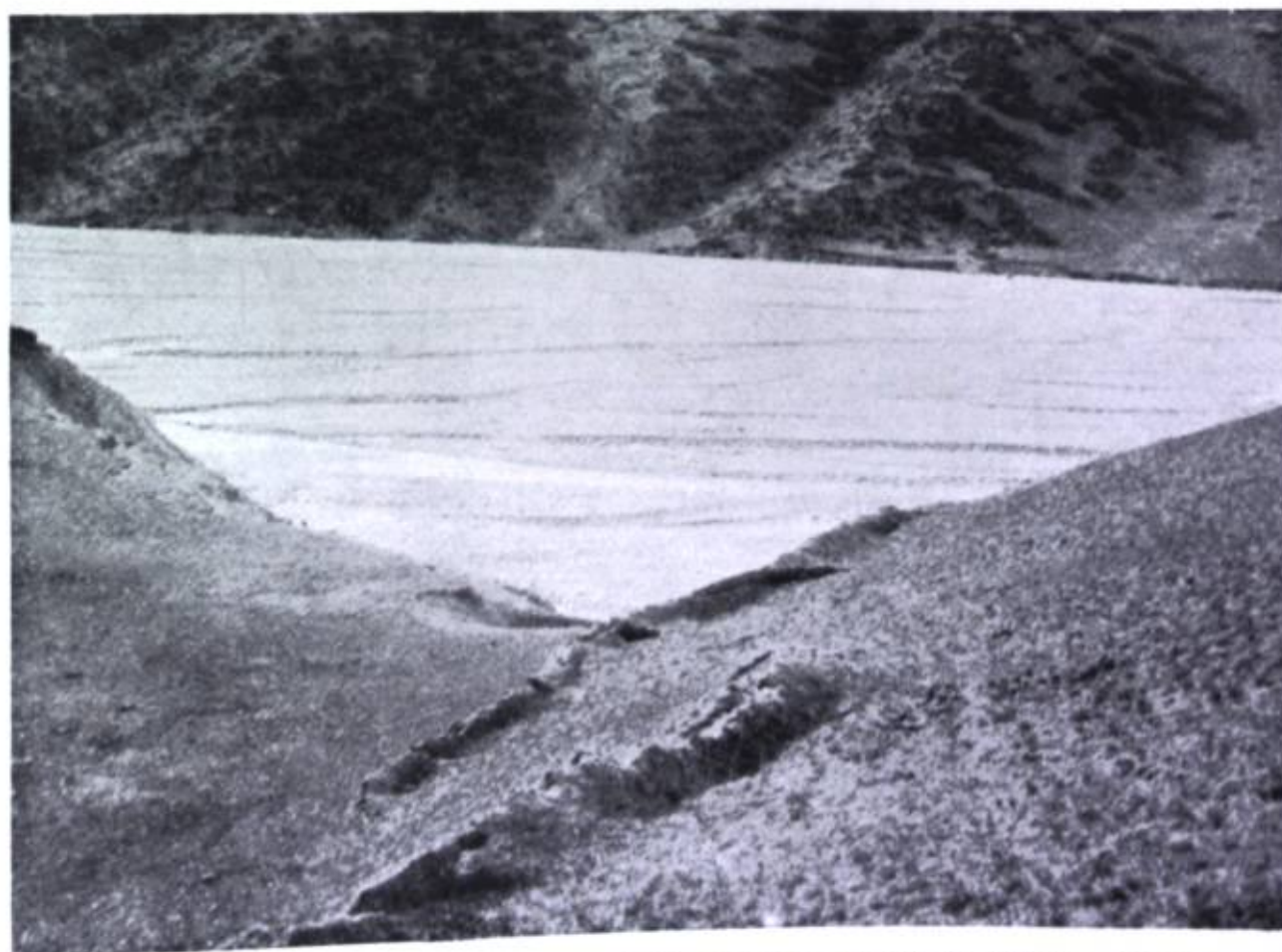


Тогузь-Тарау, Чиликъ, на сторонѣ Западнускаго Алау.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣликъ Тянь-шани.



Трещины въ урочищѣ Кугантуръ, на сторонѣ Запалійскаго Алатау.



Кугантуръ на сторонѣ Запалійскаго Алатау.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ северн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Трогообразная долина Джангырыка, вершины р. Члика.



Трогообразная долина и конечная морена долины р. Новой, праваго притока Джангырыка.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетонъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Терраса при устїи р. Кайракты въ Чиликѣ.



Камни, упавшіе съ лѣваго склона долины р. Урюкты

тому, главнѣйше дѣятельностью р. Кайракты со стороны Кунгей Алатау; эта рѣка (рис. табл. 9) образовала четыре типичныхъ террасы среди своихъ древнихъ отложений. Въ долину собственно Чилика выше морены Араль-тюбе открывается широкое поле валунно-галечныхъ отложений съ цѣлой системой мелкихъ руселъ Чилика. Эти валунныя отложения покрываютъ, слѣдовательно, прежнюю конечную котловину, представляя собою скорѣе всего задровыя отложения тѣхъ ледниковъ, которые впоследствии сохранились еще выше этого мѣста.

Урочищемъ Тамчи называютъ эту расширенную и повышенную часть всей долины Чилика выше Араль-тюбе; собственно же дно долины Чилика, занятое рукавами рѣки среди валуннаго поля называютъ Тогузь-тарау, т. е. девять рукавовъ. Одновременно съ расширеніемъ долины снова мѣняется нѣсколько геологической характеръ, по крайней мѣрѣ, лѣваго склона; появляются порфиры, габбро-диабазъ (100) и обширная толща сіенитовъ (101) (олигоклазовыхъ), сильно динамометаморфизованныхъ и обнаруживающихъ всѣ переходы въ роговообманковые сланцы съ одной стороны, а съ другой—въ биотитово-роговообманковую фацию ортоклазовыхъ гранитовъ (106), напр., массива Чубаръ-арча при устьѣ Талгарскаго Чилика.

Въ мою задачу не входитъ детальное орографическое описаніе верховій Чилика, что уже прекрасно сдѣлано С. Е. Дмитріевымъ¹⁾; замѣчу лишь, что выше Тогузь-тарау Чиликъ образуется изъ двухъ истоковъ: Талгара съ сѣвера и Джангырыка съ юго-запада. Мы направились дальше именно по Джангырыку; отъ ставки Исмангула, расположенной выше устья Талгара, почти противъ праваго притока Джангырыка р. Кугантуръ (отсюда и общее названіе этой части долины—Кугантуръ), мы посѣтили склонъ Кунгей Алатау въ области рѣчекъ Тюе-куйрюкты и долину Джангырыка, до устья ледниковой долины справа, названной Дмитріевымъ Новой рѣчкой.

При слияніи обѣихъ вершинъ Чилика развиты красные граниты крупнозернистые, типа микропертитовыхъ роговообманково-биотитовыхъ, какъ бы перемѣшанныхъ съ болѣе роговообманковыми фациями, переходящими въ роговообманковые сланцы (102). Эти роговообманковые граниты, повсюду съ ясными слѣдами динамометаморфизма, развиты широко и въ области склона Кунгей Алатау (104), по долинамъ рѣчекъ Тюе-куйрюкты (ихъ три всего: Большая, Средняя и Малая), и выше по долину Джангырыка (105). Граниты мѣстами переходятъ въ настоящій гнейсъ съ простираниемъ вертикальной сланцеватости $NO 10^\circ$ и паденіемъ на $SO 100^\circ$ уг. $80^\circ-90^\circ$. Конечно, это измѣреніе не даетъ основанія говорить о такомъ направленіи, какъ преобладающемъ здѣсь; скорѣе, что преобладающее направленіе простирания все-таки NO , а не NNO . Мѣстами здѣсь также обнаруживается, что красные крупнозернистые микропертитовые граниты какъ-бы пересѣкаютъ гнейсовидные; второй разъ здѣсь замѣчается такое отношеніе между красными гранитами и совокупностью другихъ. Я не склоненъ приписывать этимъ грани-

¹⁾ С. Е. Дмитріевъ, Поѣздка къ истокамъ рѣки Чилика, въ горный узелъ Заилійскаго и Кунгей Алатау лѣтомъ 1909 г. Зап. Турк. Отд. И. Р. Геогр. Общ., 1912.

рѣчки занято прекрасно выраженной конечной мореной и двумя береговыми; въ другихъ поперечныхъ трогахъ по уступамъ падаютъ воды этихъ рѣчекъ. Въ области верхняго Джангырыка сауры какъ бы сливаются съ трогообразной главной долиной; наоборотъ, отъ Кугантура книзу сауры выражены очень ясно и продолжаютъ внизъ вдоль Чилика, сохраняя все время почти одинаковое относительное превышеніе надъ долиной Чилика, но постепенно понижаясь до платообразныхъ вершинъ Далашика, гдѣ подобные же сауры сопровождаютъ долину Дженишке.

На лѣвомъ склонѣ Джангырыка, противъ рѣкъ Тюе-куйрюкты отчетливо сохранились ледниковыя борозды выпахиванія, а правый склонъ ниже конечныхъ моренъ современныхъ ледниковъ въ трогахъ Тюе-куйрюкты представляетъ развитыя курчавыя и сглаженныя скалы. Эти слѣды относятся, очевидно, къ дѣятельности еще того ледника, который въ эпоху своего наибольшаго развитія доносилъ свою конечную морену до Араль-тюбе.

Современными этому большому леднику должны были быть ледники, создавшіе трогы поперечныхъ ущелій со стороны Кунгей Алатау, причѣмъ ложе этихъ боковыхъ ледниковъ было поднято выше, чѣмъ ложе главнаго ледника въ долину Джангырыка. Если эта картина правильна, то обширное трогообразное ложе, остатками котораго являются современные сауры, нужно признать за слѣдъ еще болѣе древняго оледенѣнія, когда все широкое пространство между гребнями Кунгей Алатау и Заилійскаго было заполнено мощной ледяной толщей, надъ которой могли подниматься только высокіе гребни и вершины этихъ хребтовъ.

Если принять такое толкованіе, сильно подкрѣпляемое также нѣкоторыми чертами ледниковаго ландшафта по высокимъ склонамъ Кунгей Алатау надъ саурами, то это еще не значитъ, что нужно ледниковый покровъ этого перваго древняго оледенѣнія распространить черезъ хребетъ Далашикъ до долины Дженишке и Асы, а по сѣверную сторону Заилійскаго Алатау на высокіе заплечики долины Талгара, Алматинокъ и другихъ рѣкъ. Нужно помнить, что кромѣ конфигураціи заплечиковъ нѣтъ пока другихъ данныхъ для признанія такого широкаго и мощнаго оледенѣнія также сѣверныхъ склоновъ Заилійскаго Алатау. Углубленіе современныхъ долины, напр., Талгаровъ, Дженишке и Чилика, въ части его ниже Араль-тюбе, есть слѣдствіе только эрозіи, и всѣ эти долины имѣютъ характерныя черты долины размыванія. Очевидно, что вопросъ о способѣ образованія сауровъ, какъ частей древняго корытообразнаго ложа, и другихъ высокихъ заплечиковъ Тянь-шаньскихъ долины связанъ также съ вопросомъ о возможности былаго развитія въ Тянь-шанѣ высокихъ равнинъ типа пенеппенъ; моихъ личныхъ наблюденій въ этомъ отношеніи слишкомъ мало, чтобы внести какую либо критику въ этотъ вопросъ. Замѣчу лишь, что въ связи съ образованіемъ этихъ равнинъ находится и образованіе тѣхъ мощныхъ песчано-галечныхъ и конгломератовыхъ отложений, которыя мы видѣли въ основаніи прилавокъ вдоль подножія Заилійскаго Алатау, напр., около Талгара, Алматинокъ, Аксаа, такъ какъ повсюду можно прослѣдить, какъ

верхняя поверхность этихъ прилавокъ продолжается, постепенно повышаясь, въ заплечики сосѣднихъ долинъ, а эти заплечики составляютъ въ орографическомъ отношеніи продолженіе сауровъ внутреннихъ частей горъ. Углубленіе современныхъ долинъ происходило не только въ коренныхъ породахъ древняго высокаго ложа (сауры, заплечики, прилавки), но также и въ рыхлыхъ образованіяхъ прилавокъ; эти образованія, какъ было отмѣчено не разъ, сложены изъ конгломератовъ только въ нижней части, а верхнія части образованы изъ рыхлыхъ лёссовидныхъ отложений. Мнѣ кажется, что орографически однородныя формы — сауры долины Чилика и Дженишке и заплечики Талгара, Алматинки — могутъ быть различнаго происхожденія, — одни ледниковаго, другія по типу пенепленъ.

Послѣ этого отступленія возвращаюсь къ описанію нашего дальнѣйшаго пути по долинѣ Чилика. Намъ не удалось пройти саурами отъ Кугантура внизъ, такъ какъ ущелья, ихъ пересекающія, были завалены еще снѣгомъ; мы вернулись тѣмъ же путемъ до ставки Икея, откуда поднялись на Бай-сауръ непосредственно къ югу отъ Акъ-кія.

Отъ Араль-тюбе до ставки Икея на склонахъ долины Чилика мѣстами развиты великолѣпныя коническія осыпи, которыя, подобно осыпямъ въ долинѣ р. Иссыкъ, питаются разрушеніемъ гребней много выше зоны лёсовъ. Около моста Султанъ-кула колоссальный устьевой выносъ питается черезъ типичное окно (couloir) въ крайнемъ гребнѣ; выше этого гребня на саурѣ можно подозрѣвать ледниковый ландшафтъ. Между Араль-тюбе и Сютты-булакомъ мѣстами нагромождены почти поперекъ долины Чилика значительныя накопленія мореноподобныя, но эти накопленія рыхлаго матеріала могутъ быть объяснены также и слияніемъ обширныхъ коническихъ осыпей или обваловъ. Я не видѣлъ въ этой части долины Чилика слѣдовъ ледниковаго выпаживанія, не возбуждающихъ никакого сомнѣнія; напротивъ, нѣкоторыя мореноподобныя образованія, напр., ниже устья Сютты-булака, въ дѣйствительности оказываются слоистыми и представляютъ часть размытаго коническаго устьеваго выноса. Въ долинѣ Чилика ниже Тулку-булака отчетливо видны три рѣчныя террасы, причемъ наиболѣе развитой является средняя.

На Бай-саурѣ мы поднялись по ущелью Кара-сай, гдѣ сначала прошли полосу упомянутыхъ уже осадочныхъ породъ (107), а затѣмъ стали подниматься по бѣлымъ крупнозернистымъ роговообманковымъ гранитамъ (108). На Бай-саурѣ многочисленныя округленныя скалы и замкнутыя болотистыя котловины являются свидѣтелями ледниковаго покрытія поверхности сауровъ. Къ востоку, ближе къ ущелью Кара-кія граниты смѣняются сланцами обломочнаго образованія (109), въ видѣ песчаниковъ и конгломератовъ, которые обнажаются въ ущельѣ Кара-кія съ пад. на NO 80° уг. 40°. Эта свита осадочныхъ породъ представляетъ, повидимому, продолженіе къ SO той же породы обломочныхъ породъ, которую мы видѣли на Чиликѣ около ставки Икея; съ востока она замыкается около ущелья Кара-кія опять гранитами и порфирами.

На перевалѣ къ долинѣ Урюкты поднимаются отдѣльныя высоты динамометамор-

физованнаго сіенита (110) и краснаго кварцеваго порфира съ развитымъ флюидальнымъ сложеніемъ (111, 114); порфиры сопровождаются туфами (112). Красные граниты, повидному, ограничиваютъ эту область выходовъ порфира съ сѣвера (113), протягиваясь вдоль Чилика до долины р. Урюкты (115). Граниты относятся къ типу ортоклазовыхъ біотитовыхъ, однородныхъ гранитамъ, которые мы встрѣчали въ связи съ роговообманковыми сланцами вдоль Чилика до самыхъ его вершинъ. Развитая отдѣльность въ гранитахъ имѣетъ крутое паденіе на NO 10° — 15° . Граниты распространены и по другой сторонѣ Чилика, который отъ ставки Икея до устья р. Урюкты вьется въ глубокомъ и непроходимомъ каньонѣ среди красныхъ гранитовъ, къ которымъ съ юга и сѣвера, окаймляя его, примыкаетъ сложный комплексъ порфировъ и ихъ туфовъ (117) и озмѣвикованныхъ породъ (116), которыя, повидному, совершенно замыкаютъ съ востока гранитный массивъ. Эти озмѣвикованныя породы сѣраго или красноватаго цвѣта представляютъ роговообманковые сланцы, богатые баститовымъ веществомъ и кальцитомъ. Эти баститовыя породы, порфировые туфы и брекчїи, сильно измѣненные, продолжаютъ далѣе на обоихъ берегахъ Чилика; около Май-булака появляются темные битуминозные известняки (118), залегающіе на туфахъ и брекчїяхъ (117, 119). Известняки, обнажаясь непосредственно по лѣвому склону долины Чилика, къ сѣверу поднимаются къ Далашику, образуя, повидному, синклинальное изогнутіе NO простиранія. Среди туфовъ, непосредственно въ лежачемъ боку известняковъ, встрѣчены плохіе отпечатки и ядра *Calamites* (?), а въ известнякахъ обильные остатки фауны, въ которой, кромѣ многочисленныхъ коралловъ, мною и И. М. Каркомъ были опредѣлены: *Productus giganteus*, *Pr. Cora*, *Pr. cf. Cora*, *Productus* sp. (*Stuckenbergi*?), *Dielasma* cf. *Moelleri*, *Streptorhynchus pelargonatus*, *Proboscidella genuina*. Въ этой фаунѣ только первая форма указываетъ опредѣленно на нижнекаменноугольный возрастъ, остальные формы говорятъ скорѣе за верхнекаменноугольный, именно швагериновый горизонтъ. Возможно, что здѣсь имѣются оба отдѣла каменноугольной системы, такъ какъ фауна собрана изъ кусковъ на осныяхъ. Общій характеръ фауны напоминаетъ, описанную Gröber'омъ ¹⁾, а также фауну, упоминаемую Мушкетовымъ съ р. Чарына ²⁾.

Известняки частью переходятъ и на правый берегъ Чилика, гдѣ противъ устья Май-булака они залегаютъ высоко на склонѣ, почти у верхней границы лѣса. Известняки сильно озмѣвикованы и частью превращены совершенно въ офикальцитъ (120); подъ ними залегаютъ тамъ не туфы, а аркозовые песчаники (120а). Къ югу отъ этой зоны осадочныхъ и метаморфическихъ породъ появляются снова граниты главнаго хребта. Внизъ по Чилику область осадочныхъ породъ продолжается до устья р. Шаты; известняки смѣняются черными известняковыми сланцами (123), залегающими, повидному, и

¹⁾ Gröber, Ueber die Faunen des untercarbonischen Transgressionsmeeres des zentralen Tian-schan, die in der Umgebung des Sart-dschol-Passes gefunden worden sind. N. J. f. M., G. u. P., XXII Beilage-Band., 2 H., 1906.

²⁾ Мушкетовъ, Туркестанъ II, стр. 86.

тамъ на аркозовыхъ песчаникахъ (124) и порфировыхъ туфахъ (124а). Мѣстами только появляются изъ-подъ этой свиты осадочныхъ породъ красные граниты (121), а вдоль праваго склона долины Чилика къ палеозойскимъ отложениямъ примыкають рыхлые конгломераты (123), вѣроятно, третичнаго возраста. Составляютъ ли упомянутые граниты продолженіе гранитной области Чилика или водораздѣльнаго Кунгея, остается неизвѣстнымъ.

Аркозы и туфы при устьѣ р. Шаты подняты на головы съ простираниемъ NO—SW 65°.

Въ этой части долины Чилика мы дошли, такимъ образомъ, до западной границы области довольно широкаго распространенія палеозойскихъ породъ, только клочки которыхъ, зажатые среди изверженныхъ породъ, были встрѣчаемы западиѣ между Заилійскимъ и Кунгей Алатау.

Общіе выводы.

Суммируя сдѣланныя до сихъ поръ бѣглыя замѣтки о геологическомъ строеніи Заилійскаго Алатау и долины Чилика, можно сказать, что здѣсь имѣются палеозойскія карбоновыя отложения, сопровождавшіяся отложениемъ туфовъ, какъ продуктовъ одновременнаго изліянія порфировыхъ породъ. Хребтъ Карачъ, область верховій долины Асы, часть долины р. Иссыкъ и сѣверный склонъ Кунгей Алатау около Урюкты представляютъ, повидимому, остатки *in situ* такихъ изліяній. Послѣ этого періода изліяній и отложений обломочныхъ и органогеновыхъ (известняки) породъ наступило время интрузій гранитовыхъ породъ, именно ортоклазовыхъ гранитовъ и ихъ фацій, преимущественно роговообманковыхъ. Область этихъ интрузій совпадаетъ главнымъ образомъ съ центральной частью сѣверныхъ цѣпей Тянь-шаня, именно съ областью соприкосновенія Заилійскаго и Кунгей-Алатау; возникла зона изверженныхъ зернисто-кристаллическихъ породъ съ зажатými среди нихъ обломками осадочныхъ образований (вершина Дженишке, части долины Чилика отъ Май-булака до Жангырыка). Весь сложный комплексъ этихъ изверженныхъ породъ вмѣстѣ съ зажатými обломками осадочныхъ образований подвергался динамическимъ процессамъ, давшимъ гнейсовидныя породы, роговообманковые сланцы и различные сланцы отъ известняковыхъ до филлитовыхъ. Одновременно съ такими динамическими процессами, какъ слѣдствіе, вѣроятно, орогеническихъ движеній, медленно создававшихъ хребты центральнаго Тянь-шаня въ концѣ палеозоя, продолжались интрузіи гранитовъ иного типа, именно микропертитовыхъ. Эти послѣдніе, преимущественно краснаго и сѣраго цвѣта, крупнозернистые граниты, часто сіенитоваго облика, давали апофизы, пересѣкающія части окружающихъ породъ. Эти щелочные граниты дали мощныя интрузіи, образующія теперь, напр., наиболѣе высокія части Заилійскаго Алатау и значительныя части его обоихъ склоновъ. Строго различить по возрасту эти граниты отъ комплекса ортоклазовыхъ едва ли возможно; граниты микропертитовые

представляютъ скорѣе только мутаціонныя разности той же формаціи зернисто-кристаллическихъ породъ.

Нѣсколько разъ на пройденныхъ путяхъ удалось уловить контактъ между массивами щелочныхъ гранитовъ съ одной стороны и комплексомъ динамометаморфизованныхъ гранитовъ и осадочныхъ породъ или порфировъ съ другой стороны,—напр., на Аксаѣ, Алматинкахъ, въ области Котуръ-булака, на Талгарахъ и р. Иссыкъ, на южномъ склонѣ Заилійскаго Алатау въ долинѣ р. Чилика.

Посмотримъ теперь, въ чемъ выразились послѣдствія землетрясенія въ осмотрѣнной части долины Чилика.

Въ урочищѣ Кугантуръ, выше Тогузъ-тарау, наибольшее разрушеніе было сосредоточено на лѣвой сторонѣ правой вершины Чилика, носящей здѣсь названіе Джангырыкъ, и на правой сторонѣ р. Талгара (лѣвая вершина Чилика), т. е. на сторонѣ Заилійскаго Алатау. Разрушеніе выразилось (рис. табл. 5, 6 и 7) въ образованіи на различной высотѣ довольно пологого склона системы трещинъ, сопровождаемыхъ разрывами и хорошо выраженными надвигами; система этихъ разрывовъ и разсѣлинъ пересѣкаетъ поверхностныя элювіальныя образованія, покрытыя дерновымъ слоемъ; мѣстами эти поверхностныя образованія были приподняты куполообразно съ образованіемъ такъ называемыхъ craterlets, т. е. воронокъ съ изливающейся водой. Отъ этой площади разрушенія трещина, иногда перекрытая надвигомъ, т. е. волнообразнымъ вспученіемъ, тянется до урочища Тамчи съ перерывами, но отчетливо замѣтной веревочкой, вдоль лѣваго склона Чилика, то опускаясь, то поднимаясь на косогоры; вверхъ по Джангырыку такой же веревочкой вдоль лѣваго склона продолжается эта линія разрушенія то въ видѣ одной трещины, то системы параллельныхъ трещинъ, но ближе къ Кебино-Чиликскому водораздѣлу эта линія постепенно разсѣивается. Повсюду на склонахъ со стороны Заилійскаго Алатау эта линія нарушенія сопровождается слѣдами интенсивнаго паденія камней какъ отдѣльныхъ, такъ и небольшими сплошными обвалами, поднимающимися до высоты не менѣе $10\frac{1}{2}$ т. ф. Ниже урочища Тамчи, т. е. въ зонѣ хвойнаго лѣса, слѣды трещинъ и надвиговъ теряются; случаи отскакиванія камней становятся рѣже, но продолжаютъ до перевала Акъ-кія.

На правой сторонѣ Чилика, т. е. на сторонѣ Кунгей Алатау, такой полосы трещинъ и разрывовъ нѣтъ; только мѣстами, напр., около Думбулака, можно было замѣтить слѣдъ разрыва и небольшіе каменные обвалы. Ниже урочища Тамчи количество каменныхъ обваловъ на сторонѣ Кунгей Алатау было уже не меньше, чѣмъ на сторонѣ Заилійскаго Алатау.

Полоса наибольшаго разрушенія приурочена, какъ видно изъ соответствующихъ геологическихъ замѣчаній, именно къ контакту микропертитовыхъ гранитовъ, преимущественно красныхъ, и смежныхъ породъ, преимущественно гнейсовиднаго характера. Послѣднія породы развиты, вмѣстѣ съ кристаллическими сланцами, болѣе широко на правой сторонѣ Чилика въ области сауровъ Кунгей Алатау.

Полоса трещинъ, разрывовъ и надвиговъ, морфологически близкая къ описаннымъ около Вѣрнаго, имѣеть, по моему мнѣнію, здѣсь иной характеръ; несмотря на проявленіе ея на склонѣ, слѣдовательно въ зависимости отъ рельефа, что объясняетъ и появленіе волнообразныхъ надвиговъ, она имѣеть значительное линейное распространеніе, отчетливо слѣдуетъ линіи контакта различныхъ породъ и можетъ представлять не слѣдствіе простого сотрясенія, а поверхностное проявленіе на протяженіи около 25—30 верстъ болѣе глубокаго, хотя вѣрнотю слабого смѣщенія сбросоваго типа. Это соображеніе подтверждается тѣмъ, что можно было замѣтить на сторонѣ Кунгей Алатау. Здѣсь на фирновыхъ поляхъ (рис. табл. 10) небольшихъ ледниковъ Средняго и Малаго Тюе-куйрюкты и дальше къ востоку на обширныхъ снѣговыхъ поляхъ высокой вершины Джаманъ-булакъ (на картахъ Джиль-булакъ, около 13500 ф.) отчетливо были видны большіе обвалы снѣга и льда въ формѣ типичныхъ обваловъ съ чашеобразной вершиной; мѣстами были видны также значительныя продольныя расщелины черезъ снѣгъ и ледъ. По словамъ киргизовъ тугузаковъ, до землетрясенія эти снѣговья поля были гладки; они увѣрили также, что во время землетрясенія со стороны вершинъ Кунгей Алатау летѣли глыбы и скалы льда, нѣкоторыя изъ которыхъ достигли даже альпійскихъ луговъ надъ правымъ берегомъ Чилика.

На Бай-саурѣ, къ югу отъ Акъ-кія, мы встрѣтили на ровныхъ альпійскихъ лугахъ, на высотахъ около 8600 ф., во всякомъ случаѣ выше лѣсной зоны, полосу разрыва, трещинъ и надвиговъ; правда, она была отчетливо развита на сазовомъ пространствѣ альпійскихъ луговъ, но имѣла опредѣленно выраженный линейный характеръ и опять-таки вдоль контакта между гранитами снѣговыхъ вершинъ Кунгей Алатау и полосой филлитовъ, порфировъ и роговообманковыхъ сланцевъ, слагающихъ здѣсь сауры. Къ сѣверу отъ этой полосы линейнаго разрыва мы видѣли на склонахъ сауровъ къ долини Чилика сравнительно частые каменные обвалы, вызвавшіе частичную гибель лѣса по Тулку-булаку.

Если принимать отмѣченныя двѣ полосы разрывовъ линейнаго распространенія за проявленіе тектоническихъ смѣщеній на южной сторонѣ Заилійскаго и сѣверной сторонѣ Кунгей Алатау, то въ первомъ напряженіе разрѣшилось, повидимому, по преимуществу въ гранитной зонѣ хребта, а во второмъ какъ въ гранитной зонѣ (снѣговья вершины), такъ и въ метаморфически-сланцевой (сауры).

Отъ меридіана Акъ-кія до устья р. Урюкты Чиликъ протекаетъ на протяженіи около 8 верстъ въ узкомъ непроходимомъ каньонѣ снова среди красныхъ гранитовъ, къ которымъ съ юга и сѣвера, окаймляя его, примыкаетъ, какъ мы говорили, сложный комплексъ порфировъ и ихъ туфовъ и озмѣвикованныхъ породъ.

Въ долини р. Урюкты, или Урукты, вдоль южнаго контакта гранитовъ скалистый хребетъ ихъ оказался на протяженіи до 3 верстъ въ зонѣ высоты около 6500 ф. буквально растрепаннымъ то сплошными обвалами, то паденіемъ отдѣльныхъ скалъ (рис. табл. 9). Въ такомъ размѣрѣ массоваго паденія камней и скалъ мы не видѣли до тѣхъ поръ ни

разу. Ниже устья р. Урюкты каменные обвалы и каменистыя осыпи, хотя повторяющіеся только спорадически, сдѣлали кособоры трудно проходимыми.

На лѣвой сторонѣ Чилика явленія обваловъ постепенно слабѣютъ, совершенно почти прекращаясь къ долинѣ рч. Май-булакъ. То же самое происходитъ сначала и на правой сторонѣ, но около Май-булака напряженность явленія снова достигаетъ высокой степени. Именно между рѣчками Кударгу и Талды, почти противъ Май-булака, съ праваго склона произошелъ обвалъ (рис. табл. 10 и 11) съ чашеобразной вершиной, которымъ оборвало склонъ горы отъ ея вершины до уровня воды въ Чиликѣ. Уровень воды въ Чиликѣ расположенъ здѣсь на высотѣ около 5500 ф., а вершина прилежащей части хребта праваго склона поднимается почти до верхней границы еловаго лѣса. Въ вершинѣ обвала образовались двѣ террасы отъ опустившейся вмѣстѣ съ лѣсомъ части вершины горы, а лѣсъ со склона вмѣстѣ съ остальной массой обвала спустился до долины Чилика. Движеніе обвала было стремительнымъ, преградило теченіе Чилика и часть камней и земли выбросило на лѣвый берегъ Чилика, который промылъ эту плотину только черезъ три дня, по словамъ киргизовъ. Рядомъ къ востоку произошелъ еще другой обвалъ, но съ меньшей площадью отрыва и массой, не дошедшей до Чилика.

Оба обвала составляютъ дальнѣйшее развитіе болѣе значительнаго древняго, давшаго широкую циркообразную выемку на склонѣ хребта, но пришедшую въ состояніе устойчиваго равновѣсія, какъ показывалъ прекрасный лѣсъ, покрывшій крутые склоны выемки. По вертикальной высотѣ сброшенной массы, по крайней мѣрѣ около 300 саженьей, Чиликскій обвалъ превосходилъ все видѣнное нами до тѣхъ поръ; крутые склоны образовавшейся вершины-воронки продолжали все время сыпаться, а сверху почти непрерывно продолжали летѣть отдѣльные камни, вызывая движеніе нижнихъ. Обвалъ захватилъ не рыхлыя поверхностныя образованія, а сильно разрушенныя и трещиноватыя коренныя породы, оказавшіяся здѣсь озмѣвикованными, зеленого и краснаго цвѣта, офикальцитами, частью, быть можетъ, туфами. Верхняя кромка вершины обвала приходится, повидимому, очень недалеко къ сѣверу отъ контакта этихъ измѣненныхъ осадочныхъ породъ и гранитовъ.

Нѣсколько далѣе къ востоку, около Бото-майнака (Курмекты), контактъ гранитовъ и известняковыхъ сланцевъ спускается ниже къ долинѣ Чилика, и здѣсь около Бото-майнака правый склонъ порванъ системой трещинъ, но незначительныхъ и короткихъ.

Чиликскій обвалъ приходится, слѣдовательно, на полосѣ линейнаго разрыва, которая отъ Бай-саура прослѣживается черезъ Урюкты до Бото-майнака, причемъ напряженность смѣщенныхъ мѣстами замѣтно усиливается, а въ другихъ мѣстахъ почти совершенно сокращается. Отъ Бото-майнака полоса разрушеній уклоняется нѣсколько къ югу, какъ видно по разрушеніямъ лѣсныхъ площадей на лѣвомъ склонѣ р. Талды; въ долинѣ Чилика можно было видѣть много обваловъ въ рыхлыхъ конгломератовыхъ образованіяхъ, но часть этихъ разрушеній относится еще къ 1889 г., только въ долинѣ рч. Шаты отчетливо обнаружилась еще разъ веревочка надвига и разрыва, пересекающая долину

рѣки поперекъ въ направленіи WSW—ONO. Эти разрушенія, имѣвшія слабый характеръ, приходятся почти въ томъ же мѣстѣ, гдѣ произошли болѣе крупныя смѣщенія въ 1889 г. Слѣды трещинъ и разрывовъ 1889 г. сохранились въ урочищѣ Шаты около озера очень отчетливо. Возникновеніе озера было вызвано образованіемъ плотины отъ значительныхъ каменныхъ обваловъ въ полуверстѣ къ сѣверу отъ линіи разрыва. Дальше къ востоку линія разрыва и трещинъ теряется, она не могла быть уже отмѣченной на пути горн. ниж. Карка.

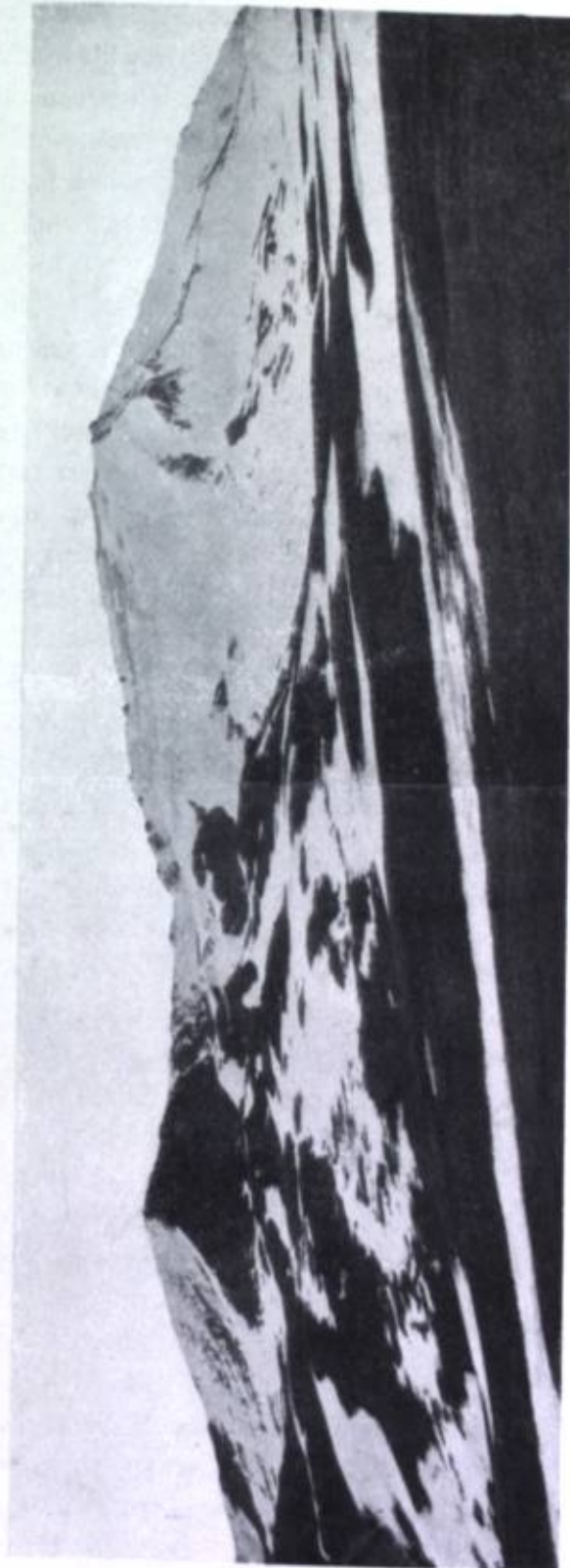
Обобщая всѣ наблюденія въ долинѣ Чилика, можно сказать, что тамъ произошли разломы тектоническаго характера на южномъ склонѣ Заилійскаго и сѣверномъ склонѣ Кунгей Алатау, слѣдующіе въ направленіи почти O—W; максимумъ напряженности разлома въ Заилійскомъ Алатау ограничивается протяженіемъ не болѣе 30 верстъ отъ вершинъ Джангырыка до уроч. Тамчи (карта табл. VIII, линія *a*); на сѣверномъ склонѣ Кунгей Алатау линія разрыва можетъ быть отмѣчена отъ ледниковъ Тюе-куйрюкты на протяженіи не менѣе 80 верстъ до урочища Шаты, съ тремя точками повышеннаго напряженія—на большихъ высотахъ на западѣ (линія *b*), въ лѣсной зонѣ на Урюкты (линія *c*) и между Кударгу и Талды (линія *d*). Всѣ линіи разрыва приурочены къ линіямъ контакта гранитныхъ массивовъ съ метаморфическими сланцами и свитой осадочныхъ породъ. Линіи *a* и *b* сопровождаютъ контакты центральныхъ массивовъ обоихъ хребтовъ съ зажатými между ними метаморфическими сланцами и палеозойскими конгломератами. Линіи *c* и *d* сопровождаютъ контактъ второстепеннаго гранитнаго массива (связывающаго Далашикъ и сѣверный склонъ Кунгея) съ зоной известняковыхъ сланцевъ, известняковъ верхняго карбона, туфовъ и продуктовъ ихъ озмѣбикованія. Долина Чилика отъ крайнихъ ея вершинъ до Акъ-кія слѣдуетъ вдоль Заилійскаго контакта (*a*), а контактъ Кунгей Алатау (*b*) замѣтно отодвигается къ южной границѣ сауровъ; особенность конфигураціи области Тау-Чилика, именно развитіе сауровъ на сторонѣ Кунгея и большая близость Заилійскаго водораздѣла къ Чилику, есть слѣдствіе геологическихъ причинъ, только подчеркнутыхъ впоследствии дѣятельностью ледниковъ и эрозіи. Можно сказать, что именно сама долина Чилика отъ вершинъ до Акъ-кія есть линеаментъ, а другимъ линеаментомъ является южная окраина сауровъ. Появленіе втораго гранитнаго массива Урюкты опредѣляетъ развитіе здѣсь иного линеамента, на этотъ разъ вдоль сѣверной окраины сауровъ, но послѣдніе теряютъ здѣсь свою обособленность, и этотъ линеаментъ не имѣетъ отчетливаго характера.

На сѣверномъ склонѣ Кунгей Алатау правильнѣе, такимъ образомъ, отличать двѣ линіи разрыва, одну *b* и другую *c—d*, изъ которыхъ *c—d* отодвинута нѣсколько къ сѣверо-востоку отъ *b*. Каменные обвалы на Заилійской сторонѣ почти совпадаютъ съ линіей разрыва; на сторонѣ Кунгея обвалы замѣтно преобладаютъ на сѣверѣ отъ линіи разрыва, т. е. гипсометрически ниже, а на Урюкты и въ обвалѣ между Кударгу и Талды—линія разрыва почти совпадаетъ съ верхними краями обваловъ. Линія разрыва, трещины на поверхности, сопровождающіе ихъ надвиги, хотя по внѣшнему характеру

К. Богдановичъ, И. Карсъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ северн. цѣлахъ Тянь-шаня.



Область на Чилнсъ, прогнвъ Май-булака.



Снѣговая вершина между Среднимъ и Малымъ Тюе-Куирюкты. Область снѣговыхъ полей.

Таблиця II.
Гданювичь, И. Каргъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ створн. цѣпяхъ Тинъ-шаня.



Обналь на р. Чиликъ, противъ Май-булака.

не отличаются отъ подобныхъ явленій около Вѣрнаго и на сѣверномъ берегу Иссык-кула, существенно разнятся своей протяженностью, измѣряемой десятками верстъ, хотя съ перерывами. Разрывы поверхностныхъ образованій такой длины не могутъ возникнуть слѣдствіемъ простаго сотрясенія, а связь ихъ съ линіями тектоническаго характера оправдываетъ мое положеніе, что эти полосы разрывовъ представляютъ на поверхности слѣдъ смѣщеній, происшедшихъ на глубинѣ.

Кунгей Алатау

Переваль Шаты и южный склонъ Кунгей Алатау отъ р. Шаты до Сазановки.

Рѣчка Шаты-сѣверная, по которой идетъ подъемъ на переваль, и южная, по которой идетъ спускъ, имѣютъ почти меридіональное направленіе. Почти при устьѣ сѣверной Шаты въ Чиликѣ находится въ долинѣ Шаты небольшое озерко, остающееся до сихъ поръ слѣдомъ землетрясенія 1889 г., когда произошли два обвала скалъ, преградившіе теченіе воды и вызвавшіе образованіе озера. Эти скалы образованы, какъ упомянуто, аркозами и туфами (124); на лѣвомъ берегу рѣки такимъ же слѣдомъ прежняго землетрясенія остаются трещины, вызвавшія рядъ незначительныхъ грабеновъ, почти О—W простиранія. Въ 1910 г. въ долинѣ Шаты было только слабое паденіе камней, почти не испортившее даже дороги, вьющейся косогоромъ лѣваго склона, а около озерка образовалось, какъ указано, нѣсколько трещинъ, протянувшихся поперекъ долины. Вверхъ по долинѣ р. Шаты сначала продолжаются тѣ же кварцевые аркозы, что и около озера (125), а затѣмъ сланцы обломочнаго происхожденія (126), которые черезъ нѣсколько верстъ, около склона главнаго хребта Кунгей Алатау, смѣняются авгитово-плагіоклазовыми порфиритами (127) и тѣми же породами съ прекраснымъ миндалекаменнымъ сложеніемъ (128). Миндалевидныя пустоты заполнены кальцитомъ и цеолитами и придаютъ этой буро-красной породѣ видъ мелафировъ. Эти породы, сопровождаясь туфами (129), продолжаютъ почти до верхней границы лѣса, гдѣ онѣ въ свою очередь смѣняются известково-хлоритовыми сланцами (130) синеватаго цвѣта; сланцы имѣютъ паденіе на SW 240° уг. 50°.

У начала крутого подъема къ перевалу Шаты появляются кварцевые порфиры (131), а съ середины подъема сначала ортоклазовый біотитовый гранитъ (132), а на перевалѣ, не отдѣлимый отъ него геологически, микроклинъ-микропертитовый біотитово-роговообманковый гранитъ (133); роговая обманка сильно хлоритизирована, а полевые шпаты—серицитизированы. На перевалѣ мы поднялись также кара-гырами въ обходъ обычнаго перевала черезъ сѣдло, которое было еще закрыто глубокимъ снѣгомъ (13 мая, при высотѣ перевала около 11000 ф.). На южномъ склонѣ водораздѣла продолжаютъ все тѣ же граниты (134) послѣдняго типа, съ развитой пластообразной отдѣльностью, падающей на NW 330° уг. 60° и круче. Въ зонѣ лѣсовъ тѣ же граниты сильно измѣ-

нены динамометаморфизмомъ и принимаютъ гнейсовое сложеніе (135, 136). При самомъ выходѣ изъ горъ южной Шаты появляются красные граниты (137), переходящіе въ порфировидные и, повидимому, въ настоящіе порфиры. Эти граниты относятся къ типу ортоклазовыхъ биотитовыхъ, которые на Чиликѣ мы встрѣчали обыкновенно въ связи съ интрузіями среди осадочныхъ породъ; здѣсь же, наоборотъ, эта гранитовая фация является какъ будто болѣе новой, чѣмъ микроклино-микрпертитовые граниты.

Въ ущельѣ Шаты южнаго склона Кунгея землетрясеніе 1910 г. не оставило никакихъ слѣдовъ, равнымъ образомъ какъ и къ востоку отсюда; рѣдкіе случаи паденія отдѣльныхъ камней замѣчались, наоборотъ, къ западу на правомъ склонѣ при выходѣ р. Шаты южной въ долину Иссыкъ-куля. Обѣ рѣки Шаты служили довольно рѣзкой границей, къ востоку отъ которой почти сразу прекращались сколько-нибудь замѣтные слѣды разрушенія на поверхности. Это тѣмъ рѣзче бросалось въ глаза, что непосредственно къ западу отъ р. Шаты-южной начинается опять область рѣзкихъ поврежденій на поверхности.

Прежде, чѣмъ слѣдить за этими разрушеніями опять къ западу вдоль южнаго склона Кунгея Алатау, я скажу нѣсколько словъ объ экскурсіи изъ Пржевальска къ подножію Терской Алатау, къ горячимъ источникамъ Акъ-су.

Горячіе источники на р. Акъ-су.

Эти источники были описаны уже нѣсколько разъ: Мушкетовымъ ¹⁾, Фридрихсеномъ ²⁾, Аргентовымъ ³⁾, но только первый авторъ далъ въ нѣсколькихъ строкахъ все существенное, что раскрываетъ долина р. М. Акъ-су. Въ обнаженіяхъ по берегамъ этой рѣки и по возвышенностямъ къ востоку отъ нея можно видѣть, что подножіе горъ образуютъ известняки (138) съ верхнекаменноугольной фауной (*Productus*, *Spirifer mosquensis* и многочисленные кораллы); известняки налегаютъ на красные песчаники (140), частью перемежаясь съ ними около лежащаго бока. Мушкетовъ говоритъ о появленіи роговика въ известнякахъ и песчаникахъ; въ тѣхъ обнаженіяхъ, которыя я видѣлъ, я этого не замѣтилъ.

Свита этихъ осадочныхъ породъ собрана въ антиклинальную складку, повидимому, разорванную, такъ какъ около ядра складки известняки южнаго крыла примыкаютъ къ краснымъ песчаникамъ сѣвернаго; южное крыло складки снова приподнято, такъ что известняки падаютъ на NW 310° уг. 35° и они налегаютъ на массивъ гранита, продолжающійся непрерывно до горячихъ источниковъ. Граниты (139) представляютъ красную крупнозернистую породу, типа ортоклазовыхъ биотитовыхъ гранитовъ, т.-е.

¹⁾ Мушкетовъ, Туркестанъ II, стр. 74—75.

²⁾ Friedrichsen Forschungsreise in den Zentralen Tiën schan. 1904, стр. 64—66.

³⁾ Аргентовъ, О геологическихъ изслѣдованіяхъ въ Семиреченской области въ 1909 г. Горн. Журн., 1911, I, 1, стр. 61—62.

того же, напр., типа, что только-что упомянутые на р. Шаты-южной. Граниты мѣстами сильно разрушены, и Мушкетовъ, а вмѣстѣ съ нимъ Аргентовъ говорятъ, что горячіе источники выступаютъ на рубежѣ красныхъ гранитовъ и сѣрыхъ гранито-сienитовъ, т.-е. рогообманковыхъ. Миѣ кажется, что источники появляются только изъ красныхъ гранитовъ, слѣдуя дѣйствительно мѣстами трещинамъ отдѣльности въ этихъ гранитахъ.

Роговообманковыхъ гранитовъ *in situ* я даже не видѣлъ; вѣроятно, они выступаютъ нѣсколько выше мѣста выходовъ источниковъ, такъ какъ около источниковъ въ ущельѣ М. Аксу роговообманковые граниты (139с и d) находятся только въ моренообразномъ накопленіи выше источниковъ. Кристаллы титанита находятся также и въ красномъ гранитѣ; повидимому, сѣрый гранитъ, богатый роговой обманкой, выдѣляющейся порфировидно, представляетъ только мѣстное измѣненіе въ томъ же гранитномъ массивѣ. Во всякомъ случаѣ, оба эти гранита представляютъ такое же взаимное отношеніе, какое мы видѣли между сѣрымъ и краснымъ гранитами на южномъ склонѣ Кунгей Алатау.

Источниковъ всего здѣсь три. Главный источникъ, Городской, выбивается изъ дресвы красного гранита на правой сторонѣ Аксу. Температура ¹⁾ источника въ углу ваннаго колодца, ближе къ руслу рѣки, была $42,3^{\circ}$ С, а въ углу дальше отъ русла $-42,7^{\circ}$ С. Дебитъ источника по измѣренію, сдѣланному мною совместно съ гори. инж. Корольковымъ, оказался равнымъ 103,6 ведра въ часъ.

Источникъ Краснаго Креста находится на лѣвой сторонѣ ущелья и поднимается, повидимому, изъ трещины отдѣльности, имѣющей паденіе на NO $60^{\circ}-45^{\circ}$ уг. 55° . Температура источника $-44,5^{\circ}$ С., дебитъ 148,1 ведра въ 1 часъ.

Третій источникъ, на лѣвой сторонѣ ущелья, бьетъ сверху по трещинѣ, которая перпендикулярна къ только-что упомянутой, именно падаетъ на SO 165° уг. 65° . Такъ какъ источникъ при паденіи раздробляется на рядъ струй, то измѣренія температуры и дебита сдѣлать нельзя было.

По измѣреніямъ гори. инж. Аргентова въ 1909 г., температура перваго источника была $43,4^{\circ}$ С, а дебитъ 120 ведеръ въ часъ, для втораго источника температура 46° С, а дебитъ 110 ведеръ въ часъ. Я не думаю, чтобы эти различія можно было съ увѣренностью приписать вліянію землетрясенія, — возможно, что они объясняются для температуръ обычными колебаніями, а для дебита — примитивностью нашихъ измѣреній при помощи ведра и секундомѣра.

Мушкетовъ далъ температуру 32° R, т.-е. 40° С, а Фридериксенъ далъ 42° С, но къ которому изъ источниковъ относятся эти измѣренія, не извѣстно. Сдѣлались ли источники болѣе горячими со времени ихъ посѣщенія Мушкетовымъ, въ 1875 г., и Фридериксеномъ, въ 1902 г., остается также неизвѣстнымъ, хотя это очень вѣроятно, такъ какъ на это же указываютъ и измѣренія Аргентова.

Изъ всѣхъ землетрясеній, бывшихъ въ Тянь-шанѣ съ 1887 г., наиболѣе близкимъ къ Терской Алатау было землетресеніе 1889 г., эпицентральная область котораго совпа-

¹⁾ 15 мая 1911 г., при t воздуха $=20^{\circ}$.

дала съ областью средняго Чилика; но какъ это землетрясеніе, такъ и 1910 г. почти не распространялись на Терской Алатау. Тѣмъ не менѣе близость источниковъ къ контакту гранитовъ и свиты осадочныхъ породъ дѣлаетъ очень вѣроятнымъ возможность нарушенія режима глубокихъ подземныхъ водъ, такъ какъ именно этотъ контактъ и является той слабой зоной, вдоль которой скорѣе всего возможны глубокія нарушенія. О вѣроятности измѣненія температуры источниковъ при землетрясеніяхъ говорятъ также интересныя данныя, сообщенныя горн. инж. Корольковымъ объ источникахъ на Б. Аксу.

Горячіе источники на р. Чонъ-Аксу Пржевальскаго уезда.

Горн. инж. Б. Я. Королькова.

„Дальніе“ (какъ ихъ называютъ въ Пржевальскѣ) аксуйскіе горячіе ключи находятся на правомъ берегу р. Чонъ-Аксу, верстахъ въ 15-и южнѣе „Ближнихъ“ ключей, расположенныхъ по обоимъ берегамъ р. Аксу (она-же Малая Аксу), въ верстахъ 4—5-и южнѣе села Теплоключинскаго. Рѣки Чонъ-Аксу и Малая Аксу сливаются верстахъ въ 1½ выше сел. Теплоключинскаго и подъ именемъ Аксу впадаютъ въ Джергалань.

„Дальніе“ ключи особаго названія не имѣютъ; киргизы называютъ ихъ „Арасанъ“ или „Арасанъ-Булакъ“ — названіе, присваивающееся вообще цѣлебнымъ источникамъ. Горячіе источники, числомъ три, расположены по правому берегу р. Чонъ-Аксу, саженьхъ въ 10—15 отъ нея, у нижняго уступа террасы, покрытой растительной землей и травой. Рѣка Чонъ-Аксу (иначе Большая Аксу) течетъ здѣсь въ довольно широкомъ ущельѣ, имѣя общее направленіе SSO—NNW, причѣмъ отъ сосѣдней къ востоку долины долину рѣки Чонъ-Аксу отдѣляетъ невысокая гряда, сложенная изъ розовато-бѣлыхъ гранитовъ, ортоклазовыхъ біотитовыхъ, съ альбитомъ, сильно эпидотизированныхъ, которые обнаруживаются близъ ключей въсколькими выходами, обладая довольно ясно выраженной параллелипипедальною отдѣльностью. Главная плоскость ея имѣетъ паденіе на SO 95° подъ угломъ около 60°; такое же направленіе (SO 95°) имѣетъ и главная система трещинъ, по которой, вѣроятно, и выходятъ горячіе ключи. Кромѣ двухъ выше указанныхъ разновидностей гранита, переходящихъ первая во вторую къ востоку отъ ключей, не замѣчается вблизи на правомъ берегу рѣки никакихъ другихъ породъ. Вышеупомянутая гряда прорѣзывается выше и ниже ключей небольшими долинами притоковъ р. Чонъ-Аксу. Источниковъ 3; они расположены по прямой линіи, простирающейся въ направленіи NW 327°. Они представляютъ собою круглыя ямы, обложенныя камнями; вода поступаетъ частью со дна, главнѣйше-же черезъ трещины обнаженія гранита. Наибольшій изъ нихъ—нижній, считая по теченію рѣки, и онъ же наиболѣе благоустроенный: изъ валуновъ устроенъ бассейнъ діаметромъ сажени 2½, глубиною около 1 аршина; изъ него черезъ желобъ вода попадаетъ во 2-ой бассейнъ, меньшихъ размѣровъ, а отгуда уже, по небольшому арыку, въ рѣку. Впрочемъ, какое-либо прикрытіе бассейна сверху или боковъ, въ видѣ хотя бы навѣса, отсутствуетъ.

Вода во всѣхъ источникахъ на вкусъ прѣсная, имѣетъ незначительный слабо-металлическій привкусъ, безъ запаха; отложеній сѣры или желѣзистыхъ, известковистыхъ соединений вокругъ не замѣчается. Температура воды перваго источника—46° С при температурѣ воздуха 14,5° С. Расходъ воды въ секунду 828 куб. сант., что соотвѣтствуетъ 242,34 ведра, кругло 240 ведеръ въ часъ (измѣреніе производилось вымѣреннымъ эмалированнымъ чайникомъ вмѣстимостью въ 4140 куб. сант.; время наполненія его, въ среднемъ, 5 сек.; объемъ ведра принять—12,3 литра, вмѣстимость 30 ф. воды¹⁾). Саженьхъ въ 50-и отъ этого источ-

¹⁾ Измѣренія производились около полудня 11 іюня 1911 года.

ника выше по теченію находится второй, меньшихъ размѣровъ, а саженахъ въ 10-и еще выше—третій источникъ, еще меньшій; температуры воды въ нихъ $38,6^{\circ}$ С и $32,5^{\circ}$ С; расходъ обоихъ этихъ источниковъ, значительно слабѣйшихъ, чѣмъ первый, измѣрить не удалось, за неимѣніемъ естественнаго водослива и крайней затруднительности устроить искусственный.—Практическое значеніе для купанья (исключительно для киргизъ; русскими ключи эти почти не посѣщаются, вѣроятно, по трудности дороги, сравнительной отдаленности и полному отсутствію какихъ бы то ни было удобствъ) имѣетъ только первый, большій и наиболѣе горячій источникъ; двумя послѣдними киргизы почти не пользуются. Измѣненіи температуры и расхода источниковъ послѣ землетрясенія, какъ говорятъ киргизы, не замѣчается. Однако измѣненіе температуры сравнительно съ 1905 годомъ имѣется: такъ, по даннымъ моего отца Я. И. Королькова, посѣтившаго эти источники 25 августа 1905 года, температура ихъ въ 7 час. утра, при температурѣ воздуха 5° С, была послѣдовательно: 43° , 41° (измѣреніе температуры имъ произведено въ обоихъ бассейнахъ 1-аго источника) 39° и 36° С; (показаніе барометра въ 7 час. утра 25 августа 1905 г.—565,3. $t = +7,0$ С).

Вышеупомянутые граниты тянутся по ущелью внизъ примѣрно верстъ на 5—6, а затѣмъ смѣняются гранитами съ крупными выдѣленіями ортоклаза (мѣстами недѣлимыми ортоклаза достигаютъ размѣра 1 вершка), а далѣе, еще верстахъ въ 6—7 ниже, переходятъ въ тѣ-же граниты, что и на „ближнихъ“ аксуйскихъ ключахъ, представляя только ихъ мѣстную фацию.

Берегъ Иссыкъ-куля около памятника Пржевальскаго.

Берега озера около мѣстныхъ дачъ сложены изъ отложений, которыя, кромѣ береговъ озера, прекрасно обнажены въ берегахъ р. Джергалаана, на почтовой дорогѣ изъ Пржевальска въ Преображенское село. Эти отложенія Джергаланскаго типа представляютъ лёссовидныя песчанистыя глины, въ средней части залегающія толстыми слоями, а выше и ниже—тонкими; мѣстами эти глины переходятъ почти въ глинистые песчаники, а по словамъ Мушкетова—и въ конгломераты. Эти аллювіальныя образованія, частью озернаго характера, выполняютъ прежній бассейнъ Иссыкъ-куля.

Какъ въ 1889 г., такъ и въ 1910 г. на берегахъ Иссыкъ-куля образовались во время землетрясеній трещины, по которымъ происходили осѣданія частей берега и дна заливовъ озера. Въ 1910 г. рядъ такихъ трещинъ произошелъ, напр., около дачи Корижинскаго; трещины имѣли направленіе NW 325° и по нимъ опустилась часть дна озера на $1\frac{1}{2}$ арш.; на противоположной сторонѣ, около дачи генерала Королькова, также были замѣчены трещины. Въ 1889 г. направленіе трещинъ было NW 290° — 300° .

Конечно, направленіе такихъ береговыхъ трещинъ есть результатъ только волнообразнаго движенія, имѣвшаго въ обоихъ случаяхъ направленіе NO—SW. Конфигурація самаго берега не имѣла при этомъ особаго значенія, такъ какъ въ 1910 г. трещины около дачи Корижинскаго прошли мимо крутого берега съ памятникомъ Пржевальскаго и срѣзали два небольшихъ мыса восточнѣе, такъ что заливъ нѣсколько расширился.

Памятникъ Пржевальскаго не пострадалъ, но во всякомъ случаѣ слѣдовало бы, въ видахъ сохраненія этого выдающагося произведенія искусства и ради памяти перваго азіатскаго путешественника новаго времени, позаботиться укрѣпленіемъ откоса берега около памятника путемъ, напр., разведенія кустарника; памятникъ стоитъ всего въ

15 саж. отъ края откоса и въ случаѣ даже такихъ же легкихъ сотрясеній, какъ въ 1889 и 1910 г.г., берегъ можетъ быть захваченъ трещинами, а при укрѣпленіи берега такія трещины не будутъ представлять особой опасности для памятника.

Южный склонъ Кунгей Алатау (продолженіе).

Непосредственно къ западу отъ долины р. Шаты, на склонахъ первыхъ горныхъ грядъ, около долинъ Б. и М. Сары-булака и въ щели Карабаткакъ произошла цѣлая серия обваловъ мягкихъ склоновъ; подъ этими обвалами, по своей величинѣ соответствующими обваламъ, напр., Котуръ-булака около Вѣрнаго, было погребено до 25 киргизъ Курмектинской волости вмѣстѣ съ ихъ юртами и до 2000 головъ скота. Обвалы произошли въ лёссовидныхъ образованіяхъ и глинистомъ элювіѣ, покрывающихъ остовъ изъ красныхъ порфиридовидныхъ гранитовъ (143), однородныхъ гранитамъ р. Шаты (137) и около горячихъ источниковъ Аксу.

На М. Сары-булакѣ произошло два большихъ обвала и два меньшихъ; каждый изъ обваловъ имѣетъ хорошо выраженный циркъ въ вершинѣ, а само тѣло смѣстившейся массы каждый разъ изгибается внизъ по долинѣ Сары-булака.

На Б. Сары-булакѣ обвалы (см. рис. на табл. 12) произошли по небольшому логу, впадающему слѣва въ долину этой рѣки; этотъ логъ отдѣляетъ отъ предгорій первый хребтикъ, сложенный изъ тѣхъ же гранитовъ (137, 143); скалы гранита выступаютъ на вершинѣ и на южной сторонѣ гряды, а сѣверная покрыта значительными толщами элювіа. Въ массѣ этого элювіа и произошло пять обваловъ; верхніе края обваловъ расположены на одной высотѣ и на одной прямой линіи, почти О—W простираниі. Каждый изъ обваловъ имѣлъ самостоятельный короткій путь по склону, а выносы ихъ слились въ одну массу, частью выброшенную на противоположный склонъ лога и получившую, кромѣ того, незначительное движеніе къ западу по логу; въ ту же общую массу поступилъ и выносъ одного обвала съ праваго склона лога. Восточнѣе этого сложнаго пятернаго обвала произошелъ еще одинъ въ самой вершинѣ лога, также со стороны южной гранитной грядки.

Еще ближе къ р. Шаты находится короткая щель Карабаткакъ, направленная къ Иссыкъ-кулю съ той же гранитной гряды; здѣсь обвалъ произошелъ къ югу, т. е. въ сторону Иссыкъ-куля.

На обоихъ Сары-булакахъ къ сѣверу отъ красныхъ гранитовъ начинаются высокіе склоны Кунгей Алатау, сложенные изъ сѣрыхъ гранитовъ того же типа микроклино-микропертитовыхъ динамометаморфизованныхъ, который мы видѣли въ верхней и средней части долины р. Шаты.

Красный гранитъ къ западу вскорѣ исчезаетъ, уступая мѣсто у самаго подножія Кунгей Алатау сѣрымъ гранитамъ только-что упомянутого типа (145, 146). При выходѣ изъ горъ р. Курмекты обнажаются утесы известняка (144), который здѣсь выби-

К. Богдановичъ, И. Карскъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ северн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Рядъ обваловъ на Большомъ Сары-булакѣ.



Надвиги между Сазановкой и Уйгаломъ, на Ташъ-булакѣ.

рается даже на известь. Эти известняки, вѣроятно, палеозойскіе, такъ какъ они опять таки представляютъ только клочекъ осадочныхъ образованій, сохранившійся здѣсь зажатымъ между гранитами. Продолженіемъ этой зоны известняковъ можно считать, можетъ быть, тѣ верхнекаменноугольные известняки, которые были отмѣчены Каркомъ въ низовьяхъ р. Табулгаты и по р. Тюпу, на южномъ склонѣ Кунгей Алатау.

По многимъ ущельямъ среди сѣрыхъ гранитовъ, между Сары-булакомъ и меридіаномъ монастыря, въ особенности въ ущельи Курмекты, были отмѣчены довольно интенсивныя слѣды паденія камней.

Сѣрые граниты исключительно продолжаютъ вдоль подножія Кунгей мимо поселка Фольбаумовскаго (147) и селенія Уйталъ, черезъ долины рѣкъ Урюкты. На средней Урюкты граниты (148) начинаютъ обнаруживать все большіе слѣды динамометаморфизма, принимая почти гнейсовидное сложеніе. Къ выходу изъ горъ рѣки Б. Урюкты сѣрый гранитъ принимаетъ порфировидное строеніе (149) и затѣмъ начинаетъ смѣняться красными гранитами (150, 151), которые образуютъ только массивныя шпирь въ сѣромъ. Здѣсь отчетливо видно, что оба эти гранита, однородныя гранитамъ М. Аксу (Терской Алатау) и всего южнаго подножія Кунгей Алатау, геологически представляютъ части, фации, одного цѣлага. Вверхъ по долині Б. Урюкты начинаютъ преобладать красныя граниты; они пересѣкаются массивнымъ выходомъ (152) болѣе основной породы, въ видѣ черныхъ скалъ; эта порода можетъ быть названа мелкозернистымъ сіени-томъ или скорѣе вогезитомъ.

Выше по рѣкѣ продолжаютъ красныя граниты (153, 154), представляющіе частью роговообманково-авгитовую разность этого типа; граниты смѣняются мѣстами рогово-обманковыми сланцами (155), и въ нихъ появляются еще разъ основныя выдѣленія въ видѣ (156) біотитоваго діорита; порода обособляется среди гранита въ видѣ красноватыхъ толщъ, то вытянутыхъ въ направленіи NW—SO 110° , то пересѣкающихъ гранитъ по всѣмъ направленіямъ. Граниты мѣстами принимаютъ порфировый обликъ, съ преобладающей сѣраго цвѣта основной массой, повторяя въ сущности всѣ разновидности гранитовъ М. Аксу (Терской Алатау).

Выше устья ущелья Кымъ-тынъ на гранитахъ появляются сначала кремнистыя сланцы сѣраго цвѣта, съ паденіемъ на N, а на нихъ бѣлыя кварцитоподобныя породы (157), оказавшіяся доломитомъ. Доломитъ мѣстами переходитъ въ зеленоватую породу, вслѣдствіе обильнаго развитія въ немъ роговой обманки и вторичнаго хлорита. Повидимому, развитіе роговой обманки слѣдуетъ отнести на счетъ контактоваго измѣненія подъ вліяніемъ интрузій гранита.

До известной степени здѣсь повторяется залеганіе свиты осадочныхъ породъ на гранитахъ, какъ около перевала Шаты или на М. Аксу въ Терской Алатау.

По мѣрѣ приближенія къ контакту гранитовъ съ осадочными породами все болѣе усиливаются какъ мягкіе, такъ и каменные обвалы по склонамъ долины; появляется очень развитая система трещинъ, то слѣдующихъ съ сѣвера на югъ вдоль склоновъ,

то направленныхъ черезъ долину діагонально къ ней въ направленіи NW—SO и уходящихъ далеко въ одну и другую сторону. Паденіемъ скалъ и сплошными каменными обвалами здѣсь было побито много лѣса. Въ области развитія доломитовъ произошелъ грандіозный обвалъ съ праваго склона ущелья, совершенно его перегородившій и не позволившій подниматься дальше вверхъ по ущелью.

Сѣрые граниты видимо преобладаютъ въ предгорьяхъ Кунгей Алатау до Сазановки; кой-гдѣ отъ р. Б. Урюкты до Сазановки были замѣтны на склонахъ горъ слѣды только незначительныхъ паденій камней.

Береговая полоса Иссыкъ-куля отъ села Преображенскаго до Сазановки.

Постройки села Преображенскаго пострадали сравнительно мало; разрушило много печей, трубъ и нѣсколько домовъ. Осмотръ поврежденныхъ, исполненный здѣсь горняж. Каркомъ, явственно показалъ преобладаніе силы удара землетрясенія въ направленіи N—S.

Значительнѣе пострадалъ Свято-Троицкій монастырь; куполъ лѣтней церкви сорвало съ основанія (рис. на табл. 23 и 24), и онъ упалъ на сѣверъ вершиной къ церкви; крестъ на колокольнѣ сломало и сбросило на сѣверъ; разрушило всѣ печи. Какъ въ монастырѣ, такъ и въ Преображенскомъ всѣми было отмѣчено горизонтальное движеніе толчками съ сѣвера на югъ.

Отъ села Преображенскаго до поселка Фольбаумовскаго не было замѣчено никакихъ разрушеній на поверхности земли.

Первыя разрушенія появились къ востоку отъ поселка Фольбаумовскаго (Кударга). Начиная отъ крайнихъ домовъ поселка, по обѣ стороны дороги возникла сложная система трещинъ и разрывовъ, преобладающаго направленія NO 75°—80° и O—W. Весь поселокъ расположенъ на террасѣ, поднимающейся надъ болотистой береговой полосой озера. Терраса сложена изъ лёссовидныхъ глинъ съ мелкой галечкой и прослоями дресвы. Эти отложенія представляютъ окраину устьеваго выноса, пересѣкаемаго русломъ р. Кударга. Къ мосту черезъ русло рѣки устьевый выносъ замѣтно поднимается, отъ крайнихъ восточныхъ домовъ, по крайней мѣрѣ, на 15 сажень, такъ что къ востоку отъ устьеваго выноса эти отложенія постепенно переходятъ въ озерно-аллювиальныя, покрытыя слоемъ каменистаго делювія и растительнымъ слоемъ. Разрушенія захватили, слѣдовательно, не тѣло устьеваго выноса, а только его восточную окраину и озерныя отложенія. Глубина трещинъ была 1½—2 саж. (см. рис. на табл. 13); къ сѣверу отъ почтовой дороги между двумя такими трещинами возникло опусканіе по типу грабена, глубиною не менѣе 1½ саж., шириною 5—10—15 саж., на протяженіи 360 сажень. Другой грабенъ, меньшихъ размѣровъ, возникъ по южную сторону дороги. Разсматривая трещины во всей ихъ совокупности, можно было замѣтить, что онѣ имѣли тенденцію къ криволинейному расположенію, легкой выпуклостью къ сѣверо-западу, ближе къ за-

Восточная окраина озера Иссык-Куль

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ, Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣлкѣ Тянь-шаня.



✓ Площадь разрыва и смѣщеній около сел. Фольбаумовскаго.



✓ Другой видъ той же площади.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣвери, цѣляхъ Тянь-шаня.



Трещины и смѣщенія около селенія Уйталь.



✓ Надвигъ около сел. Уйталь.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетонъ. Земл. 1910 г. въ северн. цѣлкѣ Тянь-шаня.



✓ Площадь разрыва и смѣщенія между Уйталомъ и Сазановкой.



✓ Видъ той же площади съ другой стороны.

падной окраинѣ всей системы, т.-е. тамъ, гдѣ трещины стали захватывать тѣло устьевого выноса.

Вдоль обрыва террасы этого выноса можно было замѣтить еще слѣды трещинъ и осѣданій отъ землетрясенія 1889 г.

Слѣдующая площадь разрывовъ и трещинъ находилась къ востоку отъ селенія Уйталъ (Алексѣевское). Здѣсь возникло нѣсколько трещинъ на протяженіи почти до 2 верстѣ (см. табл. IV) къ востоку отъ значительнаго конического выноса р. Уйтала; на этомъ выносѣ, въ особенности на его восточной сторонѣ, расположено селеніе, и разрывы почвы захватили сравнительно ровное пространство, слабо поднимающееся къ подножію горъ къ сѣверу отъ почтового тракта. Эта площадь представляетъ даже незначительную впадину съ слабымъ теченіемъ воды въ линіи наибольшаго пониженія. Рядъ трещинъ, какъ бы огибающихъ вершину этого пониженія, вызвалъ разрывъ почвы и крупныя смѣщенія отдѣльныхъ частей; смѣщеніе происходило нѣсколько въ направленіи къ юго-западу, какъ видно по частямъ снесеннаго почтового тракта. Кромѣ трещинъ разрыва, въ юго-западной части порваннаго пространства произошло перемѣщеніе частей съ сокращеніемъ пространства, что вызвало образованіе валообразнаго нагроможденія—надвига (рис. на табл. 14 и 15).

Третья площадь такихъ разрывовъ находилась непосредственно передъ выходомъ изъ горъ р. Б. Урюкты (на 16 верстѣ отъ Сазановки къ Уйталу) на плоскомъ устьевомъ выносѣ отъ незначительной балочки; здѣсь почти отъ гранитныхъ утесовъ до урѣза террасы надъ берегомъ озера образовалась система трещинъ на протяженіи около версты; трещины, хотя и не непрерывныя, замѣтно сохраняли болѣе или менѣе прямолинейное направленіе почти O—W простиранія.

Наиболѣе крупной площадью разрывовъ и трещинъ было пространство въ 9-ой верстѣ отъ Сазановки по направленію къ Уйталу, нѣсколько западнѣе устьевого выноса ключа Ташъ-булакъ (см. табл. V). Здѣсь, подобно тому, какъ и къ востоку отъ Уйтала, площадь разрывовъ заняла замѣтную впадину между двумя почти сливающимися устьевыми выносами; длина всей порванной площади до $3\frac{1}{2}$ верстѣ, а ширина болѣе $1\frac{1}{2}$ верстѣ. Системы трещинъ разрыва замѣтно изогнуты дугообразно и слѣдуютъ въ общемъ слабому рельефу мѣстности. Въ средней части площади образовался провалъ, глубиною мѣстами до 3—4 сажень, заполненный совершенно перебитыми и смѣщенными частями земли. Кромѣ провала, замѣтное опусканіе произошло вдоль почти непрерывной трещины въ западной части порванной площади. Кромѣ зіяющихъ разрывовъ, здѣсь въ особенности были многочисленны трещины, сопровождавшіяся надвигами (рис. на табл. 12); эти надвиги производили впечатлѣніе какъ бы застывшихъ волнъ, простирающихся то на O—W, то на NO—SW 30° ; нѣкоторыя волнообразныя изогнутія имѣли прямо зигзагообразное простираніе; высота такихъ земляныхъ волнъ была до $1\frac{1}{2}$ сажень (см. детали на табл. V). Цѣлый рядъ такихъ вздутій, различнаго направленія, былъ разсѣченъ еще зіяющими трещинами по направленію NO—SW, что показы-

ваетъ на повторное образование разрывовъ, точно также какъ зигзагообразное простираніе иныхъ надвиговъ свидѣтельствуеетъ объ одновременномъ давленіи съ разныхъ сторонъ. Иные изъ надвиговъ по простиранію переходили въ зіяющія трещины; это показываетъ, что образованію надвига, т.-е. волнообразнаго вздутія, всегда предшествуетъ образованіе зіяющей трещины разрыва.

Въ обнаженіяхъ, раскрытыхъ глубокими трещинами, было видно, что порванная площадь сложена изъ гравія съ *Helix* и *Planorbis*, покрытаго ближе къ озеру грубыми песками желтаго и охристаго цвѣта.

Къ образованію правильныхъ надвиговъ въ особенности благоприятны участки земли, покрытыя сильнымъ дерновымъ слоемъ (фиг. 1 и 2); при его отсутствіи образуются только валообразныя нагроможденія разрыхленной земли.

Пятой и послѣдней площадью разрывовъ было пространство, занятое домами восточной окраины селенія Сазановки и близлежащее ровное горизонтальное болотистое пространство (см. табл. VI). Въ нижней части селенія, напр., около часовни въ память землетрясенія 1889 г., и на этомъ болотѣ образовались многочисленныя трещины преимущественно NW—SO направленія и частью O—W; дома, попавшіе на такіа трещины, были сброшены и поломаны.

Здѣсь трещины имѣли въ общемъ болѣе прямолинейное расположеніе при длинѣ съ перерывами до версты; дугообразнаго изогнутія системъ трещинъ здѣсь не обнаруживалось, что, очевидно, находилось въ связи съ совершенной горизонтальностью порванной мѣстности. Не было также стремленія къ смѣщенію внизъ отдѣльныхъ участковъ, что объясняетъ и очень малое развитіе надвиговъ.

Несмотря на очевидную близость грунтовыхъ водъ, на всѣхъ этихъ пяти площадяхъ разрывовъ нигдѣ не было отмѣчено слѣдовъ энергичнаго выдѣленія водъ, т.-е. ни воронокъ, ни конусовъ типа craterlet.

Общія выводы.

Попробуемъ суммировать тѣ заключенія, которыя можно сдѣлать для этой части южнаго склона Кунгей Алатау.

Исчезновеніе известняковъ Курмекты восточнѣе можно приписать сбросу, которымъ зова осадочныхъ породъ была опущена подъ уровень Иссыкъ-куля вдоль линіи ихъ контакта съ гранитами. Часть подножія Кунгей Алатау отъ Шатовъ до Курмекты образуетъ не только отчетливый орографическій элементъ, но въ такомъ случаѣ и тектоническій; очень вѣроятно опредѣленіе этой линіи Курмекты-Шаты, какъ линеаментъ простиранія NW—SO, и именно здѣсь, на протяженіи всего 12 верстъ, мы встрѣтили опять отчетливые слѣды разрушенія на поверхности въ видѣ мягкихъ обваловъ по Сарыбулакамъ и частью каменистыхъ, напр., въ долинѣ р. Курмекты.

По южную сторону этого линеаментъ, назовемъ его *B* (см. карту табл. VIII),

расположены на западѣ Свято-Троицкій монастырь и на востокѣ село Преображенское; прямое разстояніе до подножія горъ отъ монастыря около 3 верстъ, отъ Преображенскаго—около 4 верстъ; монастырь пострадалъ гороздо сильнѣе, чѣмъ село Преображенское. Отмѣченное въ обоихъ этихъ мѣстахъ горизонтальное движеніе шло толчками съ сѣвера на югъ.

Слѣдующая область болѣе значительныхъ разрушеній была отмѣчена въ бассейнѣ р. Б. Урюкты. Зона наибольшаго разрушенія приурочена, какъ мы это видѣли достаточно ясно, къ появленію среди гранитовъ, на высотахъ отъ 6000 до 7000 ф., зоны осадочныхъ породъ, въ особенности сланцеватыхъ и измѣненныхъ доломитовъ. Можетъ быть, этой зоной съ простираниемъ NW—SO начинается одинъ изъ наиболѣе важныхъ линеаментовъ южнаго склона Кунгей Алатау, простирающійся отсюда къ сѣверо-западу на вершины р. М. Аксу и урочище Кыръ-чинъ, и о которомъ рѣчь будетъ дальше. Во всякомъ случаѣ сама зона *e* не играетъ роли отчетливаго линеамента, и очень возможно, что она является параллельной упомянутому Аксуйскому линеаменту (*A*, см. дальше). Предположительно, согласно съ имѣющимся матеріаломъ, я оставляю ее обособленной, тѣмъ болѣе, что и распредѣленіе движеній, какъ увидимъ дальше, согласуется съ такимъ толкованіемъ.

Между зоной *e* и линеаментомъ *B* находится мощная область гранитовъ, которые мы видѣли вдоль подножія горъ, и вѣроятно также порфиритовъ мелафироваго облика, о чемъ можно думать по нѣкоторымъ выносамъ изъ горъ. По другую сторону Кунгей Алатау эта полоса изверженныхъ породъ ограничивается, какъ мы видѣли, линіей разлома *cd*. Очень вѣроятно отсюда, что эта гранитная область испытала только слабое движеніе на югъ и болѣе сильное на сѣверъ.

Къ югу отъ подошвы этой горной области расположены селенія Фольбаумовское (Кударга) и Уйтагъ (Алексѣевка); къ востоку отъ каждаго изъ нихъ мы видѣли довольно обширныя площади разрывовъ, трещинъ и надвиговъ. Эти площади не приходятся непосредственно на протяженіи отмѣченныхъ зонъ вѣроятнаго смѣщенія въ горахъ; положеніе этихъ площадей, какъ разъ между продолженіемъ зоны *e* и продолженіемъ линеамента *B*, подтверждаетъ мои соображенія о происхожденіи развитыхъ здѣсь, на побережьи Иссык-куля, формъ разрушенія поверхности только отъ сотрясенія и горизонтальныхъ ударовъ.

Значительно ближе къ зонѣ разлома *e* находится третья изъ отмѣченныхъ на побережьи площадей разрыва, именно площадь на востокъ отъ устья р. Б. Урюкты; но и эта площадь расположена отчетливо на югъ отъ зоны *e* или ея продолженія къ SO, и образованіе здѣсь трещинъ и разрывовъ отъ горизонтальныхъ ударовъ, а не вертикальныхъ перемѣщеній, едва ли можетъ возбудить сомнѣніе.

Кунгей Алатау отъ Сазановки до верховій долины В. Аксу.

Къ сѣверо-западу отъ сел. Сазановки открывается діагонально къ простиранию Кунгей замѣчательная долина — широкая, очень пологая, орошаемая только водами рч. Тегерменты, совершенно не соответствующей по своей силѣ ни размѣрамъ, ни положенію этой долины. По этой долинѣ въ направленіи къ NW идетъ дорога на урочище Кыръ-чинъ въ верховьихъ р. М. Аксу. Пологий перевалъ Учъ-кунгей, отдѣляющій эту долину отъ лѣваго притока М. Аксу рѣчки Сютты-булакъ, настолько пологій, что часть воды Сютты-булака искусственнымъ арыкомъ спускается въ сторону Сазановки къ рч. Тегерменты. Эта долина не имѣетъ общаго названія; русскіе иногда называютъ ее Широкой щелью. Ея увалистый характеръ позволяетъ считать ее обработанной ледниками, хотя мореннаго матеріала въ ней я не замѣтилъ. Отъ урочища Кыръ-чинъ другой пологій перевалъ Кокъ-бель ведетъ къ верхнему теченію р. Б. Аксу. Верхняя продольная часть долины В. Аксу, уроч. Кыръ-чинъ и Широкая щель составляютъ орографически одно цѣлое, одно пониженіе, которымъ отъ Кунгей Алатау отдѣляется его южная вѣтвь. Эта вѣтвь отходитъ отъ Кунгей Алатау около перевала Аксу и, слѣдуя въ направленіи OSO, постепенно сходится на вѣтвь между долинами М. Аксу и Широкой щели.

Геологическій составъ этой вѣтви, по крайней мѣрѣ ея восточной части, раскрываетъ теченіе р. М. Аксу. Повсюду тамъ, отъ урочища Кыръ-чинъ до выхода изъ горъ, развиты граниты. Сначала, на сѣверномъ склонѣ, преобладаютъ граниты сѣраго цвѣта (164), представляющіе ортоклазовый биотитово-роговообманковый гранитъ; это тѣ же граниты, которые мы видѣли повсюду вдоль Кунгей Алатау и около Горячихъ источниковъ Аксу въ Терской Алатау. Эти граниты переходятъ черезъ Широкою щель на южный склонъ главнаго Кунгей, гдѣ мы видѣли ихъ, напр., на перевалѣ Учъ-кунгей (160) и непосредственно къ сѣверу отъ Сазановки (158). Главный же массивъ рассматриваемой вѣтви Кунгей сложенъ изъ красныхъ гранитовъ (165), ортоклазово-биотитовыхъ, опять-таки того же типа, который мы отмѣчали повсюду на Кунгей Алатау, какъ фацию тѣхъ же сѣрыхъ гранитовъ. Сѣрые граниты непосредственно соприкасаются съ сложнымъ комплексомъ осадочныхъ породъ, въ видѣ глинисто-серицитовыхъ и песчаниковыхъ сланцевъ зеленоватаго и розоватаго цвѣтовъ, напр., въ долинѣ В. Аксу (162), туфовыхъ сланцевъ сѣраго цвѣта и конгломератовъ, какъ на Кыръ-чинѣ (163), и кристаллическихъ, частью доломитизированныхъ известняковъ, какъ на Сютты-булакѣ (161). Нельзя разобрать ни во взаимныхъ отношеніяхъ этихъ породъ, ни въ условіяхъ ихъ залеганія. Повидимому, известняки залегаютъ выше сланцево-песчаниковой свиты, такъ какъ уклонъ ихъ къ SW; всѣ породы, включая и известняки, обнаруживаютъ слѣды динамометаморфизма, и сланцеватая масса ихъ въ общемъ поднята круто. Эта зона осадочныхъ породъ соответствуетъ, до очевидности, такой же зонѣ на р. Б. Урюкты, клочкамъ ея около р. Курмекты у подножія южнаго склона Кунгей Алатау и зонѣ

осадочныхъ породъ на Аксу въ Терской Алатау. Однако зона Широкой щели и зона Б. Урюкты не составляютъ непосредственнаго продолженія другъ друга, а зоны болѣе или менѣе параллельны другъ другу. Зона Широкой щели несомнѣнно имѣетъ простирание NW—SO и къ юго-востоку она выклинивается, все болѣе и болѣе смятая среди сѣрыхъ гранитовъ; послѣднимъ ея проявленіемъ на юго-востокѣ здѣсь можно считать въ Сухомъ логу клочки сланцевъ, зажатыхъ среди гранитовъ (159) и пересѣченныхъ вмѣстѣ съ гранитами жилами ортофира.

Линія—верхнее Аксу, Кыръ-чинъ и Широкая щель представляетъ такимъ образомъ отчетливое орографическое направленіе, совпадающее очень тѣсно съ границей между массивомъ гранитовъ, преимущественно красныхъ, на юго-западѣ и зоны осадочныхъ породъ, зажатыхъ среди сѣрыхъ гранитовъ, на сѣверо-востокѣ. Представляетъ ли это направленіе сбросовую линію, нельзя судить по имѣющимся матеріаламъ, но по аналогіи съ цѣпью рядомъ другихъ случаевъ, напр., въ области Чилика, можно думать, что линія контакта гранитовъ, въ данномъ случаѣ красныхъ, съ зоной осадочныхъ и изверженныхъ динамометаморфизованныхъ породъ совпадаетъ съ направленіемъ тектоническихъ смѣщеній. Во всякомъ случаѣ, рѣзкая геологическая разница между водораздѣльнымъ Кунгемъ и его южной вѣтвью оправдываетъ опредѣленіе этой линіи Аксу-Сазановка, какъ линеаментъ, который мы будемъ называть Аксуйскимъ или А. Онъ былъ разработанъ сначала, повидимому, дѣятельностью ледниковъ, а затѣмъ былъ разбитъ на рядъ самостоятельныхъ долинъ процессомъ скрадыванія рѣкъ. Развитие нижняго ущелья Б. Аксу оторвало часть долины между перевалами Аксу и Кокъ-бель; развитие нижняго ущелья р. М. Аксу оторвало урочище Кыръ-чинъ съ соотвѣтствующей системой рѣкъ; теперь мы можемъ быть свидѣтелями, какъ искусственно отрывается часть Сютты-булака въ систему водъ Широкой щели.

Вдоль сѣверо-восточнаго склона Широкой щели отъ Кыръ-чина до выхода изъ горъ на равнинное побережье Иссыкъ-куля, т. е. вдоль склона главнаго Кунгея, можно было прослѣдить непрерывную линію трещины, то одиночной, то въ видѣ нѣсколькихъ, чаще всего двухъ; почти повсюду надъ трещинами поднимался валъ, надвигъ, мѣстами вышиною до 2 и болѣе сажень. Эта трещина прослѣживалась вдоль подножія горъ до рч. Бай-сауръ, на востокъ отъ Сазановки. На сѣверъ отъ Сазановки, ближе къ селенію, въ полуверстѣ отъ этой трещины проходила вторая, длиною около 4 верстѣ (см. табл. VI); каждая изъ этихъ трещинъ сопровождалась опусканіемъ, правда незначительнымъ, юго-западнаго крыла; трещины у подножія главнаго Кунгея проходятъ частью въ гранитахъ, хотя и разрушенныхъ. Интересно, что около перевала Учъ-кунгей можно было замѣтить хорошо сохранившіеся слѣды волнообразнаго надвига отъ землетрясенія 1889 г. Еще южнѣе на востокъ отъ Сазановки расположена указанная уже раньше площадь разсѣлинь и надвиговъ, а противъ Ташъ-булака, на 9-ой верстѣ отъ Сазановки въ сторону Уйтала находится самая значительная площадь разсѣлинь и надвиговъ, занимающая пространство до 6 квадр. верстѣ.

Отъ перевала Учъ-кунгей система до четырехъ трещинъ и надвиговъ надъ ними поднимается высоко по косогору главного хребта надъ Кыръ-чиномъ (рис. на табл. 16), затѣмъ опускается къ ущельямъ Джиль-карагай и Четь-Аксу; прихотливо изгибаясь, пересѣкаетъ ихъ и поднимается на перевалъ Кокъ-бель. На перевалѣ сложная система трещинъ смѣняется одиночной, въ видѣ валообразнаго надвига (рис. на табл. 16), достигающаго высоты 3—5 сажень, при ширинѣ до 10 и болѣе; по словамъ киргизовъ, на перевалѣ совершенно измѣнился характеръ мѣстности, чему можно вѣрить по слѣдамъ смѣщенія тропинокъ. Съ перевала полоса надвига спускается къ долиинѣ Б. Аксу, пересѣкаетъ ее наискось, вызвавъ запруды рѣки, поднимается на правый склонъ и, все время сохраняя такіе же размѣры, мѣстами сопровождаемая куполообразными вздутиями, непрерывно продолжается правымъ склономъ на 16 верстъ отъ перевала Кокъ-бель. Дальше система надвига и трещинъ поднимается въ область высокихъ горъ къ западу и, по мнѣнію горн. инж. Д. Мушкетова, слѣдившаго ее здѣсь, должна была уходить къ лѣдамъ перевала Аксу. Вся прослѣженная длина этой линіи разлома опредѣляется въ 45—50 верстъ. На этой линіи, отчетливо связанной съ контактами на югѣ гранитовъ и на сѣверѣ свиты сланцевъ и доломита, можно прослѣдить и отношеніе къ ней обваловъ, правда не многочисленныхъ, но прямо колоссальныхъ по своимъ размѣрамъ. Именно два каменныхъ обвала, на Сютты-булакѣ (рис. на табл. 17) и около Тегерменты, имѣютъ вертикальную высоту оторванной части не менѣе 250—300 сажень; оба имѣютъ циркообразныя вершины; нѣсколько незначительныхъ обваловъ находится прямо на сѣверѣ отъ Сазановки. Всѣ эти обвалы расположены гипсометрически выше линіи разлома съ ея надвигами и трещинами и на сѣверѣ отъ этой линіи.

Небольшой сравнительно каменный обвалъ въ Сухомъ логу (159) произошелъ по минеральной жилѣ, пересѣкающей граниты съ паденіемъ на SO 100° уг. 70°. Обвалъ собственно и обнаружилъ эту жилу, мощностью до 1 сажени; жила сложена изъ гипса и барита съ различными соединеніями желѣза, частью водными, частью безводными. Сначала у меня возникло предположеніе, не заключаютъ ли желтоватые и черные продукты распада минеральнаго выполненія жилы радіоактивныхъ веществъ; къ сожалѣнію, это предположеніе не подтвердилось. Для моихъ соображеній важно, что обвалъ произошелъ здѣсь именно по жилѣ, т. е. по древней тектонической линіи.

Трещины по склону Кунгея въ долиинѣ Широкой щели хотя и слѣдуютъ частью конфигураціи склоновъ, но пересѣкаютъ безразлично какъ рыхлыя поверхностныя отложенія, такъ мѣстами и коренныя породы. Гдѣ, какъ надъ урочищемъ Кыръ-чинъ, проходитъ четыре линіи разрыва, тамъ верхнія сопровождаются осовами поверхностныхъ элювіальныхъ отложеній, мѣстами въ нѣсколько ярусовъ, а нижняя линія разлома сопровождается развитымъ волнообразнымъ надвигомъ. Изгибъ этихъ линій къ перевалу Кокъ-бель поперекъ долины Четь-Аксу (верхнее М. Аксу) ясно показываетъ независимость этой зоны разрыва не только отъ конфигураціи, но и отъ другихъ причинъ, болѣе глубокихъ.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣлкѣ Тянь-шаня.

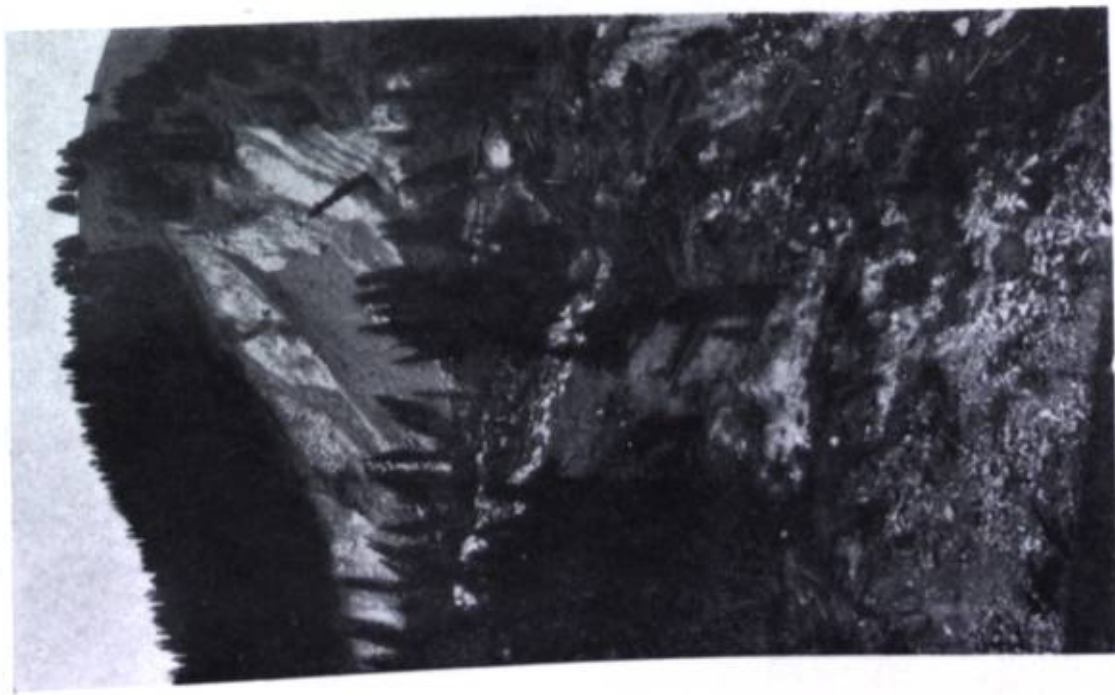


✓ Трещины на склонѣ горъ, уроч. Кырчинъ.



✓ Надвигъ на перевалѣ Кокъ-бель на сторонѣ р. Б. Аксу.

К. Богдановичъ, И. Карсъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣверн. цѣпяхъ Тянь-шаня.



Каменный обвалъ на Сютты-булакѣ,
въ урочищѣ Кырчингъ.



Обвалъ около озера Джасыль-куль въ вершинѣ Б. Кебина.

Общiе выводы.

Совпаденiе Аксуйской зоны разлома съ линiей контакта разнородныхъ геологическихъ образованiй, — совпаденiе ея съ линеаментомъ *A*, — развитiе ея только вдоль склона главнаго Кунгея, — отсутствiе какихъ бы то ни было слѣдовъ разрушенiя на южной вѣтви Кунгея даже въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ трещинами и надвигами и, наоборотъ, обвалы и паденiе камней на сторонѣ главнаго Кунгея надъ зоной разрыва, — положенiе площадей разрыва Сазановскаго и Ташъ-булакскаго не на продолженiи зоны разрыва въ горной области, а къ юго-западу отъ нея, — все это позволяетъ сдѣлать заключенiе, что: 1) отмѣченная зона разрыва есть слѣдствiе смѣщенiя глубиннаго тектоническаго характера; 2) движенiе вдоль зоны разлома захватило только склонъ водораздѣльнаго Кунгея и не распространялось на его южную вѣтвь; 3) движенiе слабо распространялось за предѣлы концовъ зоны разлома, какъ это мы видѣли и около зоны разлома *E*.

Нѣкоторое сомнѣнiе въ правильности третьяго положенiя возбуждаетъ Ташъ-булакская площадь, которая до извѣстной степени можетъ быть разсматриваема лежащей почти на продолженiи зоны разлома; тѣмъ болѣе, что размѣры площади и напряженность разрывовъ на ней дѣйствительно производятъ большое впечатлѣнiе; не исключается возможность образованiя здѣсь разсѣлинъ и трещинъ подъ влиянiемъ вертикальныхъ ударовъ, хотя развитiе здѣсь волнообразныхъ надвиговъ, совершенно подобныхъ складкамъ и ориентированныхъ по различнымъ направленiямъ, скорѣе говоритъ за горизонтальные удары.

Колоссальная масса обвала Тегерменты вызвала около его подножiя рядъ концентрическихъ трещинъ и надвиговъ третьяго порядка, исключительно въ толщѣ поверхностныхъ образованiй подъ влиянiемъ удара упавшей массы. Эти разрывы я называю третьяго порядка, если называть разрывы, какъ слѣдствiе сотрясенiя и горизонтальнаго удара, — разрывами второго порядка, а трещины и надвиги, какъ проявленiе линейнаго глубокаго разлома, — разрывами перваго порядка.

Тектоническiй характеръ Аксуйской зоны разлома подтверждается также постоянствомъ повторенiя здѣсь смѣщенiй, напр., въ 1889 г., хотя и неизмѣримо болѣе слабыхъ. Куполообразныя вздутiя на перевалѣ Кокъ-белъ и въ долинѣ Б. Аксу представляютъ надвиги, происшедшiе отъ движенiя почвы къ югу; конфигурацiя склона по сѣверную сторону того же перевала въ видѣ ряда понижающихся террасовидныхъ уступовъ вызываетъ также представленiе о повторявшихся здѣсь еще въ геологическое время движенiяхъ обвального характера съ той же сѣверной стороны. Какъ упомянуто, линiя разлома дальше къ западу переходитъ на правый склонъ долины Б. Аксу, слѣдовательно, покидаетъ склонъ водораздѣльнаго Кунгея и переходитъ на сѣверный склонъ его южной вѣтви. Было бы важнымъ прослѣдить тамъ, не зависитъ ли такой переходъ отъ продолженiя линiи контакта гранитовъ и свиты осадочныхъ породъ именно на эту сторону долины.

Подножіе и южный склонъ Кунгей Алатау отъ выхода долины Б. Аксу
до Турайгыра.

Гор. инж. Мушкетовъ, удачно прошедшій въ верховья Б. Аксу, не могъ прослѣдить Аксуйскую линію разлома далеко на западъ къ перевалу Аксу. Онъ высказалъ мнѣ предположеніе, что эта линія разлома пересѣкаетъ водораздѣльный Кунгей и продолжается по другую сторону въ долину Б. Кебина. Съ цѣлью провѣрить это предположеніе и только что указанныя соображенія я имѣлъ намѣреніе подняться по перевалу Аксу; къ сожалѣнію, вслѣдствіе наступившаго къ 19-му мая таянія снѣговъ и прорыва запрудъ на Б. Аксу, на этой рѣкѣ сорвало мосты, и я не могъ переправиться черезъ Б. Аксу подъ переваломъ Кокъ-бель; также неудачна была попытка пройти въ верховья Б. Аксу переваломъ Кумбель, оказавшимся заваленнымъ снѣгомъ еще 21-го мая.

Пришлось снова спуститься къ берегу Иссыкъ-куля и продолжать путь вдоль подножія Кунгей Алатау до перваго свободнаго уже отъ снѣговъ перевала, чтобы пройти въ долину Б. Кебина.

Отъ выхода изъ горъ М. Аксу продолжаютъ вдоль подножія Кунгей красныя граниты. Передъ станціей Курумды появляются обнаженія слоистыхъ песчано-глинистыхъ образованій красноватаго цвѣта (166), покрытыхъ сверху валунными и галечниковыми устьевыми выносами горныхъ рѣчекъ. Эти отложенія образуютъ высокія террасы побережья Иссыкъ-куля; они не лежатъ совершенно горизонтально, а имѣютъ отчетливый хотя и слабый наклонъ къ югу; можно, конечно, принимать этотъ наклонъ за первичное наклонное положеніе осадковъ, отлагавшихся на наклонной поверхности, но, я думаю, что вѣроятнѣе считать этотъ наклонъ за слѣдъ тектоническихъ движеній въ концѣ еще постплиоцена. Эти песчано-глинистыя отложенія геологически однородны съ Джергаланскими, но отличаются только своимъ красноватымъ оттѣнкомъ.

При устьѣ рч. Сюгатты (или Согутты) на равнинѣ находится валообразное мореподобное образованіе, а дальше снова хорошія обнаженія красныхъ постплиоценовыхъ отложеній (167).

Устье рч. Кессыгыръ проложено узкимъ каньономъ въ красныхъ гранитахъ (168), переходящихъ въ сѣрые; граниты типа, обычнаго для южнаго склона Кунгей. Граниты разбиты отдѣльностью, падающей на NO 60° уг. 40°; съ такимъ уклономъ они скрываются подъ красныя озерныя отложенія, и въ то же время гранитный мысъ окаймляетъ озерныя отложенія, которыя обильно покрыты разсѣянными обломками и валунами того же гранита. Гранитный мысъ, очевидно, уже существовалъ, какъ таковой, во время отложенія озерныхъ образованій.

Дальше до Туюнъ-джара все продолжаютъ красныя озерныя отложенія. Рельефъ побережья представляетъ холмы размыванія, съ террасовидными уступами, какъ бы посыпанныя крупными и мелкими валунами. Эти валунныя отложенія, повсюду покры-

вающія поверхность, не принимаютъ, однако, участія въ строеніи самихъ красноватыхъ постплиоценовыхъ образований, продолжающихся непрерывно до Чалпанъ-ата.

Изъ Чалпанъ-ата мы поднялись довольно высоко по рѣч. Орто-дольноту, въ вершинахъ которой указывали происшедшія будто-бы крупныя нарушенія на поверхности. Подножіе горъ и здѣсь сложено изъ красныхъ гранитовъ (169), на поверхности которыхъ мѣстами поднимаются (170) отложенія изъ брекчій, конгломератовъ и песчаниковъ краснаго цвѣта. Брекчія образована прямо изъ мелкихъ кусковъ гранита; паденіе слоевъ этой толщи NW 155° уг. до 20°. Поверхность и этихъ отложеній, размытыхъ увалами, покрыта разсѣянными валунными образованиями.

Эти красноцвѣтныя породы нельзя уже отождествлять съ красными песчано-глинистыми образованиями, упомянутыми раньше. Дѣйствительно, дальше вверхъ по Орто-дольноту можно видѣть, что красноцвѣтныя отложенія (171, 172) переходятъ кверху въ слоистыя образования изъ чередованія лёссовидныхъ глинъ съ гравіемъ и слоевъ чистаго гравія съ рѣчными валунами. Здѣсь между прочимъ видно, что постоянная присыпка на поверхности валуновъ, мѣстами очень обильно нагроможденныхъ, есть слѣдствіе элювіальнаго разрушенія и перемыва какъ верхнихъ красноватыхъ, такъ и нижнихъ красноцвѣтныхъ отложеній. На склонахъ и гребнѣхъ перваго высокаго хребта предгорій Кунгея продолжаютъ тѣ же красныя граниты (173), которые еще выше начинаютъ смѣняться болѣе сѣрыми (174). Здѣсь въ урочищѣ Тегерекъ граниты пересѣчены жилами сіенитоваго порфира (175). На высотахъ около 7000 фут. въ вершинахъ Орто-дольноту появились выемки кароваго типа, напр., Тегерекъ, къ которымъ спускаются съ гребней главнаго хребта обычныя воронки размыванія.

Обнаруживъ здѣсь лишь рѣдкіе слѣды поверхностныхъ трещинъ и незначительныхъ обваловъ, мы снова спустились къ Чалпанъ-ата.

За Чалпанъ-ата увалистыя предгорія изъ красноцвѣтныхъ породъ исчезаютъ; гранитныя породы снова приближаются къ береговой равнинѣ. Дорога становится невыносимо каменистой, отъ обилія разсѣянныхъ валуновъ. Мѣняется и конфигурація высокихъ хребтовъ Кунгея; свѣговой хребетъ какъ бы окаймленъ здѣсь сглаженнымъ прилавкомъ, который замыкается низкими гранитными отрогами. На высотѣ прилавка кой-гдѣ отчетливо видны морены. Такой характеръ съ ясными слѣдами ледниковой конфигураціи склоны Кунгея сохраняютъ до Чоктала. Рѣка Чокталъ въ нижней части своего теченія представляетъ ущелье, промытое и углубленное какъ бы въ широкихъ воротахъ черезъ передній хребетъ; за этими воротами вверхъ видѣются склоны типичнаго ледниковаго ландшафта съ огромными моренами; получается впечатлѣніе, что верхняя долина была занята ледникомъ, который выбрасывалъ свои моренныя отложенія въ древнее озеро, лежавшее гораздо выше; входъ въ ущелье Чоктала закрытъ двумя ярусами древнихъ моренъ, — нижній находится почти на 200 саженой выше современнаго уровня озера.

Отъ Чоктала мы стали искать снова путь черезъ Кунгей, направившись къ пере-

валу Дюре. Мы пошли сначала къ ущелью Тамчи, взявъ направленіе прямо по каменистой валуниной равнинѣ, круто поднимающейся по подножію горъ. Эта каменистая равнина, скудно покрытая рѣдкой растительностью, живо напомнила мнѣ такъ называемые самъ центральной Азіи у подножія хребтовъ Памира и Куэнь-луня.

При входѣ въ ущелье Тамчи мы снова увидѣли (176) красноцвѣтныя породы, примыкающія, съ паденіемъ къ озеру, къ толщамъ краснаго гранита (177). Граниты принимаютъ порфировидный обликъ съ сѣрой основной массой; снова мы имѣемъ подтвержденіе общаго генезиса красныхъ и сѣрыхъ ортоклазовыхъ гранитовъ. Жилы (178) основныхъ роговообманковыхъ выдѣленій пересекаютъ граниты.

На лѣвомъ склонѣ ущелья замѣтили слѣды паденія крупныхъ камней во время землетрясенія. По тѣмъ же гранитамъ (179) мы перевалили съ Тамчи въ слѣдующее на западъ ущелье Кобырга. Здѣсь мы уже вышли на тѣ сглаженные высоты, которыя я назвалъ прилавками; оказалось, что окраина этихъ высотъ поднимается въ среднемъ на 600 саж. надъ уровнемъ Иссык-куля. Эти прилавки представляютъ, конечно, очень сложный рельефъ, но типичнаго ледниковаго ландшафта; это аналогъ саурамъ долины Чилика; также какъ тамъ они покрыты прекрасными альпійскими лугами, на которыхъ мы встрѣтили въ это время года (22 мая) многочисленныя табуны лошадей.

Чтобы подняться къ перевалу Дюре отсюда, нужно перевалить еще въ слѣдующую къ западу долину—Дюре. По этому направленію развиты сѣрые граниты (180), смѣняющіеся на гребнѣ надъ долиной Дюре порфировидными гранитами (181) съ развитымъ гнейсовымъ сложеніемъ. Убѣдившись, что не только перевалъ Дюре, но и подъемъ къ нему закрыты снѣгами, мы должны были снова подняться и спуститься въ долину р. Культуръ. На этомъ перевалѣ продолжаютъ мусковитовые гнейсы (182), представляющіе только динамометаморфизованные граниты. Съ юга эти породы ограничиваются массивными выходами краснаго гранита (183), переходящаго въ красные порфиры.

Эти гранитныя образованія и слагаютъ тотъ уступъ высокихъ заплечиковъ или прилавокъ (на высотѣ около 9500 ф.), которые окаймляютъ здѣсь Кунгей Алатау; черезъ эти гранитныя образованія рѣки прокладываютъ свои русла часто непроходимыми ущельями. На южной окраинѣ уступа можно замѣтить также циркообразныя расширенія кароваго типа, составляющія второй ярусъ каръ, по крайней мѣрѣ на 100 сажень ниже верхняго яруса, совпадающаго съ поверхностью заплечиковъ; ниже располагается еще одинъ ярусъ такихъ котловинъ. Рѣки, какъ напр., Дюре, Культуръ, проложили свои русла-ущелья, минуя эти кары, образующія типичныя уступы высокихъ заплечиковъ.

Верхній уступъ, съ каровыми котловинами у подножія, своимъ ровнымъ и крутымъ характеромъ, который прослѣживается отсюда до Тегерменты (см. выше), вызываетъ представленіе о возможности его развитія вдоль сбросовой линіи.

Замкнутую котловину ледниковаго типа представляетъ и озеро Кульдекъ, расположенное на верхней площади заплечиковъ; кругомъ его развиты тѣ же (184) гнейсо-

видные свѣтлые біотитово-роговообманковые граниты, которые мы видѣли повсюду на верху прилавокъ; они же переходятъ и черезъ ущелье р. Кульдекъ, которая беретъ начало съ высотъ перевала Турайгырь и носить послѣднее названіе въ своей нижней части.

Съ косогоровъ долины р. Кульдекъ открывается прекрасный видъ на подножіе Кунгей Алатау; отлично видно, какъ ниже каровыхъ уступовъ, которыми понижаются высокіе заплечики Кунгея, разстилается цѣлое море хребтиковъ и уваловъ красноцвѣтныхъ породъ, постепенно сливающихся съ каменной равниной берега Иссык-куля.

За озеромъ поднимаются могучіе массивы Терской Алатау, съ типично-выраженными снѣговыми карами вдоль его зазубренныхъ гребней.

На подъемѣ къ перевалу Турайгырь гнейсовидные граниты смѣняются нормальными ортоклазово-біотитово-роговообманковыми гранитами (186, 187), называемыми мною типомъ сѣрыхъ гранитовъ. Имъ подчинены не отдѣлимые отъ нихъ роговообманковые сланцы, представляющіе только дальнѣйшее развитіе гнейсовидной разности тѣхъ же гранитовъ. Катакlastическій характеръ гнейсовъ и роговообманковыхъ сланцевъ замѣчается подъ микроскопомъ очень отчетливо. На самомъ перевалѣ появляется еще иная разность тѣхъ же гранитовъ — авгитовая, которая переходитъ въ авгитовый (уралитовый) порфиритъ. Вѣроятно, что и эта разность представляетъ только мѣстную болѣе основную фацию той же гранитной магмы.

Турайгырь представляетъ наиболѣе низкій изъ переваловъ Кунгея, не болѣе 11000 ф., но 23 мая намъ пришлось и его обойти кара-гирями, открытыми отъ снѣга.

Мы убѣдились, что кромѣ незначительныхъ поверхностныхъ трещинъ и случаевъ паденія отдѣльныхъ камней, другихъ разрушеній отъ землетрясенія нѣтъ по южному склону Кунгей Алатау на пространствѣ между меридіанами переваловъ Аксу и Турайгырь.

Нѣсколько больше поверхностныхъ трещинъ было обнаружено только подъ переваломъ Дюре и въ вершинахъ р. Культуръ, на высотахъ около 9500 ф.; слѣдуетъ обратить вниманіе, что эти слѣды разрывовъ находятся именно на болѣе пологихъ заплечикахъ, а не на крутомъ уступѣ ихъ, и въ области контактовой зоны между красными гранитами уступа на югѣ и гнейсовидными породами типа сѣрыхъ гранитовъ на сѣверѣ. Подъ самымъ переваломъ Турайгырь было замѣчено нѣсколько поверхностныхъ трещинъ и расцѣлинъ только на высотахъ между 9500 и 10500 ф., т.-е. опять таки въ области развитія гнейсовидныхъ и сланцевыхъ породъ катакlastического типа.

Остались неосмотрѣнными мною все-таки вершины Чоктала и Кой-су, но это пространство было затѣмъ посѣщено гори. инж. Корольковымъ и студентомъ Ковалевскимъ.

Поѣздка въ долины рр. Ортогой-су и Чонъ-Койсу.

Горн. инж. Б. Я. Королькова.

Съ почтовой станціи Чокталъ мы съ С. А. Ковалевскимъ двинулись сначала вдоль почтоваго тракта, затѣмъ свернули съ него по киргизской тропинкѣ къ NO и по ней подошли къ р. Ортогой-су въ томъ мѣстѣ, гдѣ она изъ горъ выходитъ на долину Иссыкъ-кула. Изъ долины р. Ортогой-су мы должны были перевалить въ долину р. Чонъ-Койсу. Цѣль поѣздки — прослѣдить проявленіе землетрясенія въ долинахъ этихъ двухъ рѣкъ.

Означенное на картѣ названіе Ортогой-су представляетъ собою испорченное Урта-Койсу¹⁾, какъ и зовутъ его киргизы, въ отличіе отъ Чѣткѣ-Койсу (западное) и Чонъ-Койсу, или большое Койсу (восточное).

Входъ въ долину р. Ортогой-су (сохраняю транскрипцію 2-хъ верстной карты) весьма каменистый, усѣянный валунами сѣраго крупнозернистаго гранита съ большими кристаллами ортоклаза. Примѣрно въ разстояніи 1 версты выше по теченію рѣки отъ перваго арчеваго лѣса, по лѣвому склону ущелья выступаетъ массивъ красныхъ гранитовъ; въ скалистыхъ его выступахъ замѣтны свѣжіе обвалы, не поражающіе грандіозностью; нѣсколько къ NO выступаютъ сѣрые мелкозернистые граниты (въ видѣ отдѣльныхъ выходовъ).

Слѣды землетрясенія по долинѣ р. Ортогой-су обнаруживаются лишь вышеуказанными обвалами въ скалахъ, да нѣсколькими обвалами въ рыхлыхъ породахъ выше по ущелью. По разспроснымъ свѣдѣніямъ, никакихъ слѣдовъ землетрясенія въ видѣ трещинъ, оползней, обваловъ и т. п. въ верхней части долины р. Ортогой-су и боковыхъ притоковъ не наблюдается. Въ виду этого обстоятельства, равно непроходимости, вслѣдствіе снѣговъ, дороги между долинами рр. Ортогой-су и Чонъ-Койсу, по которой, согласно данному профессоромъ К. И. Богдановичемъ указанію, было предположено перевалить въ долину р. Чонъ-Койсу, мы вынуждены были остановиться на болѣе южной дорогѣ, показанной на картѣ, дабы перевалить сначала въ дол. р. Карагайлы-булакъ, а изъ нея уже въ долину р. Чонъ-Койсу. Однако киргизы повели насъ не по избранной дорогѣ, означенной на картѣ и проходящей къ сѣверу отъ точки 1549,9, а нѣсколько южнѣе; несмотря на всю досадность, къ сожалѣнію, слишкомъ поздно замѣченной ошибки въ пути, пришлось утѣшиться констатированіемъ значительныхъ свѣжихъ обваловъ въ рыхлыхъ мощныхъ наносахъ, прикрывающихъ красные и сѣрые мелкозернистые граниты; красные граниты составляютъ, повидимому, цѣлый массивъ, и выходы ихъ видны и у точки 1549,9, и сѣвернѣе по хребту.

Въ долинѣ Карагайлы-булака никакихъ слѣдовъ землетрясенія нѣтъ, если не считать незначительнаго обвала отдѣльныхъ камней на западномъ склонѣ въ верхней ея части; по разсказамъ, и на верхней дорогѣ изъ этой долины въ долину р. Ортогой-су ихъ также нѣтъ. Изъ долины Карагайлы-булака мы поднялись на водораздѣльный хребетъ между нею и Чонъ-Койсу и, переваливъ его, вскорѣ вышли на первоначально избранную дорогу, не наблюдая никакихъ слѣдовъ землетрясенія. Въ средней части долины р. Чонъ-Койсу, по правому берегу обнаружены паденіе камней и обвалъ въ скалистыхъ выходахъ породы, представляющей основное выдѣленіе (грано-діоритовое) среди гранитовъ; эта порода новадается въ видѣ отдѣльныхъ выходовъ на большой высотѣ надъ долиной рѣки; по лѣвому берегу небольшой свѣжій обвалъ въ красныхъ гранитахъ; кромѣ того два-три обвала въ рыхлыхъ наносахъ на правомъ берегу. — Въ верхней части долины никакихъ слѣдовъ не видно (мы поднялись примѣрно до параллели точки 1696,9); снѣга на вершинахъ хребта не носятъ никакихъ слѣдовъ обваловъ; отсутствіе трещинъ, обваловъ и прочихъ слѣдовъ землетрясенія подтверждено и киргизами. — Въ нижней части долины р. Чонъ-Койсу, гдѣ мы ѣхали уже по нижней дорогѣ, проходящей по берегамъ рѣки, разрушенія замѣтнѣе въ смыслѣ обваловъ отдѣльныхъ камней и цѣлыхъ глыбъ изверженныхъ породъ, совершенно тождественныхъ съ таковыми же долины

¹⁾ Среднее Койсу.

р. Ортогой-су. Результатомъ обваловъ камней являются и поломанныя мѣстами ели. Но область этихъ обваловъ представляетъ собою узкую полосу, шириною версты $1\frac{1}{2}$ —2, причемъ наиболѣе они сосредоточены въ средней ея части; начиная съ послѣднихъ 2—3 верстъ до выхода изъ ущелья въ равнину никакихъ слѣдовъ землетрясенія уже не наблюдается.

Какъ видно изъ этого описанія, слѣды разрушеній на поверхности и въ этой горной области оказались не болѣе значительными, чѣмъ къ западу и къ востоку. Наибольшее обиліе паденія камней здѣсь было сосредоточено въ области красныхъ гранитовъ, слѣдовательно значительно ниже, чѣмъ на западѣ, почти въ зонѣ лѣсовъ.

Долина В. Кебина и сѣверный склонъ Кунгей Алатау.

На спускѣ съ перевала Турайгыръ сначала продолжаются роговообманковые сланцы (188, 189), которые постепенно уже къ перевалу вытѣснили граниты; общее крутое паденіе свиты сланцевъ на югъ. Изъ-подъ роговообманковыхъ сланцевъ ниже на спускѣ, на высотѣ все-таки около 9000 ф., появляются бѣлые кристаллическіе известняки (190) или вѣрнѣе даже известняковые сланцы съ пад. на SO 140° уг. 50° . Известняки чередуются съ известково-роговообманковыми сланцами (191). Среди этой свиты появляется массивный выходъ кристаллическаго доломитоваго известняка свѣтлосѣраго цвѣта. Около этихъ выходовъ мы прошли на высотѣ около 8500 ф. трещину разрыва, пересекающую крутую долину Турайгыра и поднимающуюся на оба склона. За этой зоной осадочныхъ породъ ниже по долинѣ выступаютъ уралитовые порфириды (193) и сѣрые граниты (195), а по правому склону ущелья появляются массивные выходы краснаго біотитово-роговообманковаго гранита (194) микропертитоваго типа. Эти граниты слагаютъ цѣлый хребетъ, черезъ который рч. Турайгыръ прорывается передъ своимъ впаденіемъ въ Б. Кебинъ.

Линія разлома, которую мы прошли высоко въ ущельи Турайгыра, къ западу быстро опускается, и можно видѣть, что она уходитъ южнѣе массива красныхъ гранитовъ, явственно обнаруживаясь въ направленіи WSW, какъ изогнутой веревочкой, то на днѣ логовъ, то на склонахъ высотъ.

По лѣвому склону долины Б. Кебина продолжаютъ красные граниты, которые скоро выклиниваются, и на Чонгъ-Кайнды въ 2 верстахъ отъ Б. Кебина появляются снова свѣтлые сѣрые граниты, составляющіе продолженіе тѣхъ, которые мы встрѣтили въ ущельи Турайгыра вслѣдъ за зоной осадочныхъ породъ. На сѣверномъ склонѣ перваго хребта, болѣе рѣзко поднимающемся надъ долиной Б. Кебина и сорванномъ грандіознымъ обваломъ, снова обнажаются известняки и известковые сланцы, составляющіе продолженіе зоны осадочныхъ породъ, также пройденной по ущелью Турайгыра.

Только что отмѣченная линія разлома была подробно прослѣжена горн. инж. Мушкетовымъ отъ Джиль-арыка на р. Чу вдоль лѣваго склона Б. Кебина до р. Турайгыра (см. отчетъ Д. Мушкетова), поэтому я дошелъ лишь до ставки Шабдана

Джантаева, ниже устья ущелья Калмакшу, и затѣмъ направился вверхъ по Б. Кебину, съ цѣлью прослѣдить поясъ разлома до вершинъ этой рѣки.

Къ западу отъ Турайгыра поясъ разлома проявляется или въ формѣ ясной трещины, или въ формѣ надвига, мѣстами въ видѣ системы трещинъ, опускающихся почти до почвы долины Б. Кебина, напр., около ставки Шабдана, и поднимающихся на высоты 8000—9000 ф. къ востоку отъ Турайгыра. На этомъ протяженіи линія разлома сопровождается многочисленными каменными обвалами въ зонѣ лѣса и цѣлой серіей мягкихъ обваловъ, только частью каменистыхъ ниже ея, около ставки Шабдана. Между Чонгъ-Кайнды и Чимъ-булакомъ обнаруживается вторая линія разрыва, параллельная



Фиг. 8. Каменный обвалъ Чонгъ-Кайнды.

первой, въ разстояніи отъ нея около 2 верстъ, и ниже которой находится пять значительныхъ мягкихъ обваловъ на самомъ склонѣ долины Б. Кебина. Непосредственно на продолженіи вершинъ этихъ обваловъ, восточнѣе продолжается система трещинъ, замѣченныхъ нами и на лѣвой сторонѣ Турайгырскаго ущелья. Обвалы около ставки Шабдана и послѣдніе пять обваловъ и вызвали страшное бѣдствіе въ долинѣ Б. Кебина; по своимъ размѣрамъ всѣ эти обвалы соответствуютъ Вѣрненскимъ, и тяжелыя послѣдствія зависѣли здѣсь отъ скученности киргизскихъ зимовокъ и расположенія ихъ непосредственно у самыхъ склоновъ. Рѣзко выдѣляется по своимъ грандіознымъ размѣрамъ (фиг. 8) только каменный обвалъ на Чонгъ-Кайнды (см. табл. VII), имѣвшій вертикальную высоту до 200 саж. Какъ видно по сѣмкѣ этого обвала, исполненной горн. инж. Каркомъ, главная система трещинъ проходитъ здѣсь также черезъ вершину обвала; слѣ-

довательно, въ долині Б. Кебина отношеніе системы трещинъ къ вызваннымъ ими обваламъ обратное тому, что мы видѣли на Аксуйской линіи разлома, гдѣ система трещинъ проходитъ ниже обваловъ.

На всемъ протяженіи отъ Джиль-арыка до Турайгыра поясъ разлома совпадаетъ съ поясомъ соприкосновенія известняковъ и метаморфическихъ сланцевъ. Этотъ поясъ проявляется и орографически; отъ Джиль-арыка до Чонгъ-Каинды по нему идетъ крутая сѣверо-западная окраина склона Кунгей Алатау. Отъ Чонгъ-Каинды впереди этого уступа появляется второй параллельный ему хребетъ красныхъ гранитовъ; почти по сѣверо-западному склону массива красныхъ гранитовъ мы видимъ тамъ короткую вторую линію разлома, слѣдующую также вдоль орографической линіи, именно окраины уступа гранитнаго массива. Наконецъ, выше пояса разлома на Чонгъ-Каинды замѣчается еще третья незначительная южная линія разлома, проходящая вдоль верхней окраины крутого уступа водораздѣльнаго Кунгея; эта линія, мнѣ кажется, ограничиваетъ поясъ осадочныхъ и метаморфическихъ породъ съ юга. Такимъ образомъ, главная линія разлома, назовемъ ее Кебинской, или *C*, совпадаетъ съ поясомъ осадочныхъ породъ, въ особенности линіей массивныхъ известняковъ, и слѣдуетъ вдоль типичнаго линеамента сбросоваго характера. Параллельныя ей сѣверная и южная линіи носятъ также черты линеаментовъ и представляютъ какъ бы повтореніе линіи *C*, только на незначительномъ протяженіи.

Прежде чѣмъ продолжать наши сопоставленія, ознакомимся съ геологическимъ строеніемъ долины Б. Кебина отъ Чонгъ-Каинды до Джасыль-куля.

Выше устья Чонгъ-Каинды долина Б. Кебина быстро суживается до размѣровъ хотя и большаго, но очень дикаго ущелья. Въ расширенной части долины можно отличить четыре террасы, считая за нижнюю — современную. Уступъ верхней террасы и былъ оборванъ упомянутыми пятью обвалами на сѣверной линіи разлома между устьемъ Чонгъ-Каинды и Чимъ-булака.

На правой сторонѣ Кебина, ниже развалинъ древняго калмыцкаго укрѣпленія, поверхность второй террасы обнаруживаетъ слѣды трещинъ многочисленныхъ, но короткихъ.

Противъ этого укрѣпленія, на правомъ склонѣ долины снова обнажаются мраморовидные известняки и офикальцитъ (197), покрывающіе ихъ кальцинированные роговообманковые сланцы (198) и черные глинисто-кремнистые сланцы (199). Въ одномъ мѣстѣ здѣсь обнаруживается слабое оруденіе роговообманковыхъ сланцевъ мѣдными рудами. Свита осадочныхъ породъ протягивается довольно далеко вверхъ по Кебину; съ увѣренностью можно сказать, что она все-таки около суженія долины уже замыкается изверженными породами; такъ около устья щели Четынды появляются разсланцованные и сильно измѣненные динамически красные порфиры (200). Эти породы, также какъ и авгитовые порфириты (201), значительно подчинены массивамъ краснаго гранита (202), слагающаго весь высокій правый склонъ долины.

Около устья щели Четинды ложе Кебина образуетъ замѣтный порогъ, засыпанный валуннымъ мореннымъ матеріаломъ. Ниже порога долина Кебина представляетъ типичный поперечный профиль размыва, а выше ея очертанія мѣняются, она принимаетъ профиль корытообразный (трогъ). Словомъ, здѣсь повторяется явленіе, какое мы отмѣтили на Чиликѣ около Араль-тюбе и Тамчи, но здѣсь трогъ болѣе углубленъ и менѣе широкъ.

Склоны здѣсь сложены изъ гранитовъ красныхъ (204) и сѣрыхъ съ красными крупными ортоклазами (205), мелкозернистыми основными фаціями въ видѣ сіенитовъ, частью авгитовыхъ (203, 206). По лѣвому склону, сложенному преимущественно изъ сѣрыхъ гранитовъ, идутъ почти сплошные, хотя и незначительные обвалы; на правомъ ихъ гораздо меньше, хотя они замѣтны и высоко надъ долиной, напр., на склонахъ щели Янъ-арыкъ, имѣющей, кстати сказать, типичный ледниковый характеръ.

Приблизительно около устья лѣвой щели Коро-корумъ граниты смѣняются опять поясомъ осадочныхъ породъ — перемежаемостью известняковъ и біотитово-роговообманковыхъ сланцевъ, (207, 208), падающихъ на NW 330° — 350° уг. 57° — 76° . Слѣдовательно, опять встрѣчаемъ ту же свиту, которую мы имѣли ниже по Кебину. Ущелье Б. Кебина идетъ здѣсь на нѣкоторомъ протяженіи прямо по простиранию круто поставленныхъ сланцевъ и известняковъ, какъ по трещинѣ. Передъ щелью Ташъ-кія долина Кебина нѣсколько расширяется, принимая діагональное направленіе среди темныхъ роговообманковыхъ сланцевъ (209, 210), продолжающихся до щели Каскеленъ.

Склонъ Заилійскаго Алатау надъ долиной Б. Кебина вообще сильно расчлененъ многочисленными щелями, которыя въ верхнихъ частяхъ сохраняютъ всѣ слѣды ледниковаго ландшафта; на фонѣ болѣе сглаженныхъ, часто зеленыхъ склоновъ вершины всѣхъ рѣчекъ рѣзко выдѣляются въ видѣ бѣлыхъ лентъ, напр. Ташъ-кія и Каскеленъ, отъ покрывающихъ ихъ валунныхъ накопленій. На всемъ пройденномъ протяженіи Заилійскій Алатау является единымъ хребтомъ. Склонъ Кунгей Алатау на всемъ протяженіи отъ Чонгъ-Каянды носитъ совершенно иной характеръ. Тотъ гранитный массивъ, который мы отмѣтили между Чонгъ-Каянды и Турайгыромъ, по направленію къ сѣверо-востоку постепенно все расширяется и поднимается, обособляясь въ хорошо выраженный самостоятельный хребетъ, параллельный главному водораздѣльному Кунгею. Онъ достигаетъ наибольшей высоты, почти 13000 ф., въ вершинахъ р. Культуръ, протягивается мимо перевала Дюре и рядомъ вершинъ — Айтымбетъ и Чимчеку постепенно понижается и сходитъ на нѣтъ, какъ орографическій элементъ, къ верхней части долины Б. Кебина приблизительно около устья въ него р. Чинды-су. Пониженное пространство между водораздѣльнымъ Кунгей Алатау и этимъ параллельнымъ ему хребтомъ, а частью и гребни этого хребта сглажены и носятъ слѣды ледниковой обработки. Почти подъ гребнями этого хребта находятся озера Куль-когуръ и Есень-куль, кароваго характера; на склонахъ и вершинахъ хребта находятся хорошіе альпійскіе луга, посѣщаемые киргизами съ своими табунами. Лѣвые притоки Б. Кебина, какъ Коро-корумъ, Дюре и Каска-су, пересѣкаютъ этотъ хребетъ поперекъ, круто низвергаясь къ Кебину

по узкимъ ущельямъ. Въ его цѣломъ этотъ хребетъ является аналогомъ сауровъ Чилика на сторонѣ Кунгея; онъ поднимается надъ долиной Кебина крутымъ склономъ, образующимъ плечо высокаго трога, ложе котораго было когда-то на его вершинахъ и между нимъ и водораздѣльнымъ Кунгеемъ. Въ области Чимчеку и Айтымбета трогъ этого хребта и верхней долины Б. Кебина какъ бы сливаются; эти корытообразныя долины являются слѣдами древняго оледенѣнія, а менѣе значительное корытообразное русло, но болѣе углубленное по современному Кебину отъ Каскелена до Четынды представляетъ остатокъ иного оледенѣнія, болѣе поздняго; наконецъ, само русло Б. Кебина на этомъ протяженіи является наиболѣе юнымъ орографическимъ элементомъ исключительно эрозіоннаго характера.

Слѣдуетъ отмѣтить, что въ долинѣ Б. Кебина около Ташъ-кія бросились въ глаза по правому склону отложенія довольно типичнаго лёсса; такія же отложенія почти сплошь покрываютъ южный склонъ Айтымбета.

На Чимчеку, Айтымбетѣ и Коро-корумѣ выступаютъ роговообманковые, частью кальцинированныя сланцы (211) и сильно измѣненные конгломераты (213); Айтымбетъ частью сложенъ изъ красныхъ гранитовъ микроперитовыхъ и микроклиновыхъ (212) которые поднимаются къ перевалу Дюре и къ другимъ водораздѣльнымъ высотамъ.

Со стороны Б. Кебина вдоль описываемаго хребта мы видѣли граниты ниже щели Коро-корумъ; слѣдовательно, хребетъ въ его цѣломъ представляетъ поясъ осадочныхъ и метаморфическихъ породъ, зажатыхъ среди гранитовъ, причемъ осадочныя породы занимаютъ въ особенности положеніе, соответствующее нѣсколько пониженной перемычкѣ между высокими частями этого хребта и гранитами водораздѣльнаго.

Съ перевала Турайгыръ было видно ясно, что Кебинская система трещинъ (С) продолжается непрерывно мимо озера Куль-когуръ на вершины р. Культуръ; проникнуть туда съ этой стороны намъ не удалось, но въ сильный бинокль было видно, что отъ оз. Куль-когуръ трещина пересѣкаетъ высокій скалистый перевалъ къ Коро-коруму. Слѣдуя отъ верхняго Кебина черезъ Чимчеку и Айтымбетъ, удалось прослѣдить ту же систему трещинъ съ другого конца. Шагъ за шагомъ я прослѣдилъ линію трещинъ и надвиговъ отъ Чинди-су черезъ Чимчеку, Айтымбетъ, мимо перевала Дюре до вершины рч. Коро-корумъ, на высотѣ около 10500 ф.

Система трещинъ, разрывовъ и надвиговъ, сначала слабая на южной сторонѣ Чимчеку, усиливается по южному склону Айтымбета, пересѣкаетъ перемычку между нимъ и Дюре, быстро и прямо поднимается по очень крутому склону къ перевалу Коро-корумъ. На этомъ подъемѣ надвигъ, сопровождаемый системой трещинъ, достигаетъ крупныхъ размѣровъ, до 2 саж. высоту, т. е. подобныхъ на Аксуйской линіи разлома. Отъ Чимчеку система трещинъ уклоняется вдоль лѣваго склона долины Б. Кебина и была прослѣжена до громадной конечной морены Чинди-су, гдѣ она разсѣивается и теряется.

Къ югу отъ этой линіи разлома можно было замѣтить только болѣе значительныя

обвалы льда и снѣга въ карахъ около Дюре и на снѣговой вершинѣ Чокталъ (больше 14000 ф.), но эти обвалы могутъ относиться также къ обычнымъ явленіямъ на окраинахъ фирновыхъ полей.

За мореной Чинди-су, которая значительно стѣсняетъ долину Б. Кебина, эта долина расширяется; рѣка разбивается на рядъ руселъ по каменистому ровному ложу, а по берегамъ рѣки протягиваются двѣ ровныя террасы. Эта трогообразная часть долины Кебина очень напоминаетъ Тогузъ-тарау Чилика; также какъ и тамъ это пространство расположено почти около верхней границы лѣса.

Явленія трещинъ, разсѣлинъ прекратились почти совершенно, если не считать отдѣльныхъ незначительныхъ разрывовъ на окраинахъ береговыхъ террасъ на правой сторонѣ Кебина, выше перваго Кой-су, и рѣдкаго паденія отдѣльныхъ камней съ праваго же склона. Обвалы и разломы льда прекратились также и на ближнихъ вершинахъ Кунгей Алатау.

Со стороны Кунгея продолжаютъ все граниты, а на сторонѣ Заилійскаго Алатау развиты метаморфическіе сланцы (214), въ видѣ роговообманковыхъ кальцинированныхъ и филлитовыхъ, падающихъ на NW 345° уг. до 75°. Мѣстами скалы сланцевъ обработаны въ типичные бараньи лбы. Вдоль гребней Кунгея расположенъ рядъ каровыхъ ледниковъ, одинъ изъ которыхъ, противъ Джаманъ Алматы, съ великолѣпно выраженными старыми моренами изображенъ, между прочимъ, у Мушкетова, во II т. Туркестана.

Къ устью Алматы долина Кебина снова суживается и между Чонъ-Койсу и Карагайлы преграждается хорошо сохранившейся старой конечной мореной; выше этой морены опять развивается широкое галечниковое русло. Роговообманковые сланцы совершенно вытѣсняются сѣрыми и красноватыми сланцами (215), однородными сланцами Б. Аксу на другой сторонѣ Кунгея, т. е. глинисто-серицитовыми, или филлитовыми и кремнистыми. Они слагаютъ оба склона долины Кебина и имѣютъ, повидимому, крутое паденіе на SO 130°. Долина Кебина представляетъ какъ бы разломанное антиклинальное изогнутіе.

Слѣды разрушеній на поверхности въ долину исчезаютъ на протяженіи отъ устья Койсу до Карагайлы, но на вершинахъ Кунгея съ приближеніемъ къ меридіану Алматы-Койсу появляются циркообразные обвалы и линейныя разсѣлины льда, довольно значительныя на этомъ протяженіи.

Передъ устьемъ р. Аксу появляются на лѣвомъ склонѣ красныя порфиры (216), или порфировидныя граниты, а на правомъ все продолжаютъ сланцы (223) обломочнаго характера, но богатые роговой обманкой и авгитомъ, и сланцеватые туфы.

При устьѣ Аксу появляются сначала скалы (217) авгитово-роговообманковаго порфирита, отчасти кварцеваго, который къ югу сей-часъ же смѣняется краснымъ кварцевымъ порфиромъ (219). Эти порфиры занимаютъ незначительное пониженіе, на которомъ отъ склона главнаго Кунгея замѣтно отдѣляется второй параллельный ему хребетъ; этотъ послѣдній обособляется рядомъ вершинъ на незначительномъ протяженіи, именно

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ северн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Камень, упавшій съ вершины хребта при устьѣ р. Б. Аксу въ Кебинѣ.

(Сфотографировано Д. Мушкетовым)



Моренное озеро Джасылъ-куль въ вершинѣ Б. Кебина.

отъ Чонъ-Койсу до Аксу. Къ востоку отъ Аксу этотъ хребетъ сходитъ на вѣтъ, сливаясь съ склономъ главнаго Кунгея.

Слѣдуя вверхъ по Аксу до береговыхъ моренъ Аксуйскаго ледника, можно видѣть, что эта часть склона главнаго Кунгея сложена изъ песчаниковъ (218) типичнаго туфоваго характера. Если перейти черезъ Аксу около его устья, то по лѣвому склону Кебина вслѣдъ за красными порфирами, образующими мысъ между Аксу и Кебиномъ, появляются кристаллическіе известняки съ жилками гранатоваго вещества (220). Известняки продолжаются до лѣвой, главной по количеству воды, вершины Б. Кебина, идущей съ крупнаго ледника сѣверной стороны Кунгей Алатау. Мысъ между этой вершиной и правой вершиной Б. Кебина, идущей отъ Джасылъ-куля, сложенъ уже изъ авгитовыхъ порфиритовъ (221) типичнаго эффузивнаго, андезитоваго habitus'a. Эти порфириты продолжаются и выше мимо грандіознаго мореннаго загражденія этой правой долины Кебина и мореннаго озера Джасылъ-куль (рис. на таб. 18). Выше озера развиты уже кварцевые, частью авгитовые, стекловатые порфиры (222); по наружному виду и дѣйствительному характеру мы имѣемъ здѣсь породы, близкія какъ къ кварцевымъ порфирамъ устья р. Аксу, такъ и къ авгитовымъ порфиритамъ при соединеніи обѣихъ вершинъ Б. Кебина. Можно думать, что всѣ эти породы относятся къ одной формации эффузивныхъ породъ, закончившихъ своимъ изліаніемъ періодъ интрузій и вмѣстѣ съ этимъ расчлененіе осадочныхъ палеозойскихъ образованій, проявляющихся теперь только отдѣльными участками, зажатыми среди гранитовъ и порфировъ.

Къ устью р. Аксу усиливаются слѣды разрушеній на обоихъ склонахъ Кебина. На правомъ, въ нижней части склона, около восточной изъ трехъ рѣкъ Алматы, появляется система двухъ параллельныхъ трещинъ, уходящихъ далеко къ востоку, а на лѣвомъ сначала бросаются въ глаза отторженцы скалъ авгитоваго порфирита, упавшія съ большихъ высотъ (рис. на таб. 18). Это усиленіе явленій разрушенія замѣчается вмѣстѣ съ обособленіемъ вдоль водораздѣльнаго Кунгея параллельнаго ему хребта. Подняться на вершины этого хребта въ области рѣкъ Кой-су не было возможности, — перемычки между нимъ и главнымъ были покрыты еще снѣгами. Это удалось сдѣлать только изъ долины Аксу, идущей съ перевала того же имени. Устье р. Аксу оказалось перегороженнымъ системой трещинъ и надвиговъ, круто поднимающихся къ востоку и западу на перемычки между водораздѣльнымъ хребтомъ и параллельнымъ ему сѣвернымъ. Эти перемычки соотвѣтствуютъ здѣсь положенію полосы краснаго порфира, между туфовыми песчаниками главнаго хребта около ледника Аксу и свитой филлитово-кремнистыхъ сланцевъ, слагающихъ здѣсь оба склона долины Б. Кебина. На южныхъ склонахъ втораго хребта непосредственно надъ системой трещинъ находился огромный каменный обвалъ; трещины поднялись здѣсь на высоту около 11000 ф., а верхній край обвала находился на высотѣ не менѣе 12000 ф. Отсюда можно было видѣть, что система трещинъ къ западу уходитъ въ направленіи пониженныхъ перемычекъ между главнымъ гребнемъ Кунгея и хребтомъ, параллельнымъ ему на сѣверѣ. Къ востоку отъ устья р. Аксу трещина, или

цѣлая система трещинъ, измѣняя свое направленіе въ NO, слѣдуетъ по высотамъ лѣваго склона Б. Кебина и выходитъ къ озеру Джасылъ-куль¹⁾, гдѣ надъ озеромъ она вызвала на высотѣ 11000 — 12000 ф. еще разъ одинъ изъ самыхъ значительныхъ обваловъ (рис. на табл. 17) изъ числа видѣнныхъ нами; и здѣсь обвалъ приходится на полосѣ порфировъ, составляющихъ видимое продолженіе порфировъ при устьѣ Аксу. Дальше къ сѣверо-востоку система трещинъ отчетливо продолжается черезъ ледники вершинъ Кебина въ область снѣга и льда Кебино-Чиликского водораздѣла. Къ сѣверу отъ этой линіи разлома (*D*) она сопровождается многочисленными случаями паденія скалъ и небольшими каменными обвалами. Между Аксу и Джасылъ-кулемъ кристаллическіе известняки были порваны и разбиты ударами землетрясенія, но линія разлома проходитъ, видимо, южнѣе ихъ.

Вся совокупность изложенныхъ матеріаловъ говоритъ въ пользу того, что и эта зона разлома *D* слѣдуетъ вдоль линеамента, подобнаго такой же орогеологической линіи вдоль зоны разлома *C* нижняго Кебина.]

— Двѣ поверхностныя трещины, которыя были отмѣчены на Заилійскомъ склонѣ долины Б. Кебина около восточной Алматы, продолжаютъ (линія *E*) непрерывно мимо озера Джасылъ-куль, изгибаясь вдоль склона на различной высотѣ надъ долиной и скрываясь также подъ ледниками вершины Кебина.

Филлитовые и кварцево-филлитовые сланцы продолжаютъ вглубь склона Заилійскаго Алатау, какъ видно по долинѣ Алматы, ведущей къ Алматинскому перевалу на Вѣрный. Они поставлены (224) на головы или имѣютъ общій уклонъ къ NW. Ближе къ перевалу появляются граниты, частью порфировидные, обычнаго ортоклазо-плагіоклазового біотито-роговообманковаго типа (225). На самомъ перевалѣ, который мы прошли удачно 27 мая, но все-таки кара-гырами, гранитамъ подчинены сланцевые діориты (226), какъ часть болѣе обширнаго массива діоритовъ (227) офитовой структуры, представляющихъ скорѣе всего только основныя отдѣленія той же гранитной магмы. Дѣйствительно, дальше внизъ по Проходной щели Б. Алматинки распространены только граниты микроклино-микропертитоваго типа съ біотитомъ и роговой обманкой (228, 229), которые мѣстами являются какъ бы насыщенными неправильными жилообразными выдѣленіями діорито-сіенита (230). Въ одной изъ такихъ областей насыщенія появляются теплые источники.

Здѣсь я сомкнулъ свой круговой маршрутъ съ первыми экскурсіями изъ Вѣрнаго (см. стр. 27).

Вершина Проходной щели представляетъ рядъ каровъ, ограничивающихъ обширный циркъ среди гранитовъ. Отъ цирка внизъ долина носитъ слѣды ледниковаго покрытія. Эта часть долины замыкается на верхней границѣ лѣсной зоны узкими воротами, ниже которыхъ круто опускающаяся почва долины засыпана колоссальной конечной мореной.

¹⁾ Описаніе озера было сдѣлано впервые Я. Н. Корольковымъ, Отчетъ по осмотру нѣкоторыхъ Тяньшанскихъ ледниковъ лѣтомъ 1899 г. Изв. Имп. Р. Геогр. Общ., т. XXXVII, вып. 1.

Эта конечная морена круто спускается не менѣе, какъ на 130 сажень; она сильно размита водами рѣки, но характеръ скалистой преграды, покрытой конечной мореной, сохраняется и здѣсь очень отчетливо. Спускъ по руинамъ этой морены нужно признать по всей справедливости однимъ изъ наиболѣе неприятныхъ воспоминаній нашего длиннаго пути. Гребни надъ склонами Проходной щели вдоль этой морены отличаются своими острыми пиками, свидѣтельствующими объ очень развитой отдѣльности, почти кливважѣ, въ окружающихъ гранитахъ и діорито-сланцахъ, переходящихъ въ сланцы съ крутымъ пад. сланцеватости на $SO\ 115^\circ$. Кромѣ слѣдовъ паденія отдѣльныхъ камней, другихъ разрушеній на поверхности въ этой зонѣ выше границы лѣса я не замѣтилъ.

Общие выводы.

Довольно сложное геологическое строеніе области долины Б. Кебина можно схематизировать.

Между гранитными поясами центральныхъ частей Заилійскаго и Кунгей Алатау проходитъ зона осадочныхъ породъ—песчаниковъ, сланцевъ и известняка, сильно метаморфизованныхъ. Трудно съ увѣренностью сказать, упомянутые граниты относятся ли къ типу ортоклазовыхъ или микопертитовыхъ, но роль ихъ здѣсь была именно такая, какъ ортоклазовыхъ въ долинѣ Чилика. Періодъ интрузій и расчлененія осадочныхъ породъ закончился здѣсь изліаніемъ эффузивныхъ породъ типа кварцевыхъ порфировъ и авгитовыхъ порфировъ (напр., между устьемъ Б. Аксу и озеромъ Джасылъ-куль и въ другихъ мѣстахъ), которые нельзя, слѣдовательно, смѣшивать съ близкими имъ петрографически породами въ области долины Чилика. Известняки обнаруживаютъ контактовое измѣненіе не только около гранитовъ (напр., около Чонгъ-Каннды), но также и порфировъ (напр., около устья р. Б. Аксу). Среди гранитовъ, частью гнейсовидныхъ съ подчиненными имъ роговообманковыми сланцами, и этихъ порфировыхъ породъ оказались зажатые клочки осадочныхъ породъ, обычно поставленныхъ почти на головы. Мѣстами, какъ въ части верхней долины Б. Кебина и вдоль долины Б. Аксу до Аксуйскаго ледника, осадочныя образованія выражены довольно широкой зоной, хотя все-таки пересѣченной по простиранію выходами порфира, а въ другихъ мѣстахъ зона осадочныхъ породъ суживается до незначительной полосы, занимающей, напр., орографическое положеніе между водораздѣльнымъ Кунгеемъ и параллельнымъ ему съ сѣвера хребтомъ, сложеннымъ изъ гранитовъ. Въ нижней части долины Б. Кебина, на меридіанѣ Турайгыра и западнѣе зона осадочныхъ породъ снова расширяется и опять раздѣляется на двѣ, а можетъ быть и больше, выходами гранита и порфировъ, превращенныхъ частью въ метаморфическіе сланцы.

Можно отмѣтить двѣ орографическія линіи: *C*—сѣверо-западная окраина склона Кунгей-Алатау и *D*—перемычка между водораздѣльнымъ Кунгеемъ и упомянутымъ параллельнымъ ему съ сѣвера хребтомъ. Эти орографическія линіи, не составляющія не-

посредственного продолженія одна другой, являются и линеаментами; съ ними совпадаютъ и всѣ прослѣженные явленія нарушеній: трещины, разломы, надвиги и крупные каменные обвалы (Чонгъ-Кайнды, надъ устьемъ р. Б. Аксу и надъ озеромъ Джасыль-куль). Эти линіи являются, слѣдовательно, и сейсмоструктурными линіями.

Маршруты въ долину Б. Кебина показали, что Кебинская линія разлома (*C*) не пересѣкаетъ Кунгей Алатау, а послѣ мѣстнаго перерыва снова возрождается въ линіи разлома *D*, приближенной нѣсколько болѣе къ водораздѣльному хребту; она проходитъ мимо перевала Аксу, разсѣивается подъ льдами Кебино-Чиликского водораздѣла и видимо продолжается въ линію *b* долины Чилика. Если разсматривать линіи *C*, *D* и *b*, *c*, *d*, какъ кулисообразно расположенныя части одной сейсмоструктурной линіи, то ея общая длина выражается не менѣе, какъ 180—200 верстъ отъ Джиль-арыка до Шатовъ.

Зона разсѣливъ на южномъ склонѣ Зайлійскаго Алатау (*E*) можетъ быть поставлена въ связь съ линіей *a* долины Чилика, но она не имѣетъ столь ясно выраженаго характера линеамента, какъ линіи *C* и *D*, тѣмъ не менѣе очень возможна связь этой зоны *E* съ направлениемъ тектоническаго типа, какъ это обнаруживается для соответствующей ей зоны *a* въ долину Чилика. Наибольшая общая длина линій *E* + *a*, вмѣстѣ взятыхъ, не превышаетъ 50 верстъ. На всемъ протяженіи въ долину Б. Кебина эта линія разрыва сопровождалась только слѣдами паденія отдѣльныхъ скалъ, нигдѣ не достигая такого развитія, какъ около устья р. Б. Аксу, и не сопровождаемая замѣтными надвигами.

Обвалы съ циркообразными вершинами происходили какъ непосредственно около линій разлома *C* и *D* (обвалъ Чонгъ-Кайнды и рядъ обваловъ около ставки Шабдана, обвалъ надъ устьемъ р. Аксу въ Б. Кебинѣ, обвалъ надъ озеромъ Джасыль-куль), гдѣ можно предполагать вертикальные удары, такъ и дальше въ разстояніи двухъ верстъ къ сѣверу (напр., обвалы между устьями Чонгъ-Кайнды и Чимъ-булака), гдѣ удары нужно было бы предполагать горизонтальными. Правда, послѣдніе обвалы приходятся на продолженіи также слабой линіи разлома, можетъ быть, и самостоятельной.

Менѣе значительные обвалы имѣли мѣсто также и много сѣвернѣе, напр., въ нижней части долины Малаго Кебина, но здѣсь же мы имѣемъ доказательства и очень узкой локализациі разрушительной силы ударовъ, распространившихся вкрестъ линіи разлома не больше 1—2 верстъ къ сѣверу, такъ зимовки киргизовъ Атекинской волости на правой сторонѣ Б. Кебина къ сѣверу отъ обвала Чонгъ-Кайнды почти со всѣмъ не пострадали.

Каменистые обвалы и многочисленные случаи паденія камней въ долину Б. Кебина, въ части ея между Турайгыромъ и Айтымбетомъ показываютъ, что и тамъ разрушительная сила ударовъ рѣзко проявлялась въ разстояніи до 2 верстъ къ сѣверу отъ линіи разлома, значительно ослабѣвая сейчасъ же на правой сторонѣ долины. Всѣ эти обвалы расположены гипсометрически ниже зоны разлома.

Если правильны мои предположенія, что циркуобразныя обвалы и разсѣлины на снѣговыхъ поляхъ Дюре, Чоктала и между Койсу и Аксу представляютъ также слѣды ударовъ землетрясенія, то мы имѣли бы доказательства распространенія ударовъ къ югу отъ линій разлома *C* и *D*, въ область гипсометрически болѣе высокую; трещины и разсѣлины мы видѣли и на южной сторонѣ Кунгей Алатау, между Турайгыромъ и Дюре.

Въ отличіе отъ Аксуйской зоны разлома (*A*), Кебинская зона (*C*) и ея западная часть (*D*) характеризовались бы еще достаточно сильными разрушеніями отъ горизонтальныхъ ударовъ въ обѣ стороны, но распространявшимися не далѣе, какъ на 3—5 верстъ отъ зоны разлома.

Зона *D* въ своей восточной части не сопровождалась столь же сильными ударами по обѣ стороны, какъ въ западной части. Дѣйствительно, трещины и разсѣлины (зона *E*) на Заилійской сторонѣ Б. Кебина представляютъ скорѣе слѣды самостоятельнаго тектоническаго нарушенія, хотя и болѣе слабого, чѣмъ вдоль зоны *D*.

Долины Б. Кебина и верхняго Чилика представляютъ орографически одно цѣлое, нѣсколько только разообщенное областю снѣговъ и льдовъ на водораздѣлѣ между ними. Геологически обѣ долины носятъ достаточно ясныя черты грабена, при образованіи котораго неравномѣрно погружались отдѣльныя зоны преимущественно осадочныхъ метаморфизованныхъ породъ вдоль контактовъ ихъ съ окружающими массивами и зонами интрузивныхъ и частью, въ долину Б. Кебина, эффузивныхъ породъ.

Область явленій остаточной деформаци въ сѣверныхъ цѣпяхъ Тянь-шаня.

Область явленій остаточной деформаци опредѣляется границами нарушеній, происшедшихъ во время землетрясенія на поверхности земли; за предѣлами такихъ границъ начинается область исключительно явленій упругой деформаци, слѣдовательно, такихъ движеній, которыя даже при наиболѣе благоприятныхъ топографическихъ и геологическихъ условіяхъ не могли превысить предѣла упругости поверхностныхъ частей земли. Область явленій остаточной деформаци равнозначна мегасейсмической области. Я не могу придавать особаго значенія детальности опредѣленія границъ такой площади, такъ какъ на этихъ деталяхъ значительно отражаются мѣстный геологическій составъ, положеніе горизонта грунтовыхъ водъ и топографія. Гораздо важнѣе общее положеніе такой площади и ея отношеніе къ крупнымъ чертамъ геологическаго строенія потрясенной страны, распространеніе этой площади по длинѣ и по ширинѣ. Руководствуясь такими взглядами, я ограничиваюсь только схематическимъ показаніемъ границъ этой площади на картѣ сорокаверстнаго масштаба (табл. VIII); эти границы нанесены въ общихъ чертахъ тѣмъ не менѣе совершенно согласно съ матеріалами, собранными нашей экспедиціей и изображенными, хотя и схематически, на картѣ четырехверстнаго масштаба (табл. I).

Какъ видно на картѣ, мегасейсмическая область обнимаетъ значительныя части Заилійскаго и Кунгей Алатау, распространяясь довольно симметрично на сѣверный склонъ перваго хребта и южный второго и опускаясь только на ограниченныхъ пространствахъ до подножія этихъ хребтовъ, именно между Вѣрнымъ и Софійской на сѣверѣ и между Сазановкой и Фольбаумовскимъ поселкомъ на югѣ. Западной границей площади служитъ довольно рѣзко долина р. Чу, а восточная граница образуетъ рѣзкій уступъ, совершенно нарушающій симметричность площади по отношенію къ Заилійскому Алатау. Мегасейсмическая площадь оказывается вытянутой гораздо значительнѣе вдоль Кунгей Алатау, чѣмъ вдоль Заилійскаго.

Посмотримъ, какое отношеніе можетъ имѣть эта форма площади остаточной деформации къ крупнымъ особенностямъ геологическаго состава и строенія обонхъ горныхъ хребтовъ.

На предшествующихъ страницахъ собраны матеріалы, хотя и страдающіе большою неполнотою, но все-таки достаточно поясняющіе, что въ геологическомъ составѣ Заилійскаго и Кунгей Алатау принимаютъ участіе: а) палеозойскія осадочныя образованія, сопровождавшіяся изліаніемъ порфиритовыхъ и порфировыхъ породъ и отложеніемъ ихъ туфовъ, и б) серія разнообразныхъ гранитовъ, какъ представителей интрузивныхъ образованій, сопровождавшихъ сложныя дислокаціонныя явленія послѣ конца палеозоя; съ этой серіей породъ генетически связана еще иная группа эффузивныхъ образованій въ видѣ кварцевыхъ порфировъ и авгитовыхъ порфиритовъ, которую нельзя соединять въ одну формацию съ подобными же породами группы (а). Въ связи съ дислокаціонными процессами послѣ конца палеозоя различныя породы обѣихъ группъ подверглись метаморфизму, давшему мѣстами довольно разнообразныя метаморфическіе сланцы—гнейсовидные, роговообманковые, филлиты, песчаниковые сланцы и т. под.

Въ отношеніи строенія разсматриваемыхъ хребтовъ осадочныя образованія и одновременныя имъ эффузивныя изліанія являются равноцѣнными; тѣ и другія представляютъ или значительныя массивы, занимающіе мѣстами обширныя площади, или отломки, затхатыя и обыкновенно метаморфизованные среди болѣе мощныхъ массивовъ или зонъ гранитовыхъ породъ и ихъ фаций.

Уже на геологической картѣ Туркестана Мушкетова выражено довольно ясно замѣтное преобладаніе осадочныхъ и эффузивныхъ породъ къ сѣверу отъ средняго теченія р. Чилика. На основаніи своихъ личныхъ наблюденій, переданныхъ здѣсь шагъ за шагомъ, я высказываю первое положеніе, что уступообразная линія, изображающая сѣверо-восточную границу области остаточной деформации, совпадаетъ очень близко съ юго-западной границей болѣе широкой площади развитія осадочныхъ и одновременныхъ имъ эффузивныхъ породъ.

Къ западу отъ этой линіи осадочныя образованія появляются только клочками, затхатыми преимущественно между высокими массивами Заилійскаго и Кунгей Алатау (по Тау-Чилику и Б. Кебину) и мѣстами на южномъ склонѣ послѣдняго (по Аксу,

Урюкты, около Курмекты и дальше на р. Тюпѣ). Отдѣльныя полосы осадочныхъ породъ опредѣляютъ собою границы разобщенныхъ массивовъ Заилійскаго и Кунгей Алатау. Вдоль окраинъ такихъ массивовъ не только осадочныя породы, но и сами интрузии сильно метаморфизованы, причѣмъ тѣ и другія породы часто превращены въ метаморфическіе сланцы.

Вся сумма изложенныхъ въ настоящей работѣ наблюденій позволяетъ мнѣ высказать второе положеніе: область остаточной деформации при землетрясеніи 1910 г. совпадаетъ съ областью расчлененія сѣверныхъ цѣпей Тянь-шаня на отдѣльныя продольные массивы и зоны интрузивныхъ породъ, разъединенные узкими полосами или осадочныхъ образованій, или метаморфическихъ сланцевъ.

Это второе положеніе приобрѣло бы большій вѣсъ, если бы я могъ его подтвердить опредѣленіемъ западной границы области остаточной деформации, какъ мѣста преобладающаго развитія снова осадочныхъ породъ или, по крайней мѣрѣ, какъ мѣста, гдѣ разобщеніе интрузивныхъ массивовъ становится менѣ замѣтнымъ. Къ сожалѣнію, Александровскій хребтъ остается мнѣ неизвѣстнымъ по личнымъ наблюденіямъ; если же сопоставить рядъ наблюденій покойнаго Мушкетова въ предѣлахъ Александровскаго хребта и Таласскаго Алатау, какъ это изложено имъ въ II т. Туркестана (стр. 33—62) и выражено на геологической картѣ Туркестана, то, кажется, я буду правъ. Въ Александровскомъ хребтѣ, въ особенности на его восточной окраинѣ, преобладаютъ осадочныя палеозойскія породы и метаморфическіе сланцы; массивы болѣе позднихъ интрузивныхъ породъ здѣсь совершенно отсутствуютъ, появляясь только по восточной окраинѣ Таласскаго Алатау.

Далѣе, неоднократно уже отмѣчено, что зоны разлома во время землетрясенія 1910 г., прослѣженные нами въ сѣверныхъ цѣпяхъ Тянь-шаня, приходятся преимущественно въ узкихъ полосахъ контакта между интрузивными породами и осадочными; таковы зоны, изображенныя линіями *A, B, C, E, a, c—d, e*; зона вдоль линіи *b* находится въ поясѣ контакта между интрузивными породами (водораздѣльный Кунгей) и главнымъ образомъ гнейсовидными метаморфическими сланцами. Только зона по линіи *D* совпадаетъ съ поясомъ контакта эффузивныхъ породъ (красный порфиръ и авгитовые порфириты) и палеозойскихъ осадочныхъ образованій; но относительно именно этихъ эффузивныхъ породъ можно высказать предположеніе, что генетически онѣ связаны съ интрузіями гранитовъ. Линія *a*¹ и линія 1887 г. (*M*) находятся въ зонѣ контакта древнихъ порфировъ и болѣе новыхъ гранитовъ.

Почти всѣ прослѣженныя линіи разрыва могутъ быть отмѣчены, какъ отчетливыя линеаменты, т.-е. линіи орографическаго и геологическаго значенія, которыя въ ихъ совокупности представляютъ дугообразный изгибъ, обращенный выпуклостью къ сѣверу, а не къ югу, какъ, казалось бы, слѣдовало ожидать, если припомнить общее дугообразное расположеніе хребтовъ Тянь-шаня.

Соотвѣтственно такому расположенію линій разлома, область распространенія разрушеній на поверхности, только намѣченная, имѣетъ также форму площади, вытянутой въ $O-W$ направленіи, слегка изогнутой къ сѣверу и съ неправильными очертаніями.

Отсюда вытекаетъ мое третье положеніе: отмѣченныя во время землетрясенія 1910 г. линейныя полосы разрушеній на поверхности земли (поясы разлома) представляютъ дѣйствительныя сейсмоструктурныя линіи, вдоль которыхъ произошло какое-то движеніе, или смѣщеніе ограничиваемыхъ ими массивовъ Кунгей и Заилійскаго Алатау.

Линеаментный характеръ такихъ линій разлома, какъ вдоль Б. Кебина (C, D, F), Чилика ($a, b, c-d$) и Аксуйской (A), показываетъ, что движенія, послужившія источникомъ катастрофы 1910 г., не были случайностью, что они имѣютъ геологическій смыслъ, что суммирование такихъ движеній въ теченіе цѣлаго ряда геологическихъ эпохъ, во всякомъ случаѣ еще задолго до ледниковой эпохи, и создало основныя черты рельефа сѣверныхъ цѣпей Тянь-шаня; эти основныя черты выражаются въ указанныхъ линеаментахъ.

Геологическая критика области остаточной деформациі при землетрясеніи 1910 г. приводитъ къ четвертому положенію:

Источникомъ ударовъ, отмѣченныхъ съ наибольшей опредѣленностью въ населенныхъ мѣстахъ, какъ Вѣрный, станицы около него, въ долинахъ р. Чу, Б. Кебина, въ селеніяхъ Сазановское, Уйталъ, Фольбаумовское, Преображенское, — должна была быть не одна какая-нибудь точка, даже не одна линія, а цѣлый рядъ линій. Въ однихъ мѣстахъ должны были получиться удары разрушительной силы только отъ одной линіи разлома, напр., въ Преображенскомъ и монастырѣ, также въ нижней части долины Б. Кебина; въ другихъ, напр., въ Вѣрномъ и Сазановкѣ, были получены послѣдовательные удары отъ цѣлаго ряда линій, слѣдовавшіе быстро одинъ за другимъ.

Если это положеніе правильно, то такіе послѣдовательные удары должны были вызвать необыкновенную продолжительность явленія сотрясенія и неправильность, сложность движеній вслѣдствіе поверхностныхъ волнъ съ разныхъ сторонъ, но для сѣверной окраины области остаточной деформациі (Вѣрный) вообще съ южныхъ, а для южной окраины (Сазановка) — вообще съ сѣверныхъ.

Въ томъ и другомъ случаѣ движенія не ограничивались однимъ румбомъ, а происходили по нѣсколькимъ, напр., въ Вѣрномъ отъ поясовъ разлома — a^1, C, D, E, a ; къ югу отъ Кунгей Алатау должны были преобладать движенія отъ поясовъ D, A, e, B . Поясъ C далъ волны преимущественно къ сѣверу и очень слабыя волны къ югу; даже очень мощный поясъ D далъ преимущественно волны къ сѣверу, и только отъ его юго-восточной вѣтви послѣдовали поверхностныя волны также къ югу.

Мы прослѣдили на цѣломъ рядѣ площадей разрыва второго порядка, что преимущественно онѣ сосредоточены не на продолженіи поясовъ разрыва первого порядка,

а въ направленіи перпендикулярномъ къ этимъ поясамъ и въ мѣстахъ часто наибольшаго напряженія такихъ поясовъ. Дѣйствительно, площадь разрывовъ Б. Алматинской станицы приходится на линіи, б. или м. перпендикулярной къ поясу разрыва a^1 и въ области Б. Кебина; площади разрывовъ на берегахъ Иссык-куля приходятся къ югу отъ ближайшихъ поясовъ разлома перваго порядка; нѣкоторое исключеніе, какъ было отмѣчено, составляетъ Сазановская площадь, гдѣ разрывы втораго порядка почти сливаются съ разрывами перваго порядка.

Оставимъ совершенно въ сторонѣ вопросъ о первоисточникѣ движеній землетрясенія 1910 г.; замѣтимъ только, что такимъ источникомъ могло быть нарушеніе равновѣсія между двумя массивами интрузивныхъ образованій какъ подъ вліяніемъ внѣшнихъ (денудационныхъ) причинъ, такъ и внутреннихъ (вулканическихъ въ широкомъ смыслѣ). Ограничиваясь пока высказанными положеніями, мы видимъ, что геологическое изслѣдованіе землетрясенія приводитъ въ окончательномъ итогѣ къ восстановленію извѣстной послѣдовательности событій во время катастрофы, а равнымъ образомъ не только къ опредѣленію и объясненію границъ площади остаточной деформации, но также и къ различенію нарушеній перваго порядка, на дѣйствительныхъ сейсмостектоническихъ линіяхъ, и нарушеній втораго порядка, расположенныхъ внѣ такихъ линій.

Намъ остается теперь показать, насколько высказанныя положенія оправдываются или даже расширяются наблюденіями иного рода, именно надъ разрушеніями на постройкахъ.

ЧАСТЬ П.

РАЗРУШЕНІЕ ПОСТРОЕКЪ.

Я не имѣю въ виду въ этой части дать подробное описаніе поврежденій, происшедшихъ при землетрясеніи 1910 г. въ различныхъ мѣстностяхъ потрясенной области. Я ограничусь лишь матеріалами, собранными лично мною, такъ какъ указанія на поврежденія въ мѣстностяхъ, посѣщенныхъ Д. Мушкетовымъ и И. Каркомъ, приводятся въ ихъ отчетахъ.

Даже изъ матеріаловъ, собранныхъ мною, я остановлюсь здѣсь преимущественно на такихъ, которые имѣютъ отношеніе къ задачѣ, поставленной въ концѣ I части, или представляютъ интересъ въ отношеніи предохраненія построекъ отъ послѣдствій землетрясеній. Какъ я и предполагалъ, ко времени моего пріѣзда въ Вѣрний значительная часть поврежденій построекъ была уже исправлена; поэтому пришлось ограничиться осмотромъ наиболѣе интересныхъ случаевъ поврежденій, часто по указаніямъ мѣстныхъ инженеровъ. Осмотръ различныхъ частей города и отдѣльныхъ улицъ былъ исполненъ, постоянно имѣя въ виду разрушенія, отмѣченныя Мушкетовымъ въ 1887 г., въ цѣляхъ сбора сравнительнаго матеріала по обоимъ землетрясеніямъ.

По необходимости, вслѣдствіе ограниченности матеріала, эта часть отчета является краткой и въ то же время по возможности популярной, такъ какъ затрогиваемыми въ ней вопросами интересуется широкій кругъ лицъ. Именно въ этихъ видахъ я считаю необходимымъ предпослать своимъ наблюденіямъ нѣсколько замѣчаній общаго характера.

Причины поврежденія построекъ.

Постройки могутъ приходять въ движеніе во время землетрясенія подѣ влияніемъ двухъ причинъ, именно, волнъ упругихъ, идущихъ непосредственно отъ источника движенія, слѣдовательно волнъ земныхъ въ тѣсномъ смыслѣ, и волнъ поверхностныхъ, развивающихся въ эпицентральной области и вызывающихъ часто дѣйствительное перемѣщеніе частицъ (волны смѣшаннаго характера, elastic-gravitational). Упругія волны

при ихъ высококомъ напряженіи могутъ вызвать разрывъ или разломъ поверхности, но это явленіе только и можетъ имѣть мѣсто непосредственно въ эпицентральной области; именно такіе разрывы и вызываютъ поверхностныя волны, распространяющіяся по поверхности земли и вызывающія, при достаточной напряженности ихъ, видимыя поверхностныя волны.

Всякая точка земной поверхности, не расположенная на вертикалѣ отъ источника движенія (сейсмическомъ вертикалѣ), можетъ слѣдовательно воспринять двоякаго рода горизонтальные удары. Въ общемъ случай оба движенія могутъ выражаться только упругими волнами, а въ исключительныхъ—волны второго рода могутъ быть смѣшаннаго характера. Эти особыя условія, очевидно, могутъ имѣть мѣсто только въ предѣлахъ площади остаточной деформации.

Упругія волны, достигая до основанія постройки, начинаютъ распространяться по ея частямъ и вызываютъ ея колебаніе тѣмъ скорѣе, чѣмъ возможный періодъ колебанія всей постройки ближе къ періоду проходящихъ черезъ нее волнъ. Воспринимая въ себя упругія волны, постройка приходитъ въ движеніе подобно оборотному маятнику или, вѣрнѣе, системѣ связанныхъ между собою маятниковъ, такъ какъ каждое строеніе состоитъ изъ разнородныхъ матеріаловъ или различныхъ частей, имѣющихъ каждый или каждая собственный періодъ колебанія.

Всякая постройка не есть часть земной коры, а только постороннее тѣло, удерживаемое на поверхности земли своимъ основаніемъ и своимъ вѣсомъ, или инерціей, причемъ послѣдняя зависитъ не только отъ вѣса, но и положенія центра тяжести. Подъ вліяніемъ горизонтальной составляющей волнъ, достигающихъ до постройки, почва подъ нею испытываетъ стремленіе къ боковому смѣщенію; слѣдовательно, каждая часть строенія испытываетъ не только стремленіе къ смѣщенію въ томъ же направленіи, но также, вслѣдствіе инерціи, стремленіе къ обратному движенію. Въ постройкѣ возникаютъ очень сложныя сгибающія и скалывающія напряжения, подъ вліяніемъ которыхъ она можетъ быть разрушена даже при полномъ отсутствіи на поверхности земли разрывовъ и трещинъ. Если возникаютъ и послѣдніе, т. е. напряженность волнъ выходитъ за предѣлы упругости земныхъ массъ, постройки испытываютъ непосредственный разрывъ и, конечно, тѣ же колебательныя движенія, но въ соотвѣтственно повышенной степени.

Въ каждомъ волнообразномъ движеніи, а такимъ является распространеніе упругой энергіи при землетрясеніи, различаютъ его скорость (v), періодъ (t) и амплитуду (a), причемъ подъ амплитудой понимаютъ величину отклоненія частицы отъ состоянія покоя въ обѣ стороны. Величина напряженій, возникающихъ въ постройкахъ, зависитъ не столько отъ абсолютныхъ величинъ этихъ элементовъ, сколько отъ величины приращенія скорости, т. е. отъ величины наибольшаго ускоренія. Дѣйствительно, чѣмъ внезапнѣе приходитъ тѣло въ колебаніе, т. е. отъ состоянія покоя въ состояніе движенія или обратно, чѣмъ рѣзче измѣняется направленіе этого колебанія, въ особенности въ

противоположную сторону, — тѣмъ сильнѣе и напряженіе къ разрыву, вслѣдствіе инерціи тѣла. При большой амплитудѣ, но при медленномъ движеніи, колебанія могутъ быть не ощутимы; при малой амплитудѣ, но быстромъ движеніи, даже очень тонкія колебанія могутъ быть нами восприняты непосредственно и могутъ повести къ нарушеніямъ цѣлости построекъ.

Величина наибольшаго ускоренія выражается формулой $A = \frac{4\pi^2 a}{t^2}$, гдѣ a — амплитуда, t — періодъ колебанія. Ускореніе возрастаетъ, слѣдовательно, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ съ увеличеніемъ амплитуды и уменьшеніемъ продолжительности періода.

Мильнъ показалъ еще въ 1885 г. прямыми наблюденіями въ Токио, что амплитуда колебаній въ твердомъ грунтѣ на глубинѣ 3 м. составляетъ всего $\frac{1}{34}$ амплитуды на поверхности, а наибольшее ускореніе на глубинѣ 3 м. составляетъ уже всего $\frac{1}{62}$ величины наибольшаго ускоренія на поверхности.

Эти отношенія имѣютъ мѣсто только въ случаѣ ударовъ значительной напряженности и при значительной же разницѣ въ твердости грунтовъ на глубинѣ и на поверхности. Въ совершенно рыхлой поверхностной почвѣ всякое упругое движеніе, передаваемое съ глубины, преобразовывается въ колебанія большой амплитуды; если ихъ періодъ сохраняется при этомъ, то при малой его величинѣ и возникаютъ на поверхности ускоренія, наиболѣе опасныя для постройки. Кромѣ того, въ рыхлыхъ поверхностныхъ образованіяхъ, въ особенности пропитанныхъ подземной водой, легче возникаютъ поверхностныя волны смѣшаннаго характера, слѣды прохожденія которыхъ мы ясно видимъ перѣдко на деформаціяхъ почвы и фундаментовъ. Слѣдовательно, въ такихъ рыхлыхъ образованіяхъ присоединяется и вторая причина, оказывающая вредное вліяніе на постройки.

Отсюда возникаетъ первое практическое слѣдствіе: въ каждой сейсмической области наиболѣе опасны для построекъ мѣста съ рыхлой, болотистой почвой, а въ особенности искусственно насыпанной, какъ это часто бываетъ въ болѣе значительныхъ городахъ.

Съ другой стороны, увеличеніе амплитуды колебанія въ рыхломъ грунтѣ должно компенсироваться поглощеніемъ самой энергіи движенія при переходѣ (трение) его отъ одной свободной частицы къ другой. Слѣдовательно, при извѣстной толщинѣ рыхлаго грунта, величина которой можетъ быть въ различныхъ случаяхъ неодинаковой, можно смѣло строить и на такой почвѣ. Можно думать, что даже при одинаковомъ качествѣ грунта на поверхности и на глубинѣ, хотя бы 3—4 м., давленіе верхнихъ массъ нѣсколько уже препятствуетъ свободному проявленію поверхностныхъ волнъ на глубинѣ. Болѣе глубокія части, а вмѣстѣ въ ними и основанный на нихъ фундаментъ, воспринимаютъ только упругія волны.

Нѣтъ надобности приводить примѣры вреднаго вліянія рыхлыхъ отложеній изъ практики различныхъ сейсмическихъ областей; такіе примѣры, какъ случаи въ Токио,

Шемахъ, въ Санъ-Сальвадорѣ, имѣются въ любомъ учебникѣ. Напомнимъ еще, что такіе факты объясняютъ значеніе твердыхъ, прочныхъ скалистыхъ грунтовъ среди рыхлыхъ отложеній, т. е., такъ называемыхъ, сейсмическихъ острововъ.

Не требуетъ особыхъ поясненій опасность расположенія построекъ на краяхъ такихъ выемокъ, какъ каналы, рѣки, овраги, гдѣ легче всего сотрясеніе переходитъ въ разрывъ. Упругая волна передается по средѣ, пока послѣдняя непрерывна; но какъ только волна достигаетъ окраины этой среды, частицы, не встрѣчая болѣе сопротивленія своему движенію, стремятся впередъ въ томъ же направленіи, подобно крайнему шару въ ряду шаровъ; отсюда и происходитъ сила разрушеній на склонахъ и обрывахъ, даже скалистыхъ.

Не такъ ясно вредное вліяніе положенія построекъ на линіи соприкосновенія склоновъ съ болѣе ровной почвой сосѣднихъ долинъ и равнинъ, какъ въ этомъ убѣдились, напр., не разъ въ Калабріи и Алжирѣ. Такія линіи рѣзкаго перегиба очертанія склоновъ часто соответствуютъ смѣнѣ однихъ геологическихъ образованій другими, и опасность возрастаетъ оттого, что двѣ разнородныя среды всегда имѣютъ стремленіе къ раздѣленію при ударѣ, вслѣдствіе неизбежной разницы въ періодахъ распространяющагося движенія. Это слѣдуетъ имѣть въ виду въ особенности при устройствѣ желѣзнодорожныхъ дамбъ, при соединеніи береговыхъ устоёвъ мостовъ съ берегомъ.

Около склоновъ опасность для человѣческаго жилья усиливается отъ возможности проявленія обваловъ вдоль склоновъ; какъ разъ гибель многихъ киргизскихъ зимовокъ въ долинѣ Б. Кебина, на Котуръ-булакѣ и въ Сары-булакахъ и была вызвана положеніемъ ихъ у подножія склоновъ и паденіемъ самихъ склоновъ.

Опасное вліяніе сеймотектоническихъ линій, какъ сбросы и контакты разнородныхъ породъ, иллюстрируется всѣмъ предшествовавшимъ изложеніемъ, но это становится яснымъ только при изслѣдованіи широкой области, а не послѣдствій на отдѣльныхъ постройкахъ.

Хотя колебаніе почвы при землетрясеніяхъ и очень сложно, тѣмъ не менѣе всегда удается установить направленіе преобладающаго движенія, какъ это видно по наибольшему удлинненію (элонгаціи) сейсмограммъ, даваемыхъ свободнымъ маятникомъ. Вслѣдствіе волнообразнаго движенія почвы, въ стѣнахъ, расположенныхъ по направленію наибольшаго удлинненія, возникаютъ только трещины, обычно X-образнаго вида, а при положеніи стѣнъ перпендикулярно къ движенію — онѣ могутъ упасть или въ сторону движенія, или часто въ обратную сторону, вслѣдствіе своей инерціи.

Во многихъ случаяхъ было замѣчено, что преобладающее направленіе распространенія движенія повторяется для одного и того же мѣста въ теченіе цѣлаго ряда послѣдовательныхъ землетрясеній, напр., въ Токио. Это явленіе совершенно естественное при повтореніи землетрясеній отъ однихъ и тѣхъ же исходныхъ точекъ, очаговъ или линій. Нѣкоторые изслѣдователи полагаютъ, что даже при положеніи исходныхъ ударовъ въ

разныхъ мѣстахъ можетъ сохраняться преобладающее направленіе, вслѣдствіе возможности отраженія и преломленія лучей упругой энергіи подъ вліяніемъ опредѣленнаго геологическаго состава и строенія.

При иныхъ землетрясеніяхъ, вслѣдствіе распространенія волнъ различнаго направленія, различнаго періода, ихъ отраженія и т. д., можетъ происходить интерференція волнъ, т.-е. ихъ мѣстное ослабленіе на поверхности, причемъ на глубинѣ волны могутъ распространяться дальше, снова вызывая тамъ разрушительныя послѣдствія. Мѣстные ослабленія напряженности землетрясенія принято называть „мостами землетрясенія“.

Вліяніе геологическаго состава и строенія, направленія наибольшаго удлиненія, топографіи мѣстности и т. под. настолько сложно, что въ предѣлахъ даже одного населеннаго пункта послѣдствія землетрясенія на постройкахъ при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ могутъ распредѣляться очень неравномѣрно. Въ городахъ, часто страдающихъ отъ землетрясеній, какъ Токио и Иокогама, установлены постоянныя сравнительныя наблюденія надъ различными частями городовъ и выяснено, какія ихъ части испытываютъ обычно болѣе сильныя сотрясенія. Въ Италіи дѣлались попытки ввести страховыя операціи отъ послѣдствій землетрясеній; очевидно, что только такое всестороннее изученіе условій распредѣленія поврежденій можетъ послужить основаніемъ для опредѣленія страховыхъ премій. Всѣ такія свѣдѣнія еще болѣе необходимы для правительства въ видахъ распредѣленія поселеній въ сейсмическихъ областяхъ и регламентаціи типовъ построекъ.

Однимъ изъ существенныхъ практическихъ выводовъ нашихъ изслѣдованій послѣдствій землетрясенія 1910 г. я считаю опредѣленіе сеймотектонической линіи вдоль лѣваго склона долины Б. Кебина, какъ это подробно описано въ первой части настоящей книги. Уже послѣ землетрясенія возникло предположеніе, получившее одобреніе Главнаго Управленія Землеустройства и Земледѣлія, объ отводѣ 20.000 десятинъ земли подъ устройство переселенческихъ участковъ въ долину Б. Кебина, на земляхъ киргизовъ Сарыбагшевской волости, именно въ самой рѣчной долинѣ. Если эти участки предположены на лѣвой сторонѣ рѣки, между долиной р. Чу и ставкой Шабдана Джантаева, то они приходятся въ наиболѣе опасной въ сейсмическомъ отношеніи части долины Б. Кебина; если они предположены даже на правой сторонѣ долины этой рѣки, то все-таки устройство поселковъ и тамъ являлось бы совершенно нецѣлесообразнымъ въ отношеніи обезпеченія имущества и даже жизни переселенцевъ. Къ сожалѣнію, выводы геологич. и сейсмологич. пользуются еще слишкомъ слабымъ кредитомъ въ правительственныхъ сферахъ, и участки, повидимому, были все-таки отведены, несмотря на мой своевременный протестъ по этому поводу¹⁾.

Коснемся теперь вопроса о такъ называемыхъ антисейсмическихъ постройкахъ.

Чтобы предохранить наши постройки отъ опасныхъ послѣдствій землетрясеній, можно было бы идти по двумъ направленіямъ—или стремиться изолировать постройки

¹⁾ См. Протоколы засѣданій постоянной Центральной Сейсмич. Комиссіи. 1912 г., № 1.—Отъ 19 окт. 1913 г. („Новое Военн“) мы имѣли уже сообщеніе о сильныхъ ударахъ въ долину Б. Кебина 6 и 7 октября.

отъ самой возможности перехода въ нихъ сейсмическихъ волнъ, или стремиться къ возможно болѣе полному ослабленію и обезвреженію такихъ волнъ.

Совершенно понятно, что не можетъ быть предложено такихъ конструкцій, которыя вполне удовлетворяли бы первому направленію. Преслѣдуя такую задачу, строитель приходитъ къ заключенію, что необходимо возможно болѣе ослабить связь земли съ постройкой, слѣдовательно связать ихъ между собою въ возможно меньшемъ числѣ точекъ. Отсюда идея фундаментовъ на шарахъ или каткахъ; при ударахъ такія постройки, при условіи достаточной ихъ прочности или гибкости, должны были бы только слегка уклоняться въ сторону. Очевидно, что такія постройки мало пригодны для современной жизни; киргизская юрта удовлетворяетъ этому типу до извѣстной степени, такъ какъ она только соприкасается съ поверхностью земли въ нѣсколькихъ точкахъ.

Остается, значить, второй путь, причѣмъ его необходимо комбинировать съ приемами перваго рода. Необходимо стремиться къ конструкціямъ такого типа, чтобы онѣ свободно выдерживали высокія напряженія, даже выше предѣла упругости поверхностныхъ массъ. Такому условію могутъ удовлетворять два крайнихъ типа—гибкая корзина и стальной ящикъ; послѣдній при достаточной прочности имѣетъ слишкомъ большой вѣсъ, значить значительную инерцію; первая при меньшей прочности имѣетъ слабую инерцію все равно въ состояніи ли покоя, или движенія. Кромѣ того, въ гибкомъ тѣлѣ при ударахъ развиваются, какъ извѣстно, сопротивленія и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ сильнѣе ударъ; слѣдовательно, гибкость тѣла способствуетъ затуханію движеній въ немъ. Оба эти крайнихъ типа приходится имѣть въ виду при проектированіи антисейсмическихъ конструкцій, хотя ни одна современная постройка не можетъ быть исполнена ни по тому, ни по другому.

Разсмотрѣніе причинъ, вызывающихъ напряженія въ постройкѣ, приводитъ къ первому условію, которому должна удовлетворять каждая антисейсмическая постройка, это—ея возможно полная однородность, чтобы моменты инерціи ея отдѣльныхъ частей значительно не разнились, и чтобы періоды проходящихъ черезъ нее упругихъ волнъ не зависели по крайней мѣрѣ отъ разнородности матеріала. Чѣмъ ближе, слѣдовательно, приближается постройка къ монолитному однородному типу, тѣмъ внутреннія напряженія въ ней при землетрясеніи становятся меньше, а значить и поврежденія слабѣе. Вліяніе такихъ напряженій на постройки можно было бы парализовать также возможно большей гибкостью и упругостью матеріала, т.-е. его способностью къ упругимъ деформаціямъ, это дѣйствительно и достигается въ легкихъ фахверковыхъ, въ особенности нашихъ деревянныхъ срубовыхъ строеніяхъ. Въ неупругихъ тяжелыхъ кирпичныхъ и желѣзныхъ конструкціяхъ внутреннія напряженія разрываютъ кладку и срѣзываютъ болты и заклепки. Тѣмъ не менѣе бетонная одежда стальной фахверковой конструкціи, въ значительной степени уменьшающая упругость и гибкость этой конструкціи, оказалась, по опыту въ С.-Франциско въ 1906 г., средствомъ, лучше всего предохраняющимъ отъ поврежденій

такой стальной каркасъ; при плохой одеждѣ изъ кирпича такіе же стальные фахверки оказались сильно поврежденными. Къ монолитному типу болѣе всего приближаются желѣзобетонныя конструкціи, но опытъ въ отношеніи устойчивости такихъ строеній еще очень ограниченъ (С.-Франциско и Ямайка).

Ослабленіе гибкости и упругости зданія достигается также примѣненіемъ жесткой конструкціи къ различнымъ частямъ зданія. По мнѣнію однихъ инженеровъ въ С.-Франциско, землетрясеніе 1906 г. показало необходимость, напр., діагональныхъ связей въ стальномъ фахверкѣ, такъ какъ лучше всего сохранили свое отвѣсное положеніе зданія, имѣвшія въ своемъ корпусѣ такія связи. Другіе авторитетные инженеры, напр., проф. Derleth, держатся все-таки иного взгляда, что устойчивое строеніе должно обладать извѣстной гибкостью; чѣмъ конструкція болѣе жестка, тѣмъ и напряженія, развивающіяся въ ней при ударахъ землетрясенія, будутъ выше.

Проф. Derleth рекомендуетъ поэтому прямоугольныя конструкціи, хорошо скрѣпленныя, а не трехугольныя, которыя не способны къ деформации безъ измѣненія длины сторонъ, слѣдовательно, могутъ быть сломаны при достаточной величинѣ напряженія. Дѣйствительно, напряженія при землетрясеніи могутъ достигать неопредѣленныхъ величинъ, а прочность нашихъ сооружений имѣетъ все-таки предѣлы.

Устойчивость постройки при землетрясеніи зависитъ также отъ цѣлесообразной конструкціи отдѣльныхъ частей зданія, т.-е. фундамента, стѣнъ, половъ и потолковъ и крыши.

Разница въ величинѣ наибольшаго ускоренія на поверхности и на глубинѣ опредѣляетъ необходимость заложения фундаментовъ возможно глубже, чтобы постройка принимала волны только малой амплитуды. Для предохраненія построекъ отъ вреднаго вліянія поверхностныхъ волнъ смѣшаннаго характера рекомендуется изолировать фундаментъ круговой узкой канавой. Этотъ пріемъ, испытанный въ С.-Франциско, благодаря обычному типу расположенія тамъ различныхъ служебныхъ помѣщеній въ наружныхъ подвалахъ кругомъ большихъ строеній, оказался очень удачнымъ; до извѣстной степени роль такого буфера между фундаментомъ и окружающей поверхностью можетъ играть даже вообще взрыленная часть грунта около фундамента. Чтобы инерція различныхъ частей зданія была возможно болѣе однородной, необходимо также распределить нагрузку возможно равномернѣе на фундаментъ.

Очевидно, самый планъ антисейсмическихъ построекъ долженъ быть нѣсколько инымъ, чѣмъ обыкновенныхъ массивныхъ построекъ, для котораго равномерное распределеніе нагрузки достигается нерѣдко лишь съ теченіемъ времени.

Самыми лучшими фундаментами нужно считать фундаменты—на сваяхъ, ростверкахъ и желѣзобетонные съ правильной системой подваловъ. Опытъ въ С.-Франциско показалъ, что зданія, далеко не безукоризненныя въ другихъ отношеніяхъ, выдерживали удары хорошо при такихъ фундаментахъ.

Стѣны необходимо связывать съ фундаментомъ такъ, чтобы онѣ составляли его

непосредственное продолженіе. Если всѣ части строенія, благодаря однородности матеріала и прочности связи между ними, движутся при землетрясеніи, какъ одно цѣлое, то такое строеніе, не испытывая серьезныхъ внутреннихъ напряженій, можетъ развѣ только быть опрокинутымъ, если случайно оно окажется расположеннымъ очень близко отъ мѣста крупнаго нарушенія самой поверхности земли. Только при достаточно прочной связи стѣнъ между собою и съ цоколемъ, сооруженіе будетъ колебаться, какъ одно цѣлое; моментъ инерціи всего зданія будетъ только суммой моментовъ инерціи его отдѣльныхъ частей; въ случаѣ даже наиболѣе однородныхъ, напр., деревянныхъ или желѣзобетонныхъ строеній, необходимо стремиться къ возможно болѣе прочной связи между собою отдѣльныхъ частей такихъ сооружений.

Различіе въ матеріалѣ и инерціи двухъ противоположныхъ стѣнъ можетъ повести къ тому, что періоды ихъ колебаній будутъ различными, что онѣ начнутъ колебаться не согласно, а въ противоположныя стороны. Если потолочныя балки задѣланы слабо въ стѣны, а наоборотъ между ними оставлены даже зазоры, какъ это дѣлали прежде въ Италіи съ цѣлью дать вѣкоторую подвижность въ соединеніи балокъ и стѣнъ, то этотъ опасный пріемъ ведетъ къ страшному явленію „телескопированія“ домовъ; всѣ балки выскакиваютъ изъ своихъ гнѣздъ, потолки и полы падаютъ, какъ одно цѣлое; трехэтажныя и болѣе дома превращаются въ колодцы, наполненные мусоромъ и трупами (Мессина). Неоднородность двухъ сосѣднихъ стѣнъ, напр., капитальной и фахверковой, можетъ повести къ тому, что ударами гибкой фахверковой разбивается каменная стѣна.

Соединеніе крыши, т.-е. стропиль, со стѣнами должно быть также прочнымъ, чтобы ударами стропиль не было поврежденія стѣнъ. Можно и наоборотъ дѣлать крышу подвижной и независимой въ своихъ движеніяхъ отъ стѣнъ, опирая ее на катки. Такая свободная крыша устроена, напр., на зданіи инженернаго училища въ Токио, которое выдержало многочисленныя землетрясенія въ теченіе болѣе двадцати лѣтъ лучше, чѣмъ всѣ другія зданія тамошняго университета. Для ослабленія вліянія инерціи, крыши должны быть возможно легче; лучшимъ матеріаломъ является волнистый цинкъ, худшимъ — черепица, наиболѣе распространенная, напр., въ Италіи; еще хуже тяжелыя земляныя крыши домовъ нашего Закавказья.

Типы однородныхъ, простыхъ конструкцій наивыгоднѣйшаго поперечнаго сѣченія и часто также продольнаго (почти параболическаго) являются минареты, маяки, цистерны для нефти и газа, желѣзныя водоподъемныя башни; всѣ такія сооруженія выдерживаютъ землетрясенія въ большинствѣ случаевъ прекрасно.

Согласно съ изложенными принципами и выработаны всѣ извѣстныя указанія о планировкѣ селеній въ сейсмическихъ областяхъ, заложеніи фундаментовъ, устройствѣ стѣнъ и проч.

Посмотримъ, что далъ въ этомъ отношеніи опытъ Вѣрнаго.

Городъ Вѣрный.

(Табл. II).

При осмотрѣ послѣдствій землетрясенія въ городѣ Вѣрномъ я воспользовался самой широкой и предупредительной помощью военныхъ инженеровъ полковниковъ Зенкова и Степанова и горнаго инженера Корнѣева. Только благодаря любезности этихъ лицъ мнѣ удалось въ теченіе одной недѣли осмотрѣть всѣ наиболѣе интересныя разрушенія построекъ и на поверхности. Не останавливаясь на описаніи отдѣльныхъ случаевъ, отмѣтимъ только общіе выводы, вытекающіе изъ такого осмотра.

Преобладающимъ типомъ построекъ являются дома деревянные, сложенные изъ бревенъ, обшитыхъ досками и покрытыхъ штукатуркой какъ съ вѣшной, такъ и съ внутренней стороны. Въ большинствѣ случаевъ деревянный срубъ покоится на кирпичномъ подвальномъ этажѣ, занимающемъ половину площади основанія и служащемъ или кухней, или даже жилымъ помещеніемъ. Кирпичныхъ зданій въ городѣ послѣ землетрясенія 1887 г. сохранилось очень немного; напр., домъ Харина, гдѣ до 1887 г. былъ складъ чаевъ Молчанова; дома Пугасова и Михайлова-Малышева на Гостиннодворской площади, домъ Шевагина; нѣсколько кирпичныхъ зданій было выстроено вновь, напр., бани Жиленкова и Титова, два одноэтажныхъ крыла зданія мужской гимназій, пороховой погребъ, магазинъ Шахворостова, кухня военного собранія. Въ сѣверо-западной части города расположена дунганская слободка, а къ сѣверо-востоку отъ города, за р. М. Алматинкой, — татарская; въ обѣихъ слободахъ преобладаютъ постройки изъ сырцоваго кирпича и дувальныя (глинобитныя); изъ сырцоваго кирпича были построены нѣкоторыя зданія артиллерійскихъ казармъ. Болѣе рѣдко встрѣчаются каркасные дома.

Сравнивая разрушеніе болѣе или менѣе однообразныхъ деревянныхъ строеній въ различныхъ частяхъ города, можно сказать, что за исключеніемъ нѣкоторыхъ строеній въ Б. Алматинской станицѣ, примыкающей непосредственно къ городу въ сѣверо-восточной части, и на территоріи крѣпости (артиллерійскіе склады), о чемъ будетъ сказано дальше, ни одна деревянная постройка не была приведена въ совершенную негодность для пользованія, если исключить, конечно, многочисленные случаи паденія или порчи печей. Это не значитъ, что жители Вѣрнаго не потерпѣли значительнаго матеріальнаго ущерба; наоборотъ, я думаю, изъ числа обывателей города едва ли было хоть одно лицо, которое не понесло болѣе или менѣе значительнаго ущерба. Дома, хотя и не пришедшіе въ негодность, требовали значительнаго ремонта, а многія имущества потеряли совершенно свою цѣнность, представляя распатанныя постройки, не заслуживающія уже капитальнаго ремонта. На юго-восточной окраинѣ города находится четырехэтажное деревянное строеніе вальцовой мельницы Гаврилова; на сѣверо-западной окраинѣ города высокое двухэтажное зданіе женскаго монастыря и обширный

тюремный корпусъ; всѣ эти зданія испытали самыя ничтожныя поврежденія, въ монастырѣ и тюрьмѣ зависѣвшія отъ паденія карнизовъ печей и порчи раздѣлки около печей. Если сосредоточить вниманіе на порчѣ штукатурки деревянныхъ домовъ, поврежденія печей въ нихъ, выпаденіи оконныхъ рамъ, то слѣдовало сдѣлать заключеніе, что степень поврежденія замѣтно возрастала отъ южной окраины къ серединѣ города, достигая болѣе замѣтной густоты по линіи кафедральнаго собора и въ особенности кварталовъ, окружающихъ Гостиннодворскую площадь и конный и дровяной базары, т. е. въ сѣверо-восточной части города, окаймляющей территорію Б. Алматинской станицы. Если исключить значительное разрушеніе домовъ въ дунганской слободѣ, т. е. въ западной части города, что зависѣло преимущественно отъ неудовлетворительности глинобитныхъ и сырцовыхъ построекъ сравнительно съ деревянными, то слѣдовало прийти къ очевидному заключенію, что видимое проявленіе напряженности удара на болѣе или менѣе однообразныхъ постройкахъ замѣтно повышалось въ сѣверо-восточной четверти города, вмѣстѣ съ Б. Алматинской станицей и территоріей крѣпости. Городъ Вѣрный занимаетъ квадратную площадь приблизительно въ 4 квадратныхъ версты, ориентированную почти N—S и O—W. Если разсматривать городъ по діагоналямъ, то слѣдуетъ замѣтить, что въ направленіи съ юго-запада на сѣверо-востокъ степень разрушенія повышалась болѣе замѣтно, чѣмъ въ направленіи съ юго-востока къ сѣверо-западу.

Въ 1887 г. при полномъ разрушеніи кирпичныхъ построекъ въ городѣ, по словамъ очевидцевъ, не уцѣлѣло почти ни одного глинобитнаго забора. Въ 1910 г. заборы пострадали очень мало; я не знаю, какъ были построены заборы въ 1887 г., но современные глинобитные заборы представляютъ сейсмически довольно прочную конструкцію, имѣя трапециoidalное сѣченіе и состоя по длинѣ изъ отдѣльныхъ звеньевъ, способныхъ къ легкимъ самостоятельнымъ относительнымъ смѣщеніямъ. Для очевидцевъ, пережившихъ оба землетрясенія, глинобитные заборы служатъ критеріемъ для утвержденія, что напряженность удара для Вѣрнаго въ 1887 г. была значительнѣе, чѣмъ въ 1910 г. Къ этому вопросу мы еще вернемся.

Покойный И. В. Мушкетовъ, придавая, согласно господствовавшимъ въ то время взглядамъ, слишкомъ большое значеніе вліянію угла выхода удара и показаніямъ трещинъ въ стѣнахъ зданій, пришелъ къ заключенію, что южная часть города находилась при землетрясеніи 28 мая 1887 г. въ болѣе опасныхъ и невыгодныхъ условіяхъ сравнительно съ сѣверной, которая пострадала, по его мнѣнію, менѣе значительно. Явленія наибольшаго разрушенія въ южныхъ концахъ меридіональныхъ улицъ наблюдались, по словамъ И. В. Мушкетова, съ большою отчетливостію въ западной части города, нежели въ восточной, т. е. по той же діагонали, что и въ 1910 г., но только въ обратномъ направленіи. Какъ мы видѣли въ долинѣ Б. Кебина, если горизонтальный ударъ распространялся отъ юга къ сѣверу, то дѣйствительно даже на протяженіи двухъ верстъ могло быть весьма ощутительное ослабленіе напряженности удара отъ юга къ сѣверу; но нерѣдко мѣстныя геологическія условія совершенно измѣняютъ такую закономерность.

Неоднородность построекъ того времени — кирпичныхъ въ Вѣрномъ и деревянныхъ въ Б. Алматинской станицѣ — не позволяетъ вполне согласиться съ утвержденіемъ незабвеннаго изслѣдователя Туркестана о болѣе выгодномъ положеніи территоріи станицы.

Сейсмическое положеніе различныхъ частей Вѣрнаго.

Для землетрясенія 1887 г. Мушкетовъ не далъ описанія явленій, имѣвшихъ мѣсто въ предѣлахъ крѣпости и Б. Алматинской станицы. По моимъ наблюденіямъ, изложеннымъ въ первой части (стр. 16—19), въ настоящее время крѣпость съ прилежащими частями Б. Алматинской станицы занимаетъ наиболѣе опасное положеніе въ сейсмическомъ отношеніи. Къ сказанному можно еще прибавить, что только въ крѣпости и въ станицѣ можно было видѣть поврежденіе кирпичныхъ фундаментовъ подъ стѣнами различныхъ корпусовъ артиллерійскихъ складовъ и подъ стѣнами церкви и лечебницы въ станицѣ. Цоколь корпуса № 205 въ крѣпости (таб. III), сложенный изъ хорошаго кирпича на известковомъ растворѣ, запечатлѣлъ рядъ пологихъ складокъ на западной сторонѣ; на восточной сторонѣ корпуса такія же волны запечатлѣлись на желѣзѣ, прикрывающемъ цоколь; въ ружейномъ складѣ № 193, въ кухнѣ № 175 также сильно пострадали цоколи, которые растрепало и повредило трещинами. Эти факты только подтверждаютъ заключеніе, что разрывы, разсѣлины и надвиги есть слѣдствіе горизонтальныхъ ударовъ и прохожденія поверхностныхъ волнъ. Проявленія такихъ поверхностныхъ волнъ, наиболѣе разрушительныхъ, развитіе трещинъ и разсѣлины именно только въ предѣлахъ указанной территоріи между садомъ Рафикова и банями Титова дѣлаютъ это пространство наиболѣе сейсмически опаснымъ; по словамъ очевидцевъ, эта площадь отличалась такими же особенностями и въ 1887 г. Оставлять въ предѣлахъ этой площади склады цѣннаго артиллерійскаго имущества, казармы для нижнихъ чиновъ и пороховые погреба не слѣдуетъ; послѣ 1887 г. здѣсь было выстроено нѣсколько новыхъ корпусовъ, какъ №№ 205, 193, 175, 94 (пороховой погребъ); часть корпусовъ, какъ № 4 (деревянная казарма) и № 12 (кирпичный пороховой погребъ), сохранились съ 1887 г. и въ настоящее время приведены въ негодность. Новыя деревянные постройки пострадали, за исключеніемъ поврежденія цоколей, сравнительно мало, но въ случаѣ повторенія землетрясенія онѣ не представляютъ уже достаточной прочности въ наиболѣе важной части каждаго сооруженія, именно въ фундаментѣ.

Расположеніе Вѣрнаго на плоскомъ конусѣ устьевого выноса слѣдуетъ признать въ сейсмическомъ отношеніи удовлетворительнымъ. Значительной мощности отложенія гравія и крупнозернистаго песка, смѣшанныхъ съ валунами различной, иногда значительной, величины представляютъ, при условіи глубокаго залеганія уровня грунтовыхъ водъ, матеріалъ, способный быстро поглощать энергію упругихъ волнъ. Остается неизвѣстнымъ, какъ велика дѣйствительная мощность такихъ отложеній подъ Вѣрнымъ, но она не менѣе 50—60 сажень у южной черты города, вѣроятно еще болѣе значительная при выходѣ М. Алматинки изъ горъ, въ районѣ военнаго лагеря и дачъ. Что

касается водоносности, то, по свидѣтельству полковника Зенкова, въ части города на широтѣ кафедральнаго собора до уровня воды не менѣе 15 саж. Повидимому, депрессионная кривая грунтовыхъ водъ поднимается отъ Б. Алматинской станицы къ вершинѣ коническаго устьевого выноса гораздо положе, чѣмъ поверхность самого выноса (см. стр. 19).

Пониженіе горизонта грунтовыхъ водъ въ связи съ вѣроятнымъ возрастаніемъ мощности устьевого выноса повышаетъ сейсмическую устойчивость пространства отъ южной черты города до района лагеря и дачъ сравнительно съ устойчивостью даже южныхъ частей города. Этотъ выводъ вполне подтверждается слабой степенью поврежденій построекъ лагеря, дачъ, напр., губернаторской, архіерейской и другихъ. Сравнительно мощныя и до значительной глубины сухія отложенія устьевого выноса въ предѣлахъ города и выше не способны давать поверхностныя поперечныя волны (волны силы тяжести), слѣды какихъ мы видѣли въ Б. Алматинской станицѣ и крѣпости, и въ то же время поглощаютъ часть энергіи упругихъ волнъ.

Тѣмъ не менѣе рыхлость, въ особенности поверхностныхъ частей, устьевого выноса можетъ увеличивать напряженность сотрясенія построекъ, заложенныхъ на плохихъ фундаментахъ, даже при условіи ослабленія энергіи упругой волны. Подтверженіе этого я вижу въ меньшей чувствительности однихъ и тѣхъ же ударовъ на аллювіальной почвѣ въ горахъ и въ Вѣрномъ; 19-го и 25-го апрѣля мы испытали нѣсколько ударовъ въ горахъ недалеко отъ Вѣрнаго,—тѣ же удары въ городѣ произвели гораздо большій эффектъ, вызвавъ даже частичную панику; конечно, такія субъективныя впечатлѣнія особой цѣны не имѣютъ.

Вліяніе землетрясенія на постройки въ Вѣрномъ.

Послѣ землетрясенія 1887 г. вопросъ о типѣ антисейсмическихъ построекъ для Вѣрнаго былъ разрѣшенъ мѣстными инженерами очень удачно. Образцомъ такого типа можетъ служить кафедральный соборъ (рис. на табл. 23), высотой въ 25 саж., построенный полковникомъ А. П. Зенковымъ. Система выпуска концовъ балокъ въ стѣнахъ (до 6—8 верш.) и скрѣпленіе стѣнъ въ углахъ вертикальными брусками, превращающія углы зданія въ массивныя колонны, приняты здѣсь во всѣхъ болѣе солидныхъ постройкахъ. Многія детали конструкцій разработаны инженеромъ Зенковымъ и другими¹⁾, и я ограничусь здѣсь только замѣчаніями примѣнительно къ тѣмъ принципамъ, которые были указаны выше.

Фундаменты. Чтобы предохранить поврежденіе фундамента отъ поверхностныхъ волнъ, рекомендуется, какъ упомянуто, изолировать фундаментъ и стѣны отъ вліянія поверхности устройствомъ кругомъ узкой канавы. Этотъ приѣмъ можно рекомендовать

¹⁾ А. П. Зенковъ, Сейсмическія требованія, которымъ должны удовлетворять постройки, сооружаемыя въ мѣстностяхъ, подверженныхъ землетрясеніямъ. Семир. Областныя Вѣдомости, 1911 г., № 52, 54.

для Вѣрнаго всюду, гдѣ только это возможно. Горячимъ сторонникомъ этого приѣма для Вѣрнаго является полковникъ Зенковъ, примѣняющій этотъ способъ уже на практикѣ. Изъ его частнаго сообщенія мнѣ видно, что въ домахъ, снабженныхъ такимъ рвомъ (шириною около $\frac{3}{4}$ арш., съ легкимъ деревяннымъ крѣпленіемъ стѣнокъ), при глубинѣ до 3 арш., совершенно не ощущалось „последующихъ“ ударовъ въ концѣ 1911 г., хорошо отмѣченныхъ въ другихъ домахъ; при глубинѣ рва 2—1 $\frac{1}{2}$ арш. удары, хотя и ощущались, но гораздо слабѣе. Преимущественно недостатками фундамента можно объяснить жестокое разрушеніе въ Вѣрномъ кирпичнаго дома Харива (рис. на табл. 19) и кирпичныхъ строеній бань Жиленкова, гдѣ фундаментъ былъ сложенъ изъ булыжника и плиты безъ раствора. Для обычныхъ построекъ въ Вѣрномъ фундаментъ съ глубиной заложенія 2—3 арш. изъ плитъ на известковомъ растворѣ можно считать удовлетворительнымъ, но для построекъ болѣе тяжелыхъ, въ особенности въ сѣверо-восточной части города или въ Б. Алматинской станицѣ, слѣдовало бы примѣнять болѣе солидныя конструкции, включительно до свайнаго основанія и ростверковъ или бетоннаго. Практика въ С.-Франциско показала прочность фундаментовъ изъ бетона съ устройствомъ подваловъ изъ желѣзобетона, связанныхъ съ основаніями стѣнъ въ одно цѣлое¹⁾; при непрочномъ, зыбкомъ грунтѣ такая система равномерно распределяетъ нагрузку и предохраняетъ отъ неравномернаго осѣданія почвы. Въ Вѣрномъ подвалы, глубиною до 5 арш., сложенные изъ кирпича на хорошемъ растворѣ, связанные арками съ основаніями стѣнъ, напр., подъ губернаторскимъ домомъ, не испытали никакого поврежденія. Къ сожалѣнію, въ Вѣрномъ подвалы обычно расположены только подъ частью каждаго зданія, и они вовсе не служатъ для равномернаго распределенія давленія, а наоборотъ частью даже ослабляютъ цѣльность основанія зданія. Очевидцы свидѣтельствуютъ, что надъ такими подвальными полуэтажами части верхняго этажа испытывали болѣе сильное колебаніе. Отсюда большинство практиковъ дѣлаетъ невѣрное заключеніе о вредности подваловъ. Вредными могутъ быть дѣйствительно такія случайныя ослабленія связи фундаментовъ стѣнъ между собою; наоборотъ, правильно разбитая система подваловъ должна ослабить колебаніе верхнихъ этажей.

Строительный матеріалъ и способы его связи. Дерево является безспорно наиболѣе выгоднымъ матеріаломъ для устройства стѣнъ обычныхъ сооружений въ Вѣрномъ. Укрѣпленіе угловъ, соединеніе вѣнцовъ достигло въ Вѣрномъ высокой степени прочности; тѣмъ не менѣе возникаютъ еще нѣкоторыя сомнѣнія, связанные съ вопросомъ, что выгоднѣе—четыреугольныя связи или жесткія треугольныя системы.

Согласно последнему мнѣнію, рекомендуетъ и полковникъ Зенковъ приводить оконныя и дверныя рамы хотя-бы частью въ треугольную систему, такъ какъ деформация прямоугольныхъ сѣченій, напр., оконныхъ рамъ, ведетъ къ разлому стеколъ и

¹⁾ Charles Darleth, Destructive extent of the California earthquake. The California Earthquake of 1906. San Francisco, 1907.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ северн. цѣпяхъ Тянь-шаня.



Бани Титова. Вѣрный.



Южная сторона дома Харина. Вѣрный.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ северн. цѣляхъ Тянь-шаня.



Пороховой погребъ, въ крѣпости. Вѣрный. Паденіе юго-восточнаго угла.



Артиллерійскія казармы. Вѣрный. Примѣръ вліянія внутреннихъ подпорныхъ каркасовъ.

даже вылетанію зимнихъ и лѣтнихъ переплетовъ. Это совершенно справедливо, но остается неизвѣстнымъ, не повлечетъ ли жесткая конструкція при той-же силѣ удара къ поврежденію болѣе тяжелымъ, угрожающимъ цѣлости всего зданія.

Спрашивается также, слѣдуетъ ли самый корпусъ зданія связывать возможно крѣпче съ фундаментомъ или нѣтъ? Въ случаѣ недостаточной связи, зданіе только сбрасывается съ цоколя, и извѣстный приемъ установки легкихъ строеній на подвижныхъ валахъ, напр., въ Японіи, даже направленъ къ тому, чтобы способствовать этому, во избѣжаніе излишнихъ поврежденій самихъ стѣнъ зданія. Полковникъ Зенковъ обобщаетъ этотъ принципъ, рекомендуя вообще при хорошемъ устройствѣ фундамента стремиться къ ослабленію передачи колебанія отъ фундамента къ верхнимъ этажамъ, а такое ослабленіе можетъ быть достигнуто отсутствіемъ чрезмѣрно прочной связи между нижними и верхними частями. Это положеніе отчасти справедливо только для случаевъ соединенія деревянныхъ строеній съ ихъ цоколями посредствомъ желѣзныхъ связей, пропускаемыхъ черезъ цоколь въ стѣны. Случаи разбивки цоколя такими связями есть слѣдствіе крайней неоднородности матеріала, т. е. неумѣлой связи, а не излишне прочной. Это положеніе можетъ повести къ недоразумѣніямъ. Извѣстная гибкость зданія не есть еще отсутствіе связи между отдѣльными частями или между корпусомъ и цоколемъ; гибкость достигается именно прочностью, но не жесткостью соединенія при однородности матеріала. Слѣдовательно, наилучшее соединеніе кирпичныхъ стѣнъ съ цоколемъ и фундаментомъ достигается, при ихъ однородности, непрерывнымъ переходомъ цоколя въ стѣны; для неоднородныхъ матеріаловъ, какъ дерево и кирпичъ, соединеніе ихъ вертикальными желѣзными связями можетъ быть только вреднымъ, напротивъ задѣлка горизонтальныхъ лежней въ цоколь принесетъ несомнѣнную пользу. Последнее подтверждается сейсмической прочностью кирпичныхъ стѣнъ съ горизонтальными деревянными брусками. Я отмѣчаю такія разногласія, чтобы обратить вниманіе строителей, что гораздо труднѣе ослабить передачу упругихъ волнъ, чѣмъ ихъ обезвредить; последнее достигается — однородностью матеріала и его связностью. При плохой связи матеріала энергія упругихъ волнъ преобразовывается въ ударъ; при этомъ дѣйствительно волна затухаетъ, но на счетъ разрушенія конструкціи. Ослабить передачу упругихъ волнъ можно только при очень большой высотѣ зданій, о чемъ мы скажемъ дальше.

На такихъ же основаніяхъ я считаю неудовлетворительнымъ приемъ, часто практикуемый въ Вѣрномъ, укрѣпленія стѣнъ кирпичныхъ зданій внутреннимъ каркасомъ, въ видѣ системы вертикальныхъ и діагональныхъ бревенъ или плахъ. Такимъ крѣпленіемъ стараются предохранить потолки отъ паденія; я видѣлъ такія устройства въ артиллерійскихъ казармахъ (рис. на табл. 20) изъ сырцоваго кирпича, въ старыхъ кирпичныхъ домахъ, оставшихся отъ 1887 г., и въ новомъ кирпичномъ зданіи магазина Шахворостова. Очень возможно, что при бывшей силѣ удара потолки не упали бы и безъ такого каркаса, а очевидная роль его выразилась въ расколачиваніи сосѣд-

нихъ стѣнъ. При ударѣ, достаточномъ для полного разрушенія стѣнъ, возможно, что и такой каркасъ не предохранилъ бы потолки отъ паденія.

Поврежденіе каркасныхъ построекъ какъ въ Вѣрномъ, такъ и въ другихъ мѣстахъ, напр., въ долині Б. Кебина было гораздо болѣе значительнымъ, чѣмъ построекъ другихъ типовъ. Въ долині Б. Кебина каркасы не предохранили отъ паденія потолковъ, подъ которыми погибло нѣсколько человѣкъ, и всѣ такія постройки приведены въ полную негодность. Это заставляетъ меня высказываться рѣшительно противъ конструкцій изъ дерева и кирпича; домъ, хорошо сложенный изъ сырцоваго кирпича при достаточной толщинѣ стѣнъ, является болѣе устойчивымъ, чѣмъ каркасный (фиг. 9).



Фиг. 9. Домъ Хазрета Киманова, уг. Каскеленской и Штабной, Вѣрный. Видъ съ юго-востока. Каркасная постройка.

Изъ всѣхъ системъ печей, видѣнныхъ мною въ Вѣрномъ, можно рекомендовать устройство печей свободно стоящихъ, а не вдѣланныхъ въ стѣны ради экономіи топлива; печи, какъ это и принято въ Вѣрномъ, должны быть въ желѣзныхъ кожухахъ, а соединеніе ихъ съ коренной трубой слѣдуетъ дѣлать по системѣ Войницкаго, т. е. нижнее, а не верхнее. Я считаю совершенно лишнимъ привязывать печи желѣзными тягами къ стѣнамъ, какъ это принято въ Вѣрномъ. Такая связь, стѣсняя свободное движеніе печи, періодъ колебанія которой всегда иной, чѣмъ сосѣдней стѣны, можетъ повлечь преждевременное разрушеніе или печи, или стѣны и вовсе не гарантируетъ устойчивости печи. Для предметовъ, свободно стоящихъ, какъ шкафы, столы, привязываніе ихъ къ стѣнамъ даже бичевкой предохраняетъ ихъ отъ смѣщенія или паденія, но эти предметы не

имѣютъ во время землетрясенія собственнаго колебанія, а получаютъ движеніе только отъ наклона самого помѣщенія.

Для Вѣрнаго возбуждается острый вопросъ о недостаткѣ лѣса. Для частныхъ построекъ, обыкновенно здѣсь миниатюрныхъ, конечно, хватить лѣса еще надолго; есть значительныя площади лѣса, къ которымъ остается только сдѣлать дороги, чѣмъ и была озабочена мѣстная администрація; въ предупрежденіе пожаровъ въ городѣ, слѣдовало бы и на будущее время сдѣлать обязательнымъ достаточный минимумъ разстоянія между сосѣдними домами. Въ Америкѣ за такой минимумъ принимается двойная высота самого дома. Въ худшемъ положеніи находится само правительство и общественныя организаціи; для постройки большихъ зданій, какъ гимназія, судебныя учрежденія, областное правленіе и т. д., необходимы слишкомъ значительныя количества лѣса, и поднимается вопросъ, не слѣдуетъ ли такія зданія общаго пользованія строить изъ иного матеріала. Опытъ С.-Франциско, Ямайки, Индіи показалъ, что такимъ матеріаломъ можетъ служить только желѣзобетонъ и стальные конструкціи. Возможно, что въ экономическихъ соображеніяхъ будутъ настаивать на возможности строить здѣсь значительныя зданія, напр., желѣзнодорожныя, когда наступитъ очередь и этого строительства, изъ кирпича и камня. Для ударовъ высокаго напряженія, напр., во время послѣдняго землетрясенія, эти матеріалы слѣдуетъ признать совершенно негодными. Примѣняя такіе матеріалы высокаго качества, отличный цементъ, образцовую кладку и прекрасный фундаментъ, можно, конечно, избѣжать паденія стѣнъ и потолковъ, достигнуть даже полнаго сохраненія зданія, но такія постройки, напр., четырехэтажное зданіе таможенныхъ складовъ въ С.-Франциско, стоятъ не дешево, чѣмъ желѣзобетонныя, а при какихъ-нибудь дефектахъ въ матеріалѣ и его связи такія зданія даютъ скорѣе трещины и смѣщенія, дѣлающія часто ихъ совершенно негодными для дальнѣйшаго пользованія. При проектированіи многихъ желѣзнодорожныхъ сооружений или солидныхъ складовъ слѣдуетъ припомнить, что простыя однородныя конструкціи, какъ цистерны для нефти, газометры, выдерживаютъ отлично самыя сильныя удары. Во всякомъ случаѣ, даже въ расчетѣ на слабыя сейсмическія движенія, кирпичная кладка должна быть дѣлаема въ перевязку и на цементномъ растворѣ съ количествомъ песка не болѣе 1—3 или изъ цемента и 4—5 частей известковаго раствора.

Не слѣдуетъ бояться высокихъ строеній въ сейсмическихъ областяхъ. Извѣстно, что верхніе этажи могутъ испытывать размахъ болѣе сильный, чѣмъ нижніе; опыты въ Токио показали, что во второмъ этажѣ движеніе вдвое сильнѣе, чѣмъ въ первомъ, а въ третьемъ—уже въ четыре раза, но отсюда еще не слѣдуетъ, что наибольшая опасность всегда угрожаетъ именно верхнему этажу. Конечно, энергія движенія, необходимаго для разрушенія зданія, предполагаемаго въ видѣ столба четырехугольнаго сѣченія, пропорціональна его толщинѣ по направленію движенія и обратно пропорціональна квадрату его высоты. Наибольшее ускореніе, способное опрокинуть такой столбъ, выражается формулой Веста (West) — $a = gx : y$, гдѣ g — ускореніе силы тя-

жести, x — величина стороны сѣченія въ направленіи удара и y высота центра тяжести; слѣдовательно, чѣмъ выше зданіе, тѣмъ легче оно можетъ быть опрокинуто или разломано. Тѣмъ не менѣе, наблюденія показываютъ, что при значительной высотѣ строенія верхніе этажи, наоборотъ, сохраняютъ болѣе спокойное состояніе, какъ было впервые замѣчено, къ удивленію, во время землетрясенія въ С.-Франциско еще въ 1867 г.; это зависитъ отъ періода собственного колебанія такого зданія гораздо болѣе длиннаго, чѣмъ періодъ колебанія поверхности земли; можно думать,



Фиг. 10. Мельница Гаврилова. Наиболѣе высокая деревенная постройка въ гор. Вѣрномъ.

что упругія земныя волны преобразовываются къ верхнимъ этажамъ въ волны болѣе значительной длины, что влечетъ интерференцію ихъ съ послѣдующими болѣе короткими. Наибольшей опасности подъ вліяніемъ сгибающихся усилій подвергаются средніе этажи, а первый этажъ около земли подвергается наибольшему усилію на разрывъ. Хорошимъ примѣромъ этого можетъ служить въ Вѣрномъ мельница Гаврилова (фиг. 10), гдѣ наибольшее количество разбитыхъ стеколъ, вслѣдствіе гибкой деформации оконныхъ рамъ, пришлось не на четвертый этажъ, а на второй.

Направление ударовъ и ихъ продолжительность въ Върномъ.

Осмотръ города производилъ первое впечатлѣніе, что направление ударовъ рѣшительно преобладало съ SO. Дѣйствительно, крестъ кафедральнаго собора согнуло на NW 100° , одинъ крестъ Никольской церкви Б. Алматинской станицы—на SO 100° , а другой—на W, Троицкой церкви—на W; въ церкви женскаго монастыря крестъ согнуло на SO 100° , и съ колокольни церкви крестъ упалъ на NW 100° ; тоже самое на кладбищенской церкви (фиг. 11); въ Покровской церкви крестъ согнуло на W; въ церкви на кучегурахъ, на юго-западной окраинѣ города, крестъ на главномъ куполѣ



Фиг. 11. Кладбищенская церковь, Върный. Видъ съ юга.

наклонило на NW 102° , и два креста на малыхъ куполахъ восточнѣе погнуло на O; въ Мало-Алматинской станицѣ крестъ на церкви согнуло на W. Исключеніе составляетъ крестъ Введенской церкви (фиг. 12), на клеверныхъ участкахъ, согнутый на SSO, видимо, подъ вліяніемъ одной изъ цѣпей, не допнувшей. Незначительное отклоненіе направленія изгиба крестовъ отъ линіи O—W слѣдуетъ приписать формѣ поперечнаго сѣченія основанія крестовъ въ видѣ четырехугольника съ укрѣпленіемъ длинной стороной по меридіану. При такой формѣ и такомъ укрѣпленіи, чтобы согнуть кресты по линіи WNW—OSO, сгибающее усиліе должно быть направлено по линіи NW—SO.

Болѣе подробное изслѣдованіе поврежденій построекъ приводитъ къ выводу, что направленіе колебаній по линіи NW—SO не было единственнымъ. Такъ какъ постройки

въ Вѣрномъ однообразно ориентированы фасадами по линиямъ или NW—SO 170° — 175° , или SW—NO 80° , то въ случаѣ ударовъ, направленныхъ прямо по меридіану или по параллели, должны были бы остаться отчетливые слѣды въ разрушеніи въ первомъ случаѣ стѣнъ сѣверныхъ и южныхъ, а во второмъ—восточныхъ и западныхъ. Можно дѣйствительно указать нѣсколько случаевъ рѣзкаго поврежденія южныхъ продольныхъ стѣнъ, напр., въ домѣ Харина (табл. 19), въ домѣ Михайлова-Малышева; въ другихъ



Вѣрнецкое землетрясiе 1927-10
Введенская церковь
фот. Л. И. С. С. Дмитріевъ

Фиг. 12. Введенская церковь, клеверные участки, Вѣрный.

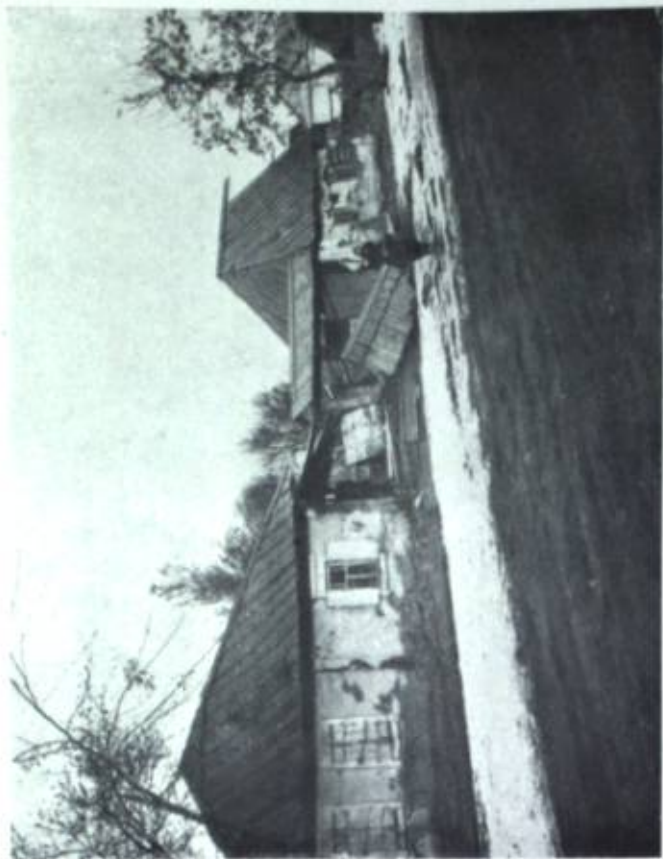
случаяхъ, напр., въ домахъ полковника Шевагина и въ баняхъ Титова, падали безразлично стѣны на сѣверъ и югъ, на западъ и востокъ. Эти факты показываютъ, что преобладающаго движенія въ меридіональномъ или широтномъ направленіи не было, что вѣроятнѣе удары въ діагональномъ направленіи (рис. на табл. 20 и 21). Съ послѣднимъ согласуются и случаи отчетливаго поврежденія именно угловъ зданій въ видѣ системы трещинъ по обѣимъ стѣнамъ, иногда съ полнымъ выпаденіемъ угловъ. Напр., въ домахъ Шевагина въ юго-восточномъ углу получились трещины на обѣихъ стѣнахъ, падающія на SO; такія же трещины возникли отчетливо и около угловъ сѣверо-западныхъ; углы сѣверо-восточные и юго-западные такихъ правильныхъ поврежденій не обнаружили. Въ баняхъ Титова наибольшее поврежденіе замѣтно сосредоточилось въ сѣверо-западномъ углу главнаго зданія (табл. 19). Въ Пушкинской школѣ, сложенной изъ кирпича на глинѣ, больше

всего трещинъ возникло около NW-аго угла. Въ домѣ Шахворостова правильная система трещинъ возникли преимущественно около юго-восточнаго угла, гдѣ главный входъ въ магазины. Можно указать не меньшее число случаевъ преобладающаго поврежденія угловъ юго-западныхъ и сѣверо-восточныхъ (рис. на табл. 22), т. е. по діагонали другого направленія, но все-таки такіе случаи сосредоточены преимущественно на указанномъ выше пространствѣ съ разрывами, трещинами и надвигами, именно въ Б. Алматинской станицѣ (деревянный домъ Сухова на Надеждинской улицѣ, упалъ на SW), на клеверныхъ

К. Богданович, И. Карсь, Д. Мушкетов. Земл. 1910 г. вь северн. цѣлкѣ Тянь-шаня.



Станция Б. Алматинская. Домъ Хамарбаева, на Софійской улицѣ. Разрушеніе стѣны, обращенныхъ къ юго-востоку.



Домъ Глушенко на Софійской ул. вь стан. Б. Алматинской. Паденіе крыльца на юго-востокъ.



Домъ Хасана стан. Б. Алматинская. Разрушеніе южной стѣны.



Домъ Колкова вь стан. Б. Алматинской, видъ съ NW.

К. Богдановичъ, И. Каревъ, Д. Мушкетовъ. Земля, 1910 г. въ северн. цѣпяхъ Тянь-шаня.



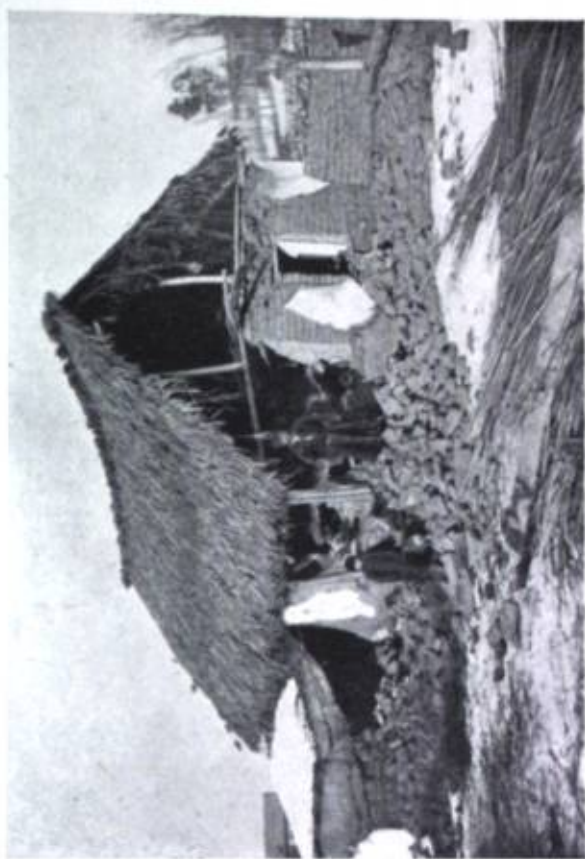
Станция Б. Алмагниская. Домъ Сухова, на Надеждинской улицѣ. Домъ упалъ на SW.



Домъ Колесникова, Клеверные участки, Вѣрный. Разрушенъ юго-западный уголъ.



Домъ Жданова, Клеверные участки, Вѣрный. Падение угла на SW.



Клеверные участки, Вѣрный. Домъ Лялина. Падение SW угла.

участкахъ (дома Колесникова, Жданова, Лялина изъ сырцоваго кирпича, съ разрушеніемъ юго-западныхъ угловъ) и въ крѣпости (поврежденіе сѣверо-восточнаго угла цоколя корпуса № 175, паденіе въ пороховомъ погребѣ № 14 угловъ сѣверо-западнаго и сѣверо-восточнаго). Нужно замѣтить, что на этомъ же пространствѣ есть немало случаевъ паденія угловъ юго-восточныхъ; равнымъ образомъ и въ самомъ городѣ можно было видѣть примѣры колебанія въ направленіи NO—SW. Напримѣръ, въ залѣ статистическаго музея двѣ витрины, стоявшія длинной стороною почти O—W, упали—одна на SW 15°, другая на NO 15°; тамъ же двѣ вазы упали на NO 10°. Въ Никольской церкви Б. Алматинской станицы кіоты упали на востокъ, а икона Тихвинской Божіей Матери—на SW, Георгія Побѣдоносца—на W; гробница же епископа Никона, ориентированная длинной стороною O—W, упала съ ножекъ на югъ.

Всѣ эти факты приводятъ меня къ заключенію, что колебанія при землетрясеніи были по двумъ направленіямъ: преобладающему NW—SO и болѣе подчиненному NO—SW. Точнѣе опредѣлить направленія движенія не представлялось возможнымъ, такъ какъ случаевъ паденія свободно стоявшихъ предметовъ мнѣ пришлось наблюдать очень мало, а паденіе предметовъ плоскаго сѣченія, укрѣпленныхъ своей нижней частью, напр., крестовъ, не даетъ возможности судить о точномъ направленіи удара. Показанія свидѣтелей, по опроснымъ листамъ, разосланнымъ Статистическимъ Комитетомъ, сводятся къ направленіямъ удара въ Вѣрномъ: съ юго-востока, юга и въ одномъ случаѣ съ NO на SW; для станицы М. Алматинской имѣется указаніе о направленіи колебанія съ SW на NO. Всѣ очевидцы утверждаютъ, что землетрясеніе началось ударами, а закончилось колебаніями во всѣ стороны, такъ всякіе предметы описывали эллиптическія кривыя (см. приложение 2).

Въ 1887 году, по наблюденіямъ Мушкетова, направленіе сейсмической волны было отчетливое съ юга; напримѣръ, положительно преобладало разрушеніе фасадовъ и стѣнъ широтнаго направленія. При послѣднемъ землетрясеніи, какъ видимъ, факты заставляютъ признать болѣе сложное движеніе, именно волны съ SO и съ SW (см. также рис. на табл. 23 и 24).

При такомъ сложномъ движеніи возможна интерференція волнъ, и нѣтъ ничего удивительнаго, что въ 1910 году уцѣлѣли глинобитные заборы, хотя напряженность волнъ могла быть не слабѣе, чѣмъ въ 1887 году.

Другой особенностью землетрясенія была исключительная продолжительность всего періода непрерывныхъ сильныхъ ударовъ и колебанія. По согласному отзыву всѣхъ очевидцевъ, этотъ періодъ продолжался отъ 5 до 6 минутъ (см. интересныя замѣтки Дмитріева, приложение 2); въ 1887 году продолжительность разрушительныхъ ударовъ опредѣлялась въ 1—2 минуты, хотя нѣкоторые наблюдатели говорили и о 5 минутахъ. Послѣдующіе удары (after shocks) въ 1887 году продолжались въ теченіе перваго года почти ежедневно; еще черезъ полгода случались удары, вызывавшіе паденіе кирпичей со стѣнъ, но удары разрушительной силы были только въ моментъ главной катастрофы.

Послѣ 22-го декабря 1910 г. послѣдующихъ ударовъ по 28-е число мая 1911 года было 300, по записямъ С. Е. Дмитриева (см. приложение 2); слѣдовательно, первое время не меньше, чѣмъ послѣ землетрясенія 1887 года, но разрушительные удары повторились еще разъ, именно 1/14-го января 1911 года. Эти удары вызвали къ востоку отъ Вѣрнаго явленія обваловъ, но все-таки были слабѣе ударовъ 22-го декабря.

Что касается предшествующихъ ударовъ (foreshocks), то мнѣ удалось получить вполне опредѣленные указанія только отъ почтеннаго настоятеля Свято-Троицкаго монастыря на сѣверномъ берегу Иссыкъ-куля; по его записямъ, въ монастырѣ были отмѣчены удары: въ ночь съ 12-го на 13-е марта (ст. стила) 1910 года; 10-го октября въ 1 ч. 5 м. ночи—сильный ударъ; 2-го ноября въ 4 ч. 10 м. дня, также 11-го ноября; еще 29-го ноября собаки обнаружили необыкновенное, ничѣмъ не объяснимое, беспокойство. По словамъ горн. инж. Корнѣева, въ Вѣрномъ были отмѣчены только — 1-го февраля 1910 года сильный ударъ днемъ, менѣе сильные въ августѣ и началѣ сентября и, повидимому, также 18-го декабря 1910 года.

Многіе свидѣтели землетрясенія 22-го декабря согласно говорятъ, что передъ главнымъ ударомъ звуковыхъ явленій не было; это не подтверждается, однако, показаніями другихъ свидѣтелей (см. приложение 1). Всѣ послѣдующіе удары каждый разъ сопровождались характернымъ гуломъ, въ чемъ неоднократно мы могли убѣдиться и сами во время нашего пребыванія въ потрясенной области.

Напряженность землетрясенія 22 декабря 1910 г.

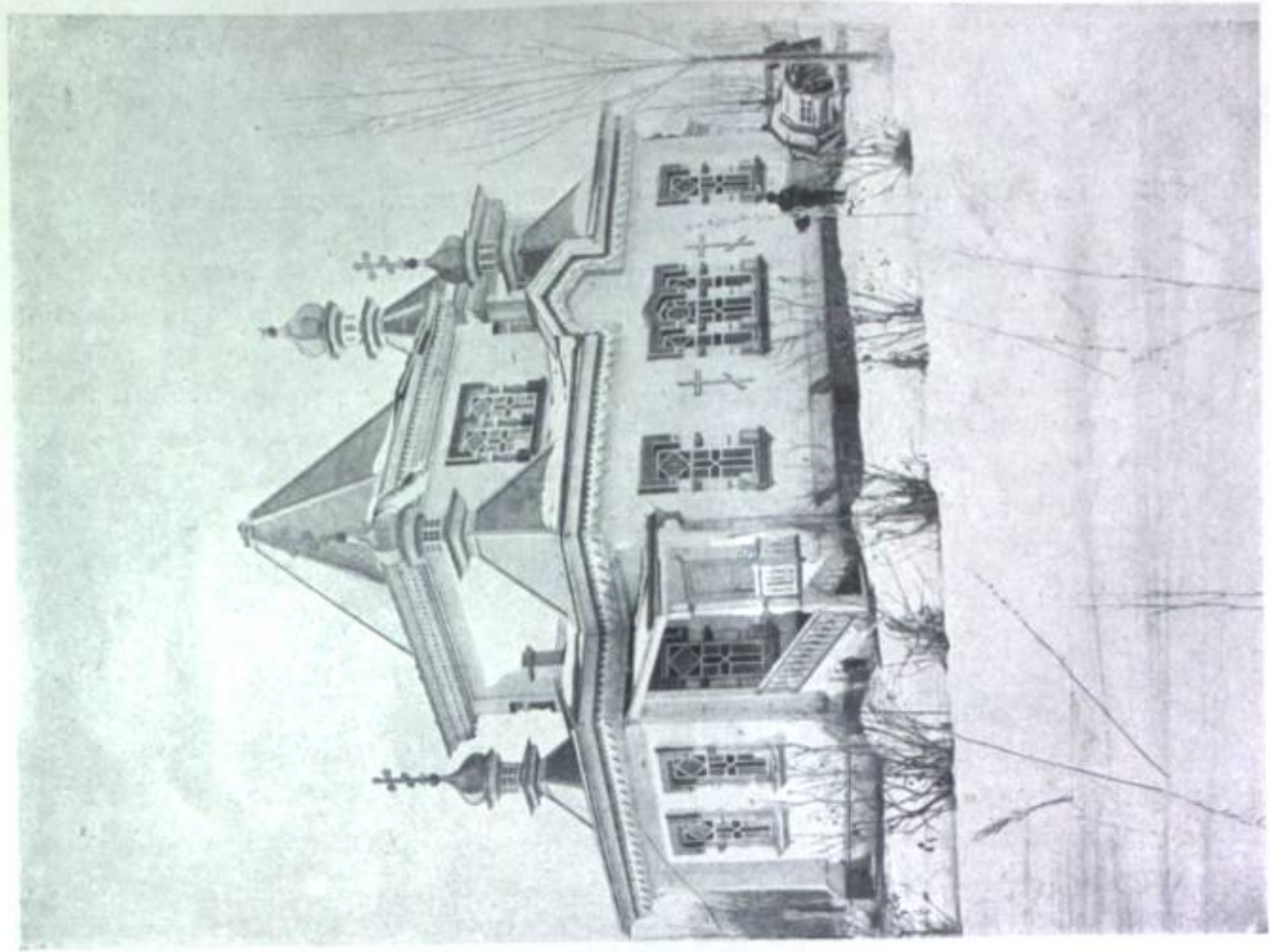
Въ макросейсмической области этого землетрясенія не было ни одной сейсмической станціи; слѣдовательно, мы совершенно лишены возможности опредѣленія абсолютной напряженности землетрясенія, выраженной въ величинѣ наибольшаго ускоренія. Есть два простыхъ приема для приблизительнаго опредѣленія этой величины, именно по формулѣ Омори для сейсмической прочности какой-нибудь простой конструкции и формулѣ Веста для опрокидыванія небольшихъ колоннъ. Нѣкоторые матеріалы въ этомъ направленіи я старался собрать, и къ этому я вернусь дальше, а теперь остановимся на сравнительной оцѣнкѣ напряженности землетрясенія въ различныхъ точкахъ потрясенной области.

Нѣкоторые матеріалы въ этомъ отношеніи изъ населенныхъ пунктовъ собраны членами экспедиціи, но главнымъ образомъ свѣдѣнія объ относительной силѣ ударовъ почерпнуты изъ опросныхъ листовъ, причемъ только для немногихъ точекъ наши личные наблюденія могли послужить для критики показаній листовъ. На основаніи такихъ данныхъ, я не считаю возможнымъ и цѣлесообразнымъ строить изосейсты, тѣмъ болѣе, что главнымъ предметомъ моего изслѣдованія была мегасейсмическая область съ очень малымъ числомъ населенныхъ пунктовъ. Нѣкоторые все-таки весьма существенные выводы можно сдѣлать для этой области также изъ нашихъ матеріаловъ.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1916 г. въ сѣверн. дѣлѣнъ Тимъ-шана.



Соборъ въ Върномъ.
Крестъ на главномъ куполѣ согнуло на NW.



Церковь Свято-Троицкаго монастыря. Разломъ и паденіе купола на сѣверную сторону.

К. Богдановичъ, И. Каркъ, Д. Мушкетовъ. Земл. 1910 г. въ сѣвери. цѣляхъ Тянь-шани.



Старая церковь Свято-Троицкаго монастыря. Наклонъ куполовъ къ сѣверу и къ югу.



Церковь въ станицѣ Любовинской. Наклонъ крестовъ близко къ 0-мъ направленію.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ВЪ РАЗЛИЧНЫХЪ ТОЧКАХЪ ПОТрясенной области.

Въ мегасейсмической области мы имѣли дѣло съ послѣдствіями очень сильныхъ ударовъ, притомъ въ большинствѣ случаевъ въ населенныхъ мѣстахъ и безъ построекъ, поврежденія которыхъ по преимуществу служатъ для опредѣленія балловъ по общепринятымъ шкаламъ Меркалли или Росси-Фореля. Поэтому я нашелъ болѣе удобнымъ для послѣдствій жестокихъ и сильныхъ ударовъ принять степени напряженности, отъ 1 до 5, выработанныя для района С. Франциско изслѣдователями Калифорнійскаго землетрясенія¹⁾, но съ нѣкоторыми измѣненіями въ зависимости отъ мѣстныхъ условий, именно полного отсутствія дѣйствительно прочныхъ сооружений; для ударовъ болѣе чѣмъ слабыхъ я примѣнялъ шкалу Меркалли, отъ I до V балла. Границы этихъ двухъ шкалъ не совпадаютъ съ границами области остаточной деформации.

Степень 1. Слабый ударъ. Отдѣльные случаи паденія трубъ, печей, штукатурки, внутреннихъ перегородокъ въ домахъ, отдѣльныхъ предметовъ.

Степень 2. Сильный ударъ. Общее, но не повсемѣстное паденіе трубъ, печей, разрывы въ кирпичныхъ стѣнахъ, разрывы въ фундаментахъ стѣнъ; опрокидываніе стѣнъ и ихъ изогнутіе, отдѣльные случаи смѣщенія и наклона деревянныхъ (срубовыхъ) строеній съ фундаментами обычнаго типа.

Степень 3. Очень сильный ударъ. Очень сильное поврежденіе кирпичныхъ построекъ, мѣстами полное ихъ паденіе; срубовыя постройки мѣстами совершенно отдѣлены отъ основаній и упали; всеобщее паденіе трубъ, печей и облицовки разнаго типа (кирпичной, цементной); значительное разрушеніе фундаментовъ.

Степень 4. Жестокий ударъ. Разрушеніе фундаментовъ и подземныхъ частей строеній, вслѣдствіе волнообразнаго движенія земныхъ слоевъ; разрывъ канализационныхъ и водопроводныхъ трубъ; смятіе, растяженіе и смѣщеніе отлично балластированныхъ путей желѣзной дороги; образованіе трещинъ и разсѣлинь на незначительномъ протяженіи, волнообразные изгибы мостовыхъ и вообще поверхности земли съ образованіемъ трещинъ и отдѣльныхъ обваловъ склоновъ. При этой степени напряженности наступаетъ всеобщее паденіе кирпичныхъ и срубовыхъ строеній, хотя не полное ихъ разрушеніе; образованіе значительныхъ разломовъ въ кирпичныхъ и каменныхъ строеніяхъ самой превосходной постройки.

Степень 5. Очень жестокий ударъ. Разрывы и скалываніе въ твердыхъ горныхъ породахъ и, конечно, разрушеніе всѣхъ строеній около такихъ ливій сдвиговъ и сбросовъ; паденіе скалъ на склонахъ горъ; многочисленные горные обвалы крупныхъ размѣровъ; постоянныя глубокія и длинныя разсѣлины въ болѣе мягкихъ горныхъ породахъ.

¹⁾ The California Earthquake of April 18, 1906. Report of the State Earthquake Investigation Commission. Washington, 1908. Vol. I, Part I, стр. 225.

Эти степени соответствуютъ слѣдующимъ образомъ балламъ шкалы Меркалли и Омори:

Степени	Меркалли (въ скобкахъ Росси-Форели).	Омори (по величинѣ наибольшаго ускоренія въ мм.).
1.	VI (VII)	1; < 200
2.		2; до 900
3.	VII (VIII)	3; до 1200
4.	VIII (IX)	4; до 2000
		5; до 2500
5.	IX (X)	6; до 4000
	X	
	XI	7; > 4000

Степени 4 и 5 не только обнимаютъ баллы IX и X шкалы Росси-Фореля, но и выходятъ много за ея предѣлы; степень 5 выходитъ за предѣлы балла X Меркалли, соответствуя уже баллу XI и, можетъ быть, даже XII, т. е. катастрофѣ и страшному бѣдствію, по опредѣленію Канкани.

Степени 5 соответствуютъ явленія, локализованныя въ тѣхъ зонахъ разлома, которыя описаны въ первой части настоящаго отчета. Еще разъ необходимо обратить вниманіе, что послѣдствія очень жестокаго удара нигдѣ не распространяются по направленію перпендикулярному отъ зонъ разлома далѣе, чѣмъ 2—3 версты. Около однихъ зонъ, какъ въ долині Б. Кебина (*C* и западная часть *D*), удары распространялись въ обѣ стороны. Около другихъ, какъ Аксуйская, они распространялись преимущественно къ сѣверу, на Кунгей Алатау, но при выходѣ ея изъ горъ мы видѣли и къ югу отъ нея Сазановскую площадь разрывовъ и надвиговъ.

Мѣстами въ самомъ близкомъ разстояніи отъ такихъ линій разлома перваго порядка напряженность землетрясенія должна измѣряться уже степенью 4. Къ этой степени жестокаго удара я отношу всѣ явленія нарушеній на поверхности земли втораго порядка, т. е. какъ площади разрывовъ и надвиговъ, отмѣченныя около Вѣрнаго и на сѣверномъ берегу Иссык-куля, такъ и всѣ отдѣльныя обвалы преимущественно мягкихъ склоновъ, напр., обвалы по сѣверному склону Зайлійскаго Алатау; къ этой же степени жестокаго удара надо отнести и всѣ случаи паденія отдѣльныхъ камней. Изъ населенныхъ пунктовъ сюда относятся Б. Алматинская станица и Джиль-арыкъ.

Степень 5 характеризуетъ преимущественно вертикальные удары; степень 4, какъ и всѣ послѣдующія, относится уже къ горизонтальнымъ. Разрушительное дѣйствіе на постройки заканчивается жестокими ударами четвертой степени; но это не значитъ, что такіе удары не могутъ распространяться дальше 2—4 км. отъ линій разлома перваго порядка, какъ источника ударовъ пятой степени, какъ утверждаетъ Гоббсъ. Для областей 4 степени на сѣверномъ склонѣ Заилійскаго Алатау мы можемъ видѣть единственнымъ источникомъ этихъ жестокихъ ударовъ или предполагаемую зону разлома a^1 , или даже еще болѣе удаленныя— C , D и a . На проявленіе этихъ жестокихъ ударовъ оказываетъ, какъ мы видѣли, большое вліяніе геологическій составъ и топографія мѣстностей.

Степени 5 и 4 опредѣляютъ площадь распространенія остаточной деформаци; но это не значитъ, что въ предѣлахъ этой площади нѣтъ мѣста для ударовъ только сильныхъ (степени 3 и 2) и даже слабыхъ (степень 1); съ другой стороны границы этой площади какъ бы намѣчаются изосейстой именно степени 3.

Этой степени, очень сильнаго удара, соответствуютъ изъ числа населенныхъ пунктовъ Вѣрное, Сазановка, Уйталъ и Фольбаумовское. Въ предѣлахъ каждаго изъ этихъ селеній мы видимъ въ то же время части съ напряженностью до 4 степени и значительные участки, напр., въ Вѣрномъ и Сазановкѣ, съ напряженностью не выше 2 степени; и то, и другое опредѣляется существенно геологическимъ составомъ. Сюда же вѣроятно относится и Кокъ-майнакъ, ниже Кутемалды.

Степень 2, сильный ударъ, проявился въ цѣломъ рядѣ населенныхъ пунктовъ внѣ границъ площади остаточной деформаци, напр., стан. Софійская, Надеждинская, сел. Михайловское, Кызылъ-бурговская волость на р. Аса-Дженишке, Токмакъ, Джергаланъ, Николаевское, Преображенское, Свято-Троицкій монастырь.

Напряженность 1 степени, слабый ударъ, была замѣчена еще дальше отъ площади остаточной деформаци, напр., въ стан. Илійской, Любовной, сел. Казанско-Богородскомъ, на станціи Самъ-су, сел. Маловодномъ, Зайцевкѣ, Сугаты, сел. Ивановскомъ, Ново-Дмитріевскомъ, Краснорѣчинскомъ, Сукулукъ, въ Пржевальскѣ, Сливкиной, на станціяхъ Чулпанъ-ата, Чокталъ и Турайгырь.

Конечно, очень трудно провести границу между степенями 1 и 2. Здѣсь приведены эти степени на основаніи оцѣнки показаній опросныхъ листовъ; по нѣкоторымъ же нашимъ наблюденіямъ пришлось бы въ иныхъ случаяхъ эти степени измѣнить; такъ, по мнѣнію гора. инж. Карка, поврежденія въ Софійской и Надеждинской не выходятъ изъ степени 1, а наоборотъ, въ Маловодномъ достигаютъ степени 2.

За предѣлами напряженности степени 1 начинается уже область ударовъ, характеризующихся баллами шкалы Меркалли. Въ Пишпекскомъ уѣздѣ, напр., балломъ V необходимо оцѣнить пространства даже по западной окраинѣ уѣзда, около границъ Сырдарьинской области; въ Вѣрненскомъ уѣздѣ — станціи Отаръ и Курдай; въ Джаркентскомъ уѣздѣ — только окрестности города Джаркента, также какъ въ Копальскомъ — только города Копала и Карабулакской станціи.

Въ Лепсинскомъ уѣздѣ напряженности такой степени не было вовсе, а въ Пржевальскомъ — преимущественно въ Нарынскомъ округѣ и почти до Кашгара, а также вѣроятно и къ востоку отъ Пржевальска.

Всѣ эти данныя собраны въ слѣдующей таблицѣ, на которой приведено и вѣроятное направленіе ударовъ по опроснымъ листамъ.

ВЪРНЕНСКИЙ УѢЗДЪ.

1. Вѣрный—3—4. Съ SO и съ SW.
2. Илійская—1. Съ SSO.
3. Софійская—2. Съ S.
4. Надеждинская—2. Съ S.
5. Михайловская—2. Съ SW.
6. Маловодное—1—2. Съ W.
7. Зайцевка—1. Съ W и съ SW.
8. Сугаты—1. Съ SW.
9. Кызыль-бурговская волость—2. Съ SW.
10. Дмитріевское сел.—1. Съ SW.
11. Любовная—1. Съ ?
12. Казанско-Богородская—1—2. Съ SO.
13. Самъ-су станція—1. Съ SO.
14. Огаръ станція и Павловское сел.—V. Съ SO.
15. Курдай—V. Съ SO.

ПИШПЕКСКИЙ УѢЗДЪ.

16. Пишпекъ—1—V. Съ SO, также O и S.
17. Токмакъ—1—2. Съ O преобладающее.
18. Ивановское—1. Съ O.
19. Ново-Дмитріевское—1. Съ NO преобладающее.
20. Александровское—V. Съ O.
21. Ново-Троицкое—V. Съ O, SO, NO.
22. Бѣловодское—V. Съ NO.
23. Николаевское—V. Съ S.
24. Архангельское—V. Съ O.
25. Павловское—V. Съ ?
26. Бачино (Рыбачій поселокъ)—V. Съ NO.
27. Краснорѣчинское—1. Съ SO.
28. Сукулукъ—1. Съ O и S.

29. Сарыбагишевская волость—2. Съ ?
30. Сайкимовская " —V. Съ SO и въ N—S направленіи.
31. Джамансартовская " —V. Съ ?
32. Чуйская " —V. Съ O.
33. Дулатовская " —V. Съ O.
34. Кукрековская " —V. Съ SO.

ДЖАРКЕНТСКІЙ УѢЗДЪ.

35. Джаркентъ—V. Съ SW преимущественно и съ W.
36. Подгорное—V. Съ S.
37. Богословское—IV. Съ W.
38. Хоргосъ—IV. Съ W.
39. Николаевское—IV. Съ SO.
40. Кульджа—IV. По N—S направленію.

КОПАЛЬСКІЙ УѢЗДЪ.

41. Копаль—V. Съ S и SO.
42. Карабулакская—V. Съ SW.
43. Арасанскій—IV. Съ S и SO.
44. Аксуйское—IV. Съ W.
45. Сарканское—IV. Съ W.
46. Басканская—III. Съ W.
47. Гавриловское—IV. Съ SW.
48. Луговое—III. Съ W.
49. Дунъ-ганэ—V. Съ S.
50. Фольбаумовская станица—V. Съ SW.

ЛЕПСИНСКІЙ И СЕРГІОПОЛЬСКІЙ УѢЗДЫ.

51. Лепсинскъ—IV. Съ SW.
52. Герасимовское—III. Съ SW.
53. Константиновское—IV. Съ SW.
54. Романовское—III—IV. Съ W и по N—S направленію.
55. Уджарское—III. Съ SSO и SO.
56. Бахты—III. Съ SW.
57. Сергіополь—III. Съ SW.

ПРЖЕВАЛЬСКІЙ УѢЗДЪ.

58. Пржевальскъ—1—2. Съ NW.
59. Палена графа сел.—1—V. Съ NW.
60. Валерьяновское или Николаевское—1. Съ N.
61. Михайловское—1—2. Съ N.
62. Маринское—1—2. Съ N.
63. Сазановка—3—4. Съ NW.
64. Покровское (Сливкина)—1. Съ NW.
65. Джергаланъ—2—1. Съ W.
66. Вознесенское—1. Съ W.
67. Николаевская станица—2. Съ N.
68. Преображенское—2. Съ N.
69. Теплоключевское—1. Съ W.
70. Нарынъ—V—IV. Съ NO.
71. Занарынскій выселокъ—?. Съ W.
72. Кочкарка—V. Съ W.
73. Ташъ-рабатъ—V. Съ N.
74. Босогинскій постъ—IV. Съ N.
75. Атбаши—IV. Съ NW.
76. Атайка—IV. Съ NW.
77. Кашгаръ—V—IV. Съ N.

Абсолютная сила землетрясенія 1910 г.

Какъ я уже упоминалъ, я старался собрать нѣкоторые матеріалы въ этомъ отношеніи, именно для расчета такъ называемой сейсмической прочности простыхъ кирпичныхъ конструкций. Въ своемъ предварительномъ отчетѣ я приводилъ также два расчета, одинъ для землетрясенія 1887 г. для каменнаго столба, описаннаго и изображеннаго Мушкетовымъ (стр. 26, Вѣрненское землетрясеніе), другой для круглой печи въ зданіи Статистическаго Музея, срѣзанной при основаніи во время землетрясенія 1910 г.

Какъ ни приблизительны и даже условны такіе расчеты, но за неимѣніемъ лучшаго я считаю полезнымъ привести собранные нами матеріалы и вычисленія, любезно исполненныя г. инж. Каркомъ.

Расчеты сейсмической прочности различныхъ простыхъ кон- струкцій.

И. Карка.

При оцѣнкѣ силы землетрясенія баллами большую роль играетъ субъективное чувство оцѣнщика. Въ надеждѣ получить нѣсколько болѣе объективныхъ данныхъ для сужденія объ интенсивности землетрясенія 1910 г., предприняты были приводимыя ниже вычисления максимальнаго ускоренія сейсмической волны, потребнаго для разлома нѣкоторыхъ простыхъ конструкцій въ мегасейсмической области. Выбирались для этой цѣли простыя конструкціи, характеръ разрушенія которыхъ давалъ основание предполагать, что разломъ ихъ явился слѣдствіемъ изгибающаго момента, вызваннаго горизонтальной составляющей силы подземнаго удара, приложенной къ центру тяжести (инерціи) отломавшейся части.

Вычисленіе производилось по формулѣ, данной профессоромъ Токийскаго университета Омори ¹⁾.

$$\alpha = \frac{I g K z}{e d Q},$$

гдѣ

α см/sec — ускореніе сейсмической волны, характеризующее дѣйствующую въ послѣдней силу $I = m \alpha$ (m — находящаяся въ движеніи масса), какъ раз достаточную для разлома рассматриваемаго сооруженія.

I въ cm^4 — моментъ инерціи горизонтальнаго сѣченія, по которому произошелъ разломъ, относительно оси нормальной къ направленію удара (или рассматриваемой составляющей силы удара).

g — ускореніе силы тяжести, равное 981 cm/sec.

¹⁾ Note on Applied Seismology. „Erste internationale seismologische Konferenz“, Beitr. z. Geophysik, Gerland, Erg.—B. I, 1902.

- K_z — временное сопротивление растяженію матеріала, изъ котораго возведено разломавшееся сооруженіе, предполагая этотъ матеріалъ однороднымъ. K_z дается въ килограммахъ на квадратный сантиметръ.
- e въ см — разстояніе крайней точки сѣченія, по которому произошелъ разломъ, отъ главной оси инерціи („разстояніе крайняго растянутаго волокна“).
- d въ см — превышеніе центра инерціи (тяжести) отломавшейся части надъ плоскостью разлома;
- Q вѣсъ отломавшейся части, въ kg.

Формула эта учитываетъ лишь нормальныя напряженія, появляющіяся въ сѣченіи подвергающагося изгибу тѣла, игнорируя напряженія скалывающія. Взята именно эта формула, во 1-хъ, для сохраненія сравнимости результатовъ съ результатами производившихся уже ранѣе вычисленій ускоренія для разныхъ землетрясеній¹⁾, сдѣланныхъ по этой именно формулѣ, и въ 2-хъ, въ виду того, что болѣе сложныя формулы тоже не могутъ дать болѣе достовѣрныхъ результатовъ въ виду свойствъ матеріала построекъ, служащаго объектомъ изученія (б. частью каменной кладки на плохомъ известковомъ растворѣ), матеріала крайне неоднороднаго, съ сильно варьирующими и большей частью гадательными значеніями временнаго сопротивленія.

Въ опытахъ самого Омори съ искусственно вызываемыми сотрясеніями, коихъ ускореніе могло быть точно измѣрено, результаты отдѣльныхъ опредѣленій α для различныхъ опытныхъ колоннъ изъ кирпичной кладки даютъ расхожденія до 50% между измѣренными и вычисленными значеніями, что Омори считаетъ достаточнымъ согласіемъ. Изъ ряда тѣхъ же опытовъ Омори видно, что временное сопротивление кирпичной кладки (и известковаго цемента), опредѣлявшееся каждый разъ на разрывной машинѣ, варьировало между 2,37 kg/cm² и 7,99 kg/cm², представляя въ среднемъ (изъ 26 опредѣленій) 4,67 kg/cm²; расхожденіе между наибольшимъ и наименьшимъ значеніями составляло, слѣдовательно, 120,4% средняго значенія.

Поправку на отклоненіе нейтральной оси сѣченія въ изгибаемомъ тѣлѣ отъ центральной оси Омори не вводитъ. Въ вѣкоторыхъ изъ нижеприведенныхъ примѣровъ такое отклоненіе въ той части, которая не зависитъ отъ упругихъ свойствъ самого матеріала, а отъ нагрузки на сѣченіе, учитывается просто прибавленіемъ къ временному сопротивленію на разрывъ нагрузки отъ тяжести отломавшейся части, приходящейся на единицу площади разлома.

Изъ своихъ опытовъ и расчетовъ проф. Омори вывелъ, что какъ свойства матеріала (кирпичная кладка), такъ и сравнительная медленность ударовъ землетрясенія (періодъ колебанія 1—2 сек.), въ сравненіи съ много болѣе короткимъ періодомъ собственнаго колебанія конструкцій, къ разрушенію коихъ примѣняется его формула, не

¹⁾ См., напр., Alfano, Sismologia moderna. Milano 1910. Стр. 54—61.

даютъ повода къ введенію въ него поправки, предполагающей ударное, мгновенное, дѣйствіе сейсмической волны; въ виду этого такая поправка не введена и въ нижеприводимыхъ расчетахъ.

Къ сожалѣнію, опредѣленіе временнаго сопротивленія матеріала каждой постройки, положенной въ основу расчетовъ, не могло быть сдѣлано; впрочемъ, въ виду низкихъ качествъ кирпича, раствора и самой работы по кладкѣ, получалась явно такая неравномерная прочность въ разныхъ мѣстахъ сооруженія, что по образцу, взятому въ одномъ мѣстѣ, нельзя было судить о свойствахъ матеріала въ другомъ, даже непосредственно близкомъ.

Для кирпичной кладки принималось временное сопротивленіе, опредѣленное какъ среднее изъ опытовъ проф. Омори— $4,7 \text{ kg/cm}^2$, число, очень близко подходящее къ даваемому въ справочной книгѣ „Hütte“, т. е. $\frac{40}{8} = 5 \text{ kg/cm}^2$; иногда окончательные результаты расчетовъ приводились и къ величинамъ, соответствующимъ минимальному и максимальному значеніямъ временнаго сопротивленія по Омори.—Для печной глины временное сопротивленіе на разрывъ принималось въ $0,6 \text{ kg/cm}^2$; для гранита, по „Hütte“, отъ $\frac{800}{26}$ до $\frac{2000}{26}$, т. е. отъ 31 до 77, въ среднемъ 54 kg/cm^2 ; для еловаго дерева 470 kg/cm^2 .

Нижеприведенные расчеты даютъ составляющую ускоренія сейсмической волны въ направленіи, нормальномъ къ той оси опаснаго сѣченія сооруженія, по отношенію къ которой моментъ сопротивленія наименьшій ¹⁾.

I. Кирпичная, въ желѣзномъ кожухѣ, печь въ зданіи, гдѣ помещался Семирѣченскій областной музей (черт. фиг. 13 ²⁾).

Печь дала сквозную трещину по линіи *AB*, по слою глины, отдѣляющей одинъ сплошной рядъ кирпичей отъ другого

Такъ какъ дѣйствительное распредѣленіе массъ внутри печи не извѣстно, то, не учитывая отдѣльно вѣса кожуха изъ листового желѣза, принимая печь какъ сплошной цилиндръ изъ кирпичной кладки, принимая дымовую трубу, поднимающейся отъ верха печи и скрѣпленную съ печью не жестко и висящую на потолочныхъ балкахъ ³⁾; наконецъ, предполагая, что вся средняя часть печи можетъ быть принята имѣющею сѣченіе *CD*, получаемъ:

объемъ средней части $\pi (45^2 - 30^2) \cdot 200 = 706860 \text{ cm}^3$

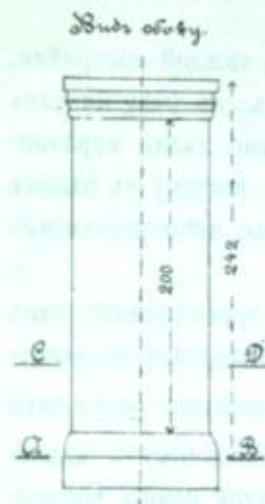
„ карниза и верха цоколя выше трещины $\pi 51^2 (242 - 200) = 343194 \text{ cm}^3$;

¹⁾ Эта глава была просмотрѣна инженеромъ А. П. Носалевичемъ, которому считаю своей пріятной обязанностью выразить здѣсь свою искреннюю признательность за сдѣланныя имъ нѣкоторыя указанія.

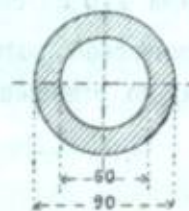
²⁾ Размѣры на всѣхъ чертежахъ въ сантиметрахъ.

³⁾ Въ дѣйствительности, вѣроятно, труба стояла непосредственно на печи. *Примечаніе Носалевича.*

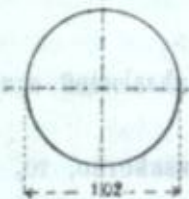
Печь въ музее



Разрѣзъ по СД



Опасное сѣченіе АВ



Фиг. 13.

всей кладки, слѣдовательно, 1050054 cm^3 ; принимая во вниманіе желѣзныя кожухъ, беремъ высшій (по „Натте“) предѣлъ удѣльнаго вѣса кирпичной кладки 1,46 и вычисляемъ вѣсъ

$$Q = 1050054 \cdot 1,46 : 1000 = 1533 \text{ kg}$$

Центръ тяжести предполагаемъ на высотѣ $d = \frac{242}{2} = 121 \text{ cm}$ надъ опаснымъ сѣченіемъ.

Моментъ инерціи сѣченія АВ:

$$I = \frac{\pi}{4} r^4 = 0,7854 r^4 = 0,7854 \cdot 51^4.$$

Предполагая, что весь вѣсъ отломившейся части равномерно распредѣляется на опасное сѣченіе, получаемъ здѣсь давленіе на $1 \text{ cm}^2 =$:

$$\frac{1533}{\pi \cdot 51^2} = 0,2 \text{ kg/cm}^2;$$

прибавивъ это значеніе къ временному сопротивленію на разрывъ глины — $0,6 \text{ kg/cm}^2$, получаемъ $K_1 = 0,8 \text{ kg/cm}^2$. По этимъ даннымъ:

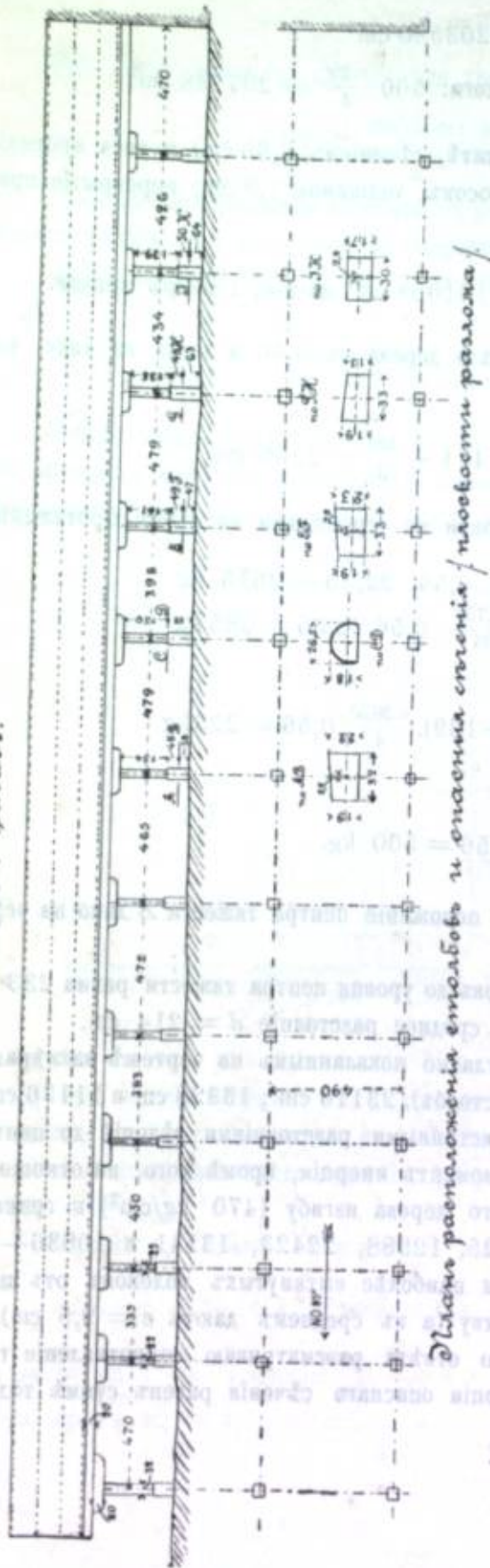
$$\alpha = \frac{0,7854 \cdot 51^4 \cdot 981 \cdot 0,8}{51 \cdot 121 \cdot 1533} = 440,8 \text{ cm/sec.}$$

II. Навѣсъ при баняхъ Жиленкова (черт. фиг. 14).

По заявленію мѣстныхъ жителей, навѣсъ подъ влияніемъ удара землетрясенія упалъ, сломавъ 5 столбовъ изъ 24-хъ, его поддерживавшихъ. Но ко времени осмотра навѣса въ апрѣлѣ 1911 г., онъ былъ уже исправленъ, почему и нельзя было выяснитъ, какія именно части его передали сейсмическій ударъ поломавшимся столбамъ, т. е. какая именно связная масса получила соответствующее ускореніе; принималъ ли или нѣтъ участіе въ поломкѣ столбовъ распоръ крыши; не была ли увеличена инерція верхней части навѣса поклажей, положенной на балки, связывающія стропильныя ноги (какъ было въ моментъ осмотра), — поклажей, не могущей двигаться отдѣльно отъ балокъ.

Въ виду этой неизвѣстности принято, какъ наиболее вѣроятное, предположеніе, что въ движеніи, обусловившемъ ломающій моментъ, участвовала вся крыша навѣса, въ видѣ единой жестко соединенной массы, на участіе, поддерживаемомъ 5-ю поломавшимися столбами.

Навѣсъ при баняхъ Жинькова.
Восточной фасады.



Фиг. 14.

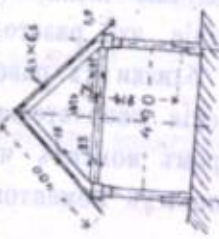
Изъ поломавшихся столбовъ въ 4-хъ треснули гранитныя тумбы, закопанныя на 1½ арш. въ землю, причѣмъ въ трехъ (разрѣзы *AB*, *EF* и *JK* черт.) опасное сѣченіе оказалось на высотѣ отверстія для болта, скрѣпляющаго тумбу съ деревяннымъ столбомъ; одна же тумба (сѣченіе *GH*) лопнула по цѣлому мѣсту; опасное сѣченіе *CD* пришло въ деревянномъ столбѣ, на мѣстѣ врубки.

Какъ это выражается и на схематическомъ чертежѣ, постройка навѣса вообще особенною правильностью не отличается. Кромѣ большихъ колебаній въ разстояніяхъ между столбами, есть разница и въ ихъ высотѣ (доходящая до 30 см) и толщинѣ; стропила, которыхъ на весь навѣсъ 20, приходится на весьма различныхъ, относительно столбовъ, мѣстахъ и т. п., — все это вводитъ свою долю неопредѣленности въ расчетъ ¹⁾.

При всей длинѣ навѣса въ 5261 см, одни стропила приходятся въ среднемъ на $\frac{5261}{20} = 263$ см. Объемъ пары стропиль:

¹⁾ Стропила могли быть врублены въ обвязку или въ прогонъ; въ послѣднемъ случаѣ столбы могли получить ударъ отъ стропиль черезъ посредство этого прогона. Примѣч. Носалевича.

Южной фасады.



Вотъ при-
вѣтныя
деревянно-
столба *JK*
гранитной
тумбы *G*

$$2.400 \cdot \frac{\pi \cdot 18^3}{4} = 203580 \text{ см}^3$$

$$\text{Объемъ балки, соединяющей ихъ ноги: } 500 \cdot \frac{\pi \cdot 23^3}{4} = 207738 \text{ см}^3$$

Объемъ расшивки (по 4 на каждомъ скатѣ, сѣченіемъ 6,35 см) и теса кровельнаго (кровля въ нахлестку изъ полустылыхъ досокъ, толщиной 1,9 см; перекрытіе принимаемъ въ 30⁰/о):

$$8 \cdot 6,35^2 \cdot 100 + 2.400 \cdot 1,9 \cdot 130 = 131058 \text{ см}^3 \text{ на пог. 1 метръ крыши.}$$

Принимая средній удѣльный вѣсъ еловаго дерева въ 0,56 и имѣя въ виду, что поломавшіеся столбы обслуживали

$$\frac{465}{2} + 479 + 398 + 479 + 434 + \frac{426}{2} = 2235 \text{ см}$$

длины навіса, получаемъ вѣсъ участка кровли со стропилами на этомъ протяженіи:

$$(131,038 + 203,580 : 2,63) \cdot 0,56 \cdot 22,35 = 2615 \text{ kg}$$

$$\text{Вѣсъ поперечныхъ балокъ } \frac{207,738}{2,63} \cdot 0,56 \cdot 22,35 = 985 \text{ kg}$$

Вѣсъ 5-и деревянныхъ столбовъ

$$(154 + 150 + 141 + 138 + 139) \cdot \frac{\pi \cdot 26,5^3}{4} \cdot 0,56 = 223 \text{ kg}$$

Вѣсъ архитравной (продольной) балки:

$$22,35 \cdot \frac{\pi \cdot 20^3}{4} \cdot 0,56 = 500 \text{ kg.}$$

Общій вѣсъ сооруженія $Q = 4323 \text{ kg}$; положеніе центра тяжести Z дано на черт. (концевой видъ).

Сумма разстояній мѣстъ разлома столбовъ до уровня центра тяжести равна $233 + 181 + 221 + 217 + 220 = 1072 \text{ см}$; среднее разстояніе $d = 214 \text{ см}$.

Моменты инерціи сѣченій разлома, согласно показаннымъ на чертежѣ размѣрамъ, таковы: 20919 см^4 , 10068 см^4 (деревянный столбъ), 23116 см^4 , 13328 см^4 и 11136 см^4 ; умноживъ эти числа на отношенія между истинными разстояніями сѣченій до центра инерціи и среднимъ разстояніемъ, а второй моментъ инерціи, кромѣ того, на отношеніе между временнымъ сопротивленіемъ: еловаго дерева изгибу (470 kg/cm^2) и гранита разрыву (54 kg/cm^2), получаю числа: 19225 , 12988 , 22423 , 13141 и 10836 —которыя, принявъ во вниманіе, что разстоянія наиболѣе вытянутыхъ волоконъ отъ центральныхъ осей инерціи близки къ равенству (а въ среднемъ даютъ $e = 9,5 \text{ см}$),—складываю, и для полученія окончательнаго отвѣта рассматриваю сопротивленіе гранитнаго столба, въ которомъ моментъ инерціи опаснаго сѣченія равенъ суммѣ только что полученныхъ приведенныхъ моментовъ:

$$I = 78613 \text{ см}^4$$

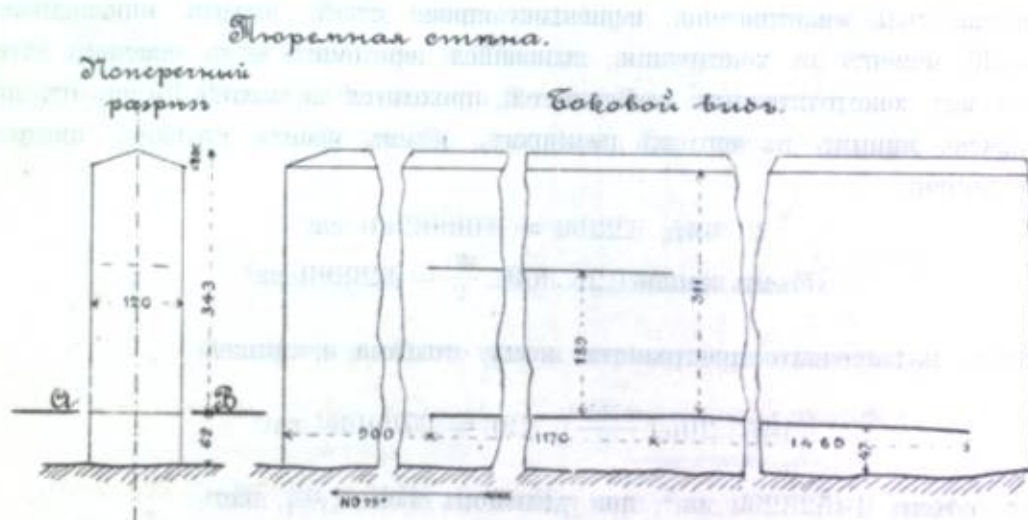
При этихъ данныхъ, для K_z для гранита, равномъ 54 kg/cm^2 , получаемъ:

$$\alpha = \frac{78613 \cdot 981 \cdot 54}{9,5 \cdot 214 \cdot 4323} = 684,0 \text{ см/сек.}$$

Пренебрегая небольшой ошибкой въ несправленномъ приведеніи сопротивленія деревяннаго столба, для минимальнаго сопротивленія гранита, $K_z \text{ min} = 31 \text{ kg/cm}^2$, имѣемъ $\alpha = 393,0 \text{ см}$; для $K_z \text{ max} = 77 \text{ kg/cm}^2$, $\alpha = 975 \text{ см}$.

III. Кирпичная стѣна, ограничивающая тюремный дворъ (черт. фиг. 15).

Стѣна, направленія NO 79° —SW 259° , дала вѣсколько горизонтальныхъ трещинъ, изъ которыхъ наирѣзче выраженной оказалась самая нижняя, сквозная, на большомъ протяженіи тянущаяся на высотѣ 62 см отъ почвы. Она и положена въ основу раз-



счета, при предположеніи, что составляющая силы землетрясенія, перпендикулярная къ стѣнѣ, произвела въ стѣнѣ изгибъ. Въ виду равенства условій по всей длинѣ трещины при подобномъ предположеніи, для расчета выдѣлена полоска на единицу длины (1 см) стѣны.

Согласно размѣрамъ, показаннымъ на чертежѣ, вѣсъ стѣны надъ трещиной:

$$(323 \times 120 + \frac{20}{2} \cdot 120) \cdot 1,44 : 1000 = 57,572 \text{ kg,}$$

что даетъ на 1 см^2 трещины $\frac{57}{120} = 0,5 \text{ kg}$; среднее временное сопротивленіе 4,7; въ итогѣ беремъ $K_z = 5,0 \text{ kg/cm}^2$.

$$d = 166,7 \text{ см}; e = 60 \text{ см}; I = \frac{120^3}{12} = 144000 \text{ см}^4$$

Слѣдуетъ

$$\alpha = \frac{144000 \cdot 981,5}{60 \cdot 166,7 \cdot 57,4} = 1228,2 \text{ см/сек.}$$

$$\text{При } K_z \text{ min} = 2,37 \quad \alpha = 619 \text{ см}$$

$$\text{, } K_z \text{ max} = 7,99 \quad \alpha = 2091 \text{ см.}$$

IV. Кирпичные столбы казита гимназическаго двора (черт. фиг. 16).

Столбы эти землетрясениемъ не повреждены; обмѣрены они были и расчетъ ихъ прочности произведенъ въ качествѣ попытки получить *верхній* предѣлъ для силы землетрясенія.

Въ виду того, что столбы оказались отдѣленными отъ стѣны, съ которой одинъ изъ нихъ сопрягается, сквозною трещиною, расчетъ произведенъ въ предположеніи, что составляющая силы землетрясенія, перпендикулярная стѣнѣ, вызвала опрокидывающій (изгибающій) моментъ въ конструкціи, силѣйшей переломить ее въ опасномъ сѣченіи, которое въ виду конструктивныхъ особенностей, приходится на высотѣ 35 см. отъ почвы.

Согласно даннымъ на чертежѣ разбѣрамъ, объемъ обоихъ столбовъ, продолженныхъ до крыши:

$$2 \cdot 445 \cdot 12234 = 10888260 \text{ см}^3$$

$$\text{Объемъ крыши } 126 \cdot 369 \cdot \frac{40}{2} = 929880 \text{ см}^3$$

Объемъ надъарочнаго пространства между столбами и крышей

$$\left(145 \cdot 205 \cdot \frac{\pi \cdot 145^2}{8}\right) \cdot 126 = 2705094 \text{ см}^3$$

Весь объемъ 14523234 см^3 ; при удѣльномъ вѣсѣ 1,44, вѣсъ

$$Q = 21913 \text{ кг.}$$

Разстояніе центра инерціи до опаснаго сѣченія $d = 295 \text{ см.}$

Разстояніе крайняго растянутого волокна до центральной оси инерціи

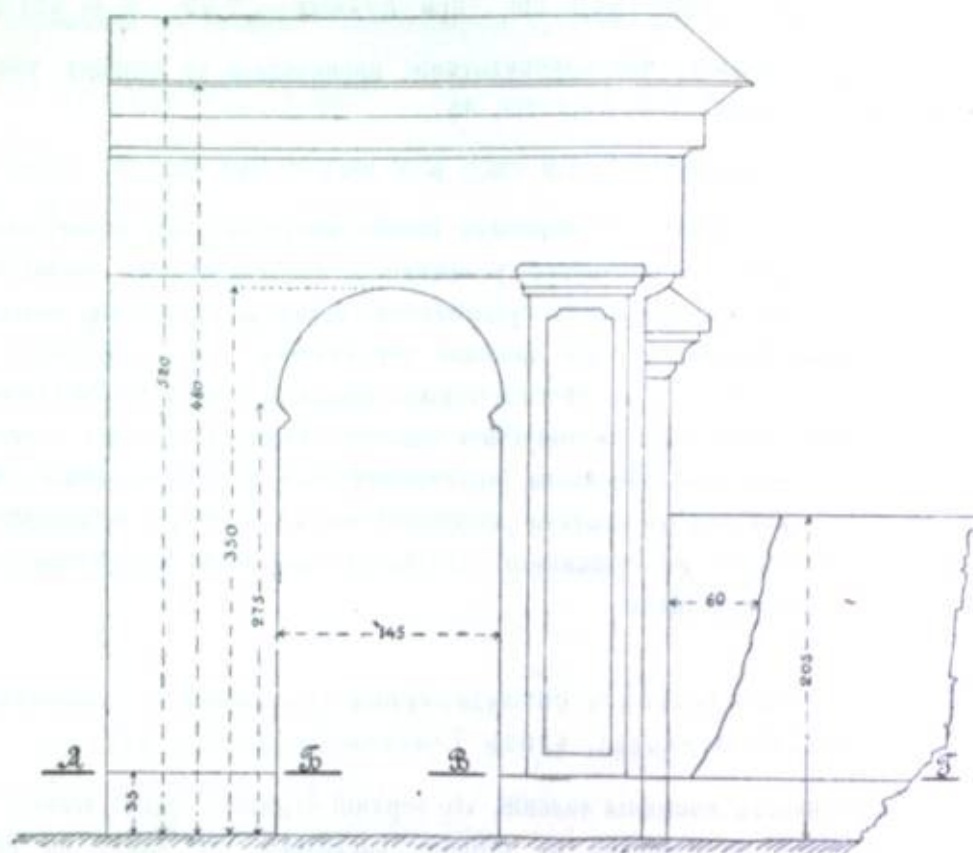
$$e = 66,8 \text{ см.}$$

Моментъ инерціи сѣченія

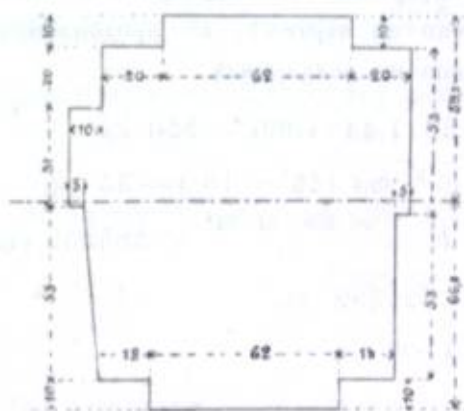
$$I = \frac{97 \cdot 49,2^2}{3} + \frac{97 \cdot 56,8^2}{3} + \frac{62 \cdot 10^2}{12} + 54,2^2 \cdot 620 + \frac{62 \cdot 10^2}{12} + 61,8^2 \cdot 620 + \frac{5 \cdot 53^2}{12} + 22,7^2 \cdot 265 + \frac{10 \cdot 31^2}{12} + 13,7^2 \cdot 310 + \frac{5 \cdot 55^2}{36} + 20,1^2 \cdot 137 = 14334504 \text{ см}^4$$

для одного столба.

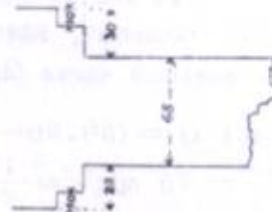
Ворота гимназии.



Спасающее оплошнѣ АБ



Сопраженіе стѣны со стѣпном



Фиг. 16.

$$d = 166,7 \text{ см}; e = 60 \text{ см}; I = \frac{120^3}{12} = 144000 \text{ см}^4$$

Слѣдуетъ

$$\alpha = \frac{144000 \cdot 981,5}{60 \cdot 166,7 \cdot 57,4} = 1228,2 \text{ см/сек.}$$

$$\text{При } K_z \text{ min} = 2,37 \quad \alpha = 619 \text{ см}$$

$$, \quad K_z \text{ max} = 7,99 \quad \alpha = 2091 \text{ см.}$$

IV. Кирпичные столбы казетки гимназическаго двора (черт. фиг. 16).

Столбы эти землетрясеніемъ не повреждены; обмѣрены они были и расчетъ ихъ прочности произведенъ въ качествѣ попытки получить *верхній* предѣлъ для силы землетрясенія.

Въ виду того, что столбы оказались отдѣленными отъ стѣны, съ которой одинъ изъ нихъ сопрягается, сквозною трещиною, расчетъ произведенъ въ предположеніи, что составляющая силы землетрясенія, перпендикулярная стѣнѣ, вызвала опрокидывающій (изгибающій) моментъ въ конструкціи, сившейся переломить ее въ опасномъ сѣченіи, которое въ виду конструктивныхъ особенностей, приходится на высотѣ 35 см. отъ почвы.

Согласно даннымъ на чертежѣ размѣрамъ, объемъ обоихъ столбовъ, продолженныхъ до крыши:

$$2 \cdot 445 \cdot 12234 = 10888260 \text{ см}^3$$

$$\text{Объемъ крыши } 126 \cdot 369 \cdot \frac{40}{2} = 929880 \text{ см}^3$$

Объемъ надъарочнаго пространства между столбами и крышей

$$\left(145 \cdot 205 \cdot \frac{\pi \cdot 145^2}{8}\right) \cdot 126 = 2705094 \text{ см}^3$$

Весь объемъ 14523234 см³; при удѣльномъ вѣсѣ 1,44, вѣсъ

$$Q = 21913 \text{ kg.}$$

Расстояніе центра инерціи до опаснаго сѣченія $d = 295 \text{ см.}$

Расстояніе крайняго растянутого волокна до центральной оси инерціи

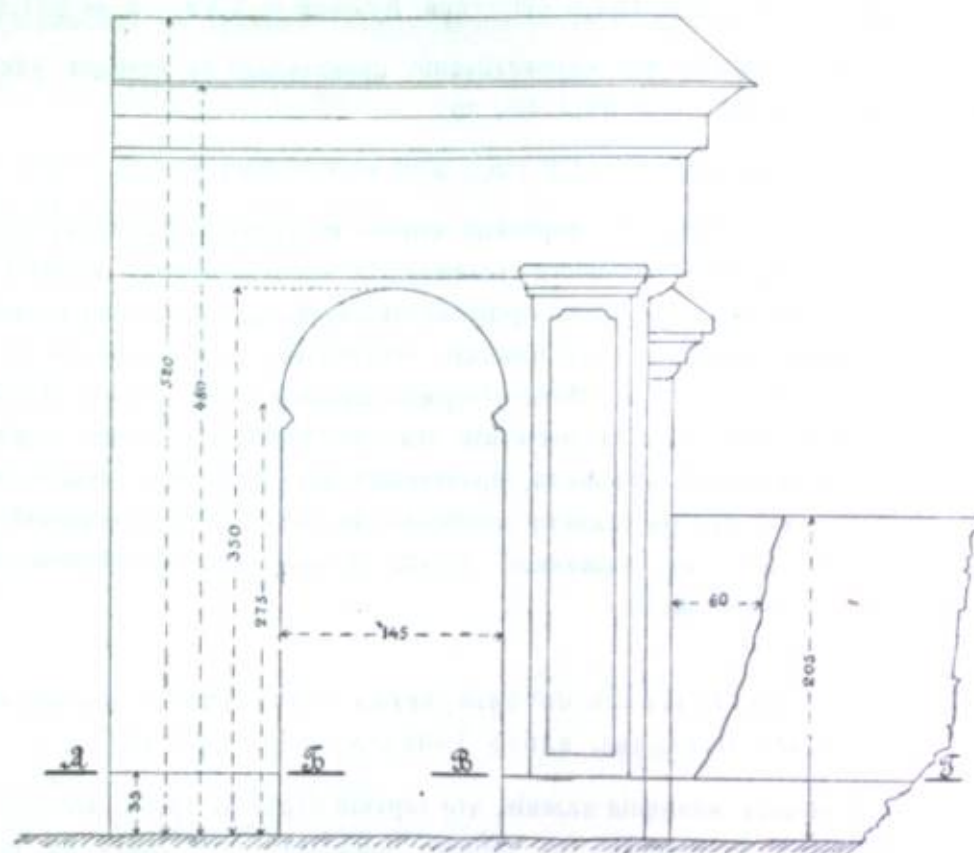
$$e = 66,8 \text{ см.}$$

Моментъ инерціи сѣченія

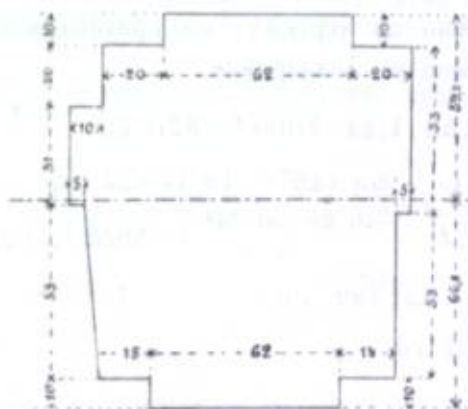
$$I = \frac{97 \cdot 49,2^3}{3} + \frac{97 \cdot 56,8^3}{3} + \frac{62 \cdot 10^3}{12} + 54,2^2 \cdot 620 + \frac{62 \cdot 10^3}{12} + 61,8^2 \cdot 620 + \frac{5 \cdot 53^3}{12} + 22,7^2 \cdot 265 + \frac{10 \cdot 31^3}{12} + 13,7^2 \cdot 310 + \frac{5 \cdot 55^3}{36} + 20,1^2 \cdot 137 = 14334504 \text{ см}^4$$

для одного столба.

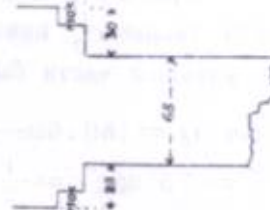
Ворота гимназии.



Снастное сечение АБ



Сопряженіе стлба со стѣною



Фиг. 16.

При $K_x = 4,67$, получаемъ:

$$\alpha = \frac{2 \cdot 14334504 \cdot 981 \cdot 4,67}{66,8 \cdot 295 \cdot 21913} = 304,2 \text{ cm/sec.}$$

При $K_x \text{ min} = 2,37$, $\alpha = 154,5 \text{ cm}$; при $K_x \text{ max} = 7,99$, $\alpha = 521,4 \text{ cm}$.

Если же предположить, что опрокидываніе происходило въ сторону улицы, что равносильно предположенію: $e = 59,2 \text{ cm}$, то

$$\alpha \text{ среднее} = 341,9 \text{ cm, а } \alpha \text{ max} = 588 \text{ cm.}$$

Въ случаѣ же допущенія, что воротные столбы сопротивлялись излому еще будучи связаны со стѣною, расчетъ прочности усложняется необходимостью введенія вращательнаго момента, при чемъ возможны существенно различныя допущенія; поэтому ограничимся здѣсь лишь указаніемъ, что площадь вертикальнаго (и поперечнаго) сѣченія стѣны равна 14620 cm^2 , что *болше* сѣченія (горизонтальнаго) одного столба (12234 cm^2), почему естественнѣе всего было бы допустить опасное сѣченіе для столба, сопряженнаго со стѣною, въ горизонтальной плоскости, проходящей какъ разъ надъ стѣною. Но такое предположеніе повиситъ центръ тяжести „свободной части“, почему изгибающій моментъ для свободнаго (со стѣною не связаннаго) столба увеличится и опредѣляемое α , какъ верхній предѣлъ, не возрастаетъ.

V. Кирпичная, прямоугольнаго сѣченія труба солодовни на винокуренномъ заводѣ Пугасова, влнзъ Талгара (черт. фиг. 17).

Здѣсь заслуживаетъ вниманія явленіе, что верхній отрѣзокъ трубы, длиною 150 см, не только отломался, но отлетѣлъ въ сторону настолько, что упалъ на разстояніи 525 см отъ оси трубы, въ направленіи NO 55° . Поэтому здѣсь изгибающій моментъ считаемъ дѣйствовавшимъ по *этой* азимуту, соотвѣтственно чему вычисляемъ и моментъ инерціи сѣченія. Поперечное сѣченіе трубы, внутренніе размѣры коей не могли быть измѣрены, принято таковымъ, какъ изображено на чертежѣ, въ предположеніи, что стѣнки трубы въ упавшей части были толщиною въ полкирпича.

$$\text{Вѣсъ } Q = (50 \cdot 60 - 24 \cdot 34) \cdot 150 \cdot 1,44 : 1000 = 330 \text{ kg}$$

$$d = \frac{150}{2} = 75 \text{ cm; } e = \frac{1}{2} \sqrt{50^2 + 60^2} \cdot \cos(45^\circ - 19^\circ) = 35 \text{ cm}$$

$$I = I_x \cos^2 \varphi + I_y \sin^2 \varphi, \text{ гдѣ } \varphi = 19^\circ; I_x = \frac{60 \cdot 50^3 - 34 \cdot 24^3}{12} = 585832 \text{ cm}^4 \text{ и}$$

$$I_y = \frac{50 \cdot 60^3 - 24 \cdot 34^3}{12} = 821392 \text{ cm}^4$$

$$I = 610801 \text{ cm}^4$$

Принявъ $K_x = 4,7 \text{ kg/cm}^2$, получаемъ:

$$\alpha = \frac{610801 \cdot 981 \cdot 4,7}{35 \cdot 75 \cdot 830} \text{ и } 325 \text{ cm/sec.}$$

Опредѣлимъ начальную скорость v (предполагаемую горизонтальною), съ которой отломавшаяся часть трубы должна была начать движеніе, чтобы, при высотѣ паденія въ 642 см, отклониться на разстояніе 525 см отъ основанія трубы.

Не принимая во вниманіе сопротивленія воздуха, имѣемъ уравненія:

$$vt = 525 \text{ и } \frac{gt^2}{2} = 642$$

гдѣ t — время паденія (полета) въ сек.; g — ускореніе силы тяжести: 981 см/сек.

Рѣшая уравненія, получаемъ:

$$v = \sqrt{\frac{981 \cdot 525^2}{2 \cdot 642}} = 459 \text{ см.}$$

Чтобы судить объ ускореніи силы, обусловившей эту скорость, примемъ, что періодъ T волны землетрясенія равенъ 1 сек. (близкія къ этому значенія T обычны для землетрясеній). При синусоидальномъ законѣ колебаній:

$$s = a \sin \frac{2\pi t}{T},$$

гдѣ s — отклоненіе колеблющейся частицы отъ положенія равновѣсія (въ см),

a — амплитуда колебанія (въ см)

t — время, считаемое отъ одного изъ положеній покоя точки (въ сек).

Скорость движенія $v = \frac{ds}{dt} = \frac{2\pi a}{T} \cos \frac{2\pi t}{T}$ и

ускореніе $w = \frac{d^2s}{dt^2} = -\frac{4\pi^2 a}{T^2} \sin \frac{2\pi t}{T}$

Максимальными, по абсолютному значенію, будутъ:

v при $\cos \frac{2\pi t}{T} = 1$ или, беря ближайшіе къ началу движенія моменты,

$$\text{при } t_1 = 0, t_2 = \frac{T}{2} \dots;$$

$$w \text{ при } \sin \frac{2\pi t}{T} = 1, \text{ т. е. при } t' = \frac{T}{4}, t'' = \frac{3T}{4} \dots$$

и сами (не одновременные!) максимумы будутъ:

$$(v) \text{ max} = \frac{2\pi a}{T} \text{ и } (w) \text{ max} = \frac{4\pi^2 a}{T^2}.$$



Фиг. 17.

Принявъ, въ виду необходимости на чемъ либо остановиться, что упавшая часть трубы усвоила максимальную скорость, получаемъ, при $T = 1$ сек., что $2 \pi a = 459$ см, откуда $a = \frac{459}{2 \pi}$.

Но въ колебательномъ движеніи, гдѣ амплитуда такова, а періодъ одна секунда, наибольшее ускореніе

$$w \text{ max} = 4 \pi^2 a = 2 \pi \cdot 459 = 2884 \text{ cm/sec.}$$

Вмѣстѣ съ ранѣе опредѣленнымъ ускореніемъ, необходимымъ для разлома трубы, это составитъ

$$\alpha = 325 + 2884 = 3209 \text{ cm/sec.} \text{— величину весьма большую.}$$

IV. Столбъ, развитый въ нижней своей трети во время землетрясенія 28 мая 1887 г. ¹⁾.

Къ этому столбу расчетъ по формулѣ Омори примѣненъ для полученія хоть одного числового значенія для сравненія силъ землетрясеній 1887 и 1910 гг. Помѣщенная въ трудѣ проф. Мушкетова фотографія показываетъ, что нижняя треть столба вся растрясена; поэтому принимаемъ сѣченіе разрыва на половинѣ этой трети, т. е. на $\frac{1}{6}$ высоты, считая отъ почвы.

По размѣрамъ, даннымъ Мушкетовымъ: вышина 222 см, длина и ширина по 63 см, получаемъ вѣсъ

$$Q = 63^2 \cdot \frac{5}{6} \cdot 222 \cdot 1,44 : 1000 = 1057 \text{ kg;}$$

при сѣченіи въ $63^2 = 3969 \text{ cm}^2$, на 1 cm^2 приходится меньше $\frac{1}{3} \text{ kg}$, чѣмъ пренебрегаемъ и вводимъ въ расчетъ лишь значеніе $K_s = 4,7$ изъ данныхъ Омори.

$$d = \frac{5}{12} \cdot 222 = 92,5 \text{ cm; } e = \frac{63}{2} = 31,5 \text{ cm; } I = \frac{63^4}{12} = 1312747 \text{ cm}^4.$$

Отсюда получаемъ:

$$\alpha = \frac{1312747 \cdot 81 \cdot 4,7}{31,5 \cdot 92,5 \cdot 1057} = 1965 \text{ cm.}$$

Принявъ $K_s \text{ min} = 2,37$, получаемъ $\alpha \text{ min} = 991 \text{ cm}$.

¹⁾ См. И. В. Мушкетовъ, Вѣренское земл., стр. 26.

Результаты даютъ слѣдующую сводную таблицу:

ПОСТРОЙКА.	Ускореніе cm/sec.		
	Максимальное.	Среднее.	Минимальное.
1910 г. Гор. Вѣрный.			
Печь въ музей	—	—	440,8
Навѣсъ бань Жиленкова	975	684	303
Тюремная стѣна	2091	1228,2	619
Калитка гимназій	588	304,2	154,5
Талгаръ (Софійская).			
Труба завода	—	3176	—
1887 г., Вѣрный.			
Столбъ въ саду	—	1965	991

Однако, въ виду того, что вычисленныя ускоренія суть лишь составляющія по различающимся между собою направленимъ (азимутамъ), истинное же направленіе подземнаго удара не извѣстно,—величины эти между собою несравнимы. Эта причина, въ связи съ введенными въ расчетъ произвольными допущеніями, и объясняетъ тотъ кажущійся абсурдъ, что *верхній* предѣлъ силы землетрясенія (по столбамъ калитки гимназій) оказался *ниже* всѣхъ опредѣлений *нижшаго* предѣла.

Приведенные расчеты могутъ служить примѣрами вычисленій, но по существу полученныхъ результатовъ они требуютъ значительныхъ оговорокъ. Прежде всего, величина сопротивленія разрыву, принятая горн. инж. Каркомъ для кирпичной кладки въ 4,7 клг., можетъ относиться только къ обожженному кирпичу, а не къ сырцовому, изъ котораго сдѣлана напр., тюремная стѣна; временное сопротивленіе разрыву сырцоваго кирпича намъ не извѣстно, но во всякомъ случаѣ оно значительнѣе, чѣмъ для глины. Наилучшимъ матеріаломъ изъ числа осмотрѣнныхъ нами были обожженные кирпичи трубы винокуреннаго завода, для которыхъ цифра 4,7 можетъ быть и умѣстной; но для этой трубы правильнѣе ограничиться цифрой ускоренія, необходимаго для разлома, такъ какъ расчетъ на паденіе является излишнимъ. Разрывъ осмотрѣнныхъ конструкцій происходилъ главнымъ образомъ не по кирпичамъ, а по швамъ между ними.

Для стѣнъ тюремной и гимназической, сложенныхъ на глиѣ, необходимо было бы ограничиться для временнаго сопротивленія разрыву всего величиной 0,67 клг.

Если сдѣлать такія поправки въ нѣкоторыхъ расчетахъ, то получимъ въ грубыхъ приближенныхъ цифрахъ слѣдующее:

Тюремная стѣна	2450 mm/sec
Труба завода въ Талгарѣ	3250 "
Столбъ 1887 г.	3930 "

Тѣмъ не менѣе и эти цифры поражаютъ своей величиной.

Для столба 1887 г. мною была вычислена величина $\alpha = 2220$ mm/sec, при сопротивленіи разрыву кладки равномъ единицѣ. Разница съ расчетомъ Карка зависитъ отъ иного вычисленія вѣса столба. Точно также для печи въ музеѣ мною была опредѣлена величина $\alpha = 2800$ mm; разница зависитъ также отъ иного опредѣленія величины нагрузки, принятой мною въ 2896 клг., причѣмъ былъ принятъ во вниманіе и приближительный вѣсъ борова, опирающагося на печь.

Какъ ни гадательны всѣ эти расчеты, но, по моему мнѣнію, они все-таки показываютъ скорѣе высокую абсолютную степень напряженности ударовъ, чѣмъ малую, и въ 1910 г. едва ли менѣе значительную, чѣмъ въ 1887 г. Съ другой стороны такіе расчеты показываютъ, что для вычисленія сейсмической прочности даже самыхъ простыхъ конструкций необходимо имѣть данныя для временнаго сопротивленія разрыву применяемаго матеріала болѣе точныя, чѣмъ имѣющіяся въ справочныхъ книжкахъ, а опредѣленіе величины нагрузки должно быть дѣлаемо по возможности ближе къ дѣйствительной.

З а к л ю ч е н і е .

Критика послѣдствій землетрясенія на постройкахъ привела насъ къ выводу, что въ Вѣрномъ при землетрясеніи 1910 г. колебанія почвы происходили, по крайней мѣрѣ, по двумъ направленіямъ, съ S и съ SW, что періодъ первыхъ сильныхъ ударовъ отличался исключительной продолжительностью. Я считаю этотъ выводъ, въ связи съ цѣлымъ рядомъ мелкихъ фактовъ о направленіи ударовъ по окраинамъ площади остаточной деформации, вполне подтверждающимъ мое четвертое положеніе (см. главу объ области явленій остаточной деформации, въ концѣ I части книги, стр. 92). Совершенно независимо проведенная критика явленій разрушенія на поверхности и послѣдствій землетрясенія на постройкахъ приводитъ насъ къ одному представленію о ходѣ событій во время этой катастрофы.

Въ сѣверныхъ цѣпяхъ Тянь-шаня подготовлялось, быть можетъ, долго напряженіе, которое разрѣшилось рядомъ мѣстныхъ разломовъ, каждый изъ которыхъ долженъ былъ послать цѣлую серію горизонтальныхъ поверхностныхъ волнъ. Мы должны пока оставить въ сторонѣ вопросъ о первоначальной причинѣ такого напряженія; будемъ считать лишь съ фактомъ, что въ сѣверныхъ цѣпяхъ Тянь-шаня въ ночь на 22 дек. 1910 г. произошло незначительное смѣщеніе между различными горными массивами, слагающими хребты Кунгей Алатау и Зайлійскій Алатау.

Такому смѣщенію должно было предшествовать развитіе напряженія, которое и разрѣшилось разломами, при посредствѣ которыхъ напряженное состояніе перешло въ новое состояніе равновѣсія; но такое состояніе, вслѣдствіе тренія между смѣщенными массами, восстанавливается только медленно и послѣдовательно (after shocks). Такое разсужденіе будетъ совершенно согласнымъ съ нашими представленіями о тектоникѣ земной коры, о ея жизни. Можно, конечно, совершенно логически разсуждать иначе. Земная кора находилась въ предѣлахъ сѣверныхъ цѣпей Тянь-шаня въ состояніи полнаго равновѣсія, которое было нарушено внезапно въ ночь на 22 дек. 1910 г. какой-то энергіей, распространившейся до твердой земной коры отъ глубинной области; новое состояніе равновѣсія также не могло быть достигнуто мгновенно, вслѣдствіе тренія между

смѣщенными массами, а лишь медленно и послѣдовательно. Какъ бы ни происходило въ дѣйствительности, но вся сумма событій послѣдующихъ въ обоихъ случаяхъ должна быть одинаковой. Существенная разница по обоимъ толкованіямъ можетъ быть отмѣчена только въ состояніи, предшествовавшемъ моменту главной катастрофы. Въ первомъ случаѣ могли быть предвѣстники главнаго удара (foreshocks), и если они были, они должны были исходить изъ предѣловъ твердой земной коры. Во второмъ случаѣ такіе предвѣстники менѣе вѣроятны, но они также возможны и притомъ изъ области значительныхъ глубинъ.

Слѣдовательно, вопросъ о первоисточникѣ движенія при землетрясеніи можно было бы рѣшить, если бы по сигналамъ, подаваемымъ изъ нѣдръ земныхъ, мы были бы въ состояніи сказать,—изъ какихъ глубинъ идутъ предшествующіе удары, а при наступленіи главнаго момента могли бы различить,—волны поверхностныя и волны земныя.

Рѣшеніе этихъ вопросовъ въ рукахъ инструментальной сейсмологіи, а не геологовъ¹⁾.

Дѣйствительно, попробуемъ возстановить всю послѣдовательность событій Тянь-шанской катастрофы. Допустимъ, что первоначальный ударъ разрѣшился гдѣ-либо на значительной глубинѣ, даже внѣ твердой земной коры. Слѣдствіемъ такого удара долженъ былъ развиться рядъ упругихъ земныхъ волнъ, направленныхъ къ эпицентральной области (по сейсмическому вертикалу) и по другому радіусу, къ какой-либо близкой сейсмической станціи, напр., въ Вѣрномъ или Пржевальскѣ. Такія волны могли бы быть отмѣчены на такихъ станціяхъ въ формѣ такъ называемыхъ фазъ предварительнаго дрожанія (волны *P* и *S*, продольныя и поперечныя)²⁾.

Въ эпицентральной области, а частью и внѣ ея, подъ вліяніемъ прохожденія такихъ упругихъ волнъ достаточно высокаго напряженія, въ мѣстахъ, предопредѣленныхъ геологическимъ строеніемъ, могли произойти относительныя смѣщенія отдѣльныхъ массивовъ Тянь-шаня. Каждое такое смѣщеніе, необходимо предшествуемое и сопровождаемое разрывами твердыхъ слоевъ, должно было отразиться на поверхности рядомъ толчковъ вертикальнаго направленія и рядомъ волнъ горизонтальнаго направленія; послѣднія волны, какъ исходящія на этотъ разъ съ глубины сравнительно небольшой, должны распространяться по поверхности земли, и скорость ихъ, какъ извѣстно, меньше, чѣмъ скорость непосредственныхъ упругихъ земныхъ волнъ. Эти поверхностныя волны достигаютъ до нашихъ станцій въ формѣ волнъ главной фазы (волны *L* и *M*, длинныя волны и ихъ максимумъ), въ данномъ случаѣ въ формѣ волнъ катастрофическаго характера для близкихъ станцій, какъ Вѣрный или Пржевальскъ. Въ мѣстахъ, предопре-

¹⁾ См. по этому вопросу интересную замѣтку Е. Г. Розенталя, По поводу Семирѣченскаго землетрясенія 3—4 января 1911 г. Изв. Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи. Т. IV, вып. 2, 1911, стр. 85.—Также, И. Вилинъ, О нѣкоторыхъ землетрясеніяхъ весною 1912 года. Изв. Пост. Центр. Сейсм. Ком., т. VI, вып. 1, 1913.

²⁾ Интересующимся теоретическимъ толкованіемъ различныхъ волнъ слѣдуетъ взять сочиненіе кн. Б. Голицына, Лекціи по сейсмометріи. Сиб., 1912.

дѣленныхъ по геологическому составу, именно среди рыхлыхъ, пропитанныхъ водою отложений, эти волны должны были дать поверхностныя волны тяжести, т.-е. непосредственное волнообразное движеніе поверхности земли.

Смѣщенія массивовъ не могли быть одновременными до мгновенія; напротивъ, вѣроятнѣе, что смѣщенія слѣдовали одно за другимъ, хотя и быстро, такъ какъ первое смѣщеніе должно было способствовать нарушенію равновѣсія для другого массива и т. д. Слѣдовательно, главная фаза землетрясенія должна была быть продолжительной и сложной.

Какъ извѣстно, даже для отдаленныхъ землетрясеній раздѣленіе фазъ *P*, *S*, *L* и *M* не всегда можетъ быть сдѣлано съ достаточной точностью, по крайней мѣрѣ для волнъ поперечныхъ *S*; для близкихъ же, о которыхъ мы говоримъ все время, волны *L* и *S*, вслѣдствіе малой разности ихъ скоростей, не раздѣлимы. Можно надѣяться, все-таки, что анализъ всѣхъ этихъ волнъ—только вопросъ времени.

Представимъ себѣ, что мы дѣйствительно имѣли бы рядъ станцій, напр., въ Вѣрномъ, Сазановкѣ, Пржевальскѣ, снабженныхъ такими приборами, которые могли бы по діаграммамъ показывать—направленіе волнъ, ихъ типъ, разстояніе до источника удара и, что въ особенности важно, раздѣлить волны поверхностныя отъ волнъ земныхъ, идущихъ непосредственно отъ источника удара. Очевидно, что только по такимъ наблюденіямъ можно было бы отвѣтить на вопросъ—представляютъ ли смѣщенія массъ около поверхности земли въ эпицентральной области только слѣдствіе движенія на глубинѣ, или же эти смѣщенія сами являются источникомъ всей послѣдовательности событій отъ начала до конца.

Вернемся снова къ фактамъ.

Чѣмъ бы ни былъ вызванъ главный ударъ, сопровождаемый относительнымъ смѣщеніемъ отдѣльныхъ участковъ, но неизбѣжно должно нарушиться равновѣсіе между суммой этихъ частей и какимъ-нибудь смежнымъ комплексомъ. Конфигурація именно сѣвернаго склона Заилійскаго Алатау и связь ея съ тектоникой была прекрасно уже отмѣчена И. В. Мушкетовымъ; сѣверный склонъ этого хребта былъ въ свое время ареной, можетъ быть, наибольшаго разрушенія; но геологическое развитіе горной системы идетъ дальше, оно не проявляется всегда на одномъ и томъ же мѣстѣ. Линіи обычныхъ ударовъ землетрясенія, эти сеймотектоническія линіи, не могутъ оставаться на одномъ и томъ же мѣстѣ въ теченіе геологическихъ эпохъ, а нерѣдко и въ предѣлахъ продолжительности нашей жизни. Между послѣдовательными землетрясеніями одной и той же геологической области должна существовать извѣстная преемственность. Обращаясь къ извѣстной карточкѣ Мушкетова ¹⁾, нельзя не обратить вниманія, что съ 1868 г. (землетрясеніе Ташкентское) эпицентральной области всѣхъ послѣдующихъ землетрясеній (1883 г. Коканское, 1885 г. Бѣловодское, 1887 г. Вѣрненское, 1889 г.

¹⁾ Вѣрненское землетрясеніе, фиг. 43 в Физическая геологія, т. I, 1899 г., фиг. 688, стр. 692.

Чиликское, 1902 г. Андиганское, 1907 г. Каратагское) какъ бы приближаются все болѣе отъ периферіи сѣверныхъ цѣпей Тянь-шаня къ ихъ центральной части. Бѣловодское и Вѣрненское землетрясенія были болѣе или менѣе одного порядка, какъ это отмѣтилъ уже Мушкетовъ, указавшій на совпаденіе ихъ эпицентровъ съ крупными продольными сбросами на сѣверномъ склонѣ Александровскаго хребта и Зайлійскаго Алатау. Бѣловодское какъ бы подготовило и опредѣлило Вѣрненское землетрясеніе на продолженіи той же сеймотектонической линіи. Эта послѣдняя катастрофа не осталась безъ вліянія на событія 1889 г., когда на восточной окраинѣ нашей области остаточной деформациі разразилась Чиликская катастрофа.

Совокупность движеній 1887 г. и 1889 г. подготовила болѣе сильную катастрофу 1910 г., проявившуюся именно тамъ, гдѣ по условіямъ геологическаго строенія можно было бы ожидать наиболѣе легкой относительной подвижности между отдѣльными массивами горъ (см. второе положеніе, стр. 91). Чтѣ же могла подготовить послѣдняя катастрофа 1910 г.?

Одного взгляда на прилагаемую схематическую карточку (табл. VIII) достаточно, чтобы видѣть, насколько размѣры катастрофы 1910 г. были значительнѣе, чѣмъ въ 1887 и 1889 годахъ. Для Вѣрнаго область исходныхъ разрушительныхъ ударовъ отодвинулась сравнительно съ 1887 г. дальше вообще къ югу; даже ближайшая къ Вѣрному линія разлома (a_1) была отдѣлена отъ площади города системой отроговъ (прилавки) сѣвернаго склона Зайлійскаго Алатау. Это обстоятельство и деревянные дома спасли Вѣрный отъ полнаго разрушенія второй разъ. Узкая локализациія проявленій разрушенія поверхности около линій разлома, хотя и не оправдываетъ вполнѣ мнѣнія Гоббса, что горизонтальные удары теряютъ свою разрушительную силу уже въ разстояніи 2—4 версты отъ линіи разлома, показываетъ во всякомъ случаѣ, что городу, расположенному у подножія системы горъ, подвергающихся даже очень сильнымъ разломамъ въ центральныхъ частяхъ, гибель не можетъ грозить; отъ горизонтальныхъ ударовъ современная техника можетъ предохранить постройки; она безсильна только противъ прямыхъ разрывовъ и разломовъ, рвущихъ не только поверхностные слои, но и скалы.

Движенія съ 1887 г. постоянно распространяются все дальше къ югу; сѣверъ подъ вліяніемъ предшествовавшихъ землетрясеній становится все устойчивѣе, и естественно было бы опасаться теперь движеній еще южнѣе. Опасность все уменьшается для Вѣрнаго; но она возрастаетъ, быть можетъ, какъ я писалъ, для Терской Алатау.

Съ перваго взгляда можетъ показаться, что этотъ прогнозъ совершенно необоснованъ, такъ какъ именно сѣверный склонъ Терской Алатау оставался въ полномъ покоѣ во время землетрясенія 1910 г. (см. ниже отчетъ Д. Мушкетова). Но, во-первыхъ, на сѣверномъ склонѣ Терской Алатау уже нашлась одна точка, обнаружившая относительно болѣе значительныя колебанія; это — область Аксуйскихъ теплыхъ источниковъ, подвергшаяся ударамъ напряженности 1 степени, и эта область приходится въ зонѣ контакта красныхъ гранитовъ и каменноугольныхъ отложеній.

Сюда волны землетрясенія дошли даже черезъ устойчивую площадь дна озера Иссыкъ-Куля; самое существованіе этого озера показываетъ, что площадь его дна устойчива. Какъ видно изъ изслѣдованій Кейделя и Д. Мушкетова ¹⁾, бассейнъ озера окаймляется съ юга мощнымъ комплексомъ осадочныхъ образованій, южиѣ котораго простирается полоса, хотя и узкая, гранитовъ. Кейдель отмѣтилъ вдоль сѣвернаго склона Терской Алатау рядъ длинныхъ сбросовъ, отчасти діагональныхъ къ простиранію породъ. Д. Мушкетовъ указалъ (стр. 452) тамъ же зону контакта осадочныхъ породъ и гранитовъ, частью динамометаморфизованныхъ, „подозрительную въ смыслѣ сброса и усѣянную горячими источниками“.

Въ случаѣ возникновенія напряженія подъ Терской Алатау, наименѣе устойчивыми могутъ оказаться именно его сѣверные отроги. Аналогія между сѣвернымъ склономъ Терской Алатау и южнымъ Кунгей Алатау оказывается достаточно глубокой и геологически обоснованной. Конечно, дальнѣйшее движеніе въ цѣпяхъ Тянь-шаня можетъ послѣ 1910 г. локализоваться и по простиранію; но мы видѣли, что съ востока и запада область остаточной деформации какъ бы замкнута болѣе устойчивыми массами осадочныхъ образованій, продолжающимися, напр., къ востоку въ область Кегени и верховій Текеса.

Далекій отъ желанія вызывать напрасную тревогу, я все-таки настойчиво продолжаю совѣтовать использовать и для Пржевальска опытъ другихъ мѣстъ и, пока есть время, превратить его изъ сырцоваго въ деревянный городъ.

Что касается Вѣрнаго, то положеніе его въ сейсмической области или, вѣрнѣе, на окраинѣ ея дѣлаетъ изъ него прекрасное мѣсто для удобной наблюдательной сейсмической станціи. Вѣрный еще долго будетъ получать изъ разныхъ мѣстъ Тянь-шаня тревожные подземные сигналы, часть которыхъ уже не доходитъ до Ташкента. Для физика, геолога и инженера одинаково важно знать, откуда идутъ эти сигналы и какова ихъ напряженность; каждый изъ этихъ спеціалистовъ можетъ сдѣлать по такимъ сигналамъ свои выводы, примѣняя ихъ для общей цѣли—сохраненія жизни человѣка ²⁾.

Крайне неравномѣрное распространеніе послѣдствій горизонтальныхъ ударовъ въ противоположныя стороны отъ указанныхъ линій разлома показываетъ, что различные массивы Заилійскаго и Кунгей Алатау испытали не одинаковое движеніе. Одни изъ

¹⁾ Keidel, Ein Profil durch des nördlichen Teil des zentralen Tian-Schan. Abh. d. k. Bayer. Akad. d. Wissensch. B. XXIII, 1909.

Д. Мушкетовъ, Изъ Пржевальска въ Фергану. Изв. Геол. Ком., т. XXXI, № 7, 1902 г.

²⁾ Въ свое время я настойчиво убѣждалъ устроить въ Вѣрномъ сейсмическую станцію не второго разряда, а перваго, или по крайней мѣрѣ съ наблюдателемъ, спеціально подготовленнымъ и всецѣло этому дѣлу преданнымъ. Только при этомъ условіи мы можемъ рассчитывать изъ Вѣрнаго на матеріалы, при посредствѣ которыхъ можно надѣяться на разрѣшеніе нѣкоторыхъ изъ поставленныхъ здѣсь вопросовъ. Во всякомъ случаѣ въ Вѣрномъ уже построено специальное помѣщеніе для станціи въ средней части города, но до сихъ поръ станція еще не работаетъ, о чемъ можно только пожалѣть, такъ какъ въ Вѣрномъ до сихъ поръ (19 авг. 1913 г.) продолжаются удары, о которыхъ мы не можемъ сказать, есть ли это послѣдующіе или предшествующіе удары.

такихъ массивовъ играли роль только проводниковъ упругихъ волнъ, сами не испытавъ никакого смѣщенія; другіе, напротивъ, обнаруживая такое смѣщеніе, являлись источникомъ поверхностныхъ волнъ разрушительнаго характера. Едва ли такое смѣщеніе повсюду происходило внизъ; именно въ наиболѣе отчетливомъ случаѣ, на Аксуйской линіи разлома, развитая форма вздутія (надвига) позволяетъ думать о движеніи въ направленіи кверху по наклонной плоскости, т. е. къ сокращенію пространства, причемъ такое движеніе должно было захватить водораздѣльный массивъ Кунгея, а не его южную вѣтвь. Это настолько важный вопросъ для познанія механизма пріемовъ горообразованія, какими и являются землетрясенія, что здѣсь необходимо и вполне возможно установить систему постоянныхъ знаковъ, связанныхъ между собою по всѣмъ координатамъ и назначенныхъ для опредѣленія характера движенія въ случаѣ повторенія землетрясенія. Такая система знаковъ, въ числѣ восьми, проектирована мною по обѣ стороны перевала Кокъ-бель и по обѣ стороны урочища Кыръ-чинъ (табл. I)¹⁾ такимъ образомъ, чтобы можно было опредѣлить движеніе между двумя массивами Кунгея какъ по меридіану, такъ и по параллели. Эта система знаковъ можетъ быть легко связана нивелировкой съ уровнемъ Иссыкъ-куля, уровень послѣдняго можетъ быть связанъ такой же нивелировкой и триангуляціей черезъ перевалъ Санъ-ташъ и долину Джеланашъ съ уровнемъ воды р. Или около устья р. Чилика.

Въ такой точной и отвѣтственной работѣ выразилось бы участіе геодезистовъ въ изслѣдованіи землетрясеній по опредѣленію суммы и направленія смѣщеній, сопровождающихъ крупныя землетрясенія.

¹⁾ Мѣста для такихъ знаковъ отмѣчены мною на двухверстной картѣ, по которой нетрудно выбрать въ натурѣ мѣста заложения знаковъ. Для этого необходимо выбрать мѣста на крутихъ выходахъ коренныхъ породъ, а такіе склоны и отмѣчены мною. Въ мою задачу не входило отмѣтить мѣста проектируемыхъ знаковъ въ натурѣ, для чего потребовалось бы слишкомъ много времени; моею задачей было выбрать наиболѣе цѣлесообразно линіи, около которыхъ слѣдовало бы расположить знаки; это мною сдѣлано и показано достаточно ясно даже на прилагаемой 4-верстной картѣ. Способъ устройства такихъ знаковъ подробно описанъ въ Report of the state Earthquake Investigation Commission, Vol. I, Part I, стр. 152—159. Проектъ Иссыкъ-кульской геодезической экспедиціи, приложеніе къ протоколамъ засѣданій Сейсмической Комиссіи 24-го февр. 1912 г. № 1. Краткія свѣдѣнія о способѣ Этвѣша (Eotvos) опредѣленія возможныхъ перемѣщеній массъ внутри земли послѣ крупныхъ землетрясеній интересующіеся могутъ найти въ сочиненіи кн. Голицына, Лекціи по сейсмометріи, стр. 209—210.

ЧАСТЬ III.

ОТЧЕТЫ горн. инж. Д. И. МУШКЕТОВА и И. М. КАРКА.

Поѣздка въ область Б. Кебина (Кемина) и Б. Акеу, въ Кунгей Алатау.

Отчетъ Д. И. Мушкетова.

Весной 1911 г. я былъ приглашенъ профессоромъ К. И. Богдановичемъ къ участию въ организованной имъ, по порученію Горнаго Департамента, экспедиціи для изслѣдованія грандіознаго землетрясенія 22/xi 1910 г. Послѣ кратковременнаго пребыванія въ г. Вѣрномъ и раздѣленія экспедиціи, я со студентомъ Горнаго Института Д. В. Наливкинымъ былъ командированъ для осмотра западнаго района землетрясенія, а именно черезъ переваль Кастекъ въ долину Чу и въ область Б. Кебина, гдѣ по имѣвшимся уже свѣдѣніямъ, произошли наибольшія нарушенія земной поверхности; далѣе мнѣ поручено было осмотрѣть Буамское ущелье и сѣверное побережье оз. Иссыкъ-куль до Сазановки и соединиться съ восточнымъ отрядомъ экспедиціи въ городѣ Пржевальскѣ. Наконецъ, въ виду того, что остальную часть лѣта я долженъ былъ продолжать геологическую съемку восточной Ферганы, мой дальнѣйшій путь отъ Пржевальска былъ намѣченъ по южному берегу Иссыкъ-куля и черезъ Нарынскій край. Результаты этой второй половины моего маршрута уже опубликованы отдѣльно ¹⁾ въ виду того, что они касаются исключительно общихъ геологическихъ и физико-географическихъ вопросовъ области и почти не содержатъ данныхъ сейсмическихъ. Въ отношеніи послѣднихъ эта часть маршрута представляетъ интересъ только, какъ доказательство отсутствія здѣсь нарушеній земной поверхности землетрясеніемъ и локализациі таковыхъ лишь къ сѣверу отъ Иссыкъ-куля. Польза такихъ отрицательныхъ данныхъ также, конечно, несомнѣнна, какъ для отчетливости общей картины, такъ особенно и въ виду крайней

¹⁾ Д. И. Мушкетовъ, Изъ Пржевальска въ Ферганду. Извѣстія Геолог. Комитета, 1912, № 7.

сбивчивости мѣстныхъ свѣдѣній изъ столь ненаселенныхъ и глухихъ мѣстъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, находясь подъ свѣжимъ впечатлѣніемъ геологическихъ условій мѣстъ пострадавшихъ, и натолкнувшись на аналогичныя же условія по южному берегу Иссыкъ-куля, мнѣ представляется возможность подкрѣпить предсказанія К. И. Богдановича относительно сейсмической ненадежности сѣвернаго склона хребта Терской Алатау и возможнаго неблагополучія въ этомъ отношеніи г. Пржевальска. Съ другой стороны, первая часть маршрута, до Пржевальска, оказалась въ высшей степени интересной, и она, собственно, только и служитъ предметомъ изложенія настоящей статьи. Мои наблюденія, переданныя немедленно К. И. Богдановичу и дополненныя имъ самимъ при возвращеніи изъ Пржевальска въ Вѣрный, уже по существу использованы въ предварительномъ отчетѣ¹⁾, равно какъ и обобщены съ остальными данными экспедиціи. Вмѣстѣ съ тѣмъ со всей полнотой вопросъ теперь представленъ въ окончательномъ описаніи К. И. Богдановича, а потому я позволю себѣ здѣсь лишь изложить свои личные впечатлѣнія по указанному пути и добытые на немъ факты, не вдаваясь уже ни въ какія обобщенія и теоретическія соображенія. Послѣ же изложенія явленій сейсмическихъ я добавляю нѣсколько замѣчаній общегеологическаго свойства, пріобрѣтенныхъ попутно и до извѣстной степени новыхъ.

22-го апрѣля мы выступили изъ г. Вѣрнаго въ южномъ порядкомъ и, двигаясь по предгорьямъ къ западу, 28-го апрѣля, переваливъ Кастекъ, достигли селенія Карабулакъ, осмотрѣвъ послѣдовательно всѣ наиболѣе значительныя ущелья этой части сѣвернаго склона Заилійскаго Алатау. Наблюденія здѣсь, мало впрочемъ характерныя, сводятся къ слѣдующему. Холмы подножія хребта между Аксаемъ и Кескеленомъ, состоящіе изъ мощнаго, рыхлаго, лёссовиднаго наноса, покрыты рядомъ небольшихъ трещинъ неправильнаго направленія; онѣ всѣ пріурочены къ краямъ откосовъ, отсѣкая какъ бы цирки обваловъ; но почти всѣ, за очень малымъ исключеніемъ, эти обвалы лишь потенциальныя, и сила здѣсь проявилась незначительно. Къ тому же приводятъ и поврежденія построекъ, однако все-таки болѣе значительныя, чѣмъ въ Вѣрномъ.

Строенія сырцовыя почти разрушены, печи также; съ рубленыхъ домовъ падали крыши на N и NW. Сильно пострадалъ даже самый срубъ (казака Силантьева), стоящій на галечниковой терассѣ праваго берега устья Кескелена—онъ весь распатанъ, держится лишь подпорками, и нѣкоторые вѣнцы смѣщены другъ относительно друга тоже по направленію къ NW. На крутыхъ склонахъ овраговъ и арыковъ довольно много мелкихъ срывовъ въ лёссовидномъ наносѣ. Подобныя же обрывчики имѣются въ бортахъ устья р. Кескеленъ, а одинъ, на правомъ берегу, даже въ коренной породѣ—порфиритѣ. Зданіе лѣснаго кордона (срубъ) на Кескеленѣ пострадало довольно сильно: печь и

¹⁾ К. И. Богдановичъ, Землетрясеніе 22 декабря 1910 г. въ сѣверныхъ цѣляхъ Тянь-шаня, между Вѣрнымъ и Иссыкъ-кулемъ. Извѣстія Геол. Комитета 1911 г.

сбивчивости мѣстныхъ свѣдѣній изъ столь ненаселенныхъ и глухихъ мѣстъ. вмѣстѣ съ тѣмъ, находясь подъ свѣжимъ впечатлѣніемъ геологическихъ условій мѣстъ пострадавшихъ, и натолкнувшись на аналогичныя же условія по южному берегу Иссыкъ-куля, мнѣ представляется возможность подкрѣпить предсказанія К. И. Богдановича относительно сейсмической ненадежности сѣвернаго склона хребта Терской Алатау и возможнаго неблагополучія въ этомъ отношеніи г. Пржевальска. Съ другой стороны, первая часть маршрута, до Пржевальска, оказалась въ высшей степени интересной, и она, собственно, только и служитъ предметомъ изложенія настоящей статьи. Мои наблюденія, переданныя немедленно К. И. Богдановичу и дополненныя имъ самимъ при возвращеніи изъ Пржевальска въ Вѣрный, уже по существу использованы въ предварительномъ отчетѣ¹⁾, равно какъ и обобщены съ остальными данными экспедиціи. вмѣстѣ съ тѣмъ со всей полнотой вопросъ теперь представленъ въ окончательномъ описаніи К. И. Богдановича, а потому я позволю себѣ здѣсь лишь изложить свои личныя впечатлѣнія по указанному пути и добытые на немъ факты, не вдаваясь уже ни въ какія обобщенія и теоретическія соображенія. Послѣ же изложенія явленій сейсмическихъ я добавляю нѣсколько замѣчаній общегеологическаго свойства, приобретенныхъ попутно и до извѣстной степени новыхъ.

22-го апрѣля мы выступили изъ г. Вѣрнаго въ южномъ порядкомъ и, двигаясь по предгорьямъ къ западу, 28-го апрѣля, переваливъ Кастекъ, достигли селенія Карабулакъ, осматривъ послѣдовательно всѣ наиболѣе значительныя ущелья этой части сѣвернаго склона Заилійскаго Алатау. Наблюденія здѣсь, мало впрочемъ характерныя, сводятся къ слѣдующему. Холмы подножія хребта между Аксаемъ и Кескеленомъ, состоящіе изъ мощнаго, рыхлаго, лёссовиднаго наноса, покрыты рядомъ небольшихъ трещинъ неправильнаго направленія; онѣ всѣ приурочены къ краямъ откосовъ, отсѣкая какъ бы цирки обваловъ; но почти всѣ, за очень малымъ исключеніемъ, эти обвалы лишь потенциальныя, и сила здѣсь проявилась незначительно. Къ тому же приводятъ и поврежденія построекъ, однако все-таки болѣе значительныя, чѣмъ въ Вѣрномъ.

Строенія сырцовыя почти разрушены, печи также; съ рубленыхъ домовъ падали крыши на N и NW. Сильно пострадалъ даже самый срубъ (казака Силантьева), стоящій на галечниковой терассѣ праваго берега устья Кескелена—онъ весь распатанъ, держится лишь подпорками, и нѣкоторые вѣнды смѣщены другъ относительно друга тоже по направленію къ NW. На крутыхъ склонахъ овраговъ и арыковъ довольно много мелкихъ срывовъ въ лёссовидномъ наносѣ. Подобныя же обрывчики имѣются въ бортахъ устья р. Кескеленъ, а одинъ, на правомъ берегу, даже въ коренной породѣ—порфиритѣ. Здавіе лёснаго кордона (срубъ) на Кескеленѣ пострадало довольно сильно: печь и

¹⁾ К. И. Богдановичъ, Землетрясеніе 22 декабря 1910 г. въ сѣверныхъ цѣпяхъ Тянь-шаня, между Вѣрнымъ и Иссыкъ-кулемъ. Извѣстія Геол. Комитета 1911 г.

Далѣ вдоль пути въ перевалу Кастекъ картина почти та же; всѣ глинобитныя постройки болѣе или менѣе пострадали, въ зависимости отъ своего качества. Если имѣ-



Фиг. 18. Памятникъ въ стан. Казанско-Богородской, давшій сквозную трещину по швамъ кладки, въ направленіи NW—SO, и незначительный сколъ камня на NW сторонѣ трещины. Если трещины, то онѣ круто падаютъ на NW и N; самая обмозка (туземная штукатура) падала туда же; высокіе дувалы (напр., въ караванъ-сараѣ Султанъ-куль—

южиѣ развалинъ пикета Кастекъ) тоже даютъ это направленіе по растрескиванію своихъ меридіональныхъ стѣнъ и отпаденію на N сѣверныхъ и сѣверо-западныхъ.

На сѣверномъ склонѣ перевала Кастекъ разрушеній не видно, тогда какъ на южномъ они уже замѣчаются, хотя тоже незначительныя, лишь въ видѣ обваловъ стараго оторваннаго каменнаго матеріала и очень небольшихъ нарушеній—растрескиваній растительнаго покрова крутыхъ склоновъ.

Въ самомъ селеніи Карабулакъ было совершенно разрушено 12 глинобитныхъ домовъ; въ остальныхъ довольно сильныя трещины, падающія преимущественно на W и NW подъ угломъ около 45° , хотя вообще довольно неправильныя. Отсѣданіе стѣнъ замѣчено лишь западныхъ; паденіе трубъ—общее. Въ домахъ рубленыхъ и каркасныхъ падала лишь штукатурка. Крестъ на церкви не погнулся, и вся она цѣла. Въ почвѣ нарушеній не видно, хотя крестьяне и утверждаютъ, что трещинки были.

По свидѣтельству участкаго пристава Ю. Н. Кутукова и учителя В. П. Ровнигина, въ Токмакѣ и промежуточныхъ между нимъ и Карабулакомъ селеніяхъ слѣды землетрясенія еще слабѣе. Иного характера свѣдѣнія давались относительно южной, вѣрнѣе юго-восточной, части Токмакскаго участка, что и заставило насъ отъ Карабулака сразу направиться къ долинамъ Малаго и Большого Кебина. Первая изъ нихъ тоже почти не пострадала, и замѣтныя нарушенія поверхности начинаются очень рѣзко съ переваловъ отъ ея устья къ долинѣ Б. Кебина—Джоль-булакъ и Кашка-джоль.

На подъемѣ къ Джоль-булаку, въ $1\frac{1}{2}$ верстахъ выше зимовки Искандеръ, на лѣвомъ склонѣ оврага—большой чашеобразный оползень; далѣе около пасѣки Попова, въ лѣвомъ же склонѣ, много незначительныхъ сползаній травяного покрова (въ мокрыхъ мѣстахъ), а также порядочные обвалы старыхъ гранитныхъ осыпей, порядочно заporошившихъ дорогу. Домъ Попова, рубленый, солидный пострадалъ немного—упали труба, русская печь, штукатурка; надворныя же постройки, саманныя, разрушены. Почти всѣ улья на пасѣкѣ сдвинуло съ S на N, нѣкоторые на 1 аршинъ, а часть опрокинуло.

Ближе къ перевалу дорогу пересѣкаетъ рядъ небольшихъ трещинокъ, вытянутыхъ съ SO на NW.

Нѣсколько подобныхъ же нарушеній—трещинокъ и небольшихъ оплывинъ, имѣется и ближе къ перевалу Кашка-джоль по тому же NW-ому склону водораздѣльнаго между М. и Б. Кебиномъ гребня.

Переходя теперь къ описанію разрушеній долины Б. Кебина, я нахожу болѣе цѣлесообразнымъ, отрѣшившись отъ маршрутно-хронологическаго порядка, сразу же предпослать основную идею, намѣтившуюся послѣ первыхъ же маршрутовъ и постепенно подтверждавшуюся всѣми послѣдующими.

Говоря кратко—лѣвымъ склономъ этой большой долины, отъ устья ея и вверхъ, по азимуту 80° — 90° , прошла линія сильнаго нарушенія земной поверхности, линія разлома, давшая на всемъ своемъ пути сильнѣйшія разрушенія, ограниченныя однако весьма узкой полосой. Подробнѣе это резюмировано ниже, теперь же, памятуя объ

Далѣ вдоль пути къ перевалу Кастекъ картина почти та же; всѣ глинобитныя постройки болѣе или менѣе пострадали, въ зависимости отъ своего качества. Если имѣ-



Фиг. 18. Памятникъ въ стан. Казанско-Богородской, давшій сквозную трещину по швамъ кладки, въ направленіи NW—SO, и незначительный сколъ камня на NW сторонѣ трещины. Если трещины, то онѣ круто падаютъ на NW и N; саманная обмазка (туземная штукатурка) падала туда же; высокіе дувалы (напр., въ караванъ-сараѣ Султанъ-куль—

южнѣ развалинъ пикета Кастекъ) тоже даютъ это направленіе по растрескиванію своихъ меридіональныхъ стѣнъ и отпаденію на N сѣверныхъ и сѣверо-западныхъ.

На сѣверномъ склонѣ перевала Кастекъ разрушеній не видно, тогда какъ на южномъ они уже замѣчаются, хотя тоже незначительныя, лишь въ видѣ обваловъ стараго оторваннаго каменнаго матеріала и очень небольшихъ нарушеній—растрескиваній растительнаго покрова крутыхъ склоновъ.

Въ самомъ селеніи Карабулакъ было совершенно разрушено 12 глинобитныхъ домовъ; въ остальныхъ довольно сильныя трещины, падающія преимущественно на W и NW подъ угломъ около 45° , хотя вообще довольно неправильныя. Отсѣданіе стѣнъ замѣчено лишь западныхъ; паденіе трубъ—общее. Въ домахъ рубленыхъ и каркасныхъ падала лишь штукатурка. Крестъ на церкви не погнулся, и вся она цѣла. Въ почвѣ нарушеній не видно, хотя крестьяне и утверждаютъ, что трещинки были.

По свидѣтельству участковаго пристава Ю. Н. Кутукова и учителя В. П. Ровнигина, въ Токмакѣ и промежуточныхъ между нимъ и Карабулакомъ селеніяхъ слѣды землетрясенія еще слабѣе. Иного характера свѣдѣнія давались относительно южной, вѣрнѣе юго-восточной, части Токмакскаго участка, что и заставило насъ отъ Карабулака сразу направиться къ долинамъ Малаго и Большого Кебина. Первая изъ нихъ тоже почти не пострадала, и замѣтныя нарушенія поверхности начинаются очень рѣзко съ переваловъ отъ ея устья къ долинѣ Б. Кебина—Джоль-булакъ и Кашка-джоль.

На подъемѣ къ Джоль-булаку, въ $1\frac{1}{2}$ верстахъ выше зимовки Искандеръ, на лѣвомъ склонѣ оврага—большой чашеобразный оползень; далѣе около пасѣки Попова, въ лѣвомъ же склонѣ, много незначительныхъ сползаній травяного покрова (въ мокрыхъ мѣстахъ), а также порядочные обвалы старыхъ гранитныхъ осыпей, порядочно запорошившихъ дорогу. Домъ Попова, рубленый, солидный пострадалъ немного—упали труба, русская печь, штукатурка; надворныя же постройки, саманныя, разрушены. Почти всѣ улья на пасѣкѣ сдвинуло съ S на N, нѣкоторые на 1 аршинъ, а часть опрокинуло.

Ближе къ перевалу дорогу пересѣкаетъ рядъ небольшихъ трещинокъ, вытянутыхъ съ SO на NW.

Нѣсколько подобныхъ же нарушеній—трещинокъ и небольшихъ оплывинъ, имѣется и ближе къ перевалу Кашка-джоль по тому же NW-ому склону водораздѣльнаго между М. и Б. Кебиномъ гребня.

Переходи теперь къ описанію разрушеній долины Б. Кебина, я нахожу болѣе цѣлесообразнымъ, отрѣшившись отъ маршрутно-хронологическаго порядка, сразу же предпослать основную идею, намѣтившуюся послѣ первыхъ же маршрутовъ и постепенно подтверждавшуюся всѣми послѣдующими.

Говоря кратко—лѣвымъ склономъ этой большой долины, отъ устья ея и вверхъ, по азимуту 80° — 90° , прошла линія сильнаго нарушенія земной поверхности, линія разлома, давшая на всемъ своемъ пути сильнѣйшія разрушенія, ограниченныя однако весьма узкой полосой. Подробности это резюмировано ниже, теперь же, памятуя объ

этой линіи, рассмотримъ, какую роль она сыграла въ превращеніи мирнаго и цвѣтущаго уголка — царства „батыря“ Шабдана — въ „долину ужаса и смерти“. Первоначальное, напрасно забытое русскими названіе долины — Кеминъ ¹⁾, что значитъ саванъ, теперь весьма кстати вспомнить и принять. По преданію, когда-то и отъ какой-то причины въ долину случилось сразу столько покойниковъ, что не хватило савановъ для ихъ погребенія; вмѣстѣ съ тѣмъ масса остатковъ бывшихъ жилищъ — цѣлаго, правильно распланированнаго города, укрѣпленій съ валами, контръ-верками и рвами, кургановъ, россыпей жженныхъ плоскихъ кирпичей и т. п., дѣйствительно краснорѣчиво говоритъ за существовавшую когда-то здѣсь интенсивную жизнь иного народа, можетъ быть и прекратившуюся внезапно въ силу большой природной катастрофы. Все это, конечно, предположенія, но имѣющія много общаго съ настоящей катастрофой 22-го декабря, лишившей одну Сарыбагшевскую волость 248-ми человекъ и массы скота, на разстояніи лишь нѣсколькихъ верстъ и при условіи чрезвычайной разбросанности и малой населенности киргизскихъ зимовокъ; будь же здѣсь городъ, или хотя бы село русскаго типа ²⁾, легко себѣ представить результаты. Итакъ пройдемъ теперь по долину снizu вверхъ, протоколируя ея разрушенія, начавъ немного западнѣе ея устья.

На лѣвомъ берегу р. Чу, въ верховіи ручья Джиль-арыкъ, разрушеній нѣтъ; ближе къ Чу, у Урда-баша, и на ея берегу, въ обѣ стороны отъ Семеновскаго моста — рядъ небольшихъ оплывинъ и трещинокъ, идущихъ въ направленіи WNW; выше моста и ниже немного почтовой станціи Джиль-арыкъ количество этихъ трещинъ наибольшее; онѣ проявляются еще съ версту выше станціи и затѣмъ исчезаютъ вовсе. Направленіе ихъ мѣняется здѣсь вѣерообразно: въ 2 в. ниже станціи оно WNW, въ 1 в. ниже станціи широтное, а выше ея уже WSW-ое. Сообразно съ этимъ распредѣляются и разрушенія построекъ: въ шести верстахъ ниже станціи стоящіе у тракта, глинобитные дома почти не пострадали, въ четырехъ же верстахъ (у Кызыль-булака) такіе же дома разрушены порядочно, и наконецъ на самой станціи все уничтожено; срубовый амбаръ раскидало (на NO, т. е. по линіи разлома), не говоря уже о глинобитныхъ; убито 13 человекъ ³⁾. Далѣе же вверхъ по Бомскому ⁴⁾ ущелью замѣтно быстрое ослабленіе; въ 6 верстахъ, напримѣръ, цѣлы самыя примитивныя глинобитныя сакли. Грандіозные же обвалы, тоже, кстати сказать, бывшіе отъ Джиль-арыка лишь на ближайшихъ къ нему 15 верстахъ, засыпавшіе дорогу, уничтоживъ всякое сообщеніе съ Пржевальскомъ и Нарыномъ, и тѣмъ самымъ создавъ паніку и слухи о провалѣ ихъ и т. п., являются все же результатами проявленія мѣншей уже силы. Обвалы эти, конечно, были гран-

¹⁾ Помимо указаній киргизъ, также названа эта долина и на старинной картѣ Рената — Жеке Кемин.

²⁾ Долина Б. Кебина запроектирована подъ переселенческой участокъ; трудно допустить, чтобы теперь этотъ проектъ остался въ силѣ.

³⁾ Интересно, что въ 1887 г. ст. Джиль-арыкъ совершенно не пострадала, что было приписано расположенію ея на порфирахъ; со склона тогда свалился одинъ камень. См. И. Мушкетовъ, Вѣри. землетр., стр. 67.

⁴⁾ Это названіе правильнѣе и предпочтительнѣе искаженнаго русскими Буамскаго.

дюзны, если даже столь малыя мишени, какъ телеграфныя столбы, да еще такъ рѣдко разставленныя, всѣ снесены на нѣсколько верстъ; но вызвать эти обвалы при условіяхъ крутыхъ бортовъ ущелья съ массой готоваго на нихъ, уже отдѣлившагося матеріала, стоило не очень большого труда, и показателемъ максимальнаго удара они служить не могутъ. Итакъ изъ сравненія разрушеній по этой части долины Чу центральнымъ мѣстомъ является станція Джиль-арыкъ, а точнѣе, лѣвый берегъ устья рѣки Б. Кеминь. Замѣтимъ тутъ же, что оно совпадаетъ и съ контактомъ узкой полосы сизосѣраго мраморовиднаго известняка, изъ метаморфической свиты, съ красноватымъ гранитомъ. Направившись теперь отъ устья рѣки вверхъ по ней малодоступнымъ „Капчигаемъ“, мы вскорѣ увидимъ цѣлый рядъ трещинъ, бороздящихъ его высокій лѣвый склонъ, давая на немъ рядъ осыпей и обваловъ коренныхъ породъ; на правый берегъ трещинки переходятъ въ меньшемъ количествѣ, а обваловъ почти нѣтъ. Такова картина во всемъ „Капчигаѣ“, т. е. на 10 верстъ отъ устья; далѣе ущелье раскрывается въ большую котловину—20-ти верстъ длиной и до восьми шириной, съ ровнымъ, частью заболоченнымъ дномъ, скалистымъ правымъ и увалистымъ, лѣсистымъ лѣвымъ склономъ; раньше она была усѣяна зимовками, теперь видны лишь юрты, развалины, да гордо стоятъ мечеть Шабдана, единственно уцѣлѣвшее зданіе.

У моста сильныя обвалы коренныхъ породъ (біотитовыхъ гнейсовъ), а за нимъ, какъ только дорога вступаетъ на сырую луговую террасу (праваго берега) начинается сѣтъ мелкихъ трещинъ въ ней. Это растрескавшееся пространство тянется по правому берегу версты четыре, заходитъ немного восточнѣе дороги на Джоль-булакъ. Расположеніе трещинъ, на первый взглядъ беспорядочное, сводится однако къ слѣдующему. По второй рѣчной террасѣ, вдоль ея тянется болѣе постоянная трещина или двѣ-три параллельныхъ до $\frac{1}{2}$ арш. шириной, со ступеньчатымъ отсѣданіемъ промежуточныхъ полосъ внизъ по склону и конечнымъ вспучиваніемъ дерна вдоль его подножія. Направленіе это NO—SW (60° — 240°), но оно, какъ сказано, зависитъ лишь отъ мѣстнаго рельефа, тогда какъ независимымъ является направленіе всѣхъ остальныхъ трещинокъ, подходящихъ со стороны рѣки, къ первой подъ косымъ угломъ, т. е. широтное. Послѣднія проявленія ихъ видны на валахъ древняго (калмыцкаго?—по картѣ) укрѣпленія и далѣе на правомъ берегу онѣ исчезаютъ. Наиболѣе же разсѣченнымъ здѣсь пространствомъ является терраса около лѣснаго кордона, лѣсопилки и пасѣки Вереютина. Кордонъ, небольшой рубленый домикъ, буквально раскиданъ также, какъ и ст. Джиль-арыкъ, (см. фиг. 19) довольно беспорядочно, хотя крыша скинута на NW; домикъ же на пасѣкѣ Вереютина, изъ торфяника, уничтоженъ совершенно, подъ нимъ двѣ широтныхъ трещины дали даже грабенъ. По единодушному утверженію всѣхъ очевидцевъ, удары здѣсь были вертикальныя,—дома подкидывало вверхъ; изъ многихъ трещинъ выступала вода, а ключи всѣ увеличились. Если направиться по упомянутымъ трещинкамъ широтнаго направленія, то придется, пересѣкнувъ рѣку, снова встрѣтить ихъ полосу, вполне аналогичную, около мечети и бывшаго, совершенно нынѣ уничтоженнаго, двора самого

Шабана; всѣ постройки глинобитныя и даже двойного каркаснаго типа разрушены вдребезги. Мечеть же отдѣлалась пустяками—стекла выбиты, труба упала, штукатурка и обстановка тоже, часть столбиковъ балюстрады выскочила, въ NW-мъ углу замѣтно небольшое смѣщеніе стѣны и цоколя къ западу на 1 дюймъ. Среди такого общаго сильнаго разрушенія и крупныхъ измѣненій поверхности, свидѣтельствующихъ о несомнѣнно большомъ ударѣ, сохранность мечети весьма интересна и говоритъ за чрезвычайную пригодность, въ сейсмическомъ отношеніи, ея конструкціи, заслуживающей особаго вниманія строителей. Не будучи въ состояніи давать ея детальное описаніе, скажу



Фиг. 19. Лѣсной кордонъ въ долині Б. Кебина.

лишь (см. фиг. 20), что, при общей большой солидности работы и матеріала постройки, ея особенности таковы:—незначительная высота при очень большой площади, вдобавокъ площадь основанія (цоколь изъ жженого кирпича на цементѣ въ 1 арш.) втрое больше площади, занятой на немъ самимъ домомъ;—съ трехъ сторонъ идетъ широкая галерея; стѣны изъ отличнаго лѣса, плотно срубленнаго, съ желѣзными скрѣпами и т. д. Длинные стѣны ориентированы $ONO\ 80^\circ$, т. е. какъ разъ параллельно главной линіи нарушеній. Сочетаніемъ всѣхъ этихъ счастливыхъ условій, а можетъ быть еще какими-либо особенностями конструкціи, только и можно объяснить спасеніе зданія. Еще ниже мечети, по

лѣвому увалистому склону долины Кемина, начинаются весьма своеобразныя явленія— послѣдствія землетрясенія 22-го декабря—и, подчеркиваю, только его одного,—вполнѣ схожія съ тѣмъ, что со времени Вѣрненскаго землетрясенія 1887 г. извѣстно подъ названіемъ „оплывинъ“¹⁾. Всѣ онѣ имѣютъ довольно однородный видъ: — ниже границы (нижней) лѣса, въ мягкихъ склонахъ тянется рядъ цирковъ-чашъ—мѣсть срыва, рѣзко отграниченныхъ сверху, съ крутыми (50° — 85°) стѣнками; изъ каждой такой чаши спускается языкъ до дна долины, живо напоминающій своей конфигураціей ледниковый, иногда узкій и мощный—въ тѣсныхъ оврагахъ, иногда широкій, болѣе тонкій—на свободныхъ склонахъ. Въ отличіе отъ оплывинъ 1887 г., происшедшихъ весной, при насы-



Фиг. 22. Каменный обвалъ Чонгъ-Каннды, въ долині р. Б. Кемина.

щенной влагой почвъ, настоящія Кеминскія образовались среди зимы, при морозѣ, безъ участія воды — и не имѣютъ вблизи вида собственно грязевого потока (фиг. 21). Это нагроможденіе рѣзко оторванныхъ кусковъ дерна, земли и т. п., безъ всякихъ слѣдовъ сглаженности и замѣтости водой и грязью; если можно такъ выразиться, несмотря на внутреннее противорѣчіе—это сухая оплывина; мнѣ кажется, что для подобныхъ стройныхъ потоковъ изъ сухого матеріала и срыва его въ видѣ чашъ потребовалась сила ббльшая, нежели проявившаяся въ эпицентрѣ 1887 года, и непремѣнно очень рѣзкаго, скорѣе вертикальнаго дѣйствія. Высота оплывинъ отъ 30 до 50 саж., толщина языка до 8 саженой и больше, ширина ихъ, особенно при соединеніи нѣсколькихъ вмѣстѣ дости-

¹⁾ См. И. Мушкетовъ—„Вѣрненское землетрясеніе“, и К. Богдановичъ, 1 с.

гаеть версты. Цѣлая вереница этихъ странныхъ коричневыхъ языковъ усѣиваетъ весь лѣвый склонъ расширенія Кемина на 15 верстъ, то расплываваясь по холмамъ, то спускаясь змѣями по ущельямъ, придавая совершенно необычный характеръ пейзажу и наводя на печальныя мысли о погребенныхъ ими жизняхъ. Около трети языковъ повинно въ этомъ; зимовки, въ цѣляхъ тепла, обычно ставятся у самыхъ подножій, и это то и обусловило ихъ абсолютную и моментальную гибель; благодаря чрезвычайной быстротѣ оплывинъ и ночному времени, изъ попавшихъ подъ языкъ зимовокъ не спасся никто—ни люди, ни скоть. Интересно, что, судя по теперешнимъ раскопкамъ, языкъ сначала сдвигалъ всю зимовку съ мѣста, тащилъ ее со всѣмъ содер-



Трагедій здѣсь было конечно, немало; на примѣръ, глава семьи въ 24 человекъ, случайно уѣхавшій наканунѣ, по возвращеніи своемъ домой нашель лишь собаку! и т. п. Нѣкоторые языки, спускаясь въ боковыя долинки, запирали ихъ, подпруживали воду, мѣняли русло и т. п. Главная полоса оплывинъ вытянута отъ Таръ-су до Чонъ (или Чонгъ)-Каннды, т. е. согласно съ главной линіей нарушенія, по азимуту 260° и вполнѣ совпадая съ ней. А именно—полоса мелкихъ широтныхъ трещинокъ на болотныхъ луговинахъ около Веревятина и Шабдана далѣе къ востоку видоизмѣняется и, переходя на подножіе склоновъ, выражается уже двумя постоянными трещинами, тянувшимися на разстояніи 5—10 сажень другъ отъ друга; трещины эти обычно не представляются слѣдствіемъ разрыва—растяженія, но какъ бы разрыва—сдавливанія, ибо вездѣ сопровождаются крайне характерными вспучиваніями земли и особенно кусковъ

дерна ¹⁾, имѣющими иногда видъ сброса до 1 саж. высотой. Толкованіе этого явленія, дано уже К. И. Богдановичемъ.

Упомянутая парная трещина совершенно покидаетъ дно долины послѣ грандіозныхъ оплывинъ р. Калмакшу, пересѣкаетъ устье р. Чулакъ-Каинды, долинку Урто-Каинды, Кайнаръ-су, р. Чонъ-Каинды у ея раздвоенія, Чимъ-булакъ и Турайгыръ уже въ верхнихъ частяхъ, недалеко подъ переваломъ, и направляется, видимо, къ перевалу Дюре, гдѣ однако, въ виду снѣговъ, намъ прослѣдить ее не удалось. На всемъ этомъ пути, какъ сказано, она сопровождается оплывинами и обвалами, — какъ бы подсыкая склоны снизу; такъ это видно почти на всѣхъ перечисленныхъ долинахъ, особенно же наглядно



Фиг. 22. Каменный обвалъ Чонъ-Каинды, въ долині р. Б. Кебина.

у грандіознаго обвала Чонъ-Каинды (см. фиг. 22). Этотъ послѣдній уже иного, смѣшаннаго типа: верхняя часть представляетъ собой рѣзкій обрывъ-циркъ, со стѣнами въ 50 саж. высотой, уклономъ ихъ 70° и шириной до 250 саж. — въ мраморовидныхъ метаморфическихъ известнякахъ и известковыхъ сланцахъ; ниже идетъ на версту языкъ, въ верхней части изъ известняковыхъ нагроможденій, а затѣмъ уже рыхлыхъ наносныхъ; среди него и валуны рѣчной террасы, тоже разрушенной, и куски еловаго лѣса; засыпана зимовка съ 9 людьми. Далѣе къ востоку проявленія трещины слабѣе; вообще же замѣчено, что при пересѣчені боковыхъ ущелій трещины проявляются слабѣе на восточныхъ склонахъ и на крутыхъ, сильнѣе на обратныхъ. Растрескиваніе мѣстами происходило съ такой силой, что куски дерна отбрасывались на сажень отъ ихъ бывшаго положенія,

¹⁾ Maulwurfsgangeffekt

а на гребнѣ между ручьями Чимъ-булакъ и Турайгырь изъ трещины выкинуто много остроугольныхъ свѣжихъ обломковъ метаморфическихъ известковистыхъ сланцевъ.

Итакъ, главныя линіи трещинъ и оплывинъ согласуются, и первая изъ нихъ прослѣжена верстъ на 50 къ востоку отъ Джиль-арыка.

Немного сѣвернѣе этой полосы намѣчается какъ бы вторая, но значительно слабѣе и лишь на короткомъ разстояніи — а именно между устьями Чонъ-Каннды и Чимъ-булакъ въ древнихъ террасахъ Кемина есть нѣсколько оплывинъ, а на правомъ берегу появляются трещины со вздутіями и т. п., довольно неправильныя. Далѣе вверхъ по ущелью Кемина, по такъ называемому Кокойракъ, видно слѣдующее: два перегиба ущелья, гдѣ оно тянется съ NO на SW вмѣсто ONO на WSW, а именно около Яшилъ-



Фиг. 23. Долина Б. Кемина, ниже устья р. Дюре. Одинъ изъ упавшихъ камней и побитый лѣсъ.

куль и около Бузулганъ-сая, пострадали сильно, промежуточныя же части очень мало; кромѣ того и въ этихъ обоихъ мѣстахъ нарушенія приурочены почти лишь къ лѣвому берегу. На правомъ попадаются лишь небольшія широтныя трещины по террасамъ, особенно низкимъ, и въ выносахъ боковыхъ рѣчекъ, и неправильныя по склонамъ, тогда какъ на лѣвомъ въ указанныхъ частяхъ разрушенія велики. Они выражены тамъ, сообразно съ характеромъ склоновъ крутыхъ и скалистыхъ, громадными каменными обвалами и осыпями, сбившими безслѣдно густой еловый лѣсъ, превративъ его въ разсыпанныя внизу „спички“ (см. фиг. 23). Рыхлая оплывина только одна — противъ устья Бузуль-ганъ-сая. Своеобразны также сползанія дерна съ елями по уступамъ террасъ.

Послѣ р.р. Дюре и Ташъ-кя разрушенія быстро прекращаются, по крайней мѣрѣ

а на гребнѣ между ручьями Чимъ-булакъ и Турайгырь изъ трещины выкинуто много остроугольныхъ свѣжихъ обломковъ метаморфическихъ известковистыхъ сланцевъ.

Итакъ, главныя линіи трещинъ и оплывинъ согласуются, и первая изъ нихъ прослѣжена верстъ на 50 къ востоку отъ Джиль-арыка.

Немного сѣвернѣе этой полосы намѣчается какъ бы вторая, но значительно слабѣе и лишь на короткомъ разстояніи — а именно между устьями Чонъ-Каинды и Чимъ-булакъ въ древнихъ террасахъ Кемина есть нѣсколько оплывинъ, а на правомъ берегу появляются трещины со вздутіями и т. п., довольно неправильныя. Далѣе вверхъ по ущелью Кемина, по такъ называемому Кокойракъ, видно слѣдующее: два перегиба ущелья, гдѣ оно тянется съ NO на SW вмѣсто ONO на WSW, а именно около Япиль-



Фиг. 23. Долина Б. Кемина, ниже устья р. Дюре. Одинъ изъ упавшихъ камней и побитый лѣсъ.

куль и около Бузулганъ-сая, пострадали сильно, промежуточныя же части очень мало; кромѣ того и въ этихъ обоихъ мѣстахъ нарушенія приурочены почти лишь къ лѣвому берегу. На правомъ попадаются лишь небольшія широтныя трещины по террасамъ, особенно низкимъ, и въ выносахъ боковыхъ рѣчекъ, и неправильныя по склонамъ, тогда какъ на лѣвомъ въ указанныхъ частяхъ разрушенія велики. Они выражены тамъ, сообразно съ характеромъ склоновъ крутыхъ и скалистыхъ, громадными каменными обвалами и осыпями, сбившими безслѣдно густой еловый лѣсъ, превративъ его въ разсыпанныя внизу „спички“ (см. фиг. 23). Рыхлая оплывина только одна — противъ устья Бузуль-ганъ-сая. Своеобразны также сползанія дерна съ елями по уступамъ террасъ.

Послѣ р.р. Дюре и Ташъ-кя разрушенія быстро прекращаются, по крайней мѣрѣ

вплоть до Джия; совсѣмъ или опять лишь на время, сказать не могу, ибо далѣе, въ виду ранняго сезона, мы не проникли¹⁾. Построекъ въ этой части, къ сожалѣнію, никакихъ нѣтъ; что же касается пространства между дворомъ Шабдана и Чонъ-Каннды, то разрушенія домовъ здѣсь уже меньше.

Такъ напримѣръ, каркасные дома самого Шабдана (на главной линіи) уничтожены, тоже самое и въ устьѣ Калмакашу, зато такой же домъ Амана Шабдана, противъ Чулакъ-Каннды (верстахъ въ $1\frac{1}{2}$ — отъ линіи разлома къ N), пострадалъ уже меньше (фиг. 24): фундаментъ изъ слѣпленныхъ глиной булыжниковъ цѣлъ, стѣны растрескались, вывалился юго-восточный уголъ внутрь, все зданіе перекошено на WNW, стойки



Фиг. 24. Долина Б. Кобина, лѣвый берегъ. Домъ Амана Шабдана.

смѣщены на W и частью вышли изъ гнѣздъ, всѣ косяки оконъ и дверей наклонены къ W на 5° , потолокъ и крыша (очень солидные, на скрѣпахъ) цѣлы, внутреннія двери сорваны съ верхнихъ петель и упали на NW; длинныя стѣны дома ориентированы 245° , т. е. подъ острымъ угломъ (20° — 30°) къ главной линіи. Находившіяся рядомъ глинобитныя службы уничтожены; дувалъ же почти цѣлъ — лишь восточные углы упали на WNW.

У глинобитныхъ домовъ между Калмакашу и Чулакъ Каннды вывалились на SW, короткія стѣны, ориентированныя NW 340° т. е. перпендикулярныя главной линіи, а такъ какъ на нихъ обычно зиждется основная продольная балка крыши, то онѣ тоже всѣ падали на WSW.

¹⁾ Данныя о верховьи долины и линіяхъ разлома тамъ были потомъ собраны К. Н. Богдановичемъ и положены имъ.

Изъ всего сказаннаго, поясняемаго картой и фотографіями, видно, насколько различны были послѣдствія землетрясенія 1910 г. и 1887 г., „не оставившаго въ долинѣ никакихъ видныхъ слѣдовъ“ (И. Мушкетовъ, стр. 68). Посмотримъ теперь, каково было проявленіе удара къ югу отъ нея.

Продолживъ путь по Бомскому ущелью (см. выше), мы увидимъ быстрое исчезновеніе слѣдовъ разрушенія, особенно послѣ „интендантскаго“ моста, въ 15 верстахъ выше Джиль-арыка; за нимъ даже и оспей большихъ не было. Станція Кокъ-Мойнакъ (20 верстъ южнѣ устья Б. Кемина — по прямой линіи), выстроенная изъ сырца, пострадала уже несравненно меньше аналогичной же Джиль-арыкской. Въ то время, какъ послѣдняя разрушена окончательно, здѣсь зданіе хотя и не годно для житья, но въ общемъ еще стоитъ; отсѣла стѣна, обращенная на NW, а параллельная ей SO (тоже короткая) облупилась; длинная же стѣны (т. е. вытянутыя съ NW на SO) покрыты трещинами, падающими симметрично въ обѣ стороны отъ оконъ и дверей подъ углами 50° — 60° ; у крыльца, каменнаго, покрытаго сверху досками, изъ-подъ послѣднихъ выскочили камни съ NW угла. Надворныя постройки, еще худшаго качества, частью глинобитныя, всѣ цѣлы. Толчки, по увѣренію старосты, продолжались, какъ и въ Джиль-арыкѣ, почти ежедневно.

На ст. Кутемалды послѣдствія почти такія же (да и разстояніе ея отъ долины Кемина почти тоже, 25 — 27 в.); рубленые дома всѣ цѣлы, за исключеніемъ лишь нѣкоторыхъ печей и штукатурки, саманные и глинобитные порастрескались, но безъ разрушенія; на берегу Иссыкъ-куля, низкомъ и болотистомъ, были трещинки, изъ которыхъ выходила „очень воючая вода“ — тоже болотная ¹⁾. По утвержденію жителей, толчки были съ сѣвера. Между ст. Кутемалды и слѣдующей къ востоку ст. Турайгырь, по берегу Иссыкъ-куля имѣется много киргизскихъ кладбищъ съ большими глинобитными сооруженіями гробницъ, обнесенными высокими стѣнами; почти у всѣхъ дуваловъ этихъ мазаровъ равномерно вывалились юго-западные углы. Самыя же постройки, весьма вообще плохія, цѣлы, равно какъ и киргизскія зимовки такого же достоинства или даже хуже, — изъ валуновъ, слѣпленныхъ грязью, какъ на примѣръ, мельница около станціи Турайгырь. Аналогичная картина сохраняется и далѣе къ востоку вдоль берега озера и почтоваго тракта до ст. Челпанъ (или Чулпанъ) -ата. На этомъ же пространствѣ нами были осмотрѣны южные склоны хребта Кунгей, такъ какъ по предварительнымъ указаніямъ можно было ожидать встрѣтить продолженіе Кеминской линіи разлома между перевалами Турайгырь и Кой-су. Мы посѣтили долинки р. Кульдукъ, Дюре, Кабарга и Чокталъ, но изъ переваловъ смогли взять лишь Турайгырь, и то съ трудомъ, въ виду обилія снѣга въ это время (7 мая). Не только предположенія о встрѣчѣ здѣсь Кеминской линіи оказались ошибочны, но и вообще не пришлось констатировать почти никакихъ нарушеній. На подъемѣ къ Турайгыру, въ лѣвомъ склонѣ долины, въ послѣд-

¹⁾ Т. е. явленіе подобное наблюдавшемуся и въ 1887 и 1889 г.г. См. И. Мушкетовъ, I с., стр. 122.

нихъ островкахъ красныхъ третичныхъ (? см. ниже) отложеній рядъ довольно значительныхъ трещинъ съ осѣданіями внизъ по склону, вытянутыхъ WNW. Такія же, но меньшія, замѣтны и ниже въ грядѣ изъ рыхлаго, разнокалибернаго, обломочнаго матеріала мореннаго типа. На самомъ перевалѣ лишь три небольшія трещинки широтнаго направленія; отсюда же видна и главная Кеминская линія, идущая поперекъ лѣвыхъ боковыхъ ущелій уже на большой высотѣ по направленію къ р. Культуръ; видно, что она не пересѣкаетъ ни водораздѣла Кунгея, ни долины Кемина, а идетъ между ними параллельно. На спускѣ въ лѣвую вершину Кульдука снова лишь небольшія трещинки въ элювіи, NW направленія. По ущельямъ р. Дюре, Кабарга и Чокталъ замѣтны лишь небольшіе свѣжіе обвалы, вѣрнѣе срывы отдѣльныхъ глыбъ гранита, и перемѣщеніе старыхъ осмпей. Падавшими камнями здѣсь было убито 4 киргиза. Изъ всѣхъ данныхъ можно заключить, что энергія поперечныхъ волнъ отъ Кеминской линіи, очень быстро падая, вызывала нарушенія поверхности не далѣе 5 верстъ.

Напримѣръ, на промежуточной ст. Чокталъ упала лишь въ очень ветхомъ (35 л.) саманномъ домишкѣ SW стѣна. На Челпанъ-ата—подобное же поврежденіе стараго домика (въ обоихъ случаяхъ это первоначальныя помѣщенія станцій, старыя и сдѣланныя при проведеніи тракта на живую нитку); въ помѣщеніи же самой станціи, рубленомъ, почти ничего не произошло—упали трубы, и въ меридіональныхъ стѣнкахъ печи образовалась вертикальная трещина.

По словамъ старосты, бывшего моряка, 22-го декабря качало въ домѣ, какъ на суднѣ, такъ что онъ сѣлъ на полъ и, смотря на часы, опредѣлилъ продолжительность качки въ 10 секундъ; качало и толкало со стороны хребта къ озеру, т. е. съ сѣвера на югъ.

Количество киргизскихъ могилъ здѣсь еще больше, формы ихъ подчасъ весьма сложныя — купола, арки, башенки, фигурно-зубчатыя стѣны и т. д. — все слѣпленное изъ плохой глины, и все это цѣло, за исключеніемъ частей SW угловъ и южныхъ стѣнъ. И такъ вплоть до ст. Курумды, пострадавшей уже сильнѣе предыдущихъ (какъ увидимъ ниже, она находится уже ближе къ главной линіи разлома); въ самой станціи—рубленной, упали трубы, выбиты стекла, упала одна печь, другая печь дала вертикальную трещину, штукатурка печи упала; зданіе трясло и швыряло, по единодушнымъ показаніямъ обитателей, въ одномъ направленіи—съ NO на SW. У сосѣдняго же дома почтосодержателя скинуло всю крышу со стропилами тоже на юго-западъ. Глинобитная кухня наполовину развалилась. На берегу озера были опусканія „дерганакъ“, т. е. зарослей облѣпихи, которыми покрыта краевая болотистая полоса. Далѣе по тракту, между ст. Курумды и устьемъ р. Б. Акъ-су, опять на цѣломъ рядѣ глинобитныхъ заборовъ, домовъ, гробницъ и т. п. видно весьма упорное, частичное выпаденіе юго-западныхъ стѣнъ и угловъ по направленію къ озеру. Полнаго разрушенія и здѣсь нѣтъ. Однако въ концѣ этого перегона картина рѣзко мѣняется—мы попадаемъ въ прославившуюся этимъ землетрясеніемъ Сазановку, наполовину разрушенную; на восточномъ краю этого

села начинаются уже трещины въ поверхности, густой сѣтью покрывшія большую часть полей и луговъ, сильныя опусканія берега, смѣщенія склоновъ овраговъ, вздутія и т. п.; всѣ эти явленія усиливаются вплоть до Уйтала. Здѣсь произошли всѣ тѣ громадныя опусканія берега озера въ нѣсколько квадратныхъ верстъ, провалы, ступеньчатыя осѣданія, масса трещинъ, уничтоженіе тракта и линіи телеграфа, изборожденныя, въ видѣ ледохода, поля и т. д., однимъ словомъ всѣ тѣ максимальныя ужасы землетрясенія 22-го декабря, о которыхъ писалось столько корреспонденцій и которые подверглись подробному описанію со стороны другихъ лицъ¹⁾. Не имѣя здѣсь ничего новаго и считая излишнимъ повторять то же самое, я уклоняюсь отъ детальныя повѣствованій и подчеркиваю лишь самое существенное, а именно: — на всемъ сѣверномъ побережьи Иссыкъ-куля отъ Кутемалдовъ и до Преображенской (Туна) рѣзко выдѣляется сильными разрушеніями пространство, въ 35—40 верстъ шириной, между Сазановкой и мужскимъ монастыремъ (р. Курмекты); ни къ западу, ни къ востоку ничего подобнаго нѣтъ, переходъ очень рѣзкій, безъ всякой постепенности, и явленію этому должна быть и причина вполне опредѣленная.

Причина эта есть, и вдобавокъ, та же, что обусловила такое же, на первый взглядъ странное, мѣстное разрушеніе небольшой полосы около ст. Джиль-арыкъ — это снова крупная линія разлома земной поверхности, которую мы также, какъ и на Кеминѣ, попробуемъ прослѣдить съ востока на западъ. Если, двигаясь отъ Сазановки къ Уйталу, мы будемъ разсматривать нарушенія поверхности внимательно, то на 7-й верстѣ увидимъ нѣчто, выдѣляющееся изъ общей беспорядочной массы трещинъ и уже знакомое, а именно рѣзкую линію вала — вздутія. Она выходитъ изъ долинки такъ называемой „Широкой щели“ на дорогу и направляется къ озеру подъ очень острымъ угломъ; этимъ послѣднимъ и обусловлена значительно большая ширина полосы максимальнаго разрушенія, нежели на Кеминѣ. Слѣдуя вверхъ по Широкой щели и покинувъ прибрежную болотистую низину, линія вздутія скоро еще болѣе выясняется, такъ какъ беспорядочная сѣть трещинъ кончается, и она остается единственной. Вскорѣ начинаются по ея пути разрушенія склоновъ совершенно того же типа, что и на Кеминѣ.

Первый большой обвалъ — оплывина въ рыхлыхъ породахъ у устья Сукуръ-булака, съ большимъ чашеобразнымъ циркомъ, виденъ еще не только изъ Сазановки, но даже съ южнаго берега Иссыкъ-куля, т. е. верстъ за 50—80. Далѣе небольшіе обвалы въ устьѣ р. Тегерменты — отъ него линія довольно далека, и очень большое разрушеніе въ устьѣ Суту-булакъ, совершенно одного типа съ обваломъ на Чонъ-Каинды (см. выше). Также главная линія подсѣкаетъ его снизу, также на контактѣ мраморовъ съ гранитами (?) аналогичный циркъ срывается съ крутыми стѣнами до 50 саж. высотой; общая высота обвала до дна ручья около 150 с.; весь лѣвый склонъ съ густымъ еловымъ

¹⁾ См. Велецкій (Изв. И. Р. Г. О. 1911 г.), Григорьевъ (Землеводіе 1911 г.). Отчетъ Кориѣва и К. Богдановича.

лѣсомъ сорванъ на протяженіи около версты, причемъ завалило ручей, образовавъ озерко, и даже загроздило противоположный склонъ; жертвъ здѣсь, къ счастью, кромѣ нѣсколькихъ барановъ, не было.



✓ Фиг. 25. Трещина на восточномъ склонѣ перевала Кокъ-бель.

Отъ устья Суту-булака главная линія то парной трещиной, то валомъ (какъ и на Кеминѣ) (фиг. 25) протягивается по нижней части склоновъ до урочища Кырчинъ; переваливъ, слѣдовательно, въ долину Малой Акъ-су, она дѣлаетъ глубокой заходъ



✓ Фиг. 26. Долина Б. Аксу, видъ на правомъ берегу около Кара-чинъ.

вверхъ по ней, обуславливая громадныя обвалы коренныхъ породъ, аналогичныя Суту-булакскому, на правыхъ склонахъ р. Джилъ-Карагай и самой М. Акъ-су, и возвращается къ прежнему направленію, поднимаясь на Кокъ-бель — перевалъ въ долину Б. Акъ-су. На Кокъ-белѣ вздутіе, до 4 саж. высотой, идетъ какъ разъ по бывшей

тропѣ, конечно уничтожая ее; спустившись же на лѣвый берегъ Б. Акъ-су, вскорѣ рѣзко пересѣкаетъ и ея теченіе, вызвавъ тѣмъ форменный порогъ рѣки и обвалы лѣваго скалистаго берега. Перебравшись на правый берегъ, вздутіе долго идетъ по галечной террасѣ, недалеко отъ рѣки; между Иша-булакъ и Кара-чинъ оно подпрудило рядъ ключей, образовавъ озерко съ $\frac{1}{2}$ версты длиною на мѣстѣ бывшей дороги; противъ Кара-чинъ оно входитъ въ лѣсъ (фиг. 26), производя въ немъ страшныя опустошенія на своемъ пути. Дорога уничтожена, изъ подпруды Суукъ-булака образовано новое озерко.

Далѣе, противъ Уй-булака, вздутіе достигаетъ наибольшей высоты—5 саж. и образуетъ снова порядочное озеро (ели затоплены выше половины высоты) (фиг. 27). Выше я пробраться не могъ, но видѣлъ отсюда отчетливо на нѣсколько верстъ въ бинокль, какъ



↓ Фиг. 27. Долина р. Б. Аксу, противъ Уй-булака. Видъ вверхъ по долині. По серединѣ рисунка куполообразное вздутіе, преградившее теченіе рѣки.

валъ продолжаетъ свой путь совершенно прямолинейно по азимуту 265° , не сообразуясь съ орографіей мѣста, поднимается вверхъ на правый склонъ долины и уходитъ на западъ къ перевалу Акъ-су. Я полагалъ, что эта линія разлома есть прямое продолженіе и одно цѣлое съ Кеминской, но доказать это ни мнѣ, ни Богдановичу, собиравшемуся посѣтить эти мѣста въ концѣ мая, изъ-за снѣговъ не удалось. Послѣдній пришелъ даже къ выводу противоположному. Вездѣ по пути линія много новыхъ ключей; тамъ же, гдѣ она ниже бывшихъ равъ, то они въ ней пропадали (Суту-булакъ, Човъ-бай-саурунъ).

Остается теперь сказать лишь нѣсколько словъ о восточномъ берегѣ Иссыкъ-куля, съ точки зрѣнія землетрясенія.

По краямъ Тупской губы (станция Николаевская) пострадали немного лишь глинобитные дома, рубленные же цѣлы; удары шли съ запада; по берегамъ „дерганакъ“, заросли облѣпихи, осѣдали.

Въ устьѣ р. Джергалавъ, по болотистой низинѣ, довольно много трещинокъ мелкихъ, широтнаго направленія. Въ устьѣ р. Карасу тоже, но еще меньше; вообще слѣды ничтожныя, какъ у Кутемалдовъ. Памятникъ Пржевальскому, къ счастью, тоже не пострадалъ. Въ самомъ городѣ Пржевальскѣ слѣдовъ нѣтъ; толчки, говорятъ, шли съ сѣверо-запада. Относительно всего южнаго побережья можно выразиться весьма кратко—нѣтъ ровно никакихъ слѣдовъ. То же и по тракту на Нарынъ; поврежденія станцій, судя по разспросамъ, вообще небольшія,—ослабѣвали съ сѣвера на югъ. Болѣе точныя указанія могутъ найтись въ официальныхъ свѣдѣніяхъ—черезъ 4 же мѣсяца такіе статистическіе „факты“ находить трудно и мало полезно.

Такимъ образомъ, изъ всего вышеприведеннаго, я думаю, съ достаточной ясностью вытекаетъ, что районъ наибольшихъ разрушеній какъ построекъ, такъ и поверхности, очерчивается весьма рѣзко въ видѣ узкой и длинной полосы, вытянутой по азимуту 260° — 265° отъ ст. Джиль-арыкъ до берега Иссыкъ-куля между Сазановкой и Уйталомъ. Длина этой полосы около 200 верстъ, ширина же ничтожна, около полуверсты, т. е. въ сущности это прямо даже линія, къ которой, мнѣ кажется, совершенно даже не приложимо названіе эпицентра или чего либо подобнаго—это, именно, самая суть землетрясенія, линія разлома, нарушенія по контакту метаморфической свиты и массивнокристаллическихъ породъ (красныхъ гранитовъ; см. ниже). Мы видѣли выше, какъ быстро уменьшалась интенсивность разрушеній во всѣ стороны отъ нашей линіи, особенно же на W и O, и вмѣстѣ съ тѣмъ на какое громадное разстояніе отозвалось ея вліяніе.

Если взглянуть на двухверстную карту пространства къ сѣверу и сѣверо-западу отъ Сазановки (Кунгей-аксуйская волость), то сразу бросится въ глаза одна большая, рѣзко выраженная долина, отъ перевала Аксу до Иссыкъ-куля, прямолинейнаго, почти широтнаго направленія. Въ дѣйствительности же такой долины теперь не существуетъ въ обычномъ смыслѣ одного сплошного воднаго пути—и она слагается изъ трехъ частей долинокъ—верхняя, наибольшая—р. Б. Акъ-су, до ея прямоугольнаго поворота и прорыва къ озеру, далѣе перевалъ Кокъ-бель къ урочищу Кырчинъ—средняя часть р. М. Акъ-су и, наконецъ, Широкая щель, во всю свою длину. Но даже находясь въ Кырчинѣ, т. е. между двумя перевалами, совершенно отчетливо представляется, что истинная долина идетъ въ обѣ стороны черезъ нихъ, т. е. широтно, а не по меридіональному теченію современной рѣки. Любопытно, что р. Суту-булакъ, открывающаяся какъ разъ у перевала между М. Акъ-су и Широкой Щелью, раздваиваясь, посылаетъ по ручью въ каждую изъ нихъ; оба перевала же состоятъ явно изъ старыхъ рѣчныхъ или флювіогляціальныхъ отложений. Чѣмъ было вызвано столь рѣзкое отклоненіе рѣчекъ, съ прорывомъ узкими ущельями массивной гранитной гряды праваго борта древней долины, я рѣшать не берусь, но явленіе это весьма отчетливое и интересное. Важнѣе всего то,

что эта первоначальная, продольная, тектоническая долина вполне совпадаетъ съ нашей главной сейсмической линіей,—являясь тѣмъ самымъ настоящимъ линеаментомъ въ духѣ Гоббса.

Слѣдуетъ вспомнить, что вѣдъ и западная часть линіи почти также протягивается по продольной долинѣ Кемина, сходящейся вершинкой съ Б. Акъ-су на перевалѣ Аксу.

Обратимся, наконецъ, къ геологическимъ даннымъ въ предѣлахъ той же полосы разлома.

Правый берегъ нижней части долины Кемина на подъемѣ къ Джоль-булакъ сложенъ темными, полосатыми, мелкозернистыми біотитовыми гнейсами, съ отчетливой сланцеватостью; плоскости ея падаютъ ясно на $NNO\ 5^\circ \angle 75^\circ$, т. е. простирание свиты $WNW-275^\circ$; съ сѣвера она ограничена мощною полосой сѣраго роговообманковаго, съ большимъ количествомъ сфена, гранита, а съ юга небольшой полосой краснаго, крупнозернистаго.

Далѣе къ югу къ этимъ краснымъ гранитамъ прилегаютъ метаморфическая свита известняковъ, известковистыхъ сланцевъ и т. д. Соотношенія эти можно видѣть между Семеновскимъ мостомъ и ст. Джиль-арыкъ, въ ущельѣ р. Чу, а еще лучше, полнымъ разрѣзомъ отъ гнейсовъ до мраморовъ, вверхъ по ущелью р. Чимъ-булакъ, лѣваго притока Б. Кемина, въ 30 верстахъ выше устья послѣдняго; отсюда же видно, что полоса красныхъ гранитовъ уничтожена въ расширеніи Кемина, но правильно тянется къ востоку, также какъ и полоса мраморовъ идетъ отъ большого обвала Чонъ-Каинды къ перевалу Турайгырь, Дюре и т. д. Широтное простирание всѣхъ свитъ въ западной части Кунгей-Алатау хорошо видно также и на южномъ его склонѣ, по долинѣ р. Турайгырь. Въ горахъ Акъ-Теке и Бозаркъ протягивается рѣзкая гряда крупнозернистаго роговообманковаго гранитъ-порфира (№ 12), сильно разрушающагося матрацевидно и пересѣченнаго серіей жилъ (2—5 саж. толщиной) темнаго, плотнаго мелкозернистаго, біотитоваго сіенита, сильно эпидотизированнаго (№ 13); жилы эти, равно какъ и вся гряда, чисто широтнаго простирания; гряда эта удивительно отчетливо выдѣляется издалика среди сѣрыхъ галечныхъ (—озерныхъ?) террасъ и отдѣльныхъ, уцѣлѣвшихъ отъ размыва, клочковъ охристо-красныхъ мезозойско-третичныхъ отложений (см. ниже); послѣднія согнуты въ пологую антиклиналь, точно также широтнаго простирания, и иного простирания мы здѣсь нигдѣ не увидимъ. Значительно восточнѣе, въ ущельѣ р. М. Акъ-су, мы снова видимъ, что плоскости отдѣльности, придающія мусковитовому, микропертитовому граниту (№ 15) совершенно пластовый характеръ, отчетливо падаютъ на $NO\ 10^\circ \angle 80^\circ$, т. е. простирание— 280° .

Недалеко отсюда, у большого обвала Суту-булакъ (см. выше), гдѣ хорошо виденъ контактъ мрамора съ гранитами, паденіе перваго — на $NO\ 16^\circ \angle 66^\circ$, т. е. простирание— 286° , самый контактъ находится между обваломъ и главной трещиной; контактируетъ авгитовый гранитъ съ большимъ содержаніемъ сфена (№ 19b) и свѣтлосѣрый мраморовидный известнякъ (№ 19a); въ зонѣ контакта мы видимъ слѣдующія породы:

19f—авгитово-везувіановая. Крупныя зерна везувіана, безцвѣтный авгитъ, немного кальцита.

19g—кварцевый эпидозитъ;

19h—кварцево-андалузитовый сланецъ, съ небольшимъ количествомъ слюды.

Въ самомъ матеріалѣ обвала Суту-булакъ преобладаетъ мраморовидный известнякъ, но встрѣчены также куски слѣд. породъ:

18a—биотитово-амфиболовый гнейсъ, содержащій кварцъ съ облачнымъ погасаніемъ, много биотита, роговой обманки и сфена, переходящаго въ лейкоксенъ.

18b—порода, содержащая контактовые пироксены со слюдами и вторичнымъ кварцемъ.

18c—гранитъ съ березитизированными полевыми шпатами.

Невдалекѣ, на правомъ склонѣ р. Джиль-Карагай, на продолженіи главной линіи разлома, надъ ней имѣется рядъ большихъ обваловъ въ коренныхъ породахъ, среди которыхъ снова видны ясно контактовыя.

Подобныя же факты наблюдаются и въ иныхъ, сосѣднихъ мѣстахъ. Такимъ образомъ, мы видимъ, что, во-первыхъ, простираніе всѣхъ породъ по долинамъ Кеминя и Аксу (древней) весьма близко къ широтному, и, во-вторыхъ, что онѣ вытянуты нѣсколькими параллельными полосами, обуславливающими такую же широтную линію контакта метаморфической свиты съ гранитами, совпадающую и съ ливіей разлома.

Сопоставляя, наконецъ, вмѣстѣ все вышеназложенное, приходимъ къ чрезвычайно интересному выводу:—въ широтныхъ линіяхъ Джиль-арыкъ—Кеминъ и Аксу—Уйталъ совмѣщаются всѣ три элемента *Hobbs'a*: сейсмическій, тектоническій и морфологическій, именно двѣ линіи разлома, контактъ метаморфической свиты съ гранитами и продольная долина Б. Кеминъ—древняя Кунгей-Аксу.

Надо надѣяться, результатъ этотъ близокъ къ дѣйствительности и объясняетъ тектоническое землетрясеніе 22-го декабря 1910 г., что впрочемъ детально уже разбирается К. И. Богдановичемъ. Намѣченный княземъ Голицынымъ, на основаніи обработки сейсмограммъ, эпицентръ весьма близокъ къ нашей полосѣ, а по ориентировкѣ лишь на небольшой уголъ уклоняется къ NO, простираясь съ верховьевъ Кеминя въ долину Чилика, вмѣсто Кунгей-Аксу, по характеру удара по длинной линіи слѣдовательно переданъ приборами очень точно.

Закончивъ описаніе послѣдствій землетрясенія, мнѣ кажется полезнымъ еще упомянуть о нѣкоторыхъ геологическихъ наблюденіяхъ, не имѣющихъ уже съ нимъ связи и носящихъ вообще случайный характеръ.

Въ частности, на мой взглядъ, наибольшаго интереса среди нихъ заслуживаютъ данныя о тѣхъ еще неясныхъ отложеніяхъ, которыя подъ именемъ Ханъ-хайскихъ рассматриваются всѣми послѣдними изслѣдователями Тянь-шаня. Эта красная, иногда оранжевая, ясно слоистая толща конгломератовъ (иногда очень угловатыхъ), рыхлыхъ песчаниковъ, глинъ и мергелей, совершенно, повидимому, палеонтологически нѣмая, породила уже много подчасъ противорѣчивыхъ толкованій и взглядовъ на ея возрастъ

и генезисъ. Немного подробнѣе этотъ вопросъ затронуть уже мною¹⁾, и, не желая здѣсь повторяться, а также разбирать существующую литературу²⁾, я лишь приведу нѣсколько соответствующихъ наблюдений.

Правый бортъ низовья р. Б. Кеминъ, большой гребень, отграничивающей ее отъ широкой котловины Чу, состоитъ, какъ сказано выше, изъ полосы биотитовыхъ гнейсовъ и красныхъ роговообманковыхъ гранитовъ; послѣдніе слагаютъ и переваль Джоль-булакъ; на сѣверномъ его склонѣ мы видимъ однако уже желтовато-сѣрые пласты очень глинистаго, лёссовиднаго поздраватаго мергеля, падающіе на востокъ (подъ угломъ 35°) и уцѣлѣвшіе лишь въ видѣ небольшого клочка. Однако завернувъ налѣво, въ ущелье р. Чу, немного ниже станціи Джиль-арыкъ, на лѣвомъ склонѣ долины мы снова встрѣчаемъ подобныя же красныя, слоистыя, рыхлыя песчано-глинистыя образованія въ оврагѣ Кызыль-булакъ; относительно нихъ вполнѣ правильно указана аналогія съ красными песчаниками Чирчика, въ II т. Туркестана (стр. 65). Тамъ же ниже мы читаемъ, что Буамское ущелье верстъ на 5 выше Джиль-арыка сложено темнокрасными и черными сланцами, прикрытыми пуддингами, которые должны быть древнѣе горнаго известняка и которые выше р. Ингырчакъ образуютъ антиклиналь, простирающуюся NO 60°. Фридрихсенъ (стр. 32) описываетъ эту же свиту; Сѣверцовъ же принялъ пуддинги за порфиры, тогда какъ послѣдній (или, по опредѣленію Petersen'a, минетта) лишь изрѣдка прорываетъ свиту тонкими выходами; вмѣстѣ съ тѣмъ П. Семеновъ, упоминая о конгломератахъ съ прихотливой конфигураціей въ Буамѣ, очевидно говорилъ о совсѣмъ иныхъ образованіяхъ, какъ то будетъ видно ниже.

Продолжая чтеніе описанія И. В. Мушкетова, мы встрѣчаемъ уже несомнѣнное недоразумѣніе, слегка хотя и оговоренное редакторомъ В. Обручевымъ, а именно, что будто-бы тѣ же „пуддинги, переходя въ песчаники и сланцы, содержатъ каменный уголь у рч. Кызъ-уе“ и „покрыты большой толщей красныхъ породъ—неисносостыхъ глинистыхъ песчаниковъ, мѣстами съ цѣлыми слоями гальки“ и пластами гипса, представляющей „необыкновенно фантастическія фигуры“. Эти красныя породы И. Мушкетовъ въ дальнѣйшемъ называетъ Буамскими, придавая имъ третичный возрастъ. Далѣе говорится, что пуддинги по р. Теректы „кажутся прислоненными къ (горнымъ) известнякамъ, что трудно допустить“.

Послѣднее обстоятельство наоборотъ не только фактъ, но и вполнѣ понятный. Все дѣло въ томъ, что здѣсь мы имѣемъ два вида пуддинговъ палеозойскіе и юрскіе; начало изложенія относится къ первымъ, конецъ же ко вторымъ. Предчувствуя это обстоятельство, я нарочно осмотрѣлъ подробнѣе лѣвое боковое ущельице Сулу-Терекъ и вполнѣ убѣдился въ правильности своихъ предположеній и большей правильности карты И. Мушкетова, чѣмъ текста, имъ не приготовленнаго къ печати. На Сулу-

¹⁾ См. „Изъ Пржевальска въ Фергану“. Извѣстія Геол. Ком. 1912 г.

²⁾ См. у Семенова, Сѣверцова, а вполнѣ Мушкетова, Туркестанъ, II т., стр. 65 и др. и Friedrichsen—Forschungsreise im zentralen Tian-Schan стр. 34 и др., а также мои дополненія ко 2 изданію I т. „Туркестана“.

Терекъ мы видимъ пуддингъ гораздо болѣе рыхлый, мелкій, менѣе мощный, чѣмъ палеозойскій, лежащій несогласно съ нимъ, сопровождаемый глинистыми сланцами съ углемъ и плохими отпечатками флоры юрскаго типа; свита эта живо напоминаетъ юрскую угленосную, широко развитую въ Ферганѣ; очевидно, свита эта не имѣетъ ничего общаго съ плотными палеозойскими пуддингами и сланцами, также зачастую встрѣчаемыми въ Ферганѣ.

Лежащая согласно надъ угленосной свитой красная толща рыхлыхъ, слабо спемантированныхъ, съ разнокалиберной галькой песчаниковъ, глинъ и гипса, названная Буамской, въ свою очередь вполнѣ почти идентична нижнемѣловымъ отложеніямъ Ферганы, хотя конечно здѣсь ея возрастъ можетъ быть и иной, болѣе высокій. Именно эта толща и названа Фридрихсеномъ Ханъ-хайской, причѣмъ имъ главнымъ образомъ выдвинуты соображенія противъ возможности воднаго образованія. Не повторяя своихъ возраженій здѣсь, я лишь скажу, что описанія Буама Фридрихсена и И. В. Мушкетова страдаютъ въ этомъ пунктѣ неясностями, смутившими меня и заставившими сдѣлать эти посильныя дополненія. Насколько широко могутъ быть параллелизованы мезозойскія отложенія окрестностей Иссыкъ-куля съ Ферганскими и другими Туркестанскими, гадать сейчасъ трудно; но я полагаю, что при осуществленіи десятиверстной геологической съемки этотъ темный сейчасъ вопросъ освѣтится, и найдется еще немало такихъ разобщенныхъ клочковъ мезозоя, которые соединятся тогда въ болѣе связную картину.

Дальнѣйшія проявленія Буамской красной свиты у Кокъ-майнака описаны обоими авторами, равно какъ и несогласное залеганіе на ея наклонныхъ пластахъ горизонтальныхъ озерныхъ отложеній Иссыкъ-куля; интересно, что они имѣютъ слой базальнаго конгломерата. Ингрессивное образованіе этихъ отложеній озеромъ ярко иллюстрируется еще пологой полосой обсохшаго сѣвернаго берега Иссыкъ-куля; не доѣзжая 6 в. до ст. Кутемалды, бросается въ глаза ровная линія этого берега, наклоненная къ озеру подъ угломъ 6° , шириной около 6—8 в., представляющая нынѣ каменистую пустыню.

Двигаясь отъ ст. Турайгыръ вверхъ по долинкѣ Гульдекъ, между грядой красныхъ гранитовъ Джилъ-джилга и хребтомъ Кунгей, мы снова встрѣчаемъ полосу красныхъ Буамскихъ породъ, согнутыхъ въ ясную пологую антиклиналь съ небольшими сбросами; среди свиты здѣсь есть также очень плотный бѣлый мергель съ кристаллами кварца, очевидно, уже воднаго происхожденія.

Въ заключеніе приношу свою искреннюю благодарность чинамъ администраціи Вѣрненскаго и Пржевальскаго уѣздовъ за необычайно любезное и энергичное содѣйствіе моимъ разѣздамъ, въ особенности начальнику Токмакскаго участка Ю. Н. Кутукову и завѣдующему Токмакскимъ училищемъ В. П. Ровнягину, лично сопровождавшимъ меня по долинкѣ Кемина и доставившимъ много цѣнныхъ свѣдѣній, а также С. А. Конради, любезно исполнившему микроскопическія опредѣленія.

Наблюдения И. Карка, произведенные во время отдельной командировки по Семирѣченской области въ 1911 году.

Между Софійской и Надеждинской.

На склонахъ горъ вправо отъ дороги обнажаются валунныя отложенія, рѣже лёссъ. Верстѣ 8 отъ Софійской на склонахъ горъ замѣтны трещины и виденъ свѣжій лёссовый обвалъ на склонахъ лога. Верстѣ 15 отъ Софійской, въ долину рѣчки—2 свѣжихъ обвала; здѣсь же трещины въ берегѣ ручья (вправо отъ дороги саженьхъ въ ста); берегъ образованъ валуннымъ матеріаломъ, представляющимъ рѣчной выносъ. Верстахъ въ 17-ти отъ Софійской на склонахъ уваловъ—небольшой обвалъ и трещины. Здѣсь же много старыхъ обваловъ (1887—9 гг.).

Станица Надеждинская.

На склонахъ, поднимающихся за станицей, уваловъ слѣды старыхъ (1887) оплывинъ. Въ станицѣ попадали не всѣ печныя трубы; на домахъ трещинъ не видно. Въ церковной колокольнѣ лопнуло нѣсколько стеколъ, да облупилась окраска. Степень 1-я.

Отъ Михайловской къ сел. Маловодному.

Черезъ рѣку Иссыкъ, текущую между обрывами галечника, вышиною 4—7 саж., перекинуть хорошей мостъ; за рѣкою прямая, ровная дорога спускается почти до самаго Маловоднаго съ обширнаго конуса Иссыкского выноса.

Селеніе Маловодное.

Главная улица имѣетъ направленіе NO 45°; повидимому, толчекъ былъ сильнѣе перпендикулярно къ ней.—Два глинобитныхъ забора опрокинулись. Въ 2-хъ сырцовыхъ

домахъ стѣны дали трещины; одно сырцовое же строеніе брошено жильцами, такъ какъ печь полуразвалилась и перпендикулярныя къ улицѣ стѣны сильно разрушены. Вообще во всѣхъ сырцовыхъ постройкахъ X-образныя трещины около дверныхъ и оконныхъ проемовъ.—Въ деревянныхъ стѣнахъ горизонтальныя трещины.

Согласно разспроснымъ свѣдѣніямъ, всѣ трубы и печи попадали, штукатурка въ домахъ валилась; жители выбѣжали на улицу. Степень 2-я.

Отъ Маловодной къ Зайцевскому.

На сырцовыхъ и глинобитныхъ муллушкахъ около дороги поврежденій не замѣтно.

Въ киргизскомъ селеніи Типъ-тай, изъ сырцовыхъ и глинобитныхъ построекъ, оказалась подпертой лишь одна высокая (ок. 4 арш.) глинобитная стѣна; на остальныхъ поврежденій не замѣтно.

Слѣдующее селеніе, имени котораго узнать не удалось, и въ которомъ деревянныхъ (и изъ обожженаго кирпича) домовъ совсѣмъ нѣтъ, поврежденій не показываетъ, что объясняется тѣмъ, что всѣ постройки сейчасъ же были отремонтированы, иначе онѣ были бы опасны для дальнѣйшаго въ нихъ проживанія. По показанію жителей, ударъ, шедшій приблизительно съ SW 15°, выбилъ въ сырцовыхъ стѣнахъ кирпичи около косяковъ; появились трещины въ стѣнахъ. Жители всѣ выскочили и спали на улицѣ (единственная; направленіе ея SO 95°). Степень 1.

Кара-турукъ стоитъ на окраинѣ солончака, который тянется отсюда почти до Чилика, пересекаемый нѣсколькими, довольно глубоко врѣзавшимися въ него ручейками, съ заболоченными берегами.—Поврежденій не видно.

Близко къ Кара-туруку, около дороги, стоятъ деревянныя муллушки, восьмиугольнаго сѣченія, съ такого же сѣченія деревяннымъ куполомъ; поврежденій въ нихъ не замѣтно. Одна муллушка представляетъ 4 сырцовыхъ столба, поддерживающихъ 8-ми угольный деревянный куполь; хотя верхушки столбовъ отъ ветхости пообсыпались, но куполь не упалъ.

Таравчинское селеніе Лабарская, изъ сырцовыхъ построекъ, являетъ кой-гдѣ слабыя трещины въ стѣнахъ у угловъ и оконныхъ проемовъ.

Селеніе Зайцевское (Чиликъ).

Селеніе большое; обширными лѣсными насажденіями напоминаетъ Пишпекъ. Подавляющее большинство домовъ деревянные; на нихъ замѣтны трещины и облупившаяся штукатурка.—Развалился сырцовый домъ (углы отпали; на SW вывалился уголъ надъ контрфорсомъ, которыми снабжены стѣны, выходящія на улицу). Направленіе длинной стѣны (оно же направленіе главной улицы) NO 22°; ударъ, надо полагать, шелъ вдоль

этого направленія. Меньше пострадалъ другой сырцовый домикъ, но и онъ признанъ негоднымъ для обитанія.

У кирпичныхъ столбовъ церковной ограды получились трещины вдоль линіи гнѣздъ для входящихъ въ нихъ деревянныхъ прогоновъ.

Близъ описаннаго выше разрушеннаго дома колодезь, гдѣ вода держится на глубинѣ 2,5 метр.; въ другихъ, довольно частыхъ здѣсь колодцахъ вода держится на глубинѣ 1—1,5 метр.

По рассказамъ мѣстнаго пристава, печи и боровки всѣ попортило; съ наружныхъ дымовыхъ трубъ сыпались кирпичи, но не всѣ онѣ упали.

О *сильномъ* землетрясеніи 1889 г. свидѣтельствуетъ крестъ на мѣстѣ разрушенной тогда церкви; тогда, по словамъ мѣстныхъ жителей, здѣсь было вообще большое разрушеніе.—Степень 1-я.

Изъ Зайцевскаго въ Малыбай.

Ѣхали верхами по равнинѣ лѣваго берега Чилика: это рѣчной галечный выносъ; пашни, арыки. Проѣхали лишь черезъ одно таранчинское селеніе изъ глинобитныхъ построекъ, на которыхъ не видно никакихъ слѣдовъ землетрясенія.—Подъ самымъ Малыбаемъ переправились черезъ Чиликъ—порядочную здѣсь рѣку; правый его берегъ, крутой галечный обрывъ, вышиною около 6 саж.

Селеніе Малыбай.

Остановились на ночлегъ въ домъ старшины Малыбайской таранчинской волости. Старшина рассказалъ, что ударъ землетрясенія 22 дек. 1910 г. шелъ съ запада на востокъ, но разрушеній не произвелъ; жители все же въ испугъ выбѣжали изъ домовъ. По его же разсказу, по долину Чилика, тамъ, гдѣ онъ прорѣзаетъ Сагутинскія горы, кой-гдѣ попадали отдѣльные камни; это не то, что въ 1889 г., когда здѣсь были большіе обвалы.

При проѣздѣ черезъ селеніе никакихъ поврежденій не замѣтно. Ориентировка длинныхъ улицъ NW 340°.

Черезъ хребетъ Сагуты.

Подосва горъ Сагуты представляетъ поросшую полынью степь съ хрящевой и галечной почвой; кой-гдѣ, по оврагамъ, выступаетъ и лёсъ.

Сагутинскій хребетъ сложенъ изъ порфировъ; порода мѣстами пронизана жилами кварца; мѣстами выходы имѣютъ красный цвѣтъ.

Повсюду на склонахъ выходы порфировъ, то красноцвѣтныхъ, то темныхъ—темныхъ особенно отъ налета „загара“.

Далѣе дорога идетъ по волнистой возвышенности; пологіе склоны заросли кормовою травою; на вершинахъ и хребтикахъ, рѣдко на склонахъ, выступаютъ тѣ же порфиры; кой-гдѣ лоскутки киргизской распашки; по ложбинкамъ кой-гдѣ держится еще зимній снѣгъ, выбѣленный недавно выпавшимъ новымъ снѣгомъ. Этой возвышенностью мы поднялись на перевалъ, откуда начинается пониженіе къ Турайгырскому плато, — сначала медленное, потомъ быстрое, крутое.

Спустились по Узунъ-булаку на Турайгырское плато; поѣхали по пологому выносу, покрытому отвѣяннмъ вѣтромъ элювіальнымъ порфировымъ щебнемъ и поросшему полынью. Направились вдоль тальвега, ничѣмъ не отмѣченнаго (русла нѣтъ), слабо наклоннаго къ долинѣ Чилика.

На плоскогоріи пасутся стада антилопъ, никѣмъ здѣсь не преслѣдуемыхъ, да бродятъ дрофы, такія же смѣлыя.

По тальвегу, а также по поднимающемуся къ Турайгырскимъ горамъ склону къ элювіальнымъ отложеніямъ примѣшивается и окатанная рѣчная галька; но растительный покровъ на этомъ склонѣ тотъ же: полыннь.

Подножіе хребта Турайгыръ у входа въ Теректинское ущелье даетъ выходы діоритоваго порфирита, встрѣчающагося и далѣе, вверхъ по дорогѣ, черезъ весь хребетъ; въ видѣ жилы (или штока?), мощностью сажени 5, обнажается также гранитъ.

Въ видѣ и валуновъ, и головъ выходовъ по ущелью много породъ, съ перваго взгляда опредѣляемыхъ, какъ конгломераты. Но есть такія переходныя ступени между настоящими порфирами и этими „конгломератами“, что послѣдніе вѣрнѣе считать продуктомъ разрушенія (вывѣтриванія) первыхъ.

Перевалъ Теректы.

Подъемъ на перевалъ по этому пути, пролегающему по самой узкой части хребта, идетъ въ нижней части по достаточно пологой, но извилистой долинкѣ; выше подъема круче, а близъ самаго перевала дорога идетъ уже не по дну ущелья, а по естественному карнизу на склонѣ ущелья, причѣмъ подъемъ и здѣсь крутой. Спускъ по южному склону хребта коротокъ, но очень крутъ; здѣсь производить нивеллировку немислимо.

Элювіальный конусъ, закрывающій подошву Турайгыра съ юга, поросъ полынью; онъ простирается широко до самой долины „Кообу Джеланашъ“.

Поѣздка на Чиликъ.

Поѣхали вдоль Кообу-Джеланаша, который представляетъ собою неглубокую и неширокую рытвину въ галечникѣ долины; иногда сверху виденъ и лёсъ, толщиною

0—1—1½ арш., подчасъ прослоенный дресвою. Вода течетъ по этой рывинѣ лишь раннею весною.—Слѣва, съ юга, Кообу-Джеланашъ сопровождаютъ высокіе галечные бугры. При устьѣ Кообу-Джеланаша въ Чиликъ—выходы гранита, отвѣсная стѣна котораго подмывается Чиликомъ.

Здѣсь собраны образцы гранита же, разныхъ оттѣнковъ, разной степени вывѣтрѣлости и разной дифференціаціи магмы. Гранитъ на этомъ пространствѣ представляетъ продуктъ первоначально излившейся магмы. Но въ видѣ жилъ и въ видѣ штокообразныхъ массъ его прорываетъ порфиритъ (діоритовый), заключающій въ себѣ валуны гранита (объемомъ до 1 куб. метра). Направленіе жилъ, почти вертикальныхъ, NO 63°; мощность 0,3—1,0 метр. На сухихъ склонахъ жилы и штоки порфирита оказываются выступающими (въ видѣ дейковъ мысовъ), но воды Чилика (и проточныя вообще) легче разрушаютъ эти жилы, производя на ихъ мѣстѣ ниши.

Въ одномъ мѣстѣ, на крутомъ склонѣ открывающагося въ рѣку ущелья, нашель кусокъ порфирита съ примазкой краснаго желѣзняка. Хотя мѣстонахожденіе образца исключаетъ возможность приноса его издали, но обнаружить коренные выходы этого порфира по близости не удалось. Переводчикъ, ѣздившій въ горы въ сторону отъ рѣки, уже по возвращеніи въ аулъ разсказалъ, что около дороги, ведущей вдоль праваго берега Чилика въ Баръ-тогой, верстахъ въ 2-хъ отъ упомянутаго мѣста, видѣлъ въ контактѣ гранита и порфирита бѣльшую массу этого минерала.

Противъ урочища Чежгенъ поднимается гранитная вершина.

Ниже по рѣкѣ—русло идетъ по узкому, съ отвѣсными стѣнами, ущелью¹⁾; дорога идетъ далеко отъ русла по горамъ. Здѣсь нивелировка невозможна.

Ниже устья Кизылъ-сая выходятъ темные куполы діоритовъ (діоритовыхъ порфиритовъ), которые на востокъ продолжаютъ въ видѣ высокой гряды и сѣвернѣе, насколько видно съ Чежгена, они господствуютъ. Но на ихъ темномъ фонѣ, участками, видны и граниты, какъ бы включенные въ темную массу.

Въ устьѣ Дженишке и противъ урочища Чежгенъ есть малые, свѣжіе обвалы гранитовъ; въ послѣднемъ пунктѣ на обоихъ берегахъ, а у устья Дженишке лишь на лѣвомъ берегу (обѣихъ рѣкъ).

Писарь Чиликской волости, встрѣченный на обратномъ пути съ Чилика, разсказалъ, что землетрясеніе ни въ казачьемъ поселкѣ (новомъ) на Джеланашѣ, ни въ киргизскихъ поселеніяхъ на Суокъ-тогой разрушеній не вызвало.

Джеланашъ, Кегенъ, Мерке.

Плоскогоріе Джеланашъ представляетъ собою полынную степь съ галечно-хрящевой почвой, прорѣзанную пологими балками; чѣмъ выше по направленію къ Кунгею, тѣмъ болѣе подмѣшивается къ полни кормовыхъ травъ.

¹⁾ И выше по Чилику есть подобная стѣнная, но короткая.

На склонахъ Чарынскаго ущелья выходовъ твердыхъ породъ ниже Муйнака не видно; промویی на склонахъ такого habitus'a, каковы онѣ бывають въ мелкомъ, рыхломъ матеріалѣ, напр., въ лёссѣ; но всѣ склоны промویی поросли травою. Одинъ лишь обрывъ, дѣйствительно лёссовый, видѣнъ на лѣвомъ берегу.

На берегу Кенсу-Мерке, при слияніи съ Чарыномъ склоны долинъ-ущелий очень круты. Матеріаломъ склоновъ является: сверху валуны (величиною съ кулакъ и меньше) и галька; внизу, на Кенсу-Мерке въ мѣстѣ переправы—порфиръ; насколько видно, въ этой породѣ мы имѣемъ отроги горъ Куулукъ, составленныхъ изъ порфировъ.

Отъ мѣста переправы—крутой подъемъ вверхъ по галечному склону (всѣ видимые склоны и вершины изъ валуновъ и гальки); внизу течетъ въ узкомъ, глубокомъ ущельи Кегенъ; склоны ущелья поросли ельникомъ и хранятъ еще мѣстами зимній снѣгъ, который встрѣчается и по горкамъ въ защищенныхъ мѣстахъ.—Много ручейковъ; много маленькихъ болотецъ по склонамъ.

Въ долині Кегена, въ ущелин, замѣтенъ небольшой обвалъ камня, да двѣ оплывины на склонахъ уваловъ. Около обвала, на ровномъ мѣстѣ, замѣтенъ циркообразный провалъ, со ступеньчатыми по краямъ трещинами, діаметромъ около 5 саж., глубиною въ срединѣ аршина $1\frac{1}{2}$. Все это—слѣды 1889 г. Травяной покровъ здѣсь: къ полни много примѣшано хорошей кормовой травы, да растетъ много чіа.—По сѣвернымъ склонамъ ложбинокъ верѣдокъ еще зимній снѣгъ; имъ пользуются какъ водою въ сосѣднемъ киргизскомъ аулѣ.

ОРТА-МЕРКЕ.

На Орта-Мерке, ниже пересѣкающей ее дороги обнажаются порфиры.

Выше по Орта-Мерке выходовъ уже не видно, а берега галечные, поросшіе травою; еще выше по долині присутствуетъ рошицами уже и *Picea Schrenkiana*.—Выходы порфира даютъ короткое ущелье-стремнину, очень красивую; однако, порфиры поднимаются здѣсь невысоко надъ водою: на правомъ берегу саж. на 10, на лѣвомъ на 8, а затѣмъ порфиры скрываются подъ наносными берегами рѣки. Эти наносные берега на правой сторонѣ даютъ довольно ровную террасу (съ уклономъ, все же, на NW), а на лѣвомъ террасу подмѣтить трудно: здѣсь холмы и долины.

Въ долині одного изъ ручейковъ, впадающихъ въ Орта-Мерке, видно, что верхняя часть береговой толщи состоитъ изъ лёсса, а нижняя, на высоту ок. 12 саж. надъ дномъ ручейка, изъ валунно-галечныхъ отложений; галечный горизонтъ, кажется, по высотѣ одинаковъ съ высотой террасы праваго берега Орта-Мерке. Въ этомъ лёссѣ сохранились два малыхъ обвала 1889 года.

ЧЕРЕЗЪ КУНГЕЙ.

Переѣхали черезъ Орта-Мерке, затѣмъ дальше пошли по прорѣзанной балками возвышенности, имѣющей уклонъ къ Кегену (и Четь-Мерке).

На Сасыкъ-булакѣ, въ низахъ склоновъ долины, есть выходы порфировъ.

Противъ Кокъ-булака Орта-Мерке течетъ въ чудномъ ущельи, образованномъ отвѣсными стѣнами тѣхъ же порфировъ; гдѣ только смогли прилѣпиться, ели поднимаютъ свои стройные стволы.

Близъ Кокъ-булака встрѣчаются оползни со склоновъ — очень незначительные; сползаетъ поверхностный дерновый слой. Судя по рѣдко обнажающемуся изъ-подъ дернового слоя матеріалу всѣхъ этихъ бугровъ, а также по обилію мелкихъ болотецъ (а во время поѣздки и обилію текучихъ водъ), можно считать эти бугры за моренныя образованія.

Дальше путь шелъ по подчасъ очень крутымъ склонамъ округлыхъ бугровъ; нерѣдко приходилось объѣзжать лежащій на тропинкѣ снѣгъ; достигнувъ устья Кійнь-булака, пришлось сдѣлать очень крутой спускъ въ его долину.

Въ устьѣ Кійнь-булака, въ лѣвомъ его берегу, есть выходы діоритовыхъ порфиритовъ; правые берега какъ Мерке, такъ и Кійнь-булака выходовъ не являютъ и покрыты зеленымъ дерномъ; роскошный лугъ представляетъ собою и само дно широкой здѣсь долины. — Здѣсь есть нѣсколько большихъ пасѣкъ; въ строеніяхъ ихъ сейчасъ уже поврежденій не замѣтно. Однако, по разсказу пасѣчника, 22 дек. 1910 разрушило здѣсь глинобитную избушку, а въ обложенной деревомъ (съ внутренней стороны) землянкѣ разрушило печь.

По его же словамъ, землетрясеніе 22 дек. вызвало въ сѣуженіи долины Мерке маленькія „сдиранія“ дерна со склоновъ.

Долина Мерке вообще не ущельеобразна, а достаточно широка; правый берегъ долины покрытъ еловымъ лѣсомъ, котораго здѣсь много гнѣтъ, какъ повалившася, такъ и на корню; остающійся лѣсъ рѣдѣетъ годъ-отъ-году, такъ какъ тѣ десятки тысячъ головъ скота, которые ежегодно выгоняются сюда киргизами на дѣйствительно роскошное пастбище, истребляютъ молодыя деревца, да повреждаютъ корни и старыхъ деревьевъ.

На лѣвомъ берегу Четь-Мерке, выше впаденія Талды-булака, обнажается діоритовый порфиритъ съ совершенно таблицеобразной отдѣльностью.

Отсюда дорога идетъ круче кверху; приходится обходить, подымаясь на склоны долины, лежащій на тропинкѣ снѣгъ. По снѣгу пробовали проѣхать, но онъ такъ рыхлъ, что лошадь проваливалась по брюхо и съ трудомъ выбиралась даже безъ сѣдова. На сосѣднемъ гребнѣ, по которому подъемъ не такъ крутъ, обнажается гранитъ.

9. Темный сланецъ, какъ подъ № 2, около 1 метра.

10. Песчаникъ и

11. песчаниковый сланецъ, хорошо разслаивающійся, показываетъ простирание NO 82°, пад. на NW \angle 72°.

Потомъ перемежаются вообще песчаники; самый верхъ горы, выше чего уже выходовъ не видно, составляетъ

12. песчаникъ съ плохими окаменѣлостями; выходы его вровень съ почвою.

Всѣ выходы сильно разрушены и пронизаны жилами, заполненными кальцитомъ.

Склоны горы Тасма показываютъ много слѣдовъ лёссовыхъ обваловъ-оплывинъ 1889 года.

Поездка на перевалъ Санташъ.

Выѣхавъ изъ аула на Кень-су, обогнули съ W Сартъ-тологой и у его подножья направились вверхъ по долинѣ Тюба (Тюпа). Видные съ пути сѣверные склоны горъ Тасма сплошь „изъявлены“ старыми оплывинами (1889 г.?).

На поворотѣ Тюпа къ югу (а моего пути къ сѣверу), при прорѣзаніи имъ Сартъ-тологоя, видны выходы пластовъ; къ югу отъ выходовъ на склонѣ замѣтны и глыбы известняка, но неизвѣстно—выходы это или просто валуны.

Но сама рѣка обнажила здѣсь свиту пластовъ, перерѣзавъ ихъ почти вкрестъ простирания; къ сожалѣнью, на правомъ берегу (которымъ я ѣхалъ) эти пласты скрыты подъ рыхлыми наносами и остались лишь въ видѣ „дейки“ прочные песчаники; къ лѣвому же берегу рѣки, куда обрывомъ спускается свита, подойти нельзя изъ-за глубокой и быстрой рѣки.

Насколько можно судить съ прав. берега, простирание пластовъ NO 72°; падение \angle 74° къ NW.

По берегамъ Тюпа, на этомъ участкѣ его съ NS-ымъ направленіемъ, обнажается красная глина, залегающая участками между валунными нагроможденіями, составляющими берега.

Противъ пасѣки и лѣсопосады на р. Тюпъ опять выходы песчаниковъ, а подъ ними слои конгломератовъ, заключающихъ валуны съ человѣческую голову; среди мощной толщи этихъ конгломератовъ выходятъ кристаллическіе известняки съ *Endothyra* и кораллами; въ конгломератахъ включены также валуны этого известняка. Простирание конгломератовъ NW 282°; падение на SW, уголъ 50°. Повидимому, здѣсь же близко есть выходы и гранитовъ. Вообще—здѣсь явленіе контакта осадочныхъ и изверженныхъ породъ.—Въ этихъ же породахъ жилы фіолетоваго кальцита.

Сѣверные склоны горъ Чубаръ-джонъ сплошь въ оплывинахъ, между которыми есть нѣкоторыя и свѣжія. Но видѣтъ—изъ какого матеріала эти склоны сложены—мѣшаетъ отсутствіе обнаженій: почти вездѣ хорошій еловый лѣсъ.

Въ правомъ берегу Тюпа выходы діоритоваго порфирита (съ гранатами) и брекчій известняка; породы эти наблюдались и ниже по Тюпу; наблюдаются и выше этого мѣста. Встрѣчались еще выходы и краснаго гранита, и только-что упомянутыхъ конгломератовъ, кристаллическій же известнякъ продолжается по правому берегу Тюпа вплоть до расширенія его долины.

Съ перевала Санташъ до Пржевальска.

Станція Талдыбулакъ на перевалѣ.

Во время землетрясенія на станціи (а имѣются здѣсь лишь деревянныя станціонныя постройки) трубы попадали; печи остались цѣлы. Штукатурка мѣстами облупилась. Ударъ казался идущимъ съ NO (?); такъ полагали жители, разбуженные ударомъ. Въ горахъ къ W-у отъ станціи — одинъ маленькій осовъ дернового слоя. Степень 1.

Рѣчки, по которымъ почтовый трактъ поднимается на перевалъ Кизылъ-кія и спускается съ него (притокъ Тюпа, а потомъ р. Джергаланъ), обнажаютъ валуны, гальку и красную землю; сама дорога идетъ тоже все время по галькѣ и валунамъ; выходовъ твердыхъ породъ во всемъ Чубаръ-джонѣ не видно. Склоны заросли травой, еловымъ лѣсомъ; кой-гдѣ лежалъ еще зимній снѣгъ; много воды въ почвенномъ слой, — доходить до заболачиванія; поэтому растительный, дерновый слой на многихъ склонахъ, вслѣдствіе ударовъ землетрясенія (1910 г.), сползъ.

Горы Чубаръ-джонъ, горы Тасма, а также (сопровождающая долину Джергаланъ съ юга, у подножія Терскея, гряда — это все мнѣ представляется моренами когда-то шедшаго съ востока къ Иссыкъ-кулю обширнаго ледника.

Станція Джергаланъ. Она представляетъ съ полдесятка деревянныхъ построекъ. Ударъ шелъ съ запада. — Степень 1.

Южный склонъ долины Джергаланъ (Терскейскіе увалы) въ восточной части поросли ельникомъ; въ западной на немъ больше пашень: сѣверный склонъ долины (горы Тасма) голъ, и пашень тамъ мало. На этомъ сѣверномъ склонѣ, у подножія Тасма, отводятся участки новоселамъ и предполагено провести арыкъ.

Въ восточной своей части долина Джергаланъ кажется посрединѣ выше, чѣмъ подъ краевыми моренными грядами, куда, поэтому, „скатывается“ и рѣчка.

Южная гряда (у подножія Терскея) рѣзко кончается на срединѣ дороги между Джергаланомъ и Джергесомъ (гдѣ построенъ хорошій мостъ черезъ рѣку); изъ-за гряды вытекаетъ ручей Узу-чу. Здѣсь же, близъ моста, большое село съ деревянными строениями; насколько видно, повалилась одна труба, а другая потрескалась; на молебнѣ труба изъ кровельнаго желѣза покривилась. Другихъ поврежденій не видно. Степень V.

Ниже этого мѣста дорога идетъ по лѣвому склону долины, которая здѣсь имѣетъ тальвегъ уже посрединѣ.

Станція Джергесъ (селеніе „Графо-Паленовское“). Большое село изъ подавляющаго большинства деревянныхъ построекъ. Направленіе улицы $NO 45^\circ$. У двухъ домиковъ изъ саманнаго сырца стѣны дали трещины, и именно стѣны, перпендикулярныя къ улицѣ. На одной саманной постройкѣ довольно высокая печная труба, сложенная изъ сырца, дала лишь трещины, но не повалилась. Степень V.

Опросныя же свѣдѣнія таковы: трубы почти всѣ повалились; ударъ шелъ съ юго-запада.

Отъ Джергеса ближе къ Пржевальску, на склонахъ подножія Терскея, видны слѣды старыхъ оплывинъ; онѣ же видны на тѣхъ же склонахъ близъ Бѣлоключинской (Аксу).

Одной изъ задачъ описанныхъ маршрутовъ было опредѣлить, по какому изъ двухъ путей къ озеру Иссыкъ-кулю: 1) Зайцевка-Кегенъ-Пржевальскъ или 2) Джаркентъ-Санташъ-Пржевальскъ было-бы возможно произвести точную нивелировку для соединенія уровня Иссыкъ-куля съ долиной р. Или. Маршруты показали, что такую нивелировку единственно и возможно исполнить только по направленію Пржевальскъ-Джаркентъ.

Съемочныя работы въ маѣ 1911 года.

(табл. III, IV, V, VI, VII).

Съемочную работу требовалось начать съ трещинъ села Сазановки, куда я прежде всего и направился. По предварительномъ осмотрѣ сѣти трещинъ и района ихъ распространенія, я выбралъ для ихъ зарисовки масштабъ 100 саж. въ дюймѣ, а для выраженія рельефа мѣстности счелъ удобнымъ проведеніе горизонталей черезъ каждую сажень.

Такъ какъ въ этомъ мѣстѣ до берега озера Иссыкъ-куль отъ селенія остается около версты разстоянія, на каковомъ преобладаютъ низкія, болотистыя („сазовыя“) мѣста, гдѣ или совсѣмъ не появлялось трещинъ, или гдѣ онѣ уже къ маю мѣсяцу успѣли затянуться,—съемку здѣсь съ уровнемъ озера не связывалъ, а въ основу высоту взялъ условный горизонтъ въ 10 саж. начальной точки съемки.

Съемка оперта на сѣть треугольниковъ, углы которыхъ на мѣстности представлялись вѣхами и одна сторона которой (300 саж. вдоль телеграфной линіи) измѣрена мѣрною лентою. Прочія разстоянія опредѣлялись либо засѣчками, либо дальномѣрнымъ способомъ.—Для вычисленія превышеній, при малыхъ углахъ визирнаго прибора, служилъ масштабъ высотъ, а при крутыхъ углахъ—логариѳическая линейка, которая служила и для опредѣленія горизонтальныхъ проложеній визирныхъ линій.

Площади, гдѣ трещины или не проявлялись вовсе, или гдѣ онѣ ко времени съемки были уничтожены распашкой, инструментально не снимались, и горизонталі черезъ таковыя намѣчены на глазъ (пунктиромъ).

Что касается до грунтовъ, на которыхъ развились трещины въ этомъ районѣ, то всѣ нижнія (ниже шоссе) трещины произошли въ песчано-глинистомъ пахотномъ слоѣ,

подчасъ, около ручейковъ, получающемъ болѣе темный цвѣтъ отъ большого количества гумуса. Замѣченная глубина растрескиванія отъ $\frac{1}{2}$ до 2 аршинъ.

Нижняя изъ длинныхъ трещинъ (что повыше шоссе), трещинъ надвига, проходитъ тоже по суглинковому пахотному слою, но захватываетъ и нижній, галечный слой. Здѣсь отрѣзанная трещиною верхняя, сѣверная область надвинута на южную, опустившуюся, причемъ это опусканіе мѣстами доходитъ до 1,5 саж. по вышинѣ.

Наконецъ, самая сѣверная линія трещинъ проходитъ по валунно-галечнымъ выносамъ горныхъ рѣчекъ; часть трещинъ захватываетъ и граниты горныхъ отроговъ.

Площадь трещинъ около селенія Уйталъ снята въ томъ же масштабѣ—100 саж. въ дюймѣ, причемъ разстоянія опредѣлялись дальномѣрно, а нулевымъ горизонтомъ для высотъ принятъ уровень воды въ озерѣ Иссыкъ-куль.

Трещины проходятъ лишь по элювіально-аллювіальнымъ песчано-глинистымъ отложениямъ; ближе къ берегу озера песокъ преобладаетъ.

Сплошное опусканіе, сплошной сдвигъ разбитого на отдѣльныя глыбы поверхностнаго слоя—сдвигъ по направленію къ озеру Иссыкъ-куль, произошелъ въ пологой долинкѣ, гдѣ грунтовая вода были ближе всего къ поверхности.

Для съемки области трещинъ въ 10-ти верстахъ къ востоку отъ селенія Сазановки (урочище Ташъ-булакъ) примѣнены тотъ же масштабъ и тотъ же методъ, какъ и на двухъ предыдущихъ площадяхъ. Но здѣсь, кромѣ того, около двухъ точекъ сняты детали въ болѣе крупномъ масштабѣ: 20 сажень въ дюймѣ, при горизонталяхъ черезъ 0,25 саж. Именно, близъ точки „1“ сняты зигзагообразныя трещины надвига (Maulwurfsgangeffekt), состоящія изъ участковъ двухъ направленій; а близъ точки „2“ сдѣлана попытка выразить въ горизонталяхъ застывшія земляныя волны, произведенныя землетрясеніемъ,—волны, не давшія еще по всѣмъ гребнямъ трещинъ; в здѣсь замѣтно 2 пересѣкающіяся системы волнъ.

И въ этой области трещины опять-таки разорвали лишь суглинистую толщу, причемъ самая верхняя изъ трещинъ на глубину до 3-хъ сажень; лишь близкія къ берегу Иссыкъ-куля трещины, главнымъ образомъ трещины надвига, произошли почти въ чистомъ озерномъ пескѣ.—Область сплошнаго опусканія и выброса въ озеро (отъ чего въ озерѣ образовались маленькіе островки) въ верхней части захватываетъ тоже суглинки, а въ нижней—озерные пески.

Обвалъ въ Чонгъ-Кайнды изображенъ въ масштабѣ 200 саж. въ 1 дюймѣ, причемъ горизонтали проведены лишь черезъ каждыя 10 саж. ¹⁾ Въ виду опасныхъ кручъ (пробитыхъ трещинами), окружающихъ самый обвалъ, киргизы, нанятые въ качествѣ речниковъ, отказались подходить къ контуру обвала; поэтому онъ зарисованъ засѣчками съ 2-хъ мензурныхъ стоянокъ. Трещины на высотахъ, поросшихъ ельникомъ, нанесены глазомѣрной съемкой, при пользованіи буссолью.

¹⁾ Причемъ высоты считаются отъ произвольнаго горизонта.

Обвалъ произошелъ по трещинѣ, образовавшейся въ синевато-сѣромъ плотномъ известнякѣ.

Трещины въ саду Рафикова и на улицахъ Больше-Алматинской станицы изображены въ масштабѣ 50 саж. въ дюймѣ, съ сѣченіями для горизонталей черезъ 1 сажень.

Ориентировка плановъ вездѣ по магнитному меридіану.

Приложение 1.

Нѣкоторыя данныя о колебаніяхъ уровня подземныхъ водъ и подземномъ гулѣ во время землетрясенія 22 декабря 1910 г. (стар. ст.).

По опроснымъ листамъ Семирѣченскаго Статистическаго Комитета.

Мѣсто наблюденія.	Наблюдатель.	Колебаніе уровня воды въ колодцахъ и другихъ водоемахъ		Подземный гулъ (вопр. 8-й).		
		до землетрясенія (вопр. 1-й, б).	послѣ землетрясенія (вопр. 10-й, в).	Наблюдался ли до землетрясенія?	Въ какомъ направленіи слышался гулъ?	Сколько прошло времени между сотрясеніемъ и гуломъ?
1. Городъ Вѣрный . . .	Эгертъ; Титовъ . . .	Вода въ кол. прибывала.	—	—	Съ SO	1—2 сек.
" " " " . . .	М. С. Смирновъ . . .	—	—	да да усилив.	съ SO на NW	1 мин.
" " " " . . .	Сванъ Муромцевъ . . .	—	—	— да шумъ	съ S	—
" " " " . . .	Кучеръ техника Бамера	—	—	да	—	—
" " " " . . .	Учитель-инспекторъ Волковста	—	—	—	—	—
" " " " . . .	Почт.-тел. чиновникъ Платьевъ.	—	—	—	—	Почти неразличимо.
Ст. Мало-Алматынская	Урядникъ М. Чеботинъ	—	Остала на 1 арш. (въ кол.)	да	SO	Нѣск.сек.
2. Выс.Найскъ, Вѣри.у.	Учитель В. Толмачевъ	—	—	да	SW на NO	> 5 сек.
" " " " . . .	Псаломщикъ Горбуновъ	—	—	Глухой гулъ, вродѣ перекаты, жельба или отдален. грома	SO на NW	1—2 мин. до
3. Курдайская вол.	И. Болорогъ	—	—	да	съ O	Почти одновременно
4. Село Казанско-Богородское	Отарскій приставъ	—	Въ родн. и кол. воды прибывающ.	— да	—	—
" " " " . . .	Геромонахъ Агазангевъ	—	—	—	SO на NW	Одновременно.

Мѣсто наблюденія.	Наблюдатель.	Колѣбанія уровня воды въ колодцахъ и другихъ водоемахъ		Подземный гулъ (вопр. 8-й).			Сколько прошло времени между сотряс. и гуломъ?
		до землетрясенія (вопр. 1-й, б).	послѣ землетрясенія (вопр. 10-й, в).	Наблюдался ли		Въ какомъ направлении слышался гулъ?	
				до во время землетрясенія?	послѣ землетрясенія?		
32. Тышевская школа близъ Токмака . . .	Завѣд. училищемъ . . .	—	—	гулъ не прекращался въ теченіе 3—3 1/2 час.	—	съ 0	—
33. Торгов. мѣстечко при с. Б. Токмакъ . . .	Завѣд. полиц. частью . . .	—	—	—	—	Отъ Буарскаго ущелья	—
34. Сейкимовская вол. Пиннек. у. ущелье Кызылсай . . .	Вол. писарь Цыцрегъ . . .	—	—	—	—	—	1/2 мин.
Западно - Сукулукская вол. Пиннекского у.	" управитель	—	—	гулъ въ видѣ бури	—	—	—
35. Дамансартовская волость, Урочище Копь-тѣба и Кургаидеб.	Вол. управит. и писарь . . .	—	Въ иѣк. колодцахъ помутѣла.	—	гулъ	къ W	—
36. Село Ивановское, Пиннек. у.	" Бабкинъ	—	Уровень въ кол. повысился.	—	гулъ	—	иѣск. сек.
37. Урочище Чиналде Дулатовской вол., Пиннек. у.	Вол. управитель	—	—	гулъ, грохотъ, шумъ	—	—	2 сек.
38. Сел. Сукулукъ, Пиннек. у.	Завѣд. учил.	Сильное помутѣніе въ ключахъ и колодцахъ утромъ 22 дек.	—	гулъ	—	съ OSO на WNW	черезъ 4—5 сек. послѣ нах. гула трясеніе
39. Кукрекская вол., Пиннек. у.	Вол. управитель	—	—	—	гулъ	—	—
40. Джаркенгъ	Полковникъ Кала (?).	—	—	—	гулъ	OSO	—

Джаркентъ	Нач. почт.-тел. конторы	—	—	грохотъ, шумъ, какъ бы отъ сильн. вѣтра (похоже на проход. поезда въ урвѣ).	съ W	Одновременно.
"	Джаркентскій аѳоничій.	—	—	грохотъ и гулъ	—	—
"	Городской Приставъ .	—	—	гулъ, какъ отъ пустыхъ телегъ	—	—
41. Село Подгорное, Джаркент. у.	Нач. почт. отдѣленія .	—	—	—	—	—
Село Подгорное, Джаркент. у.	Слани. Кунищя	—	—	грохотъ, шумъ, гулъ	—	—
Село Подгорное, Джаркент. у.	Мирон. Судья Исаявъ .	—	—	гулъ	съ S на N	Безъ промежутка
42. Село Богословское, Джаркент. у.	Трофимъ Олазиренко .	—	—	гулъ	съ S	> 45 сек.
43. Выс. Хоргосскій, Джаркент. у.	Ильинъ (за выс. атамана)	—	Было.	гулъ	съ W	1 мин.
44. Село Николаевское, Джаркент. у.	Выселков. атаманъ Андреевъ	—	—	гулъ	—	—
45. Кульжа	Рус. Консулъ Федоровъ.	—	—	гулъ	—	—
46. Кональ	Чиновникъ	—	—	гулъ	съ SO	Точнасть же
"	Нач. почт. конторы . .	—	—	гулъ	съ S	∞ 3 мин.
"	Лѣснич. Кональск Лѣси.	—	—	—	—	—
47. Карабулакъ, Кональск. у.	Нач. отд. (?) Иконниковъ	—	—	оч. сильн. гулъ	—	—
48. Высел. Арасанскій, Кональск. у.	Казакъ Чербаевъ . . .	—	—	сильный звукъ (доннувшой грашовой вѣтры)	—	—
Высел. Арасанскій, Кональск. у.	Слани. Лебедневскій . .	—	—	гулъ	—	—

Мѣсто наблюденія.	Наблюдатель.	Колебанія уровня воды въ колодцахъ и другихъ водоемахъ		Подземный гулъ (вопр. 8-й).			Сколько прошло времени между началом сейсмическаго сотраса и гудомъ?
		до землетрясенія (вопр. 1-й, б).	послѣ землетрясенія (вопр. 10-й, в, г).	Наблюдался ли		Въ какомъ направленіи слышался гулъ?	
				до	во время		
49. Высел. Аксуйскій, Копальск. у.	Выселков. атаманъ Свѣдлинковъ	—	—	—	—	—	—
50. Стан. Саркавская, Копальск. у.	Нач. почт.-тел. конторы Сторчаковъ	—	—	—	—	—	—
51. Село Баскавское, Копальск. у.	Учитель Шестаковъ	—	—	—	—	—	—
52. Село Гавриловское, Копальск. у.	приходск. уч-ща	—	—	—	—	—	—
53. Село Луговое, Копальск. у.	Атлантъ-Фельскій уч. приставъ	—	—	—	—	—	—
54. Уроч. Дунгъ-гана, Копальск. у.	Священникъ Садовскій.	—	—	—	—	—	—
55. Ст. Фольбуумовская, Копальск. у.	Управа с.х. школой Бозковъ	—	—	—	—	—	—
56. Сел. Герасимовское, Лепсинск. у.	Урядникъ Ечодовъ	—	—	—	—	—	—
57. Оз. Ала-куль	Завѣд. учил. Петровъ	—	—	—	—	—	—
58. Село Копальск. у.	Рыбаки	—	—	—	—	—	—
59. Село Копальск. у.	Священникъ и псаломщикъ	—	—	—	—	—	—

SW

гулъ

гулъ

гулъ

гулъ

гулъ

гулъ

гулъ

SW

3 мин.

Мѣсто наблюденія.	Наблюдатель.	Колѣбанія уровня воды въ колодцахъ и другихъ водоемахъ		Подземный гулъ (вопр. 8-й).			
		до асимметрии сося (вопр. 1-й, б).	послѣ землетрясенія (вопр. 10-й, б).	Наблюдался ли		Въ какомъ напрѣвленіи слышался гулъ?	Сколько времени между сотрас. и гудомъ?
				до землетрясенія.	послѣ		
60. Салаювка, Пржевьск. у.	Н. Юзфовичъ, окончивъ 8 классовъ гимназію . . .	—	Вода въ кол. помутнѣла.	гулъ	—	—	10 сек.
61. Село Покровское, Пржевальск. у. . .	Завѣд. врих. уч.	—	—	гулъ	—	—	тогда же
Село Покровское, Пржевальск. у. . .	Старш. объѣзд. Губинъ . . .	—	—	гулъ	—	съ W	нѣск. сек.
62. Джаргаланск. дача, Пржевальск. у. . .	Младшій объѣздчикъ	—	—	гулъ	—	съ NW на O	2-5 мин
63. Вознесенская вол., Пржевальск. у. . .	Воз. старш. Захаренко	Прибыли и помутнѣніе въ колодцахъ.	Спадъ воды.	—	гулъ	съ O на W (2 мин.)	—
64. Станица Николаевская, Пржевьск. у. . .	Стан. атаманъ Ивановъ	—	Вода въ колодцахъ убывла и носоловилла.	—	—	съ S на N ∞ 1 мин.	—
65. Село Преображенское, Пржевьск. у. . .	Младшій объѣздчикъ Бутенко	Убавленіе и помутнѣніе воды въ колодцахъ.	—	да	—	съ S на N	5 мин.
Село Преображенское, Пржевьск. у. . .	Младшій объѣздчикъ Бондаренковъ	Помутнѣніе въ рѣчкахъ и колодцахъ.	—	гулъ	—	съ N на S	2 мин.
66. Теплоключенская (дача), Пржевьск. у. . .	Младшій объѣздчикъ	—	—	—	гулъ	съ W на O	3 мин.
Село Теплоключенское, Пржевьск. у. . .	Священникъ	—	—	—	шумъ	—	—
Село Теплоключенское, Пржевьск. у. . .	Завѣд. уч. Абамовъ	—	—	—	шумъ	—	—

Землетрясения въ гор. Вѣрномъ, по наблюденіямъ С. Е. Дмитріева
(Первогильдейская ул., д. № 247) съ $\frac{22 \text{ декабря } 1910 \text{ г.}}{4 \text{ января } 1911 \text{ г.}}$ по $\frac{28 \text{ мая } 1911 \text{ г.}}{10 \text{ июня } 1911 \text{ г.}}$

№№ по порядку		Часы.	Мин.
общ.	дни.		
1	1		
		22 декабря 1910 г. (4 янв. 1911 г.). Сильное землетрясение, съ разрушеніемъ зданій и человѣческими жертвами, продолжительность около 6 минутъ, стѣнные часы остановились на .	
2	2	4	38a
3	3	4	49
4	4	5	2
5	5	5	11
6	6	5	24
7	7	5	51
8	8	7	24
9	9	8	9
10	10	8	35
11	11	2	0p
12	12	2	47p
13	13	3	2
14	14	3	29
15	15	5	30
16	16	5	45
17	17	6	0p
18	18	6	20p
19	19	6	48
20	20	7	6 ^{1/2}
21	21	7	30 ^{1/2}
22	22	8	6 ^{1/2}
23	23	8	10
24	24	8	42 ^{1/2}
25	25	9	10p
26	26	9	40p
27	1	10	24p
28	2	2	0a
29	3	2	24a
30	4	3	8
31	5	3	17
32	6	4	26

23 декабря/5 января

" "

" "

№№ по порядку.

общ.	дни.		Часы.	Мин.
33	7		5	45a
34	8		2	0p
35	9		2	51p
36	10		5	45p
37	11		5	57p
38	12	Гуль, ударъ, дрожаніе	7	32 ¹ / ₂
39	13		8	52p
40	1	24 декабря/6 января	4	45a
41	2		6	23
42	3		6	25
43	4		7	13
44	5		9	30
45	6		11	0a
46	7		3	2p
47	1	25 декабря/7 января	12	4a
48	2		5	56a
49	3		6	21
50	4		7	17
51	5		10	55a
52	6		3	30p
53	7		8	50p
54	1	26 декабря/8 января	12	27a
55	2		2	45a
56	3	Сильный ударъ	3	7a
57	4		7	25
58	5		8	55p
59	6	Двойной ударъ.	9	46p
60	1	27 декабря/9 января	5	0a
61	2		6	35a
62	3	Сильный ударъ безъ гула; испугъ жителей; лампа качалась W—O	9	4 ¹ / ₂
63	4		3	19p
64	5	Съ гуломъ	5	46
65	6	Ударъ	5	50 ¹ / ₂
66	7	Двойной вертикальный ударъ	10	28 ¹ / ₂ p
67	8	Сильный ударъ	10	43 ³ / ₄
68	9	Сильный ударъ съ гуломъ	10	45
69	10	Толчекъ	11	0p
70	11	Сильный ударъ и колебаніе 20 секундъ; лампа дрожала и слегка качалась SW—NO	11	18p
71	1	28 декабря/10 января	2	9a
72	2		3	30a
73	3		5	5a
74	4		10	57 ¹ / ₂ p
75	5		11	48 ¹ / ₂ p
76	1	29 декабря/11 января. Слабый толчекъ	1	27a
77	2		2	33
78	3		4	50
79	4	Сильный ударъ	5	52
80	5	Ударъ и колебаніе 7 секундъ	11	21a
81	6		11	48p
82	1	30 декабря/12 января	1	16a

№№ по порядку			Часы. Мин.	
общ.	дни.			
83	2	Дрожаніе 4 секунды	1	58 ¹ / ₂ a
84	3	Волнообразіе	4	53
85	4		5	50a
86	5	Гуль и ударъ	7	10a
87	6	Ударъ съ SW	7	31a
88	7	Сильный двойной ударъ съ дрожаніемъ всего дома въ теченіе 23 сек.; лампа качалась SW—NO съ размахомъ до 12°, черезъ 12 минутъ качаніе лампы S—N; кошка убѣжала изъ дому.	11	52p
89	1	31 декабря/13 января. Сильный, короткій ударъ.	12	49a
90	2	Ударъ слабе	1	21 ¹ / ₂ a
91	3	Съ гуломъ	1	48
92	4		3	31a
93	5		4	7a
94	1	1/14 января 1911 г. 2 удара черезъ 10 секундъ .	3	32 ¹ / ₂ a
95	2	Сильное сотрясеніе 14 секундъ, съ гуломъ . . .	6	2a
96	3	Дрожаніе 7 секундъ	7	47 ¹ / ₂ a
97	4	Сильное сотрясеніе 13 секундъ, дребезжаніе стеколъ	1	24p
98	5	Очень сильный ударъ, 2-й по силѣ послѣ 22/XII; люди проснулись, выбѣжали изъ домовъ; дома дрожали, штукатурка начала отваливаться, картина на W стѣнѣ сорвалась и упавъ на диванъ, склонилась на N; зеркало на N стѣнѣ своимъ W краемъ повернулось къ S градусомъ на 10°, украшеніе этого зеркала упало на полъ прямо на S, сткланки и подсвѣчникъ упали съ комода тоже на S, цѣпоть въ гостиной упавъ на NW; на туалетѣ пузырьки попадали на N, O, W; треснуло оконное стекло съ W, лампа качалась по эллипсу W—O.	11	Op
99	6	Второй сильный ударъ; часы на N стѣнѣ остановились; качаніе лампы, паденіе предметовъ; люди выбѣжали	11	12p
100	7	Гуль и слабый толчекъ	11	24p
101	1	2/15 января. Слабый толчекъ	1	2 ¹ / ₂ a
102	2	Очень слабый ударъ	1	46a
103	3	Продолжительное сотрясеніе съ гуломъ, около 20 секундъ, но не очень сильное; нигдѣ не трещало	2	22a
104	4	Сотрясеніе съ гуломъ 23 секунды, слабый трескъ стѣны	2	29a
105	5	Слабый ударъ	2	50a
106	6	Короткій ударъ	5	33p
107	7	Тоже	6	56p
108	1	3/16 января. Ударъ съ гуломъ	12	23a
109	2	Слабый ударъ	12	39a
110	3	Съ дрожаніемъ дверецъ шкафа	1	39
111	4	Колебаніе 19 секундъ	10	36a
112	5	Толчекъ	3	2p
113	1	4/17 января. Слабое сотрясеніе	4	19a

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ ВЪ СЪВЕРНЫХЪ ЦЪПЯХЪ ТЯНЬ-ШАНЯ 22 ДЕКАВРЯ 1910 Г. 191

№№ по порядку			Часы. Мин.	
общ.	дни.			
114	2	Колебание 4 сек.	10	39a
115	3	Слабый толчекъ	6	20 ¹ / ₂ p
116	1	5/18 января	2	48a
117	2		3	2a
118	3	Слабый толчекъ	8	18p
119	4	Вибрация, ощущаемая лежа, продолж. около 1 мин.	9	33p
120	5	Тоже	11	21p
121	1	6/19 января. 2-й ударъ	12	15 ¹ / ₂ p
122	2	Тоже двойной ударъ (2-ой сильнѣе)	3	1p
123	3	Вибрация (дрожание).	4	10p
124	4	Тоже	11	58p
125	1	7/20 января. Вибрация.	12	31a
126	2	Слабое волнообразное колебание.	1	45a
127	3	Ударъ и колебание	4	32a
128	4	Ударъ	2	4p
129	1	8/21 января. Слабый ударъ	7	17p
130	1	9/22 января. Ударъ.	2	55a
131	2		6	38
132	3		11	0a
133	4		3	4p
134	5	Волнообразное 4 секунды, стѣны трещали	5	22 ¹ / ₂ p
135	6	Дрожание 30 секундъ	10	48 ¹ / ₂ p
136	7	Толчекъ	11	30p
137	1	10/23 января. Толчекъ.	3	20a
138	2	Сильный отрывистый ударъ, на подобіе выстрѣла; весь домъ дернуло	5	32a
149	1	11/24 января. Небольшое колебание	6	0a
140	2	Толчекъ	10	30p
141	1	12/25 января. Толчекъ съ гуломъ	4	7p
142	2	Двойной ударъ, второй сильнѣе, сотрясение 4 сек. и болѣе слабая вибрація 50 сек.; стѣны трещали	4	59 ¹ / ₂ p
143	3	Слабый толчекъ	9	24p
144	4	Ударъ, гулъ, дрожание.	11	39p
145	1	13/26 января. Ударъ	2	39a
146	2	Тоже; стѣны трещали	6	0a
147	3	Тоже	12	15p
148	4	Короткій ударъ	10	18p
149	1	14/27 января. Ударъ и дрожание съ гуломъ	2	2 ¹ / ₂ a
150	2		3	39a
151	3	Слабое колебание.	5	15a
152	4		6	16a
153	5	Ударъ	11	53a
154	6	2 удара, второй сильнѣе, колебание 20 сек. (стѣны трещали).	8	46 ¹ / ₂ p
155	7	Ударъ	10	55p
156	1	15/28 января. Отрывистый ударъ	3	0a
157	2	Слабый ударъ	1	34p
158	3	Вибрация около ¹ / ₂ мин.	8	40p
159	1	16/29 января. Двойной ударъ съ гуломъ; стѣны трещали, лампа качалась S-N	3	4a
160	2	Колебание и гулъ 1 мин.	4	56a

№№ по порядку			Часы. Мин.	
общ.	дня.		Часы.	Мин.
161	1	17/30 января. Двойной ударъ, качаніе вертикальнаго маятника SO—NW	5	9a
162	2	Ударъ слабѣе	5	35a
163	3	Тоже	5	38a
164	4	Тоже	5	46a
165	5	Дрожаніе	6	26a
166	6	Тоже	6	40a
167	7	Толчекъ	7	0a
168	1	18/31 января	1	59a
169	2	Двойной ударъ съ гуломъ	4	38a
170	3	Дрожаніе	5	46
171	4	Тоже	6	10
172	5	Толчекъ	6	28
173	6	Дрожаніе	6	55a
174	7	Слабый толчекъ	1	50p
175	8	Тоже	4	23p
176	9	Тоже	6	21p
177	10	Тоже	6	27 ¹ / ₂
178	11		8	9p
179	12		10	11p
180	1	19 января/1 февраля. Слабый ударъ	12	16a
181	2	Двойной слабый	1	17a
182	3	Колебаніе	3	47a
183	4	Ударъ; качаніе лампы	3	7p
184	1	20 января/2 февраля. Два слабыхъ удара; короткий трескъ стѣнъ	1	45a
185	2	Ударъ съ востока; стукнула дверь, скрипнула гардеробъ	5	43a
186	1	21 января/3 февраля. Сильный ударъ и дрожаніе 16 сек.; трескъ во всемъ домѣ	12	29 ¹ / ₂ a
187	2	2 удара	6	1a
188	3	Ударъ	1	0p
189	1	22 января/4 февраля. Ударъ; стукнуло снизу	12	30a
190	2	Очень сильный, короткий ударъ съ гуломъ; домъ двинуло	1	39a
191	3	Колебаніе 40 секундъ	2	3
192	4	Ударъ	6	30a
193	1	23 января/5 февраля. Сильный толчекъ	2	0a
194	2		2	53
195	3		4	35a
196	4	Легкое колебаніе	4	50a
197	5	Тоже; еще тише	4	55
198	6	Ударъ	5	14a
199	7	Сильный ударъ; двинуло съ мѣста; стѣны трещали; дребезжаніе стеколъ, лампы и отвѣсы качаются W—O	7	51 ¹ / ₂ p
200	8	Ударъ	10	56p
201	1	24 января/6 февраля. Ударъ и колебаніе 6 сек.; скрипнула стѣна, задрожалъ подсвѣчникъ	2	10a
202	2	Сильное колебаніе съ гуломъ	7	0a
203	3	Колебаніе болѣе слабое съ гуломъ	7	15a
204	4	Два сотрясенія	4	17p

№№ по порядку			Часы. Мин.	
общ.	дни.		Часы.	Мин.
205	1	25 января/7 февраля. Гулъ и ударъ	3	29p
206	1	26 января/8 февраля. Ударъ и колебаніе	4	55p
207	1	27 января/9 февраля. Слабый ударъ и черезъ 4 секунды 2 подъ рядъ сильныхъ, заставив- шихъ стѣны громко скрипнуть; затѣмъ ко- лебаніе 15 секундъ. Легкое качаніе лампы W—O.	2	37a
208	1	28 января/10 февраля. Ударъ съ гуломъ	6	30a
209	2	Гулъ и толчекъ; трещали стѣны	11	45p
210	1	29 января/11 февраля. Гулъ и ударъ	2	3a
211	2	" " Тоже.	7	4a
212	3	Сотрасеніе	1	30p
213	4	Тоже	9	0p
214	5	Ударъ.	11	0p
215	1	30 января/12 февраля. Ударъ съ гуломъ	3	4p
216	1	31 января/13 февраля	2	0a
217	1	1/14 февраля	10	52a
218	1	2/15 февраля	3	3a
219	2	Два толчка	6	50p
220	1	3/16 февраля	5	0a
221	1	4/17 февраля	12	ч. ночи
222	1	5/18 февраля. Два толчка.	5	0a
223	1	6/19 февраля. 2 сильныхъ удара	6	50a
224	2	2 удара	8	45a
225	1	8/21 февраля	2	0a
226	2	" "	7	0a
227	1	10/23 февраля. Легкое колебаніе	7	0a
228	2	Слабый толчекъ	9	0p
229	1	11/24 февраля. Сильный толчекъ	2	0p
230	1	12/25 февраля. Тоже	11	10a
231	1	14/27 февраля. 2 сильныхъ толчка	12	ч. дни
232	1	15/28 февраля. 2 удара	2	13a
233	2	2 сильныхъ толчка	4	22a
234	1	18 февраля/2 марта. Ударъ, качаніе лампы	5	0p
235	1	21 февраля/5 марта. Сильный толчекъ	4	0p
236	1	24 февраля/8 марта. 2 удара черезъ 2 секунды, второй сильнѣе, стѣны скрипнули	12	36a
237	2	Ударъ	12	51a
238	3	" "	5	18a
239	1	27 февраля/11 марта. Колебаніе	4	24p
240	1	28 февраля/12 марта. Ударъ.	5	22p
241	2	Слабый ударъ	6	0p
242	1	1/14 марта	10	41a
243	1	3/16 марта. Сильный ударъ	5	0p
244	1	4/17 марта	4	30a
245	1	7/20 марта. Продолжительный гулъ	2	0a
246	1	8/21 марта. Двойной ударъ съ предварительнымъ гуломъ	12	13p
247	1	10/23 марта. Гулъ и дрожаніе	4	40a
248	2	Ударъ	9	0a
249	1	11/24 марта. Ударъ съ гуломъ	7	27a
250	1	13/26 марта. Слабый ударъ	8	0a
251	2	Ударъ съ гуломъ.	8	8p

№№ по порядку			Часы	мин.
общ.	дни.			
252	1	16/29 марта. Ударъ	2	0a
253	1	17/30 марта	1	0a
254	2		9	0p
255	1	18/31 марта. Двойной ударъ	4	48a
256	1	19 марта/1 апрѣля. Ударъ	6	0p
257	1	20 марта/2 апрѣля. Ударъ снизу; лампа качалась.	8	45a
258	1	23 марта/5 апрѣля. Гулъ, черезъ 20 секундъ слабый ударъ, черезъ 5 сек. сильнѣе; стѣны скрипнули	12	49a
259	2	Сильный, но короткий ударъ	5	37p
260	1	26 марта/8 апрѣля. Два сильныхъ удара черезъ 2 секунды; весь домъ двинуло, лампа качается	5	9p
261	1	27 марта/9 апрѣля. Слабый ударъ и колебаніе	12	42 ¹ / ₂ p
262	1	28 марта/10 апрѣля	4	43p
263	1	29 марта/11 апрѣля. Гулъ и двойной ударъ	2	6a
264	1	30 марта/12 апрѣля. Ударъ и колебаніе	11	55p
265	1	1/14 апрѣля. Ударъ съ гуломъ	12	20p
266	1	3/16 апрѣля. Гулъ, ударъ, колебаніе; лампа качалась	5	27a
267	2	Ударъ	11	0p
268	1	4/17 апрѣля	2	0a
269	1	7/20 апрѣля	2	0p
270	1	9/22 апрѣля. Колебание	1	4p
271	1	12/25 апрѣля. Ударъ	4	50a
272	1	9 апрѣля/2 мая. Гулъ, сотрясеніе всего дома съ трескомъ, паденіемъ предметовъ; лампа качалась SW—NO	2	12a
273	1	24 апрѣля/7 мая. Ударъ	10	0a
274	1	25 апрѣля/8 мая. 2 удара съ гуломъ, дрожаніе и стукъ лампы	1	30a
275	2	Опять задрожала лампа и черезъ 17 секундъ толчекъ; скрипнули стѣны дома; потомъ опять дрожаніе лампы до 30 сек.	1	50 ¹ / ₂ a
276	3	Ударъ	6	54a
277	1	26 апрѣля/9 мая. Ударъ и колебаніе	4	54a
278	1	29 апрѣля/12 мая. Слабый ударъ и колебаніе	2	55a
279	2	Сильный ударъ; стѣны скрипнули; посыпалась штукатурка	3	10a
280	3	Слабѣе	3	11a
281	4	Тоже	3	34a
282	5	2 удара, черезъ 3 секунды, черезъ 15 сек. еще одинъ—слабый	7	23p
283	1	30 апрѣля/13мая. Ударъ	9	48a
284	2	Колебание	7	16p
285	1	4/17 мая. Ударъ съ гуломъ	7	18p
286	1	5/18 мая	9	22p
287	1	8/21 мая	12	21a
288	1	9/22 мая. Сильный ударъ	1	4p
289	1	14/27 мая	8	1p
290	1	15/28 мая. Сильный ударъ	4	35a
291	1	19 мая/1 іюня. Ударъ и колебаніе 17 секундъ	4	7p

№№ по порядку			Часы	мин.
общ.	дни.			
292	2	Ударъ	10	15р
293	1	21 мая/3 июня. Ударъ	5	6р
294	1	22 мая/4 июня. Ударъ	1	15а
295	1	24 мая/6 июня. Ударъ; лампа качается	8	15р
296	1	25 мая/7 июня. Гулъ; ударъ (черезъ 4 сек.)—домъ двинуло; дрожаніе 16 секундъ	10	56р
297	1	26 мая/8 июня. Ударъ	4	40а
298	1	27 мая/9 июня. Ударъ съ юго-востока; домъ дви- нуло	1	3а
299	2	Колебаніе	7	53р
300	1	28 мая/10 июня. Ударъ	2	13а

Въ 1911 г. въ Обществѣ Архитекторовъ-Художниковъ, подъ предсѣдательствомъ графа Сюзора, возникла мысль содѣйствовать борьбѣ съ послѣдствіями землетрясеній разработкой различныхъ вопросовъ, связанныхъ съ устройствомъ наиболее стойкихъ строеній. Изъ среды Общества была избрана Комиссія, въ составъ которой былъ причисленъ и я. Комиссія рѣшила прежде всего собрать всѣ имѣющіяся уже обязательныя постановленія въ отношеніи техническихъ условій и нормъ, принятыхъ для проектированія строеній въ мѣстностяхъ, подверженныхъ землетрясеніямъ.

Для Туркестанскаго края мною были уже собраны такія постановленія; Комиссія обратилась также въ Закаспійскую область и Бакинскую губернію, откуда и были получены соотвѣтствующіе матеріалы. Графъ Сюзоръ предоставилъ въ распоряженіе Комиссіи сборникъ постановленій, изданный въ Италіи въ 1909 г. Изъ Чили не было получено отвѣта, а для Калифорніи, если и нѣтъ пространныхъ обязательныхъ постановленій, по крайней мѣрѣ нѣтъ такіе не извѣстны, имѣются очень обстоятельныя техническія заключенія различныхъ правительственныхъ Комиссій, собиравшихся послѣ землетрясенія 1906 г. ¹⁾, и отдѣльныхъ авторовъ. Изъ числа многочисленныхъ трудовъ въ этомъ направленіи въ Италіи ²⁾ особеннаго вниманія заслуживаютъ работы М. Baratta ³⁾. Изъ работъ болѣе старыхъ слѣдуетъ указать, конечно, труды Мильна ⁴⁾, а изъ болѣе новыхъ рядъ статей, изданныхъ Imper. Earthquake Investigation Committee ⁵⁾. Для Россіи, если исключить популярныя статьи, можно сказать, техническая литература очень ограничена; кромѣ упомянутыхъ работъ полковника Зенкова (см. стр. 105), можно указать

¹⁾ The San Francisco Earthquake and Fire of April 18, 1906 and their Effects on structures and structural Materials. Un. Stat. Geol. Survey, Bull. № 324, 1907.

The California Earthquake of April 18, 1906. Report of the State Earthquake Investigation Commission. In two volumes and Atlas. Washington 1908.

Charles Derleth, The Destructive Extent of the California Earthquake. San Francisco 1907.

Himmelwright, The San Francisco Earthquake and Fire. New York 1906.

²⁾ Fed. Sacco, Edilizia sismologica. Norme Generalie bibliografia. Perugia 1908.

³⁾ M. Baratta, Le nuave costruzioni in Calabria dopo il disastroso terremoto dell' 8 Settembre 1905. Boll. Soc. sismol. ital. XII, 1908.

⁴⁾ John Milne, Construction in earthquake countries: a compilation with a few original articles respecting building in earthquake countries. Trans. Seis. Soc. Japan, Vol. XIV, 1889—1890.

⁵⁾ Статьи Omori и другихъ.

еще одну техническую работу ¹⁾, но касающуюся только Калифорніи. Съ другой стороны, въ Россіи раньше, чѣмъ въ другихъ странахъ, обратили вниманіе на необходимость правительственной регламентаціи типовъ строеній, допустимыхъ въ областяхъ, подверженныхъ землетрясеніямъ. Результатомъ такихъ заботъ явился рядъ основныхъ правилъ, примѣняемыхъ въ различныхъ мѣстностяхъ. Въ II части настоящей работы мною изложены нѣкоторыя соображенія относительно антисейсмическихъ построекъ, и здѣсь я нахожу полезнымъ переиздать сводъ дѣйствующихъ въ Россіи правилъ, расположивъ ихъ по областямъ и въ хронологическомъ порядкѣ. Для сравненія мною приводятся также инструкція и правила, изданныя въ 1909 г. въ Италіи. Переводъ этой технической инструкціи сдѣланъ съ нѣкоторыми, очень незначительными, сокращеніями, но по возможности, очень близко къ подлиннику; техническая редакція перевода была любезно сдѣлана гражд. инж. А. И. Носалевичемъ, специально интересующимся антисейсмическими постройками. Считаю своимъ пріятнымъ долгомъ выразить здѣсь еще разъ свою искреннюю признательность А. И. Носалевичу за его товарищескую помощь въ общемъ для насъ дѣлѣ.

¹⁾ Баумгартенъ, воен. инж., Землетрясеніе въ С. Франциско. Инженерный Журналъ, 1908.

ТУРКЕСТАНЪ.

Мѣры, указанныя Техническо-Строительнымъ Комитетомъ, которыя необходимо примѣнять въ городскихъ поселеніяхъ Семирѣченской области, утвержденныя Министерствомъ Внутреннихъ Дѣлъ 16 августа 1889 года.

- 1) При составленіи проектовъ строеній имѣть въ виду наименьшіе размѣры отдѣльныхъ помѣщеній, какіе могутъ быть допущены безъ ущерба цѣлесообразности зданій, и соединять эти помѣщенія въ одномъ зданіи въ наименьшемъ по возможности числѣ.
- 2) Смотря по назначенію зданій, давать имъ въ планѣ форму круга или прямоугольника. Въ послѣднемъ случаѣ длинныя стороны слѣдуетъ проектировать приблизительно параллельно волнамъ землетрясеній, а короткія перпендикулярно волнамъ.
- 3) Стѣны могутъ быть возводимы:
 - а) Деревянная рубленныя съ остаткомъ не менѣе, чѣмъ въ 8 верш., и скрѣпленныя по длинѣ вертикальными желѣзными сквозными ершами. Размѣры клѣтей сообразовать съ длиною балокъ для перекрытій. Поперечныя стѣны располагать на разстояніи отъ 3 до 4 сажень, скрѣпляя промежуточные простѣнки вертикальными сжимами. Въ случаѣ необходимости превзойти 4-хъ саженную длину устраивать коротыши, связывая противуположенныя между собою стѣны цѣльными, проходящими на горизонтѣ половыхъ и потолочныхъ балокъ деревянными связями. Снаружи стѣны полезно обшивать досками, такъ какъ прибоины служатъ скрѣпленіемъ стѣнъ, а обшивка защитой отъ воды.
 - б) Деревянная остовочныя (фахверковыя), составленныя по схваточной системѣ, свинченныя болтами и приведенныя въ устойчивую систему, при помощи раскосовъ. Заполненіе промежутковъ производить деревомъ или соломенно-глиняными коврами по способу Красноуфимскаго реальнаго училища. Такія стѣны могутъ быть возводимы высотою въ два этажа; первый не выше $4\frac{1}{2}$, а второй не выше $3\frac{1}{2}$ арш.
 - в) Кирпичныя, сложенныя по извести, лучше по цементу, толщиной не менѣе 0,33 саж., при длинѣ между поперечными стѣнами до 6 саж. При большей длинѣ, укрѣплять стѣны наружными контрфорсами.
 - г) Бетонныя набивныя на известковомъ или цементномъ растворѣ. Бетонъ соста-

влять изъ кирпичнаго щебня, величиною до 1 куб. вершка, песку и извести или цемента въ пропорціяхъ, выясненныхъ непосредственными опытами.

д) Глинобитныя, составленныя изъ глины съ примѣсью волокнистыхъ веществъ.

Примѣчаніе. Бетоннымъ и глинобитнымъ стѣнамъ придавать въ профили форму трапеціи, утоняющейся къ верху. Толщина стѣнъ въ высшей точкѣ не менѣе 0,33 саж. Разстояніе между поперечными стѣнами и употребленіе набивныхъ контрфорсовъ, какъ въ кирпичныхъ стѣнахъ.

е) Мазанковыя, но съ тѣмъ, чтобы остовъ составленъ былъ изъ прочно-связанныхъ между собою жердей, съ употребленіемъ раскосовъ.

ж) Для возведенія фундаментовъ и цокольныхъ стѣнъ допускаются способы, указанные подъ лит. в. и г., а также можно употреблять естественный камень, приведенный въ форму параллелопипедовъ, съ употребленіемъ сквозныхъ поперечныхъ стыковъ.

з) Не допускать устройства стѣнъ изъ камней неправильной формы или сложенныхъ на глиняномъ растворѣ, а также облицовку стѣнъ камнемъ или кирпичемъ.

и) Для соединенія деревянныхъ стѣнъ съ фундаментомъ и цоколемъ слѣдуетъ сдѣлать надлежащія скрѣпленія въ предупрежденіе возможности отдѣленія этихъ частей одной отъ другой.

4) Для увеличенія прочности кирпичныхъ и бетонныхъ стѣнъ закладывать желѣзныя связи: горизонтальныя, изъ полосоваго желѣза, подъ фундаментомъ и на горизонтахъ расположенія какъ половыхъ, такъ и потолочныхъ балокъ; вертикальныя изъ круглаго или брусковаго желѣза во всѣхъ пересѣченіяхъ стѣнъ, соединяя такимъ образомъ горизонтальныя связи съ вертикальными въ одинъ общій остовъ. Для возможности регулированія натяженія связей при перемѣнахъ температуры, употреблять деревянные клинья.

5) Своды для покрытія подвальныхъ этажей допускаются съ употребленіемъ полуциркульныхъ кривыхъ направляющихъ и съ горизонтальною забуткою до верха свода. Своды для покрытія жилыхъ строеній или помѣщеній не должны быть допускаемы, какъ и вообще всякія приспособленія, могущія производить распоръ на стѣны.

6) Полы и потолки:

а) Деревяннымъ балкамъ давать прямоугольное поперечное сѣченіе съ отношеніемъ сторонъ, какъ 5:7; размѣры балокъ по высотѣ должны быть не менѣе $\frac{1}{24}$ части пролета и не менѣе 4 верш.

б) Половыя балки въ деревянныхъ строеніяхъ располагать на первомъ вѣнцѣ и подкрѣплять шпренгелями, упираемыми въ нижнюю часть цоколя, для предупрежденія сдвигенія стѣнъ съ мѣста. Для устраненія сброса стѣнъ употреблять вертикальныя заложеныя въ землю схватки или желѣзныя скобы, задѣланныя въ каменную кладку фундаментовъ, обхватывающія половыя балки.

в) Балки укладывать цѣльными, по возможности, черезъ все строеніе; въ случаѣ стычныхъ балокъ, на среднихъ стѣнахъ или столбахъ, соединять ихъ зубомъ и скрѣ-

плать желѣзными скобами. На наружныхъ стѣнахъ кирпичныхъ и деревянныхъ располагать балки во всю толщину съ употребленіемъ подъ концами ихъ мауерлатовъ, скрѣпляя ихъ со стѣнами: въ первомъ случаѣ скобами со штырями длиною не менѣе $1\frac{1}{2}$ арш., во второмъ случаѣ сквороднями. Если балки служатъ стропильною затяжкой, то концы выпускаются за стѣну настолько, насколько это требуется для образованія прочнаго соединенія затяжекъ со стропильными ногами.

г) Черные полы дѣлать простильные въ закрой со смазкою изъ глины, смѣшанной съ волокнистыми веществами.

д) Для чистой отдѣлки потолка употреблять или досчатую чистую обшивку, или тонкую штукатурку по войлоку. Растворъ для штукатурки долженъ быть составленъ изъ алебастра съ примѣсью коровьяго волоса; избѣгать тягъ и карнизовъ съ большими наметами или замѣнять ихъ тягами деревянными или изъ папье-маше.

е) Полы въ нижнихъ этажахъ могутъ быть каменные, асфальтовые или деревянные, во вторыхъ-же этажахъ допускаются полы только деревянные.

7) Крыши:

а) Стропила необходимо дѣлать висячія, обращая потолочныя балки въ затяжки и надлежаще скрѣпляя ихъ со стѣнами и между собою для обезпеченія устойчивости. Если представляется возможность имѣть одну и болѣе подпорныхъ точекъ между наружными стѣнами, то стойки въ этихъ точкахъ слѣдуетъ вводить въ общую систему принятаго для стропилъ типа.

б) Кровли дѣлать по возможности изъ легкаго матеріала: желѣза, досокъ кровельнаго толя или изъ соломенно-глиняныхъ ковровъ.

в) Не дозволяется употребленіе черепицы или аспида.

8) Отверстія въ стѣнахъ, двери и окна:

а) Отверстія въ стѣнахъ, предназначенныя для дверей или оконъ, обдѣлываются коробками во всю толщину стѣнъ. При этомъ въ каменныхъ или набивныхъ стѣнахъ эти коробки должны быть настолько прочно устроены, чтобы ими возможно было подержать перекрывающія части стѣнъ. Въ кирпичныхъ стѣнахъ надъ отверстіями дѣлать разгрузныя арки. Для поддержки перекрытій можно употреблять также желѣзныя балки.

б) Двери должны открываться въ сторону выходовъ.

в) Проемы безъ дверей или переплетовъ въ каменныхъ зданіяхъ покрываются или горизонтально при помощи деревянныхъ брусевъ или желѣзныхъ балокъ съ перемычками надъ оными, или полуциркульными арками толщиной отъ $1\frac{1}{2}$ до $2\frac{1}{2}$ кирпичей. Распоры такихъ арокъ должны быть уничтожаемы соотвѣтственно расположенными желѣзными связями.

9) Лѣстницы, ведущія въ первые этажи, могутъ устраиваться изъ соотвѣстныхъ этимъ частямъ строеній матеріаловъ. Лѣстницы же, ведущія во вторые этажи и на чердаки, могутъ устраиваться только изъ дерева, чугуна или желѣза. Въ каменныхъ зданіяхъ чугунныя или желѣзныя, а деревянныя только въ деревянныхъ зданіяхъ.

10) Дымовыя трубы и печи:

а) Заводскія дымовыя трубы допускаются только желѣзныя, скрѣпленныя надлежащимъ образомъ желѣзными винтами.

б) Въ кирпичныхъ стѣнахъ трубы выводятся въ толщинѣ стѣнъ, а надъ стѣнами не иначе, какъ кирпичныя въ чехлахъ изъ кровельнаго желѣза. Толщина стѣнокъ этихъ послѣднихъ трубъ дѣлается не меньше полкирпича.

в) При стѣнахъ, устроенныхъ изъ другихъ матеріаловъ, трубы выводятся отдѣльно отъ стѣнъ (коренныя) съ соблюденіемъ отъ 6 до 9 вершковыхъ раздѣлокъ. Эти трубы также выводятся въ кровельно-желѣзныхъ чехлахъ и по высотѣ удерживаются въ вертикальномъ положеніи при помощи желѣзныхъ хомутовъ, располагаемыхъ по высотѣ черезъ 1—1½ саж. одинъ отъ другого.

г) Комнатныя печи устраивать непременно въ желѣзныхъ чехлахъ, пропуская подъ чехлами вертикальныя изъ обручнаго желѣза полосы, къ которымъ прилепывать отдѣльные бураки. Высоту печей ограничивать крайнюю высотой въ 3½ арш., увеличивая въ случаѣ надобности діаметръ печей. Весьма прочными представляются остовы изъ углового желѣза съ заполненіемъ промежутковъ прилепаннымъ къ остову кровельнымъ желѣзомъ. Большую безопасность представляютъ печи въ желѣзныхъ чехлахъ въ видѣ лежанокъ.

д) Кухонные очаги устраиваются въ желѣзномъ остовѣ, составленномъ изъ углового и полосового желѣза; стѣнка противъ топочныхъ дверей должна быть обтянута кровельнымъ желѣзомъ.

е) Русскія и хлѣбопекарныя печи складывать или въ желѣзномъ остовѣ, составленномъ какъ для кухонныхъ очаговъ, или стягивать ихъ сквозными желѣзными связями надъ поломъ, на высотѣ пода и въ пятахъ сводовъ; вертикальныя штыри этихъ связей дѣлать въ высоту печи, располагая штыри такъ, чтобы они захватили все расположенныя въ одной вертикальной плоскости горизонтальныя связи. Тяжелыя русскія печи допускаются только въ подвальныхъ этажахъ или первыхъ.

ж) Заводскія печи устраиваются не иначе, какъ съ разрѣшенія каждый разъ подлежащихъ начальствъ.

11) Все вышеуказанныя мѣры могутъ дать удовлетворительную прочность строеніямъ въ томъ только случаѣ, если, съ одной стороны, употребляемые въ дѣло строительныя матеріалы будутъ обладать безусловною доброкачественностью, а съ другой, — исполненіе работъ во всехъ подробностяхъ будетъ соответствовать раціональнымъ требованіямъ строительнаго искусства. Последнее достижимо единственно при условіи привлеченія къ дѣлу знающихъ свое мастерство рабочихъ, а также свѣдущихъ и добросовѣстныхъ техниковъ.

12) Въ виду несомнѣннаго значенія цементнаго раствора для строеній бетонныхъ и кирпичныхъ, надлежало бы мѣстной администраціи принять соответственныя мѣры къ развитію на мѣстѣ цементнаго производства.

Принятіе изысканныхъ мѣръ, несомнѣнно, значительно увеличивающихъ цѣнность построекъ, обязательно для казенныхъ и общественныхъ зданій, для частныхъ же зданій мѣры сіи представляются строителямъ въ видахъ уменьшенія опасности при землетрясеніяхъ.

Правила утвержденныя Товарищемъ Министра Внутреннихъ Дѣлъ А. А. Макаровымъ 17 января 1907 г. въ дополненіе къ правиламъ, утвержденнымъ 16 августа 1889 г. для общественныхъ и частныхъ построекъ.

I.

Общія приемы проектированія зданій.

1. Зданія по возможности слѣдуетъ строить въ видѣ отдѣльныхъ павильоновъ, придавая каждому наименьшую площадь.
 2. Для плана наилучшей формой является круглая, затѣмъ квадратная и наконецъ прямоугольная.
 3. Продольныя стѣны должны быть перпендикулярны, а поперечныя—параллельны сейсмическимъ волнамъ.
 4. Всѣ стѣны должны быть связаны между собою желѣзными связями.
 5. Высота этажей въ обыкновенныхъ жилыхъ домахъ должна быть отъ 3,5 до 5,5 аршинъ, а въ зданіяхъ общественныхъ до 6-ти аршинъ.
 6. Деревянные и фахверковыя строенія могутъ быть 2-хъ этажныя, а всѣ остальные должны быть одноэтажными.
 7. Смѣшанныя постройки не допускаются.
 8. Устройство подвальныхъ помѣщеній является полезнымъ.
 9. Всѣ строенія должны быть по возможности облегчаемы, а потому пустотѣлый и опилочный кирпичъ предпочтительнѣе обыкновеннаго.
 10. Крайне полезнымъ является сильно схватывающій растворъ, а потому цементъ оказывается болѣе предпочтительнымъ.
 11. Фундаменты должны закладываться или непосредственно на скалѣ, или на слоѣ бетона не менѣе 12 вершковъ.
- Примѣчаніе.* Они могутъ быть сложены изъ естественнаго камня, но не иначе, какъ при условіи, чтобы кладка производилась изъ камней, обтесанныхъ въ форму параллелоипеда и со сквозными тычками.
12. Песочныя основанія не допускаются вовсе.
 13. Наружныя громоздкія украшенія, какъ напр. колонны, статуи, вазы и каменные карнизы не допускаются.
 14. Точно также не допускаются верхнія оконечности стѣнъ и ихъ украшенія, какъ то: парапеты, аттики, балюстрады, вазы, статуи иobelisks; но желѣзныя рѣ-

сетки на крышахъ каменныхъ строений и деревянныя перила на крышахъ деревянныхъ строений не возбраняются.

15. Потолки должны быть окрашиваемы или подшиваемы досками или же инымъ какимъ-либо настильнымъ матеріаломъ; но штукатурка потолковъ, а равно и внутренніе штукатурные карнизы не допускаются.

16. Полы въ нижнихъ этажахъ могутъ быть каменные, асфальтовые и деревянные, а въ верхнихъ только деревянные.

II.

Стѣны.

Стѣны могутъ быть деревянныя, каменные, бетонныя, фахверковыя, глинобитныя и мазанковыя.

а) Деревянныя стѣны:

1. Деревянныя рубленныя стѣны являются наилучшими и наиболее безопасными при землетрясеніяхъ.

2. Бревенчатыя стѣны слѣдуетъ рубить съ остаткомъ не короче 8 верш., скрѣпляя смежныя бревна между собою по длинѣ сквозными ершами.

3. Въ предупрежденіе же сдвига съ фундамента слѣдуетъ ихъ связывать съ послѣднимъ вертикальными врытыми въ землю схватками или желѣзными скобками, задѣланными въ кладку фундамента и обхватывающими половыя балки.

4. Промежутки между поперечными стѣнами въ деревянныхъ строеніяхъ допускаются въ 3 или 4 саж. при скрѣпленіи простѣнковъ вертикальными сжимами; въ случаѣ надобности увеличить это разстояніе, наружныя деревянныя стѣны слѣдуетъ связывать въ полахъ и потолкахъ деревянными связями и укрѣплять въ простѣнкахъ коротышами.

5. Снаружи деревянныя стѣны полезно обшивать досками.

б) Каменные стѣны.

1. Стѣны могутъ быть возводимы изъ естественнаго камня, но непременно отесаннаго въ видѣ параллелоипеда и сложены со сквозными поперечными тычками.

2. Кладка изъ камней неправильной формы, а также облицовка ихъ камнемъ или кирпичемъ не допускаются.

3. Каменные и кирпичныя стѣны должны быть толщиною не менѣе 1 арш. и сложены на известковомъ или цементномъ растворѣ.

4. Промежутки между поперечными стѣнами въ каменныхъ зданіяхъ должны быть не болѣе 6 саж., но при необходимости увеличить это разстояніе слѣдуетъ дѣлать наружныя контрфорсы.

5. Въ кирпичныхъ стѣнахъ необходимо во всю ихъ длину прокладывать желѣзныя связи: горизонтальныя изъ полосового желѣза въ нижней части стѣнъ, надъ фундаментомъ и въ плоскостяхъ половыхъ и потолочныхъ балокъ; вертикальныя изъ круглаго или брускового желѣза—во всѣхъ пересѣченіяхъ стѣнъ. Всѣ эти связи должны быть соединены въ одинъ общій остовъ, конструкція же ихъ должна допускать возможность натяженія ихъ при помощи клиньевъ или лучше муфтъ и гаекъ съ шайбами.

6. Карнизы при каменныхъ зданіяхъ могутъ быть или металлическіе, или образованные спускомъ концовъ стропильныхъ ногъ.

б) Фахверковыя, бетонныя и др. стѣны.

1. Фахверковыя стѣны слѣдуетъ устраивать по схваточной системѣ на болтахъ съ раскосами.

2. Обшивка внутри и снаружи должна быть или деревянная, или изъ глино-соломенныхъ ковровъ.

3. Внутреннее заполненіе можетъ быть глиняное съ примѣсью волокнистыхъ веществъ.

4. Въ фахверковыхъ строеніяхъ высота 1-го этажа допускается въ 4,5 арш., а 2-го въ 3,5 арш.

5. Для бетонныхъ, известковыхъ или цементныхъ стѣнъ слѣдуетъ употреблять щебень не крупнѣе 1 куб. верш.

6. Глинобитныя стѣны должно дѣлать изъ глины съ примѣсью волокнистыхъ веществъ.

7. Глинобитнымъ и бетоннымъ стѣнамъ надо придавать въ поперечномъ сѣченіи форму трапеціи съ утоненіемъ кверху и при ширинѣ наверху не менѣе 1 аршина.

8. Мазанковыя стѣны должны имѣть остовы изъ прочно связанныхъ жердей.

Примѣчаніе. Весьма хорошіи типъ представляютъ собою кибитки изъ легкаго деревяннаго каркаса, обтянутаго войлокомъ, но онѣ, конечно, могутъ служить лишь для временнаго пребыванія осѣдлаго населенія.

III.

Перекрытія.

1. Коренные своды могутъ быть допускаемы только въ подвалахъ, но при условіи устройства ихъ полуциркульными. Прочіе этажи могутъ быть перекрываемы кирпичными сводами на желѣзныхъ балкахъ, но при томъ условіи, чтобы пятами для крайнихъ сводовъ служили не стѣны, а желѣзныя балки, положенныя у стѣнъ, и чтобы всѣ балки перекрытія были соединены въ одно цѣлое поперечными желѣзными болтами.

2. Своды, покоящіеся на колоннахъ или столбахъ, допускаются для устройства галерей, переходовъ и поддерживанія наружныхъ балконовъ, но при условіи помещенія

5. Въ кирпичныхъ стѣнахъ необходимо во всю ихъ длину прокладывать желѣзныя связи: горизонтальныя изъ полосового желѣза въ нижней части стѣнъ, надъ фундаментомъ и въ плоскостяхъ половыхъ и потолочныхъ балокъ; вертикальныя изъ круглаго или брускового желѣза—во всѣхъ пересѣченіяхъ стѣнъ. Всѣ эти связи должны быть соединены въ одинъ общій остовъ, конструкція же ихъ должна допускать возможность натяженія ихъ при помощи клиньевъ или лучше муфтъ и гаекъ съ шайбами.

6. Карнизы при каменныхъ зданіяхъ могутъ быть или металлическіе, или образованные спускомъ концовъ стропильныхъ ногъ.

б) Фахверковыя, бетонныя и др. стѣны.

1. Фахверковыя стѣны слѣдуетъ устраивать по схваточной системѣ на болтахъ съ раскосами.

2. Обшивка внутри и снаружи должна быть или деревянная, или изъ глино-соломенныхъ ковровъ.

3. Внутреннее заполненіе можетъ быть глиняное съ примѣсью волокнистыхъ веществъ.

4. Въ фахверковыхъ строеніяхъ высота 1-го этажа допускается въ 4,5 арш., а 2-го въ 3,5 арш.

5. Для бетонныхъ, известковыхъ или цементныхъ стѣнъ слѣдуетъ употреблять щебень не крупнѣе 1 куб. верш.

6. Глинобитныя стѣны должно дѣлать изъ глины съ примѣсью волокнистыхъ веществъ.

7. Глинобитнымъ и бетоннымъ стѣнамъ надо придавать въ поперечномъ сѣченіи форму трапеціи съ утоненіемъ кверху и при ширинѣ наверху не менѣе 1 аршина.

8. Мазанковыя стѣны должны имѣть остовы изъ прочно связанныхъ жердей.

Примѣчаніе. Весьма хорошій типъ представляютъ собою кибитки изъ легкаго деревяннаго каркаса, обтянутаго войлокомъ, но онѣ, конечно, могутъ служить лишь для временнаго пребыванія осѣдлаго населенія.

III.

Перекрытія.

1. Коренные своды могутъ быть допускаемы только въ подвалахъ, но при условіи устройства ихъ полуциркульными. Прочіе этажи могутъ быть перекрываемы кирпичными сводами на желѣзныхъ балкахъ, но при томъ условіи, чтобы пятами для крайнихъ сводовъ служили не стѣны, а желѣзныя балки, положенныя у стѣнъ, и чтобы всѣ балки перекрытія были соединены въ одно цѣлое поперечными желѣзными болтами.

2. Своды, покоящіеся на колоннахъ или столбахъ, допускаются для устройства галерей, переходовъ и поддерживанія наружныхъ балконовъ, но при условіи помещенія

продольныхъ и поперечныхъ связей въ плоскостяхъ пять и полуциркульной формы подпружныхъ арокъ.

3. Половые балки въ деревянныхъ строенияхъ слѣдуетъ располагать на первомъ вѣнцѣ и подкрѣплять ихъ по направленію длины шпренгелями, упирающимися въ нижнюю часть цоколя и средней стѣны.

4. Перекрывать помѣщеніе лучше всего цѣльными балками черезъ все строеніе, стычныя же балки на стѣнахъ слѣдуетъ соединять зубомъ и скрѣплять желѣзными скобками.

5. Концы балокъ на стѣнахъ должно класть во всю толщину стѣнъ на мауерлатахъ, скрѣпляя балки съ каменными стѣнами скобками, а съ деревянными—сковороднемъ.

9. Черные полы должно дѣлать простильные, въ закрой; смазку же изъ глины съ волокнистыми веществами.

IV.

Крыши.

1. Крыши должны быть возможно болѣе низкія, для предупрежденія опрокидыванія.
2. Стропила слѣдуетъ дѣлать висячія, съ затяжками изъ потолочныхъ балокъ, связанныхъ со стѣнами.

3. Кровли должны быть изъ легкаго матеріала: желѣза, досокъ, толя или изъ соломенно-глиняныхъ ковровъ.

4. Черепица или аспидъ не допускаются вовсе.

V.

Отверстія въ стѣнахъ.

1. Двери и окна обдѣлываются коробками во всю толщину стѣнъ.

2. Въ кирпичныхъ стѣнахъ надъ проемами должны быть устраиваемы разгрузныя полуциркульныя арки или желѣзныя балки.

3. Проемы перекрываютъ горизонтально деревянными или желѣзными балками или полуциркульными арками въ 1,5—2,5 кирпича съ желѣзными связями на уровнѣ пять.

4. При кладкѣ оконныхъ или дверныхъ перекрытій слѣдуетъ обращать вниманіе на правильность уклона пять арокъ и перемычекъ и дѣлать арки полуциркульныя.

VI.

Лѣстницы.

1. Лѣстницы должны быть устраиваемы на косоурахъ; въ 1-й этажъ изъ соотвѣствующихъ со стѣнами матеріаловъ; во 2-й и на чердакъ изъ дерева или желѣза.

VII.

Дымовыя трубы и печи.

1. Заводскія дымовыя трубы должно дѣлать только желѣзныя на винтахъ съ вантами.
2. Въ каменныхъ жилыхъ постройкахъ трубы выше стѣнъ должны быть въ желѣзныхъ футлярахъ со стѣнками не тоньше полукирпича; при другихъ стѣнахъ трубы коренныя съ раздѣлками и патрубками должны быть заключены въ желѣзные футляры съ желѣзными хомутами черезъ 1—1½ саж. по высотѣ.
3. Печи должны быть непременно въ желѣзныхъ футлярахъ, а бураки перевязаны другъ съ другомъ желѣзными полосами изнутри. Высота печей не болѣе 3,5 арш. Самыми устойчивыми являются печи съ каркасомъ изъ углового желѣза, со стѣнками кровельнаго желѣза, приклепанными къ нему; также и лежанки въ желѣзныхъ футлярахъ.
4. Кухонные очаги должны быть устраиваемы въ желѣзномъ остовѣ изъ углового и полосового желѣза; стѣнка противъ топочныхъ дверецъ должна быть обтянута кровельнымъ желѣзомъ.
5. Русскія и хлѣбопекарныя печи должны быть въ такомъ же остовѣ или связаны желѣзомъ на высотѣ пода и надъ сводомъ, со штырями во всю вышину печи. Онѣ допускаются только въ подвалахъ и первыхъ этажахъ.
6. Въ постройкахъ деревянныхъ и фахверковыхъ печи верхняго этажа должны быть располагаемы не на балкахъ, а надъ печами нижняго этажа и соединяемы съ ними общими вертикальными желѣзными костылями.

Правила, разрѣшенныя Господиномъ Военнымъ Министромъ для примѣненія при постройкѣ частныхъ и общественныхъ зданій въ Андижанскомъ, Вѣрненскомъ и Пишпекскомъ районахъ Туркестанскаго края, согласно заключенію Инженернаго Комитета отъ 4 сент. 1908 г.

1) *Количество этажей.*

Массивныя зданія (со стѣнами кирпичными, каменными, бетонными, сырцовыми, глинобитными) должны быть одноэтажныя.

Немассивныя зданія (со стѣнами деревянными, каркасными, изъ волнистаго желѣза, желѣзобетонными), а также зданія полумассивныя (съ нижними стѣнами массивными кирпичными, каменными, бетонными и верхними—немассивными) могутъ быть двухъэтажныя.

2) Материалы.

Фундаменты, цоколя и массивныя стѣны кладутъ изъ матеріаловъ, хорошо связывающихся съ растворомъ и позволяющихъ хорошую перевязку, какъ-то: жженный кирпичъ, тесанный камень, постелистый камень, бетонъ.

Непостелистый камень допускается при растворѣ изъ цемента, превращающаго кладку въ монолитъ.

Сырцовая и глинобитная кладка допускается для небольшихъ жилыхъ домовъ, площадью со стѣнами не болѣе 25 кв. саж., службъ и оградъ. Фундаменты подъ этими строеніями могутъ быть сложены изъ не постелистаго камня на глинистомъ растворѣ. Для кладки стѣнъ слѣдуетъ предпочтительно употреблять легковѣсный матеріалъ: пустотѣлый или опилочный кирпичъ и т. п.

3) Растворъ.

Кладка массивныхъ частей зданій производится на растворѣ, допускающемъ въ скоромъ времени значительную прочность и хорошее сцѣпленіе, какъ-то: растворъ изъ порландскаго цемента, смѣшанный растворъ изъ порландскаго цемента и извести; алебастровый, ганчевый, арзыковый, асфальтовый, хилковый. Известковый растворъ допускается для кладки подземныхъ частей, а также для стѣнъ съ тѣмъ, чтобы верхняя часть послѣднихъ, расположенныхъ выше стѣнныхъ проемовъ, была сложена на одномъ изъ поименованныхъ выше прочныхъ растворовъ.

Глинистый растворъ допускается для сырцовой и глинобитной кладки.

4) Высота стѣнъ.

Наибольшая высота стѣнъ, считая отъ поверхности земли или обрѣза фундамента до свѣса кровли, допускается:

Для массивныхъ стѣнъ: десять аршинъ—при кладкѣ на прочномъ растворѣ; восемь аршинъ—при кладкѣ на известковомъ растворѣ; пять аршинъ—при сырцовой и глинобитной кладкѣ, причемъ высота стѣны отъ начала сырцовой или глинобитной кладки до свѣса кровли должна быть не болѣе трехъ съ половиной аршинъ.

Для стѣнъ немассивныхъ и зданій полумассивныхъ допускается высота въ тринадцать аршинъ; въ послѣднемъ случаѣ нижнія массивныя стѣны должны быть не выше семи аршинъ и вѣсъ верхнихъ немассивныхъ стѣнъ долженъ быть не болѣе четвертой части вѣса нижнихъ массивныхъ стѣнъ.

5) Толщина стѣнъ.

Толщина массивныхъ стѣнъ надъ цоколемъ (при высотѣ его не болѣе одного аршина и толщинѣ, по крайней мѣрѣ, на три вершка болѣе толщины стѣны) должна быть:

При прочномъ растворѣ: для наружныхъ стѣнъ—не менѣе восьмой части высоты и не менѣе одного аршина, для внутреннихъ стѣнъ не менѣе десятой части высоты и не менѣе двѣнадцати вершковъ. При известковомъ растворѣ: для наружныхъ стѣнъ—не менѣе шестой части высоты и не менѣе одного аршина, для внутреннихъ стѣнъ—не менѣе восьмой части высоты и не менѣе двѣнадцати вершковъ.

Для стѣнъ сырцовыхъ и глинобитныхъ—не менѣе одного аршина. Болѣе тонкія стѣны должны быть конструкціи не массивной, способной сопротивляться значительнымъ горизонтальнымъ усилямъ.

6) Самостоятельныя стѣны.

Для самостоятельной устойчивости не нагруженныхъ стѣнъ и столбовъ, высота ихъ должна быть не болѣе нижней толщины, помноженной на три съ половиной.

По мѣрѣ нагрузки этихъ опоръ потолками, стропилами и другими предметами, мало возвышающимися надъ опорами, величина отношенія между высотой и толщиной опоръ уменьшается слѣдующимъ образомъ.

При нагрузкѣ вѣсомъ въ одну четверть вѣса опоръ, отношеніе должно быть не болѣе трехъ.

При нагрузкѣ вѣсомъ до одной половины вѣса опоръ, отношеніе должно быть не болѣе двухъ и трехъ четвертей.

При нагрузкѣ вѣсомъ до всего вѣса опоръ, отношеніе не должно быть болѣе двухъ съ половиной.

При нагрузкѣ вѣсомъ до двухъ вѣсовъ опоръ, отношеніе не должно быть болѣе двухъ.

При нагрузкѣ еще большимъ вѣсомъ, отношеніе не должно быть болѣе единицы и восьми десятыхъ.

Для самостоятельной устойчивости стѣнъ и столбовъ, снабженныхъ контрфорсами, требуется, чтобы контрфорсы отстояли другъ отъ друга не болѣе, какъ на двѣ трети высоты стѣны или столба и чтобы сумма изъ толщины стѣны или столба и величины выступовъ контрфорсовъ удовлетворяла означеннымъ выше нормамъ для толщины самостоятельныхъ стѣнъ и столбовъ. Такъ на примѣръ, если стѣна, высотой въ 6 аршинъ, нагружена въ $\frac{1}{4}$ своего вѣса, то нижняя толщина ея, чтобы быть самостоятельной, должна быть $\frac{6}{3}=2$ арш. Если же этой стѣнѣ придать толщину въ 1 аршинъ, укрѣпляя ее контрфорсами, то разстояніе послѣднихъ другъ отъ друга должно быть не болѣе $6 \times \frac{2}{3}=4$ аршина и выступъ послѣднихъ долженъ быть не менѣе въ каждую сторону стѣны, какъ по 8 вершковъ.

Пустотѣлые массивные столбы считаются самостоятельно устойчивыми на одинаковыхъ съ сплошными условіяхъ, если основаніе ихъ имѣетъ форму правильного многоугольника или круга, если толщина стѣнъ не менѣе пятой части наружнаго діаметра и если скрѣпленіе стѣнъ контрфорсами или связями удовлетворяетъ требованіямъ сихъ правилъ.

7) Свободная длина стѣнъ.

Стѣны должны быть поддержаны поперечными стѣнами или равносильными опорами, расположенными въ слѣдующихъ разстояніяхъ:

При массивныхъ стѣнахъ на прочномъ растворѣ — на разстояніи не болѣе пятнадцатикратной толщины стѣны и не болѣе пятнадцати аршинъ.

При массивныхъ стѣнахъ на известковомъ растворѣ — на разстояніи не болѣе двѣнадцатикратной толщины стѣны и не болѣе двѣнадцати аршинъ.

При стѣнахъ сырцовыхъ и глинобитныхъ — на разстояніи не болѣе девяти аршинъ.

При стѣнахъ не массивныхъ — на разстояніи не болѣе двѣнадцати аршинъ.

Рекомендуется по возможности ограничивать свободную длину стѣнъ, т. е. по возможности ограничивать величину отдѣльныхъ комнатъ.

Стѣны, удовлетворяющія условіямъ самостоятельной устойчивости, не подлежатъ ограниченію въ свободной длинѣ ихъ.

8) Желѣзныя связи.

Въ кладку несамостоятельно устойчивыхъ стѣнъ, примѣрно, на высотѣ оконныхъ перемычекъ и вообще стѣнныхъ проемовъ, должны быть уложены желѣзныя связи, въ одинъ или предпочтительно въ нѣсколько рядовъ.

Въ стѣнахъ изъ жженого кирпича, при высотѣ до семи аршинъ, общее сѣченіе связей должно быть не менѣе полутора квадратныхъ дюймовъ со штырями не менѣе трехъ дюймовъ въ квадратѣ. На каждый аршинъ высоты стѣны выше семи сѣченіе связи увеличивается на половину квадратнаго дюйма, а сторона штыря на половину дюйма.

При стѣнахъ каменныхъ сѣченіе связей и штырей увеличивается пропорціонально увеличенію удѣльнаго вѣса кладки. Указанные размѣры штырей квадратной формы имѣютъ только значеніе, какъ нормы прочности; на практикѣ рекомендуется замѣнять ихъ фасоннымъ желѣзомъ одинаковой прочности изгибу. Длина штырей должна быть не менѣе одного аршина.

Штыри должны быть окружены кладкою на жирномъ цементномъ растворѣ.

Кресты и металлическія доски, захватывая болѣе кладки, заслуживаютъ предпочтенія передъ штырями.

Желѣзныя связи въ наружныхъ стѣнахъ слѣдуетъ, по возможности, закладывать по срединѣ толщины стѣнъ, пользуясь прохладнымъ временемъ дня.

Рекомендуется снабжать самостоятельно устойчивыя стѣны также желѣзными связями уменьшеннаго сѣченія.

Въ сырцовыхъ и глинобитныхъ стѣнахъ, вмѣсто желѣзныхъ связей, должны быть уложены деревянные, не менѣе десяти квадратныхъ вершковъ сѣченія, съ надлежащими мѣропріятіями для соединенія связей съ кладкою и противъ гніенія дерева.

9) Немассивныя стѣны.

Для солидной связи угловъ и стыковъ деревянные стѣны должны быть срублены съ остаткомъ не менѣе шести вершковъ.

Немассивныя зданія должны быть прочно соединены въ своихъ конструктивныхъ частяхъ, солидно раскошены и вообще должны представлять надежное сопротивление горизонтальнымъ силамъ. Верхній этажъ полумассивныхъ зданій долженъ быть прочно скрѣпленъ съ нижнимъ, дабы предупредить сдвиги при землетрясеніи.

Закладка кирпичныхъ каркасныхъ стѣнъ должна быть не толще лѣса, изъ котораго сдѣланъ каркасъ; поля закладки должны быть не болѣе полутора квадратныхъ аршинъ.

10) Стѣнные проемы.

Массивное перекрытіе стѣнныхъ проемовъ въ видѣ арокъ должно имѣть подъемъ не менѣе одной трети пролета. Горизонтальное перекрытіе стѣнныхъ проемовъ, заслуживающее предпочтенія предъ арочнымъ, должно быть балочное (деревянное или желѣзное) съ горизонтальною надъ нимъ кладкою. Выше проемовъ, вдоль массивныхъ стѣнъ, слѣдуетъ образовать горизонтальную полосу сплошной и пераздѣльной кладки, высотой не менѣе четвертой части высоты стѣны. Разстояніе стѣнныхъ проемовъ отъ наружныхъ угловъ зданія должно быть не менѣе высоты проема и не менѣе трехъ аршинъ.

Простѣнки между стѣнными проемами должны имѣть ширину не менѣе пятидесяти пяти сотыхъ высоты и не менѣе всей ширины наибольшаго изъ прилегающихъ отверстій, а также не менѣе двухъ аршинъ въ сырцовыхъ и глинобитныхъ стѣнахъ.

Количество и размѣры стѣнныхъ проемовъ слѣдуетъ ограничить по возможности практическою необходимостью.

11) Потолки.

Потолочное перекрытіе помѣщеній должно быть балочное, не производящее распора на стѣны.

Концы балокъ должны быть прочно скрѣплены со стѣнами. Рекомендуется располагать балки такъ, чтобы онѣ проходили въ одной линіи черезъ всю глубину зданія и были связаны одна съ другою на средней стѣнѣ.

Балки, смежныя со стѣнами имъ параллельными, слѣдуетъ укладывать вплотную къ

стѣнамъ, а самыя балки соединять поперечнымъ прогономъ такъ, чтобы онѣ могли сообща сопротивляться паденію стѣны.

Слѣдуетъ по возможности уменьшать вѣсъ потолковъ, употребляя для смазокъ и насыпокъ легкія и рыхлыя вещества. Сводчатое перекрытіе помѣщеній на желѣзныхъ балкахъ допускается при разстояніи послѣднихъ не болѣе двухъ аршинъ, но примѣненіе его, въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, должно удовлетворять требованіямъ § 18 сихъ правилъ.

12) Своды.

Перекрытіе помѣщеній сводами допускается только въ подвалахъ, съ тѣмъ, чтобы пята сводовъ находились ниже поверхности земли, чтобы подъемъ сводовъ былъ не менѣе одной трети пролета и чтобы толщина сводовъ была не менѣе шести вершковъ. Своды должны быть сложены на прочномъ растворѣ.

13) Подвалы.

Образующійся при производствѣ работъ промежутокъ между почвой и наружными стѣнами подваловъ долженъ быть задѣланъ такъ, чтобы имѣлось основаніе рассчитывать на полное дѣйствіе отпора земли.

Подвальные стѣны должны быть соединены сводами или балками такъ, чтобы скрѣпленіе это непосредственно или посредственно доходило до наружныхъ стѣнъ подваловъ.

14) Крыши.

Стѣны, мауэрлаты и концы стропильныхъ ногъ должны быть взаимно соединены такъ, чтобы обезпечить неизмѣнность конструкціи при дѣйствіи подземныхъ ударовъ.

Стропила не должны производить распора на стѣны; поэтому висячія стропила съ затяжками должны быть предпочтены наслоннымъ.

Концы стропильныхъ ногъ не слѣдуетъ задѣлывать въ кладку массивныхъ стѣнъ, дабы не разстраивать ее при движеніяхъ, вызванныхъ землетрясеніями.

Кровля должна быть прочно связана съ обрѣшеткою или стропилами. Разрѣшается устройство камышево-земляныхъ крышъ надъ небольшими домами, съ тѣмъ, чтобы толщина земли и смазокъ была не болѣе двухъ вершковъ и чтобы крыши эти вмѣстѣ съ тѣмъ замѣняли потолки.

15) Лѣстницы.

За исключеніемъ небольшихъ крылецъ, не дозволяется основывать лѣстницы на коренныхъ сводахъ.

16) *Печи и трубы.*

Массивныя комнатныя печи должны быть сложены въ желѣзныхъ кожухахъ; если высота печи болѣе толщины, помноженной на три съ половиной, требуется прикрѣпленіе къ стѣнѣ.

Стволы дымовыхъ трубъ и ихъ раздѣлки кладутся также въ желѣзныхъ кожухахъ, съ толщиной стѣнокъ не менѣе трехъ вершковъ. Если трубы поддержаны сверху, то свободная высота ихъ можетъ доходить до семикратной толщины. Трубы надъ кровлей, при массивной конструкціи, кладутся на полномъ растворѣ или въ желѣзныхъ кожухахъ, не выше одного аршина надъ кровлей, остальная необходимая высота достигается немассивною конструкціею. Большіе очаги скрѣпляются желѣзомъ на подобіе скрѣпленія заводскихъ очаговъ.

17) *Штукатурка, карнизы.*

Потолки должны быть окрашиваемы и покрываемы досками или же инымъ какимъ-либо настильнымъ матеріаломъ; штукатурка потолковъ, а равно внутренніе штукатурные карнизы не допускаются.

18) *Аномальныя постройки.*

Если необходимость требуетъ возведенія зданія, по высотѣ или разстоянію стѣнъ или въ другихъ отношеніяхъ выходящаго изъ предѣловъ, поставленныхъ настоящими правилами, или если предполагается примѣнять конструкціи, правилами непредвидѣнныя и неразрѣшенныя, то размѣры конструктивныхъ частей должны быть опредѣлены расчетомъ на слѣдующихъ основаніяхъ:

Всѣ части строенія должны быть въ состояніи сопротивляться горизонтальной силѣ, равной четвертой части вѣса ихъ и ихъ нагрузки, приложенной къ центру тяжести массъ и дѣйствующей въ любомъ направленіи относительно странъ свѣта.

Коэффициентъ устойчивости принимается не менѣе единицы и одной десятой (1,1).

При наличности потолочныхъ балокъ, хорошо скрѣпленныхъ со стѣнами, расчетные результаты горизонтальныхъ усилій на массивныя стѣны могутъ быть уменьшены на двадцать процентовъ, или же, не дѣлая этой сбавки, можно не вводить въ расчетъ дѣйствіе нагрузки массивныхъ стѣнъ потолками и крышами нормального вѣса. Для упрощенія опредѣленія прочности массивныхъ частей и грунта можно ввести расчетъ, какъ на равномерное сжатіе, уменьшая на половину обычные коэффициенты прочнаго сопротивленія.

Прочное сопротивленіе сжатію кладки на известковомъ растворѣ выше поверхности земли, при такомъ расчетѣ принимается въ полъ-пуда на квадратный дюймъ, а сырцовою и глинобитною кладки—въ семнадцать сотыхъ пуда.

При расчетѣ прочности желѣзныхъ связей и другихъ конструктивныхъ частей, дѣйствующихъ только во время землетрясеній, обычную величину коэффициентовъ прочнаго сопротивленія можно удвоить.

Установленіе предѣловъ примѣненія сего параграфа при утвержденіи плановъ зависитъ отъ усмотрѣнія администраціи края.

19) *Распределение массъ.*

Зданія, по возможности, слѣдуетъ строить въ видѣ отдѣльныхъ павильоновъ, придавая каждому наименьшую площадь.

При компановкѣ плана слѣдуетъ стремиться къ концентраціи массъ, придавая плану, по возможности, форму квадрата или правильнаго многоугольника. Большія зданія желательно не вытягивать въ длину, а также концентрировать, устраивая внутренніе дворы. На прочность концовъ и угловъ зданій слѣдуетъ обращать вниманіе.

Небольшіе выступы полезны для прочности, большіе — вредны; ихъ слѣдуетъ избѣгать или же строить особенно прочно. Вертикальные выступы надъ общою массою зданія слѣдуетъ избѣгать или же строить немассивными.

Если преобладающее направленіе подземныхъ ударовъ извѣстно, то длинную сторону зданія слѣдуетъ ставить по возможности вдоль этого направленія.

20) *Удобные выходы.*

Въ зданіяхъ, посѣщаемыхъ или обитаемыхъ большимъ количествомъ людей, слѣдуетъ широко примѣнять мѣры для возможности быстрого ухода публики, во избѣжаніе роковыхъ послѣдствій паники, вызываемой землетрясеніемъ.

ЗАКАСПІЙСКАЯ ОБЛАСТЬ.

Комиссія, собранная начальникомъ Закаспійской области для выработки правилъ для постройки зданій, могущихъ болѣе успѣшно противостоятъ разрушительной силѣ землетрясеній, выяснила, что вся культурная полоса земли вдоль сѣвернаго склона Копетдагскаго хребта, между Красноводскомъ и Ушакомъ включительно, можетъ быть подвержена землетрясеніямъ силою до IX балловъ по шкалѣ Росси-Фореля; въ полосѣ отъ Ушака до Душака включительно можно ожидать землетрясенія силою до VIII балловъ; во всѣхъ остальныхъ населенныхъ частяхъ Закаспійской области трудно ожидать сколько-нибудь сильныхъ колебаній земли.

Комиссія выработала правила для построекъ въ мѣстностяхъ, гдѣ можно ожидать землетрясенія силою въ IX и VIII балловъ; — правила эти нач. области утверждены 13 окт. 1903 г. Срокъ ихъ примѣненія начинается съ 1-го января 1904 года.

П РА В И Л А

для построекъ въ мѣстностяхъ, гдѣ можно ожидать землетрясенія силою въ IX и VIII балловъ по шкалѣ Росси-Фореля.

- 1) При возведеніи зданій придавать помѣщеніямъ наименьшіе размѣры, какіе могутъ быть допущены безъ ущерба цѣлесообразности построекъ, и соединять эти помѣщенія въ одномъ зданіи въ наименьшемъ по возможности числѣ; наружныя двери должны отпираться наружу.
- 2) По возможности избѣгать придавать зданіямъ выступы въ планѣ.
- 3) Употреблять въ дѣло строительные матеріалы вполнѣ доброкачественные и выполнять работы во всѣхъ подробностяхъ по правиламъ строительнаго искусства.
- 4) Производить работы знающими свое дѣло мастерами и рабочими подъ наблюдениемъ свѣдущихъ техниковъ.

А. Въ Красноводскѣ и другихъ мѣстностяхъ, гдѣ предвидится возможность земле-

трясеній силою въ IX балловъ по шкалѣ Росси-Фореля, разрѣшается возводить жилые только одноэтажные дома, на слѣдующихъ основаніяхъ:

I. Кирпичные на известковомъ растворѣ.

1) Устройство подваловъ рекомендуется, но не обязательно.

Фундаментъ и стѣны въ подвалахъ рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ; допускается кладка подъ лопату и изъ крупнаго камня на тѣхъ же растворахъ.

Своды въ подвалахъ допускаются, но лишь полуциркульные съ забуткою пазухъ не менѣе какъ на 30° отъ пять.

Разрѣшается перекрывать подвалы желѣзными балками съ сводиками изъ кирпича на известковомъ растворѣ; разстояніе между балками должно быть не болѣе $\frac{1}{2}$ сажени, и балки должны быть соединены поперечными желѣзными тяжами съ разстояніемъ между ними не болѣе $1\frac{1}{2}$ сажени, причемъ балки и тяжи должны быть поставлены также и у стѣнъ.

При употребленіи цементнаго раствора англійскіе сводики разрѣшаются какъ кирпичные, такъ и бетонные безъ ограниченій.

2) Фундаменты рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ растворѣ или известковомъ; не разрѣшается кладка подъ лопату изъ крупнаго камня на тѣхъ же растворахъ.

Глубина фундамента не менѣе 1 аршина, подошва шириною болѣе толщины стѣнъ не менѣе какъ въ $1\frac{1}{2}$ раза.

3) Цоколя рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ, но разрѣшается кладка:

а) изъ крупнаго околотаго камня на цементномъ растворѣ;

б) изъ крупнаго околотаго камня на известковомъ растворѣ, при условіи правильной околки камня со всѣхъ сторонъ.

4) Стѣны толщиной:

а) наружныя не менѣе 1 арш.

б) внутреннія не менѣе $\frac{3}{4}$ арш.

5) Предѣльная высота зданій 8 аршинъ, считая отъ горизонта тротуара до верхней части карниза; длина зданій не ограничена, но чрезъ каждыя 12 саженой дѣлать разрывъ, замѣняя одну стѣну двумя, рядомъ стоящими, толщиной каждая не менѣе $\frac{3}{4}$ арш.

6) Поперечныя стѣны располагать не далѣе 6 саженой одна отъ другой.

7) Внутренніе простѣнки должны быть шириною:

а) при проемѣ до 2 арш.—не менѣе 1 арш.,

б) при проемахъ отъ 2 до 4 аршинъ не менѣе 1 аршина $+$ $\frac{1}{2}$ избытка ширины отверстія надъ двумя арш.,

в) при проемахъ отъ 4 до 6 аршинъ не менѣе 2-хъ арш. $+ \frac{1}{4}$ превышенія ширины отверстія надъ четырьмя аршинами.

Примѣчаніе: ширина простѣнка считается въ узкомъ мѣстѣ, а ширина проема въ широкомъ.

8) Подъ разгрузными арками могутъ быть простѣнки въ $1\frac{1}{2}$ кирпича шириной.

9) Угловые простѣнки должны быть шире соответственныхъ внутреннихъ не менѣе, какъ въ $1\frac{1}{2}$ раза.

10) Плоскія перемычки не допускаются, вмѣсто нихъ дѣлать желѣзное балочное перекрытіе, которое задѣлывать въ простѣнки не менѣе, какъ на 6 вершковъ.

11) Полуциркульные перемычки допускаются, но для пролетовъ не болѣе 3 аршинъ.

12) Рекомендуются балки укладывать черезъ все строеніе по возможности цѣльными; въ случаѣ стичныхъ балокъ на среднихъ стѣнахъ или столбахъ обязательно соединять ихъ зубомъ и скрѣплять желѣзными скобами. Потолочныя балки выпускать наружу для образованія подшивного карниза и врубать въ мауерлаты, заложенные на разстояніи одного кирпича отъ наружной поверхности стѣнъ и связанные съ кладкою желѣзными болтами съ лапами; балки связывать съ мауерлатами скобами.

13) Плоскія и сводчатая желѣзо-бетонныя покрытія особенно рекомендуются для всѣхъ покрытій.

14) Для чистой отдѣлки потолка употреблять или чистую деревянную подшивку, или тонкую штукатурку изъ алебаstra. Избѣгать штукатурныхъ тягъ и карнизовъ съ наметами больше $1\frac{1}{2}$ дюйма, замѣняя ихъ деревянными, металлическими или изъ папье-маше.

15) Коренныя трубы класть въ желѣзныхъ чехлахъ.

16) Трубы выше потолочныхъ балокъ надъ стѣной заключать въ чехлы изъ кровельнаго желѣза и дѣлать не тоньше какъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича.

17) Печи класть въ желѣзныхъ чехлахъ отъ пола до обжима включительно.

18) Стропила дѣлать висячія; наслонныя допускаются лишь при условіи уничтоженія ихъ горизонтальнаго распора (горизонтальныя схватки).

19) Кровли должны быть изъ легкаго матеріала: желѣза, толи, теса и цинка; тяжелые матеріалы, какъ-то: черепица, аспидъ и др. для кровельнаго покрытія не допускаются.

20) Лѣстницы на чердаки должны быть наружныя приставныя.

21) Парапеты изъ кирпича не разрѣшаются, допускаются лишь легкіе деревянные, цинковые и другіе.

22) Фронтоны, имѣющіе видъ щипца, допускаются при условіи, чтобы они не поднимались выше поверхности кровли и были толщиной, равной толщинѣ стѣнъ.

23) Брандмауеры должны быть одинаковой толщины со стѣнами.

II. Сырцовья.

1) Устройство подваловъ рекомендуется, но не обязательно.

Подвалы устраиваются на одинаковыхъ основаніяхъ, какъ и въ кирпичныхъ зданіяхъ.

2) Фундаменты рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ, но разрѣшается кладка подъ лопату изъ крупнаго камня на тѣхъ же растворахъ. Глубина фундамента не менѣе 1 аршина, а подошва шириною болѣе толщины стѣнъ не менѣе, какъ въ $1\frac{1}{2}$ раза.

3) Цоколи рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ, но разрѣшается класть:

а) изъ крупнаго рванаго камня на цементномъ растворѣ;

б) изъ крупнаго околотаго камня на известковомъ растворѣ, при условіи правильной околки камней со всѣхъ сторонъ.

4) Толщина стѣнъ наружныхъ не менѣе 0,40 саж., а внутреннихъ не менѣе 0,33 саж., высота ограничивается $6\frac{1}{2}$ арш., считая высоту отъ тротуара до верха карниза.

Поперечныя стѣны располагать не далѣе 4 саж. одна отъ другой.

Подъ легкой стропильной крышей допускается возводить сырцовыя зданія съ площадью пола до 32 кв. саж., а подъ туземной крышей или другой тяжелой, площадь пола ограничивается 20 кв. саж.

5) Облицовка стѣнъ не допускается.

6) Простѣнки должны быть не уже проема и не менѣе $1\frac{1}{2}$ арш., считая въ самомъ узкомъ мѣстѣ; у наружныхъ угловъ простѣнки должны быть въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе прилежащаго проема и не менѣе $1\frac{3}{4}$ аршина.

7) Отверстія въ стѣнахъ перекрывать деревянными балками соответственныхъ размѣровъ при условіи, что пролетъ отверстій не болѣе 2 арш. въ свѣту и балки заложены въ кладку не менѣе 6 вершковъ.

Отверстія болѣе двухъ аршинъ не допускаются.

8) Рекомендуется потолочныя балки укладывать черезъ все строеніе по возможности цѣльными; въ случаѣ стычныхъ балокъ, на среднихъ стѣнахъ или столбахъ обязательно соединять ихъ зубомъ и скрѣплять желѣзными скобами.

Потолочныя балки выпускать наружу для образованія подшивнаго карниза и врубать въ мауерлаты, заложеныя на разстояніи одного кирпича отъ наружной поверхности стѣнъ; съ мауерлатами балки соединять скобами.

9) Печи класть въ желѣзныхъ чехлахъ отъ пола до обжима включительно.

Высота такихъ печей неограничена.

10) Штукатурка потолковъ подъ туземной крышей не допускается.

11) При устройствѣ туземной кровли, смазка по камышу не должна быть толще 3 вершковъ.

12) Парапетъ допускается лишь при туземной крышѣ и высотой не болѣе 8 верш., при толщинѣ его въ 0,33 саж., при этомъ потолочныя балки могутъ не выходить за наружную поверхность стѣнъ.

13) Коренныя трубы должны быть въ желѣзныхъ чехлахъ, толщина ихъ стѣнокъ и въ верхней части не должна быть меньше $\frac{1}{2}$ кирпича.

14) Выше потолочныхъ балокъ дымовыя трубы также заключать въ чехлы изъ кровельнаго желѣза и стѣнки дѣлать не тоньше $\frac{1}{2}$ кирпича.

III. Деревяныя.

1) Устройство подваловъ рекомендуется, но не обязательно.

Подвалы устраиваются на одинаковыхъ основаніяхъ, какъ и въ кирпичныхъ зданіяхъ.

2) Фундаменты рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ, но разрѣшается кладка подъ лопату изъ крупнаго камня на тѣхъ же растворахъ. Глубина фундамента не менѣе одного аршина, а подошва шириною не менѣе 12 вершковъ.

3) Цоколя рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ, но разрѣшается кладка:

а) изъ крупнаго рванаго камня на цементномъ растворѣ.

б) изъ крупнаго околотаго камня на известковомъ растворѣ, при условіи правильной околки камня со всѣхъ сторонъ.

4) Стѣны возводить рубленныя вѣнцами, причемъ связывать нижній вѣнецъ съ цоколемъ особыми болтами.

5) При длинѣ стѣнъ болѣе 4 саж. устраивать коротыши или подкосы, связывая противорасположенныя стѣны цѣльными, проходящими на горизонтѣ половъ и потолоковъ связями или балками.

6) Коренныя трубы класть въ желѣзныхъ чехлахъ, толщина ихъ стѣнокъ и верхней части не должна быть менѣе $\frac{1}{2}$ кирпича.

7) Печи класть въ желѣзныхъ чехлахъ отъ пола до верхняго обжима включительно.

8) Для чистой отдѣлки потолка употреблять или деревянную обшивку, или тонкую штукатурку изъ алебаstra. Тяги и карнизы съ наметами болѣе $1\frac{1}{2}$ " толщиной не допускаются. Рекомендуется карнизы дѣлать деревянныя, изъ папье-маше или металлическія.

9) Стропила дѣлать висячія; наслонныя допускаются лишь при условіи уничтоженія ихъ горизонтальнаго распора (горизонтальныя схватки).

10) Кровли дѣлать изъ легкаго матеріала: желѣза, толя, цинка, теса и пр.; тяжелыя кровли, какъ на примѣръ, земляныя, черепичныя, аспидныя и пр., не допускаются.

IV. Фахверковыя.

Рекомендуются съ условіемъ примѣненія къ нимъ тѣхъ мѣръ, которыя обязательны для деревянныхъ зданій; стѣны должны быть устроены по схваточной системѣ, свинчены болтами и приведены въ устойчивую систему при помощи раскосовъ. Задѣлка кирпичемъ не можетъ быть тоньше $1\frac{1}{2}$ кирпича.

V. Каменные на известковомъ растворѣ.

Допускаются на тѣхъ же основаніяхъ, какъ и кирпичныя, но при условіи, что:

- а) камни окальваются шестикантомъ;
- б) минимальная толщина стѣны 1 арш.
- в) дымоходы кладутся изъ жженнаго кирпича во всю толщину стѣны съ соблюденіемъ перевязки кладки трубы съ кладкою стѣны.

VI. Кирпичныя на цементномъ растворѣ, каменные и бетонныя.

Разрѣшаются до 10 арш. высоты, считая отъ горизонта тротуара до верха карниза, при условіи примѣненія къ нимъ всѣхъ тѣхъ мѣръ, которыя обязательны для зданій, сложенныхъ на извести въ мѣстностяхъ, гдѣ землетрясенія возможны силою въ VII балловъ.

Растворъ долженъ быть не тоще 1 ч. цемента на 5 частей песку, при крупномъ или среднемъ пескѣ, и 1 части цемента на 4 части песку, при мелкомъ пескѣ. Замѣчаніе это касается всѣхъ работъ на цементномъ растворѣ, перечисленныхъ въ другихъ параграфахъ этого приказа.

VII. Глинобитныя

не допускаются.

Б) Въ Асхабадѣ и другихъ пунктахъ области, гдѣ предвидится возможность землетрясеній силою въ VIII балловъ по шкалѣ Росси-Фореля, разрѣшается возводить жилые дома на слѣдующихъ основаніяхъ.

I. Кирпичныя на известковомъ растворѣ.

1) Устройство подваловъ рекомендуется, но не обязательно. Фундаментъ и стѣны въ нихъ рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ: допускается кладка подъ лопату и изъ крупнаго камня на тѣхъ же растворахъ.

Кирпичные своды въ подвалахъ допускаются, но лишь съ подъемомъ не менѣе, какъ въ $\frac{1}{3}$ пролета.

Разрѣшается перекрывать подвалы желѣзными балками со сводиками.

2) Фундаменты рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ, но разрѣшается кладка подъ лопату изъ крупнаго камня на тѣхъ же растворахъ.

Глубина фундамента не менѣе $\frac{3}{4}$ аршина для одноэтажныхъ зданій и 1 аршинъ для двухъэтажныхъ зданій при условіи, что подошва упирается противъ толщины стѣнъ не менѣе, какъ въ $1\frac{1}{2}$ раза.

3) Цоколи рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ; но разрѣшается кладка изъ крупнаго камня на известковомъ растворѣ, при условіи околки камней съ постелей, лица и заусенковъ.

4) Стѣны толщиной:

а) для одноэтажныхъ зданій и второго этажа двухъэтажныхъ: наружныя не менѣе 0,25 саж., а внутреннія не менѣе 0,18 саж.

б) для нижняго этажа двухъэтажныхъ зданій толщина наружныхъ стѣнъ не менѣе 0,30 саж., а внутреннихъ не менѣе 0,25 саж.

5) Предѣльная высота зданій отъ тротуара до верхней части карниза:

а) 17 аршинъ, въ случаѣ подваловъ подъ зданіемъ, и

б) 15 аршинъ, въ случаѣ неимѣнія подваловъ подъ зданіями.

6) Въ одноэтажныхъ зданіяхъ:

а) пологія перемычки могутъ быть пролетомъ до 2 арш., при подъемѣ 1 верш. на 1 арш. пролета;

б) арки съ подъемомъ болѣе одной четверти пролета допускаются пролетомъ до 4 арш.;

в) арки для пролетовъ болѣе 4 арш. должны быть рассчитаны, и горизонтальный распоръ ихъ уничтоженъ, причемъ подъемъ ихъ долженъ быть не менѣе $\frac{1}{4}$ пролета.

7) Въ двухъэтажныхъ зданіяхъ:

а) пологія перемычки допускаются для пролетовъ до двухъ аршинъ, при радіусѣ не большемъ ширины пролета;

б) полуциркулярныя перемычки допускаются при пролетахъ не менѣе 3 аршинъ;

в) при пролетахъ болѣе 3 арш. должно быть желѣзное балочное перекрытіе съ задѣлкою балокъ въ кладку не менѣе 6 вершковъ.

8) Въ одноэтажныхъ зданіяхъ внутренніе простѣнки должны быть:

а) при пролетѣ до двухъ аршинъ, считая въ широкомъ мѣстѣ, не уже $\frac{3}{4}$ арш. каждый, считая въ узкой части;

б) при большемъ пролетѣ, до 6 арш., къ ширинѣ простѣнка въ $\frac{3}{4}$ арш. прибавлять не менѣе $\frac{1}{4}$ превышенія ширины отверстія надъ 2 арш.

9) Въ двухъэтажныхъ зданіяхъ внутренніе простѣнки должны быть:

а) при пролетѣ до двухъ аршинъ, считая въ широкомъ мѣстѣ, не уже 1 арш., считая въ узкой его части.

б) при пролетѣ до 4 арш. къ ширинѣ простѣнка въ 1 арш. прибавлять не менѣе $\frac{1}{2}$ превышенія ширины отверстія надъ двумя арш.;

в) при пролетѣ отъ 4 до 6 арш. къ 2 аршинамъ прибавлять не менѣе $\frac{1}{4}$ превышенія ширины отверстія надъ 2 арш.

10) Подъ разгрузными арками можно допускать простѣнки въ кирпичъ шириной, считая въ узкомъ мѣстѣ простѣнка.

11) Угловые простѣнки должны быть шире соответственныхъ внутреннихъ не менѣе, какъ въ $1\frac{1}{2}$ раза.

12) Рекомендуется потолочныя балки одноэтажныхъ зданій и верхняго этажа двухъ-этажныхъ укладывать чрезъ все строеніе по возможности цѣльными. Потолочныя балки обязательно врубать въ мауерлаты.

13) Въ двухъэтажныхъ зданіяхъ, для увеличенія прочности, въ кирпичныя стѣны необходимо закладывать горизонтальныя желѣзныя связи, пропуская ихъ поверхъ перемычекъ второго этажа.

14) Плоскія и сводчатыя желѣзобетонныя покрытія особенно рекомендуются для всякаго рода покрытій.

15) Для чистой отдѣлки потолка употреблять или чистую деревянную подшивку, или тонкую штукатурку изъ алебастра. Тяги и карнизы съ наметами больше $1\frac{1}{2}$ дюйма не допускаются. Рекомендуется карнизы дѣлать деревянные, металлическіе или изъ папье-маше.

16) Коренныя трубы должны быть въ желѣзныхъ чехлахъ, толщина ихъ стѣнокъ и въ верхней части не должна быть менѣе $\frac{1}{2}$ кирпича.

17) Выше потолочныхъ балокъ дымовыя трубы заключать въ чехлы изъ кровельнаго желѣза и стѣнки ихъ дѣлать не тоньше $\frac{1}{2}$ кирпича.

18) Во вторыхъ этажахъ печи класть въ желѣзныхъ чехлахъ отъ пола до обжима включительно.

19) Для двухъэтажныхъ зданій стропила должны быть висячія, а наслонныя допускаются лишь при условіи уничтоженія ихъ горизонтальнаго распора (горизонтальныя схватки).

20) Кровля должна быть изъ легкаго матеріала: желѣза, толя, теса, цинка и пр.; тяжелые матеріалы, какъ-то: черепица, аспидъ и др., для кровельнаго покрытія не допускаются.

21) Каменные висячія лѣстницы не допускаются.

22) Кирпичные карнизы допускаются съ общимъ выносомъ не болѣе 6 верш.

23) Парапеты изъ кирпича допускаются, но не выше $\frac{1}{2}$ арш. и толщиной не менѣе толщины стѣны.

24) Фронтоны, имѣющіе видъ щипца, допускаются при условіи, чтобы они не поднимались выше поверхности кровли болѣе 8 верш. и были толщиной, равной толщинѣ стѣнъ.

- 25) Брандмауеры должны быть одинаковой толщины со стѣнами.
 26) Висячіе балконы на желѣзныхъ балкахъ допускаются съ выносомъ не болѣе $1\frac{1}{2}$ арш.

II. Сырцовыя.

- 1) Устройство подваловъ рекомендуется, но не обязательно. Возводятся подвалы на тѣхъ же основаніяхъ, какъ и въ кирпичныхъ зданіяхъ.
- 2) Фундаменты рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ, но разрѣшается кладка подъ лопату и изъ крупнаго камня на тѣхъ же растворахъ. Глубина фундамента не менѣе $\frac{3}{4}$ аршина, а подошва шириною болѣе толщины стѣнъ не менѣе, какъ въ $1\frac{1}{2}$ раза.
- 3) Цоколя рекомендуется класть изъ желѣзнякаго кирпича на цементномъ или известковомъ растворѣ; но разрѣшается класть изъ крупнаго камня на известковомъ растворѣ, при условіи околки камня съ лица, заусенковъ и постелей.
- 4) Толщина стѣнъ, какъ наружныхъ, такъ и внутреннихъ, не менѣе 1 арш.; высота стѣнъ, считая отъ тротуара до верха карниза:
 - а) при желѣзной крышѣ, не болѣе 8 арш.;
 - б) при земляной крышѣ, не болѣе $6\frac{1}{2}$ арш.
 Площадь пола:
 - а) при желѣзной крышѣ не ограничена;
 - б) при земляной крышѣ ограничивается 32 кв. саж.
- 5) Облицовка стѣнъ не допускается.
- 6) Простѣнки, при отверстіяхъ до 2 арш., допускаются въ 1 арш. шириной, считая въ узкой ихъ части.
 При большемъ проемѣ, до 4 арш., къ ширинѣ простѣнка въ 1 арш. прибавлять $\frac{1}{2}$ превышенія ширины отверстія надъ двумя аршинами.
- 7) Угловые простѣнки должны быть въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе соответственныхъ внутреннихъ простѣнковъ, но не менѣе $1\frac{3}{4}$ аршина.
- 8) Отверстія рекомендуется перекрывать балками.
 Перемычки изъ жженаго кирпича съ радіусами не менѣе ширины пролета допускаются, при условіи устройства пять изъ жженаго кирпича не менѣе, какъ на 9 вершковъ по длинѣ стѣны и при перекрываемомъ пролетѣ не болѣе 2 арш. въ широкой части.
 Арки подъемомъ болѣе одной четверти пролета допускаются на тѣхъ же условіяхъ для пролетовъ до 3 арш., полного циркуля для пролетовъ до 4 арш., причемъ въ послѣднемъ случаѣ подъ пятами ведется кладка изъ жженаго кирпича по отвѣсу не менѣе толщины арки, а по горизонтальному направленію не менѣе $1\frac{1}{2}$ толщины арки.
- 9) Рекомендуется потолочныя балки укладывать черезъ все строеніе по возможности цѣльными; въ случаѣ стѣчныхъ балокъ, на среднихъ стѣнахъ или столбахъ соединять ихъ зубомъ и скрѣплять желѣзными скобами.
 Потолочныя балки обязательно врубать въ мауерлаты.

- 10) При устройствѣ туземной кровли, смазка по камышу не должна быть толще 3 вершковъ.
- 11) Штукатурка потолковъ въ зданіяхъ подъ туземной крышей не допускается.
- 12) Парапетъ допускается не выше 1 арш., при толщинѣ въ 0,33 саж.
- 13) Коренныя трубы должны быть въ желѣзныхъ чехлахъ.
- 14) Выше потолочныхъ балокъ дымовыя трубы также заключать въ чехлы изъ кровельнаго желѣза и стѣнки ихъ дѣлать не тоньше $\frac{1}{2}$ кирпича.

III. Деревянные.

- 1) Подвалы, фундаменты и цоколя, какъ въ кирпичныхъ зданіяхъ.
- 2) Коренныя трубы класть въ желѣзныхъ чехлахъ, толщина ихъ стѣнокъ и въ верхней части не должна быть менѣе $\frac{1}{2}$ кирпича.
- 3) Печи класть въ желѣзныхъ чехлахъ отъ пола до верха обжима включительно.
- 4) Для чистой отдѣлки потолка употреблять или чистую деревянную подшивку, или тонкую штукатурку изъ алебаstra, съ прочнымъ укрѣпленіемъ драни. Тяги и карнизы съ наметами болѣе $1\frac{1}{2}$ " толщиной не допускаются. Рекомендуются карнизы дѣлать деревянные, изъ папье-маше или металлическіе.
- 5) Кровли дѣлать изъ легкаго матеріала: желѣза, толя, цинка, теса и пр.; тяжелыя кровли, какъ напримѣръ: земляныя, черепичныя, аспидныя, не допускаются.

IV. Фалверковья.

Рекомендуются съ условіемъ примѣненія къ нимъ всѣхъ тѣхъ мѣръ, которыя обязательны для деревянныхъ зданій; стѣны должны быть устроены по схваточной системѣ, свинчены болтами и приведены въ устойчивую систему при помощи раскосовъ.

Закладка кирпичемъ не можетъ быть тоньше $1\frac{1}{2}$ кирпича.

V. Каменные на известковомъ растворѣ.

- 1) Двухэтажныя не допускаются.
- 2) Одноэтажныя, высотой отъ тротуара до верха не болѣе 8 арш., допускаются на тѣхъ же основаніяхъ, какъ кирпичныя, но при условіи околки камня съ лица, заусенковъ и постелей.
- 3) Въ двухэтажныхъ зданіяхъ первый этажъ можно возводить изъ камня, но при условіи правильной околки камня со всѣхъ сторонъ и выполненія требованія для кирпичной кладки.

VI. Кирпичныя, бетонныя и каменные на цементномъ растворѣ.

Допускаются безъ ограниченій, но высотой до 20 арш., считая отъ тротуара до верха карниза.

VII. Глинобитныя

не допускаются.

В) Ко всѣмъ общественнымъ зданіямъ и зданіямъ особенной важности, возводимымъ изъ сырца, камня, кирпича и другихъ матеріаловъ, если только они по своему виду и размѣрамъ подходятъ къ зданіямъ выше разсмотрѣннымъ, примѣнять вышеуказанныя правила.

Если же зданія превышаютъ вышеуказанныя нормы, то кладка ихъ изъ сырца не допускается; въ случаѣ же возведенія зданій изъ другихъ матеріаловъ допускаемыя коэффициенты устойчивости и прочности для всѣхъ неупругихъ частей зданія, а также всѣ эмпирическія данныя, употребляемыя для опредѣленія размѣровъ зданія увеличивать:

Въ мѣстностяхъ, гдѣ землетрясенія возможны силою

въ 9 балловъ.

на 33%

Стѣны, сложенныя на известковомъ растворѣ, допускаются высотой до 4 саж., а на цементномъ до 8 саж., считая высоту отъ горизонта тротуара до обрѣза карниза.

8 балловъ.

на 15%

Кирпичные, каменные бетонные своды не допускаются, исключая подваловъ.

Желѣзобетонные своды рекомендуются для всѣхъ перекрытій.

Г) Нежилыя постройки при обывательскихъ квартирахъ разрѣшается возводить безъ всякихъ ограниченій.

Службы со спеціальными назначеніями, какъ, напримѣръ, конюшни коммерческихъ предпріятій, склады, амбары и т. п., подчиняются правиламъ, указаннымъ для жилыхъ построекъ.

КАВКАЗЪ.

Утверждено Главнoначальствующимъ гражданскою частью на Кавказѣ,
Сенаторомъ, Генералъ-Адъютантомъ Княземъ Голицынымъ.

10 апрѣля 1902 года, гор. Шемаха.

Основныя правила для руководства при постройкахъ обывательскихъ зданій въ гор. Шемахѣ.

А. Воспрещается постройка зданій въ два и болѣе этажей, а также каменныхъ полуторазтажныхъ строеній.

Б. Допускается постройка: кирпичныхъ, каменныхъ, сырцовыхъ, деревянныхъ и турлучныхъ зданій въ одинъ этажъ, а также полуторазтажныхъ зданій съ верхнимъ деревяннымъ или турлучнымъ этажемъ на каменномъ или кирпичномъ полуэтажѣ, придерживаясь нижесложенныхъ правилъ.

Для кирпичныхъ, каменныхъ и сырцовыхъ построекъ.

1) Фундаменты зданій должны быть заложены на надлежащей глубинѣ и безусловно на материкѣ, а ширина ихъ должна быть не менѣе одного аршина.

2) Фундаменты подъ кирпичныя, каменные и сырцовыя зданія, а также каменные столбы подъ деревянныя и турлучныя зданія устраиваются на цементномъ или известковомъ растворѣ.

3) Подъ деревянныя и турлучныя зданія допускается устройство и деревянныхъ ступень, преимущественно изъ дубоваго лѣса.

4) Высота комнатъ въ жилыхъ домахъ должна быть не болѣе 5 аршинъ.

5) Наружныя и внутреннія сырцовыя стѣны должны имѣть толщину не менѣе одного аршина. Кирпичныя стѣны допускаются толщиной не менѣе $2\frac{1}{2}$ кирпичей мѣстной формы. Наружная высота каменныхъ стѣнъ полуэтажа въ полуторазтажныхъ зданіяхъ должна быть по улицѣ и со стороны двора не болѣе 4-хъ аршинъ.

Кладка каменныхъ стѣнъ разрѣшается только изъ правильнаго вида протесанныхъ

или приколотыхъ постелистыхъ камней, съ соблюденіемъ правильной перевязки рядовъ по толщинѣ и высотѣ стѣнъ.

6) Кирпичныя и каменные стѣны должны быть сложены на цементномъ или известковомъ растворахъ.

7) Черезъ каждый аршинъ и не болѣе какъ черезъ $1\frac{1}{2}$ аршина по высотѣ каменныхъ, кирпичныхъ и сырцовыхъ стѣнъ прокладываются съ наружныхъ и внутреннихъ сторонъ деревянные лежни изъ брусевъ, связанныхъ не рѣже какъ черезъ каждые полтора аршина поперечными брусьями. Размѣръ брусевъ долженъ быть для соснового лѣса $2 \times 3\frac{1}{2}$ вершка и дубоваго лѣса 2×3 вершка въ поперечномъ сѣченіи. Лежни въ углахъ стѣнъ пропускаются во всю толщину стѣны для перекрестнаго ихъ сопряженія.

8) Перекрытія надъ оконными, дверными и печными проемами должны быть изъ деревянныхъ брусевъ надлежащаго сѣченія, уложенныхъ вплотную другъ къ другу и заложенныхъ въ стѣну не менѣе, какъ на двѣнадцать вершковъ съ каждой стороны. Въмѣсто деревянныхъ допускаются желѣзныя двутавровыя балки. Поверхъ тѣхъ и другихъ балокъ кладка должна вестись горизонтальными рядами; устройство же перемычекъ, арокъ и сводовъ изъ камня, кирпича и бетона безусловно воспрещается.

9) Переборки въ зданіяхъ могутъ быть устраиваемы только деревянныя и турлучныя.

10) Мауерлаты подъ потолочными балками, также какъ и лежни въ стѣнахъ должны быть уложены въ два ряда и связаны между собою поперечными схватами не рѣже, какъ черезъ каждые полтора аршина, съ укрѣпленіемъ угловъ и стыковъ столбами.

11) Потолочныя балки обязательно пропускаются сквозь наружныя стѣны и должны быть изъ брусевъ или толстыхъ досокъ съ поперечнымъ сѣченіемъ, соответствующимъ пролету, съ укладкою ихъ на среднемъ разстояніи одного аршина другъ отъ друга. Черные потолки допускаются исключительно изъ цѣльныхъ досокъ, насланныхъ сплошь по балкамъ. Потолочная смазка должна быть не толще двухъ вершковъ.

12) Штукатурка потолковъ, а равно вытягиваніе какъ внутреннихъ, такъ и наружныхъ карнизовъ безусловно воспрещается. Допускаются только по фасаду незначительные выступы изъ камня или кирпича, въ видѣ поясковъ, наличниковъ и карнизовъ, не превышающихъ 2-хъ вершковъ.

Для деревянныхъ и турлучныхъ построекъ.

13) Стѣны деревянныхъ построекъ могутъ быть срублены изъ бревенъ и толстыхъ досокъ или же устроены изъ стоекъ, прогоновъ, раскосовъ, съ обшивкою съ обѣихъ сторонъ досками чисто или подъ штукатурку.

14) Стѣны въ турлучныхъ постройкахъ должны состоять изъ стоекъ, прогоновъ и раскосовъ, составляющихъ деревянный остовъ, промежутки между которыми закладываются турлукомъ изъ жердей или мелкаго лѣса, въ одинъ или два ряда.

Общее положеніе для всѣхъ построекъ:

15) Крыши на всякаго рода строеніяхъ должны быть исключительно стропильныя, покрытыя желѣзомъ, толемъ, досками и другими легкими матеріалами.

16) Всякаго рода печи должны быть поставлены на каменныхъ фундаментахъ, а въ каменныхъ зданіяхъ могутъ быть поставлены и на желѣзныхъ балкахъ. Комнатныя печи (кирпичныя) допускаются не иначе, какъ въ желѣзныхъ футлярахъ. Русскія печи и очаги должны быть укрѣплены угловымъ желѣзомъ. Дымовыя трубы надъ печами ставить воспрещается, онѣ должны быть устраиваемы въ кладкѣ стѣнъ, или коренными на отдѣльномъ фундаментѣ, причеъ на чердакахъ и сверхъ крыши трубы устраиваются изъ двойныхъ желѣзныхъ футляровъ, заполненныхъ въ промежуткѣ глиною.

17) Службы и ограды могутъ быть каменныя, кирпичныя, сырцовыя, деревянныя и плетневыя, при высотѣ первыхъ не болѣе трехъ съ половиною аршинъ, а вторыхъ не болѣе трехъ аршинъ при соотвѣтствующей толщинѣ. Устройство службъ должно быть во всемъ согласно настоящимъ правиламъ.

18) Постройка и перестройка обывательскихъ домовъ должна быть производима подъ техническо-полицейскимъ контролемъ городского архитектора и полиціи.

19) Возведеніе обывательскихъ зданій, во всемъ согласныхъ настоящимъ основнымъ правиламъ, разрѣшается по нормальнымъ чертежамъ и проектамъ Шемахинскимъ уѣзднымъ начальникомъ совмѣстно съ городскимъ архитекторомъ.

20) Бакинскому Губернатору предоставляется, въ развитіе настоящихъ основныхъ правилъ, издавать дополнителныя обязательныя постановленія по строительной части для гор. Шемахи, по предварительному ихъ разсмотрѣнію въ Строительномъ Отдѣленіи Бакинскаго Губернскаго Правленія.

21) Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ, не указанныхъ настоящими правилами, руководствоваться Уставомъ Строительнымъ, и могущими быть изданными Бакинскимъ Губернаторомъ обязательными постановленіями.

Примѣчаніе: Для недостаточныхъ жителей города Шемахи допускается возведеніе построекъ легкаго переходнаго типа. Постройки эти должны быть турлучныя или багдадныя со стойками, отстоящими одна отъ другой на разстояніи не болѣе 1 1/2 аршина, и обмазанныя глиною съ саманомъ, съ желѣзными, толевыми, деревянными, кировыми или мазаными глиною крышами, при непремѣнномъ условіи, чтобы толщина земляной на нихъ насыпи подъ киромъ, равно какъ и слой глиняной смазки, не превышали 2-хъ вершковъ.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦІЯ ¹⁾

для возведенія построекъ въ областяхъ, подверженныхъ сейсмическимъ колебаніямъ, и расчетъ ихъ устойчивости и прочности.

I. Качество конструкцій.

Кромѣ безусловнаго соблюденія всѣхъ правилъ строительнаго искусства и специальныхъ предписаній, заключающихся въ правилахъ, одобренныхъ Правительственнымъ Декретомъ отъ 18-го апрѣля 1909 года за № 193, необходимо соблюдать еще правила и нормы, существующія для испытанія и приемки гидравлическихъ растворовъ, и нормы для желѣзобетона, о которыхъ упоминается въ Декретѣ отъ 10-го января 1907 года, равно какъ условія для испытаній и приемки желѣза, о чемъ указано въ Декретѣ отъ 29-го февраля 1908 года, а также и всѣ прочія правила, которыя были своевременно установлены въ отношеніи главныхъ качествъ принятыхъ для построекъ материаловъ.

Главное вниманіе должно быть обращено на прочность соединеній вертикальныхъ конструктивныхъ частей (стѣны, столбы, устои, стойки) съ горизонтальными (потолки, крыши и террасы); тщательность и прочность въ соединеніяхъ этихъ частей должна быть безукоризненной, такъ какъ лишь при соблюденіи этого условія возможно достигнуть устойчивости строенія при сейсмическихъ колебаніяхъ.

Въ виду этого необходимо:

При каменныхъ постройкахъ,—потолочныя балки или затяжки задѣлывать въ стѣны, на которыя онѣ опираются во всю толщину, чтобы связать въ одно цѣлое потолочныя конструкціи.

При постройкахъ барачнаго легкаго—стойчататаго типа,—примѣнять для скрѣпленія балокъ со стойками желѣзные угольники и скобы.

При желѣзобетонныхъ сооруженіяхъ,—необходимо непрерывное продолженіе металлической арматуры изъ балокъ въ стойки и обратно, прочно связывая ихъ и погружая въ бетонную массу.

II. Основныя положенія при расчетѣ прочности сооружений.

Какъ динамическое дѣйствіе, можно взять лишь статическое напряженіе, вызванное эффектами землетрясеній и зависящее отъ сейсмическаго ускоренія и инерціи всей постройки, т.-е. отъ массы всѣхъ ея частей и нагрузки на нихъ, предполагая, что эти силы будутъ имѣть время развитія возможный максимумъ своей деформирующей энергіи.

¹⁾ Ministero dei Lavori Pubblici. Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei Comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 o da altri precedenti. Boll. Ufficiale del Ministero dei Lavori Pubblici. Roma 1909.

Поэтому въ статьѣ 24 правилъ установлено, что силы, которыя нужно принять во вниманіе при расчетѣ построекъ, могутъ быть эмпирически опредѣлены пропорціонально вѣсу отдѣльныхъ частей постройки и всего, неразрывно связаннаго съ ними.

Что же касается сопротивленія вертикальнымъ усилямъ, то ограничиваются увеличеніемъ пропорціонально вѣса сооруженія и его нагрузки ¹⁾. Такое процентное увеличеніе вѣса, долженствующее учесть и динамическое дѣйствіе вертикальнаго удара землетрясенія, въ приложенныхъ примѣрахъ взято равнымъ 50%.

Что же касается горизонтальныхъ силъ, то при ихъ вычисленіи принимаютъ ускореніе, равное нѣкоторой части ускоренія силы тяжести; отношеніе это для отдѣльныхъ мѣстъ опредѣляется на основаніи мѣстныхъ сейсмическихъ наблюденій и провѣряется по расчетамъ специальныхъ типовъ построекъ, безопасность которыхъ въ достаточной степени констатирована.

Имѣя въ виду, что амплитуда вызванныхъ сейсмическими ударами колебаній въ какомъ-либо сооруженіи увеличивается снизу вверхъ, и сообразуясь съ указаніемъ статьи 7 правилъ, чтобы центръ тяжести построекъ, подверженныхъ землетрясеніямъ, находился возможно ниже, можно опредѣлить горизонтальныя силы, дѣйствующія во второмъ этажѣ (для построекъ нормальнаго типа), увеличивая на 50%, опредѣленное согласно вышесказанному отношенію, какъ достаточное для расчета нижняго этажа и вообще нижнихъ построекъ.

Для сооруженій особенныхъ, о которыхъ упоминается въ статьѣ 3, подобное увеличеніе должно быть примѣнено для всей высоты, чтобы устранить возможно большую устойчивостью опасность разрушенія.

Въ примѣрныхъ расчетахъ, приложенныхъ къ настоящей инструкціи, въ виду неувѣренности въ численныхъ данныхъ, касающихся горизонтальнаго ускоренія сейсмическаго движенія, и дѣйствія этого ускоренія на сооруженіе (ускореніе же самый важный характерный элементъ ударовъ землетрясенія), приняты за единственно вѣрный способъ изслѣдованія размѣровъ типовъ барачныхъ построекъ Калабріи, перенесшихъ безъ значительнаго ущерба землетрясеніе 1908 года. Это изслѣдованіе дало возможность установить для отношенія между горизонтальными силами, которыя слѣдуетъ условно ввести въ расчетъ, и соответствующимъ вѣсомъ—слѣдующія числа:

¹/₁₂ для нижняго этажа нормальныхъ построекъ не выше 10 метровъ;

¹/₈ для втораго этажа этихъ построекъ и вообще въ исключительныхъ случаяхъ.

Конечно, предполагаемая здѣсь данная не исключаютъ въ дальнѣйшемъ возможности иныхъ нормъ, согласно даннымъ науки, могущимъ заставить видоизмѣнить предположенія и измѣнить числовыя значенія отношеній; усмотрѣнію авторовъ проектовъ предоставляется также выборъ болѣе большихъ отношеній, въ обезпеченіе устойчивости сооруженій въ разныхъ частныхъ случаяхъ.

Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ помнить, что расчетъ, сдѣланный на основаніи вышесказанныхъ отношеній, но всегда въ обычныхъ предѣлахъ безопасности, представляетъ [благодаря большому интервалу между предѣломъ безопасности и предѣлами упругости и разрушеніемъ] достаточную гарантію въ отношеніи ударовъ разрушающей силы, гораздо болѣе той, которая опредѣляется указанными отношеніями.

Что же касается предложенія разсматривать горизонтальныя силы послѣдовательно по двумъ главнымъ направленіямъ (длина и ширина) строенія и въ обоихъ значеніяхъ каждаго направленія, то слѣдуетъ замѣтить, что:

I. Провѣрка по двумъ направленіямъ можетъ оказаться излишней, когда явствуетъ, что для одного изъ нихъ прочность болѣе обезпечена, чѣмъ для другого. Въ такомъ случаѣ достаточно провѣрить по тому направленію, которое представляется болѣе слабымъ.

II. Провѣрка по двумъ направленіямъ также излишня, когда мы имѣемъ дѣло съ несимметричными постройками или съ несимметричными частями таковыхъ по отношенію къ оси

¹⁾ Очевидно, что въ предположеніи увеличенія напряженія въ балкахъ потолка и крыши необходимо при проектированіи увеличить размѣры этихъ частей. Во вторыхъ, увеличиваются нормальныя силы, дѣйствующія въ вертикальныхъ частяхъ (стѣны и стойки), которыя должны суммироваться съ тѣми, которыя являются результатомъ горизонтальныхъ силъ, какъ выразителей волнообразныхъ колебаній, приложенныхъ въ мѣстахъ опоръ и соединеній.

изгиба, и когда они сконструированы изъ матеріаловъ, различно относящихся къ растяженію и къ сжатію, или въ такихъ вообще случаяхъ, когда матеріалъ можетъ относиться различно къ дѣйствию сейсмическаго удара, когда предполагается наиболѣе вѣроятнымъ его дѣйствіе въ одномъ опредѣленномъ направленіи, а не въ противоположномъ.

Само собою разумѣется, что въ случаѣ, если потребуется провѣрка сооруженія, при какой-либо особой формѣ специальной системы, можно сдѣлать провѣрку прочности въ отношеніи удара, направленнаго въ другомъ направленіи, принимая во вниманіе составляющія силы, вызванныхъ по двумъ главнымъ направленіямъ зданія.

III. Конструкціи жесткой системы.

Практическое изученіе конструкцій жесткихъ системъ можно свести къ изученію случаевъ плоскихъ фермъ.

По ширинѣ зданія, каждая такая плоская ферма, составленная изъ вертикальныхъ стоекъ и поперечныхъ связей или раскосовъ, соединенныхъ между собою въ одну жесткую систему съ достаточной площадью опоры, можетъ рассматриваться какъ балочное перекрытіе, подверженное дѣйствию вышеуказанныхъ силъ.

Если есть сомнѣніе въ непрерывности горизонтальныхъ связей или если существуютъ мѣста, гдѣ подобныя связи несовершенны, какъ напримѣръ, на лѣстницѣ, то по длинѣ прочность конструкціи рассчитывается, считая ее подраздѣленной на нѣсколько фермъ, независимыхъ одна отъ другой.

Что касается типа конструкцій, слѣдуетъ рассматривать два главные ихъ вида, а именно:

1) Недеформирующіяся, жесткія системы, благодаря діагоналямъ, представляющія систему болѣе или менѣе сложную, но всегда статически опредѣленную, связанную въ треугольникъ или неподвижно со стѣнами, въ силу цѣльности конструкціи, безукоризненнаго соединенія связей со стойками и раскосами, обеспечивающія статическую неизмѣнимость системы.

Въ виду однородности системъ со сплошными стѣнками и рѣшетчатыхъ, въ отношеніи вида сопротивленія главныхъ частей конструкціи, таковыя рассчитываются несмотря на наличие того или другого типа.

Основной характеръ этихъ системъ состоитъ въ томъ, что, оставляя въ сторонѣ вліяніе мѣстныхъ усилій, ихъ пояса должны сопротивляться простому сжатію или растяженію.

2) Тѣ системы, въ которыхъ для приданія жесткости ограничиваются усиленіемъ соединеній раскосинъ съ балками въ точкахъ ихъ пересѣченія, и вообще всѣ тѣ, которыя, или благодаря неполному сопротивленію сжатію, или по недостатку жесткости и недостаткамъ соединеній стѣнъ съ остовомъ строенія, не представляютъ навѣрняка условій 1-ой категоріи.

Въ этихъ системахъ усилія сосредоточены въ безраскосныхъ формахъ, составныя части которыхъ должны главнымъ образомъ сопротивляться изгибу.

Въ случаѣ сооруженій типа промежуточнаго между указанными двумя характерными, необходимо въ основаніе расчета ввести подходящую теорію, увеличивая или уменьшая напряжения, учитывая способъ сопротивленія рассматриваемыхъ специальныхъ конструкцій; притомъ однако и, въ случаѣ сомнѣнія, придерживаться основнаго правила — примѣнять методъ расчета, предусматривающій большія усилія въ сопротивляющейся системѣ.

IV. Распредѣленіе дѣйствующихъ силъ сейсмическаго движенія.

Для общаго расчета системы къ каждой конструкціи, какія выше рассмотрѣны, прилагаются силы, развитыя въ соотвѣтственной части зданія, какъ одной изъ составляющихъ, на которыхъ зданіе разбито фермами.

При опредѣленіи горизонтальныхъ силъ можно пренебречь:

а) стѣнками, параллельными направленію силы, которая принимается въ расчетъ въ случаяхъ, когда:

1) такія стѣны несутъ только собственный вѣсъ, что бываетъ всегда, когда на нихъ не опираются балки и вообще перекрывающія конструкціи.

2) если идетъ рѣчь о стѣнахъ не расчлененныхъ (сплошныхъ), т. е. отвѣчающихъ предписаніямъ статей 5 и 8 правилъ.

в) нагрузкой отъ мебели въ домахъ жилыхъ или конторахъ, если только мебель эта удобоподвижна. Но нагрузка очень тяжелой мебелью, какъ большіе архивные и библиотечные шкафы, должна быть введена въ расчетъ, равно какъ вѣсъ товаровъ въ помѣщеніяхъ, занятыхъ магазинами и складами.

Для общаго расчета междуэтажныхъ перекрытій, всегда можно вычислить горизонтальныя силы, считая ихъ сосредоточенными и дѣйствующими въ пространствѣ, заключающемся по срединѣ, на половинѣ высоты каждаго этажа.

Кромѣ того, въ опредѣленныхъ случаяхъ будетъ умѣстнымъ дѣлать подробные расчеты, учитывая дѣйствительное распределеніе силы вдоль главныхъ связей системы, рассматривая сопротивленіе каждой въ отдѣльности.

Способъ въ отношеніи нормъ прочности путемъ оцѣнки горизонтальныхъ силъ является удобнымъ въ отношеніи массъ стѣнъ нормальныхъ къ направленію удара (если онѣ отвѣчаютъ сказанному выше въ а).

Необходимо сообразоваться со свойствомъ стѣнъ хорошей кладки—воспринимать лишь такую часть изгибающихъ усилій, какая, будучи сложена съ минимальнымъ усиліемъ происходящаго одновременно сжатія, даетъ удовлетворительные предѣлы прочности, опредѣленные на основаніи обычныхъ нормъ безопасности, во всякомъ случаѣ не болѣе $\frac{1}{2}$ килгр. на 1 кв. см.

Въ обыкновенныхъ случаяхъ, во избѣжаніе трудныхъ вычисленій, можно (какъ въ примѣрѣ № 1) примѣнить упрощенный способъ расчета, но лишь для стѣнъ нижняго этажа.

V. Упрощенныя предположенія.

Для системъ 1-ой категоріи, упомянутыхъ въ параграфѣ III, слѣдуетъ допустить:

а) изъ двухъ діагоналей жесткости въ одномъ четырехугольникѣ работаетъ только лишь та, которая является болѣе жесткой въ отношеніи рода напряженія, которому она подвержена, въ зависимости отъ способа соединенія;

в) усиліе въ опредѣленной діагонали равняется относительному напряженію въ поперечномъ сѣченіи, проведенномъ черезъ ея средину, раздѣленному на количество параллельныхъ, совмѣстно работающихъ діагоналей, черезъ которыя проведено сѣченіе, и на косинусъ угла ихъ наклона относительно напряженія въ самомъ сѣченіи.

Для системъ 2-ой категоріи, въ видѣ приближенія, можно допустить при расчетѣ совершенную жесткость перекрытій (потолковъ и крышъ), каковое допущеніе равносильно предположенію, что подъ дѣйствіемъ горизонтальныхъ силъ, они перемѣщаются параллельно съ несущими ихъ частями, причемъ междуэтажныя стойки сгибаются въ формѣ буквы S. При такомъ предположеніи, каждая изъ стоекъ подвергается въ мѣстахъ своихъ жесткихъ закрѣпленій съ горизонтальными частями строенія, которыя ее подраздѣляютъ на нѣсколько отрѣзковъ, изгибающимъ моментамъ, легко исчисляемымъ. Имѣя сосредоточеніе силъ на уровнѣ потолочныхъ перекрытій, какъ упомянуто въ предыдущемъ параграфѣ, моменты эти просто равны суммѣ силъ, приложенныхъ къ находящимся выше отрѣзковъ стоекъ перекрытіямъ, помноженной на половину высоты самаго отрѣзка стойки. Это правило примѣнено въ первомъ примѣрѣ расчета, гдѣ система деревяннаго остова относится ко второй категоріи.

Второй примѣръ иллюстрируетъ ходъ расчета системы изъ железобетона, относящейся къ первой категоріи.

VI. Способы болѣе точнаго расчета.

Понятно, что „нормы“ не возбраняютъ примѣненія болѣе рациональныхъ методовъ расчетовъ, основанныхъ на болѣе тщательномъ изслѣдованіи способовъ сопротивленія системы разнымъ усиліямъ, главнымъ образомъ, во второй категоріи.

Въ случаѣ не очень сложныхъ конструкций, къ которымъ можно отнести зданія съ однимъ лишь помещеніемъ (какъ церкви, театры и т. п.), особенно рекомендуется тщательный расчетъ, который заключается въ статическомъ изученіи системы, составленной изъ двухъ стоек, задѣланныхъ въ основаніе и жесткою связью соединенныхъ съ горизонтальнымъ перекрытіемъ на верху.

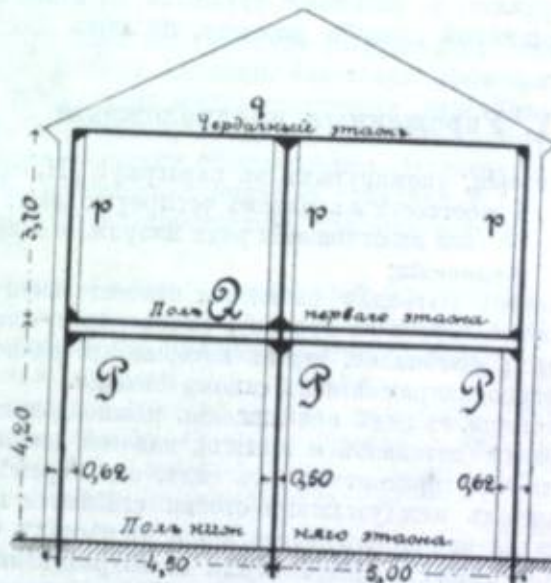
Этотъ случай разсматривается въ третьемъ примѣрѣ, гдѣ приведены основныя общеизвѣстныя формулы упругости, для рѣшенія вышеупомянутой задачи.

Вообще нужно замѣтить, что во всѣхъ этихъ вопросахъ, какъ бы подробно ни излагались подобныя инструкціи, слѣдуетъ примѣнять обычные методы расчетовъ, даваемые строительной наукой, примѣняя, какъ было уже сказано, коэффициенты безопасности, принятыя въ обыкновенныхъ строеніяхъ, и имѣя въ виду нормы и предписанія, учрежденныя существующими правилами и имѣющими быть изданными касательно матеріаловъ, которые слѣдуетъ употреблять для построекъ, зависящихъ отъ Министерства Общественныхъ работъ.

Примѣрные расчеты построекъ, подверженныхъ сейсмическимъ ударамъ.

Примѣръ 1-ый. Зданіе стойчатой системы (барачной) въ два этажа съ помещеніями въ обоихъ этажахъ, съ остовомъ исключительно деревяннымъ, т. е. стойками, жестко скрѣпленными главными балками потолковъ, и со скрѣпленными со стѣнами стропилами, вѣщающими зданіе перекрытіемъ, составляющимъ въ свою очередь одно цѣлое съ крышей.

Это представляетъ систему съ прямоугольными связями, изображенную на чертежѣ 1.



Фиг. 1.

- Основные размѣры поперечнаго разрѣза зданія, указанные на чертежѣ, слѣдующіе:
- Вышина нижняго этажа $h_1 = 4,20^m$.
 - Вышина верхняго этажа $h_2 = 3,70^m$;
 - Ширина помещеній, измѣренная отъ лица наружныхъ стѣнъ и до оси внутренней стѣны, равна $4,50^m$ и 5^m ;
 - Толщина наружныхъ стѣнъ: $0,62^m$ нижняго этажа и $0,50^m$ верхняго этажа.
 - Постоянная толщина внутренней стѣны: $0,50^m$.
 - Конструкція стѣнъ:
 - Въ нижнемъ этажѣ кирпичная кладка, вѣсомъ 1700 kg/m^3 ;
 - Въ верхнемъ этажѣ кладка изъ пустотѣлыхъ кирпичей, вѣсомъ 800 kg/m^3 .

Деревянный потолокъ надъ нижнимъ этажемъ изъ досчатыхъ балокъ, съ легкимъ заполненіемъ, и полъ изъ гончарныхъ плитокъ; общій вѣсъ (исключая временную нагрузку) 150 kg/m^2 ;

Крыша съ кровельнымъ матеріаломъ вѣсомъ не больше 45 kg/m^2 и легкой потолокъ для верхняго этажа; общій вѣсъ 120 kg/m^2 .

Вычисленіе вѣса.

Для отрѣзка зданія длиною 2,50 м, предполагая, что таково среднее разстояніе, черезъ которое распределены поперечные пояса остова, и что уменьшеніе вѣса отъ дверныхъ и оконныхъ проемовъ составляетъ $\frac{1}{5}$ общаго вѣса, получаемъ:

Для стѣны нижняго этажа:

$$\text{Наружняя стѣна, каждая } 4,20 \left(\frac{4}{5} \times 2,50 \right) 0,62 \times 1700 = 8854 \text{ kg.}$$

$$\text{Промежуточная стѣна } 4,20 \left(\frac{4}{5} \times 2,50 \right) 0,50 \times 1700 = 7140 \text{ kg.}$$

Для стѣн верхняго этажа:

$$\text{каждая } 3,70 \left(\frac{4}{5} \times 2,50 \right) 0,50 \times 800 = 2960 \text{ kg.}$$

Для потолка надъ нижнимъ этажемъ:

$$2,50 (9,50 - 2 \times 0,62 - 0,50) \times 150 = 2910 \text{ kg.}$$

Для крыши:

$$2,50 (9,50 + 0,60) \times 120 = 3030 \text{ kg.}$$

Принимая во вниманіе обозначенія на чертежѣ, предъидущій вѣсъ, выраженный въ тоннахъ, получаетъ слѣдующій видъ:

$$P = 8,85 \quad P^1 = 7,14 \quad p = 2,96 \\ Q = 2,91 \quad q = 3,03$$

Вычисленіе горизонтальныхъ силъ.

Предполагая силы равно распределенными между тремя стойками, составляющими систему, и оцѣнивая горизонтальные силы, какъ доли соответствующаго вѣса, а именно въ размѣрѣ:

$\frac{1}{12}$ для конструкций нижняго этажа

$\frac{1}{8}$ для конструкций верхняго этажа,

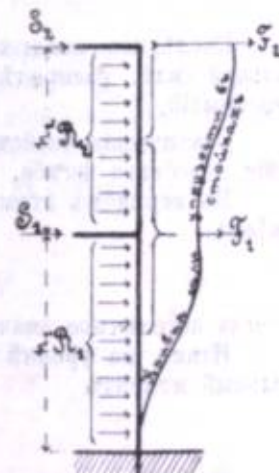
получимъ слѣдующія горизонтальные силы, какъ результатъ сейсмическаго дѣйствія (чертежъ 2):

$$R_1 = \frac{1}{12} \frac{2P + P^1}{3} = 0,69t$$

$$S_1 = \frac{1}{12} \frac{Q}{3} = 0,08t$$

$$R_2 = \frac{1}{8} p = 0,37t$$

$$S_2 = \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{3} q = 0,13t$$



Фиг. 2

Горизонтальная сила на уровнѣ чердачнаго перекрытія

$$F_2 = S_2 + \frac{1}{2} R_2 = 0,31t.$$

При вычисленіи силы F_1 , сосредоточенной на уровнѣ потолка 1-го этажа, слѣдуетъ имѣть въ виду уменьшеніе, которое получается благодаря собственной устойчивости стѣны въ нижнемъ этажѣ, и предполагая, что послѣдняя сложена правильно и согласно съ требованіями особой инструкціи, т. е. что она въ состояніи вернуться въ устойчивое положеніе или удержаться въ этомъ положеніи сама по себѣ.

Это уменьшеніе получается вычетомъ изъ величины дѣйствующей на уровнѣ потолка силы величины силы, равной общему вѣсу стѣны, умноженному на $\frac{1}{3}$ отношенія между ея толщиной въ этажѣ надъ рассматриваемымъ перекрытіемъ и ея высотой.

Въ настоящемъ случаѣ, гдѣ рѣчь идетъ о стѣнахъ, средняя толщина которыхъ (средняя изъ толщинъ наружной и внутренней стѣнъ) больше восьмой части вышины, устойчивость ихъ, въ силу принятыхъ условій, достаточно обезпечена и безъ укрѣпленій перекрытія.

Мы, слѣдовательно, имѣемъ:

$$F_1 = \frac{1}{2} R_2 + S_1 = 0,18 + 0,08 = 0,26t$$

Изъ чего вытекаютъ:

Моменты закрѣпленій каждой стойки.

Въ верхнемъ этажѣ:

$$M_2 = F_2 \frac{1}{2} h_2 = 0,31 \times \frac{3,70}{2} = 0,573 \text{ t. m.}$$

Въ нижнемъ этажѣ:

$$M_1 = (F_1 + F_2) \frac{1}{2} h_1 = (0,26 + 0,31) \frac{4,20}{2} = 1,197 \text{ t. m.}$$

Дѣйствіе мѣстныхъ силъ.

Послѣднее заключается въ изгибѣ стоекъ, принужденныхъ сопротивляться горизонтальной силѣ, распределенной вдоль стѣнъ, и необходимости сосредоточить ее на уровнѣ перекрытій.

Статическія свойства стѣнъ нижняго этажа не даютъ основанія къ увеличенію, вслѣдствіе подобнаго изгиба, напряженія, уже принятаго для соответствующихъ отрѣзковъ стоекъ.

Въ верхнемъ этажѣ, сообразно съ моментомъ закрѣпленія въ балкахъ потолка и крыши, имѣемъ:

$$M = \frac{1}{12} R_2 h_2 = \frac{0,37 \times 3,70}{12} = 0,114 \text{ tm.}$$

(всегда абсолютное значеніе).

Итакъ на уровнѣ потолка, гдѣ M' и M_2 имѣютъ тотъ же знакъ, получается окончательный моментъ

$$M_2 = M + M_2 = 0,687 \text{ t. m.}$$

На уровнѣ чердачнаго перекрытія, гдѣ оба момента имѣютъ противоположные знаки, имѣется:

$$M'_2 = M_2 - M = 0,459 \text{ t. m.}$$

Расчетъ деревянныхъ стоекъ квадратнаго сѣченія, принимая допускаемое напряжение въ 60 kg./cm.²

Сторона квадратнаго сѣченія стойки въ см. въ нижнемъ этажѣ:

$$\sqrt[3]{100000 \frac{M_1}{60}} = 10 \sqrt[3]{10 M_1} = 23 \text{ см.}$$

Въ верхнемъ этажѣ $10 \sqrt[3]{10 M_2} = 19 \text{ см.}$; на уровнѣ чердачнаго перекрытія:
 $10 \sqrt[3]{10 M_2} = 17 \text{ см.}$

Опредѣленіе напряженій и расчетъ соединительныхъ раскосинъ.

Это самое важное напряженіе въ системахъ съ четырехугольными связями.

Оно является слѣдствіемъ моментовъ закрѣпленія, равныхъ разности моментовъ изгибающихся, которые дѣйствуютъ на стойку непосредственно подъ и непосредственно надъ мѣстомъ соединеній ея съ раскосиной.

Такъ какъ эти моменты имѣютъ противоположные знаки, вышеупомянутый моментъ закрѣпленія равенъ суммѣ ихъ абсолютныхъ значеній.

Въ нашемъ случаѣ имѣемъ:

$$M = M_1 + M_2 = 1,197 + 0,687 = 1,884 \text{ т. м.}$$

Предположимъ теперь, что потолокъ поддерживается при помощи главныхъ балокъ, перпендикулярныхъ къ лицевымъ стѣнамъ и расположенныхъ, какъ того требуетъ правило, въ соответствии съ поперечными подсами сопротивляющагося остова, котораго существенную часть онѣ составляютъ, благодаря сильнымъ угловымъ соединеніямъ, особенно рекомендуемымъ.

Получаемъ, что усиліе M вызываетъ въ частяхъ напряженія двухъ родовъ, именно:

1) въ раскосинахъ, скрытыхъ въ поперечныхъ стѣнахъ, могущихъ въ большей или меньшей степени помочь имъ въ ихъ столь важной статической функціи, если онѣ хорошо соединены съ карнизной рамой;

2) въ балкахъ потолка, подверженныхъ одновременно дѣйствию вертикальныхъ силъ (собственный вѣсъ потолка и временная нагрузка), вызывающихъ ихъ изгибъ, каковыя необходимо увеличить на 50%, дабы учесть и динамическія дѣйствія вертикальныхъ ударовъ землетрясенія.

Въ видахъ учета большихъ напряженій и въ предположеніи, что балки и раскосины чередуются, благодаря присутствію поперечной стѣны, черезъ каждыя 5,00 м., при нагрузкѣ отъ балокъ около 200 kg., вычисляемъ моментъ изгиба слѣдующимъ образомъ. Замѣнивъ для упрощенія дѣйствительныя длины каждаго изъ двухъ пролетовъ среднюю ихъ длину, считая отъ середины стоекъ, т. е. $\frac{9,50-0,62}{2}$ метр., имѣемъ на нихъ нагрузку въ тоннахъ $\frac{1}{2} Q + 0,20$. Прибавивъ 50%, имѣемъ:

$$M_0 = \frac{1}{12} 1,5 \left(\frac{1}{2} Q + 0,20 \right) \frac{9,50-0,62}{2} = 0,918 \text{ т. м.}$$

Теперь опредѣлимъ максимальный моментъ изгиба системы: балка—раскосина, суммированиемъ усилій въ балкѣ $M + M_0$ съ усиліемъ въ раскосинѣ:

$$M + M_0 + M = 4,686 \text{ т. м.}$$

Одна часть этого момента, вѣроятно большая, передается поперечнымъ стѣнамъ, которыя функционируютъ какъ несовершенная діагональ четырехугольнаго звена, работающаго лишь на сжатіе.

Допуская излишекъ въ пользу устойчивости, примемъ, что подобное замѣщеніе происходитъ лишь въ количествѣ 40%, такъ что каждая изъ двухъ частей остова должна выдерживать ломающій моментъ равный,

$$0,30 \times 4,686 = 1,406 \text{ т. м.}$$

Беря допускаемое напряженіе равнымъ 60 kg/cm², получаемъ сѣченіе деревяннаго бруса = см. 16 × см. 30.

Опредѣленіе напряженій и расчетъ стропилъ крыши.

Онѣ являются въ завершающей зданіе части конструкціей, которая можетъ въ мѣстахъ соединеній со стойками вызвать явленія, подобныя разсмотрѣннымъ въ предыдущемъ параграфѣ.

Моменты въ этомъ случаѣ просто равны тѣмъ, которые вызываютъ напряженія въ верхнихъ концахъ стоекъ. Имѣемъ въ данномъ случаѣ:

$$M_2'' = 0,459 \text{ т. м.}$$

Кромѣ того, стропила испытываютъ напряженія отъ дѣйствія растягивающаго усилія, соответствующаго распору крыши, который слѣдуетъ принимать въ расчетъ, увеличивъ на 50% нагрузку на кровлю.

Въ настоящемъ случаѣ, беря вѣсъ легкаго потолка и легкой же крыши, можно считать, что статическая нагрузка достигаетъ 100 kg/m².

Предполагая, что подъемъ крыши равенъ 1/4 пролета, слѣдовательно распоръ равенъ половинѣ общей нагрузки,

$$T = \frac{1}{2} 1,5 \times 100 \times 2,50 \times 9,50 = 1781 \text{ kg.}$$

Соединяя два напряженія, получаемъ рабочее сѣченіе, при обычномъ допускаемомъ напряженіи, примѣрно равнымъ 15 × 18 см.

Напряженія отъ нормальныхъ усилій лицевыхъ стѣнъ и ихъ провѣрка.

(Вертикальныя силы).

Предположеніе, что потолокъ и крыша не деформируются подъ вліяніемъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на соответствующіе этажи на уровняхъ пола и потолка, равносильно предположенію, что точки изгиба стоекъ приходятся на половинѣ высоты каждаго ихъ отрѣзка. Итакъ, если пренебречь вліяніемъ стойки, помѣщенной во внутренней стѣнѣ (средней), очень легко вычислить нормальныя усилія, вызванныя горизонтальными силами, опредѣляя моменты въ соответственныхъ мѣстахъ.

Расстояніе между осями стоекъ лицевыхъ стѣнъ = 8,88 м.; отсюда: для верхняго этажа, такъ какъ $\frac{h_2}{2}$ плечо трехъ силъ F_2 , сосредоточенныхъ на верхнемъ концѣ каждой стойки, $N_2 = 3 F_2 \frac{h_2}{2}$, для нижняго этажа $N_1 = \frac{1}{l} \left[3 F_2 \left(h_2 + \frac{h_1}{2} \right) + 3 F_1 \frac{h_2}{2} \right]$; подставляя значенія F_1 и F_2 , получаемъ усилія:

$$N_2 = 0,19 \text{ т} \qquad N_1 = 0,79 \text{ т,}$$

которые могутъ быть и растягивающими, и сжимающими и должны алгебраически суммироваться со сжимающими усиліями, вызванными вертикальными силами.

Ограничивая расчетъ уровнемъ пола нижняго этажа, приступимъ прежде всего къ вычисленію нагрузокъ на каждую изъ лицевыхъ стѣнъ.

Принимая для простоты, что нижнимъ частямъ каждой стѣны передается тяжесть половины прилегающихъ пролетовъ потолковъ и вѣсъ крыши q поровну распределяется между двумя лицевыми стѣнами, получаемъ

$$P + p + \frac{1}{4} Q + \frac{1}{2} q = 14,06 \text{ t.}$$

Учитывая вертикальные удары землетрясения, увеличимъ это число на 50%, чтобы вывести, суммируя его съ N_1 , максимальное сжатіе $1,5 \times 14,06 + 0,79 = 21,88 \text{ t.}$

Можно также вычислить минимальное давленіе, уменьшая на 20% сумму вѣсовъ и вычитая напряженіе N_1 ; такимъ образомъ получается:

$$0,8 \times 14,06 - 0,79 = 10,46 \text{ t.}$$

Съ другой стороны стѣна, которая устойчива сама по себѣ, должна противостоятъ удару R_1 , который вызываетъ моментъ

$$R_1 \frac{hi}{2} = 0,69 \frac{4,20}{2} = 1,449 \text{ t. m.}$$

Слѣдовательно, центръ давленія приходится на максимальномъ разстояніи отъ средней линіи стѣны, равнымъ $\frac{1,449 \text{ t. m.}}{10,46 \text{ t.}} 100 =$ приблизительно 14 см. и, слѣдовательно, при толщинѣ стѣны въ 62 см. устойчивость ея обезпечена съ большимъ запасомъ.

Для промежуточной стѣны имѣемъ:

$$\text{Минимальное сжатіе} = 0,8 \left(P + p + \frac{1}{2} Q \right) = 9,24 \text{ t.}$$

Максимальное отклоненіе центра давленія, слѣдовательно, будетъ $\frac{1,449 \text{ t. m.}}{9,24 \text{ t.}} 100 =$ см. 15,7; при стѣнѣ въ 50 см. толщиной, центръ давленія будетъ отстоять отъ вѣршной кромки на 9,3 см.

Пренебрегая сопротивленіемъ раствора разрыву и предполагая, что $\frac{1}{3}$ длины стѣны будетъ недействительна, благодаря отверстіямъ въ стѣнѣ (для оконъ и дверей), получаемъ максимальное давленіе на кладку стѣны, равнымъ всего лишь

$$\frac{2 \times 9,24}{3 \times 9,30 \times \frac{2}{3} 250} 1000 = 4 \text{ kg/cm}^2$$

Примѣръ II-ой. Двухэтажное зданіе съ двойнымъ рядомъ помѣщеній, возводимое изъ желѣзобетона съ вполне жесткимъ остовомъ, можно отнести для расчета устойчивости и прочности къ системѣ съ трехугольными связями.

Основные размѣры поперечнаго сѣченія части зданія, указанные на чертежѣ 3, слѣдующіе:

Высота нижняго этажа $h_1 = \text{м. } 4,50$.

Высота верхняго этажа $h_2 = \text{м. } 4,00$.

Ширина помѣщеній, отъ вѣршнихъ кромокъ наружныхъ стѣнъ до середины промежуточной стѣны:

$$\text{м } 4,00 \quad \text{и} \quad \text{м } 4,50$$

Остовъ состоитъ изъ трехъ рядовъ столбовъ. Тѣ, которые соотвѣтствуютъ двумъ лицевымъ рядамъ, сѣченія квадратнаго 35 см. въ сторонѣ; столбы же промежуточнаго ряда сѣченія $30 \times 30 \text{ см.}$

Предполагается, что расстояние между осями столбовъ одного и того же ряда равно 4,00 м, что даетъ полные размѣры конструкции, составленной изъ трехъ стоек, потолочныхъ балокъ и жесткихъ стѣнокъ.

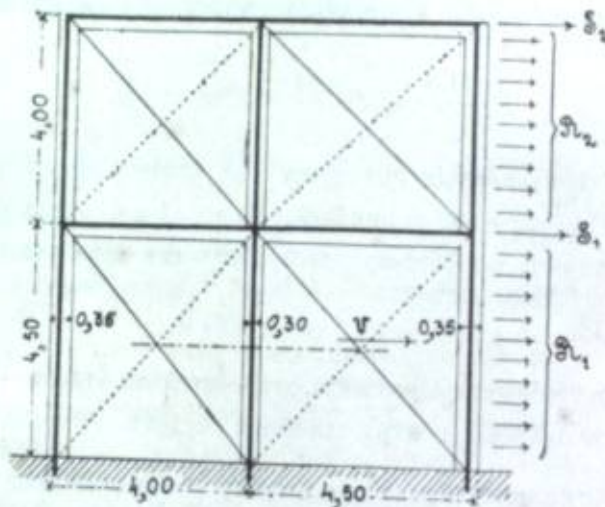
Эти стѣнки могутъ быть либо желѣзобетонныя (ординарныя или двойныя), либо набивныя; въ послѣднемъ случаѣ, конечно, должно быть допущено необходимое количество диагоналей обыкновеннаго типа; верхній этажъ представляетъ террасу, тоже желѣзобетонной конструкции, покрытой съ заполненіемъ пустотѣлымъ кирпичемъ, залитымъ сверху слоемъ асфальта.

За средній вѣсъ, какъ потолка, такъ и террасы и стѣнъ (какого бы они ни были типа) принимаемъ 258 kg/m^2 .

Вѣсъ желѣзобетона (согласно нормамъ по декрету отъ 10 января 1907 года) принимается въ 2500 kg/m^3 .

Опредѣленіе вѣса отрѣзка зданія длиною въ 4 м.:

Стѣны нижняго этажа:



Фиг. 3.

$$2 \text{ столба} - 2 \times 0,35 \times 0,35 \times 4,50 \times 2500 = 2750 \text{ kg.}$$

$$1 \text{ столбъ} - 0,30 \times 0,30 \times 4,50 \times 2500 = 1010 \text{ kg.}$$

Вѣсъ стѣнъ нижняго этажа получается умноженіемъ периметра ихъ основанія на высоту этажа (4,50 м.) и вѣсъ кв. метра въ 250 kg.

$$(8,50 + 12 - 4 \times 0,35 - 2 \times 0,30) 4,50 \times 250 = 20810 \text{ kg.}$$

Общій вѣсъ стѣнъ нижняго этажа:

$$2750 + 1010 + 20810 = 24570 \text{ kg.}$$

Вѣсъ потолка или террасы

$$8,50 \times 4 \times 250 = 8500 \text{ kg.}$$

Общій вѣсъ стѣнъ верхняго этажа, коего высота равна $\frac{4}{4,50} = \frac{8}{9}$ высоты нижняго,

$$\frac{8}{9} 24570 = 21840 \text{ kg.}$$

Опредѣленіе горизонтальныхъ силъ для отрѣзка зданія въ тоннахъ:

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{1}{12} 24,57 = 2,05 \text{ t} \\ S_1 &= \frac{1}{12} 8,50 = 0,71 \text{ t} \\ R_2 &= \frac{1}{8} 21,84 = 2,73 \text{ t} \\ S_2 &= \frac{1}{8} 8,50 = 1,06 \text{ t} \end{aligned}$$

Изгибающіе моменты на уровнѣ пола верхняго этажа:

$$M_2 = \left(S_2 + \frac{1}{2} R_2 \right) h_2 = \left(1,06 + \frac{2,73}{2} \right) 4 = 9,68 \text{ t m.}$$

На уровнѣ пола нижняго этажа:

$$\begin{aligned} M_1 &= R_1 \frac{h_1}{2} = 2,05 \times 2,25 = 4,612 \\ &+ S_1 h_1 = 0,71 \times 4,50 = 3,195 \\ &+ R_2 \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right) = 2,73 \times 6,50 = 17,745 \\ &+ S_2 (h_1 + h_2) = 1,06 \times 8,50 = 9,010 \\ \hline M_1 &= 34,562 \text{ t m.} \end{aligned}$$

Нормальные напряжения въ стойкахъ (вертикальныя силы).
Въ соотвѣтствіи съ вышенчисленными изгибающими моментами въ стойкахъ наружныхъ стѣнъ, изъ которыхъ одна сжимается, а другая растягивается, получаютъ слѣдующія напряжения: $\frac{9,68}{8,50-0,35} = 1,19 \text{ t}$ въ верхнемъ этажѣ и $\frac{34,56}{8,50-0,35} = 4,24 \text{ t}$ въ нижнемъ.

Къ только что найденному напряженію слѣдуетъ прибавить то, которое происходитъ отъ собственнаго вѣса разсмотрѣнной части зданія, исключая вѣсъ стѣнъ нижняго этажа, который передается прямо фундаменту.

Изъ расчета вѣса вытекаютъ слѣдующія усилія въ опасныхъ сѣченіяхъ столбовъ лицевыхъ стѣнъ на уровнѣ пола нижняго этажа.

Столбы нижняго этажа (общій вѣсъ пары столбовъ 2,75)

$$\frac{2,75}{2} = \text{t. } 1,38$$

Столбы верхняго этажа $\frac{8}{9} 1,38 = \text{t. } 1,22$.

Вѣсъ каждой стѣны фасада верхняго этажа

$$(4 - 0,35) 4 \times 0,25 = \text{t. } 3,65.$$

Нагрузка отъ поперечныхъ стѣнъ, потолка и террасы, при допущеніи, что на стѣнамъ передается вѣсъ половины пролета ихъ:

$$\frac{1}{4} [2 \times 8,50 + (8,50 - 2 \times 0,35 - 0,30) 4 \times 0,25] = \text{t. } 6,12$$

Итого. . . t. 12,37.

Учитывая динамическое дѣйствіе подземнаго удара увеличеніемъ исчисленнаго значенія на 50% и суммируя его съ напряженіемъ, вызваннымъ горизонтальными силами, получаемъ максимальное сжатіе:

$$1,5 \times 12,37 + 4,24 = 22,79 \text{ t}$$

Уменьшая его на 20%, имѣя въ виду уменьшеніе вѣса, которое можетъ причинить вертикальное ускореніе, и вычитая изъ этого напряженіе, вызванное горизонтальными силами, получаемъ минимальное сжатіе:

$$0,8 \times 12,37 - 4,24 = 5,66 \text{ t}$$

Мѣстныя натяженія.

Изгибъ, вызываемый силами, распределенными по длинѣ столбовъ лицевыхъ стѣнъ. Горизонтальная сила, приложенная къ каждому столбу лицевой стѣны, пропорціональна массѣ столба фасадной стѣны и $\frac{1}{3}$ поперечной стѣны, предполагая, что ея дѣйствіе распределяется поровну между 3-ми столбами:

$$\frac{1}{12} [1,38 + (4 - 0,35) 4,50 \times 0,25 + \\ + \frac{1}{3} (8,50 - 2 \times 0,35 - 0,30) 4,50 \times 0,25] = 0,69 \text{ t}$$

Изгибающій моментъ вышеупомянутой силы получается обычнымъ способомъ для расчета полустатопленныхъ желѣзобетонныхъ балокъ:

$$\frac{1}{10} 0,69 \times 4,50 = 0,310 \text{ t. m.}$$

Расчетъ столбовъ.

Ограничиваясь фасадными столбами нижняго этажа, получаемъ:

Максимальное сжатіе = t 22,79.

Скалывающее напряженіе $\frac{1}{3} (R_1 + S_1 + R_2 + S_2) = \text{t. } 2,20$

Изгибающій моментъ t. m. 0,310.

Наши расчеты произведены при очень выгодныхъ предположеніяхъ; однако, имѣя въ виду неизбежные недостатки соединеній и благодаря присутствію въ стѣнахъ отверстій, было бы неблагоразумно слишкомъ строго придерживаться этого исключительно благоприятнаго способа опредѣленія устойчивости зданія, а потому будемъ предполагать, что желѣзобетонные столбы не имѣютъ арматуры, и примемъ допускаемое напряженіе равнымъ 25 kg/cm^2 . Если теперь a есть сторона квадратнаго сѣченія столба, то

$$\frac{22790}{a^2} + \frac{31000 \times 6}{a^3} = 25,$$

откуда $a = 34 \text{ см.}$

Для расчета въ желѣзобетонѣ арматуры, будемъ пользоваться обыкновенными нормами, стараясь, однако, наилучше обезпечить прочность разныхъ составныхъ частей остова.

Расчетъ діагональныхъ связей.

Если жесткость достигнута ваолиѣ или же частью при помощи діагональныхъ связей, то онѣ рассчитываются на скалывающія напряженія, дѣйствующія въ горизонтальномъ сѣченіи, проведенномъ черезъ средину ихъ длины.

Въ нижнемъ этажѣ имѣемъ (черт. 3): на скалывающее усиліе на высотѣ 2,25 метра отъ пола:

$$V = \frac{1}{2} R_1 + S_1 + R_2 + S_2 = 5,52 \text{ t}$$

Значитъ, если имѣется только одна діагональ въ каждой панели или въ заслуживающемъ предпочтенія случаѣ, когда ихъ двѣ, то полагаемъ, что работаетъ лишь скатая, получаемъ, считая наклонъ діагонали равнымъ 45° , слѣдующее выраженіе для усилія.

$$\frac{1}{2} 5,52 \sqrt{2} = 3,91 \text{ t.}$$

Беря для расчета діагонали на продольный изгибъ формулу, промежуточную между формулой для конструкціи съ задранными концами и со свободными, будемъ имѣть въ случаѣ квадратнаго сѣченія діагонали со стороной и коэффициентомъ безопасности, равнымъ $\frac{1}{8}$:

$$3910 = \frac{1}{8} 2\pi^2 \frac{E}{F} \frac{1}{12} a^4$$

Откуда a получается около 14 см. Діагональ надо при этомъ снабдить еще желѣзной арматурой, болѣе или менѣе сильной, сообразуясь съ тѣмъ, должна ли діагональ работать также и на растяженіе, и можетъ ли стѣна принимать участіе въ этой работѣ.

Расчетъ балокъ потолка и террасы.

Не отличается отъ обыкновеннаго расчета сооруженія изъ желѣзобетона, кромѣ необходимости увеличенія дѣйствующихъ усилій на 50% .

Примѣръ III. Зданія одноэтажныя особой конструкціи (безъ промежуточныхъ внутреннихъ помѣщеній, какъ напр., церкви, театры и т. под.)

Конструкція такихъ зданій подобна прочной системѣ съ совершенно неподвижными углами.

Такая прочная система въ поперечномъ сѣченіи представляетъ четырехугольную раму, составленную изъ двухъ стоекъ, величиною h , врубленныхъ въ основаніе и соединенныхъ прочно перекладиной, длиной l въ свѣту.

Въ этомъ случаѣ необходимъ точный расчетъ сопротивленія всѣмъ силамъ возможнаго сейсмическаго дѣйствія.

Такия силы для каждой системы, на которыя зданіе можетъ быть подраздѣлено по длинѣ, имѣютъ слѣдующія выраженія.

а) въ направленіи горизонтальномъ:

1° $\frac{1}{8}$ вѣса Q перекрытія на уровнѣ чердака.

2° $\frac{1}{8}$ вѣса P всѣхъ стѣнъ, распределеннаго равномерно вдоль стоекъ.

б) въ направленіи вертикальномъ:

3° Нагрузка на (прогоны), равная максимумъ $1,5 Q$ и минимумъ $0,8 Q$.

4° Нагрузка на каждую стойку, добавочный вѣсъ p , слѣдуетъ принимать максимумъ $1,5 p$ и минимумъ $0,8 p$.

Разсматривая дѣйствіе первыхъ трехъ силъ, согласно правиламъ строительнаго искусства, получимъ напряженія, которымъ подвергаются стойки и перекладины.

Въ примѣняемыхъ формулахъ приняты слѣдующія обозначенія:

I_1 — моментъ инерціи въ серединѣ каждой стойки длиной h ;

E_1 — модуль упругости ихъ матеріала;

I — моментъ инерціи по серединѣ перекладины длиной l ;

E — соответствующій модуль упругости.

Для сокращенія примемъ

$$\psi = \frac{E I h}{E_1 I_1 l}$$

Получимъ слѣдующія абсолютныя величины:

	Дѣйствіе горизонтальной силы		Дѣйствіе добавочной нагрузки $1,5 Q$
	На уровнѣ чердака $\frac{1}{8} Q$	Распределенной на каждую стойку $\frac{1}{8} P$	
Напряженіе въ основаніи	$\frac{1}{16} Q$	$\frac{1}{8} P$	$\frac{3}{8} \frac{Ql}{h(2+\psi)}$
Сила нормальная	$\frac{3}{8} \frac{Qh}{l} \frac{\psi}{1+6\psi}$	$\frac{1}{4} \frac{Ph}{l} \frac{\psi}{1+6\psi}$	$\frac{3}{4} Q$
Изгибающіе моменты	въ основаніи стойки	$\frac{1}{16} Qh \frac{1+3\psi}{1+6\psi}$	$\frac{1}{8} \frac{Ql}{2+\psi}$
	въ вершинѣ ея	$\frac{3}{16} Qh \frac{\psi}{1+6\psi}$	$\frac{1}{4} \frac{Ql}{2+\psi}$
	въ концѣ перекладины	0	$\frac{Ql}{16} \frac{2+3\psi}{2+\psi}$

Соединяя эти усилія согласно известнымъ правиламъ и принимая въ соображеніе дѣйствія также 4-ой изъ указанныхъ силъ, получимъ слѣдующія максимальныя напряженія:

1. Изгибающій моментъ въ основаніи всѣхъ стоекъ:

$$\frac{1}{8} \frac{Ql}{2+\psi} + \frac{1}{16} \frac{h}{1+6\psi} [Q(1+3\psi) + P(1+4\psi)]$$

2. Изгибающій моментъ въ вершинѣ всѣхъ стоекъ и всѣхъ концовъ перекладинъ:

$$\frac{1}{4} \frac{Ql}{2+\psi} + \frac{1}{16} \frac{h\psi}{1+6\psi} [3Q + 2P]$$

3. Изгибающій моментъ въ серединѣ перекладины:

$$\frac{Ql}{16} \frac{2+3\psi}{2+\psi}$$

4. Максимальное сжатіе въ основаніи всѣхъ стоекъ:

$$\frac{3}{4} (Q+2P) + \frac{\psi}{8(1+6\psi)} \frac{h}{l} (3Q+2P)$$

5. Максимальный разрывъ въ основаніи всѣхъ стоекъ:

$$\frac{\psi}{8(1+6\psi)} \frac{h}{l} (3Q+2P) - 0,4 (Q+2P)$$

6. Максимальныя сжатіе и разрывъ вершинъ всѣхъ стоекъ соотвѣтственно равны таковымъ же въ основаніи, но безъ члена P .
Соединяя попарно ускоренія 1 и 4, 2 и 6, получимъ необходимыя размѣры для стоекъ; вычисленіе сжатія дѣлается по формулѣ 5.
Формулы 2 и 3 служатъ для расчета сопротивленія перекладинъ.

Техническія и гигиеническія правила, обязательныя для ремонта, перестройки и возведенія новыхъ зданій общественныхъ и частныхъ, подвергшихся землетрясенію 28-го декабря 1908 года или въ другихъ мѣстностяхъ, перечисленныхъ въ Правительственномъ декретѣ отъ 18-го апрѣля 1909 года.

ГЛАВА I-я.

Новыя постройки.

Ст. 1.

Запрещается строить зданія на болотистой или насмынной почвѣ, на мѣстности, подверженной обваламъ, или на границѣ между почвами различной природы, или вообще различно реагирующихъ на внѣшнія воздѣйствія, также на косогорахъ; исключая случаи, когда дѣло касается твердой скалы; въ послѣднемъ случаѣ необходимо приготовить для зданія одну или нѣсколько горизонтальныхъ опорныхъ террасъ, произведи необходимыя земляныя работы.

Ст. 2.

Вышина новыхъ зданій не должна превышать 10^м, считая таковую отъ потолка верхняго этажа зданія до уровня окружающей самое зданіе земли.

Новыя зданія, независимо отъ наличія подвала, не должны имѣть болѣе двухъ этажей, изъ которыхъ нижній долженъ имѣть полъ на уровнѣ земли или можетъ быть приподнятъ надъ нею не болѣе, какъ на 1½ м.

Ст. 3.

Для отдѣльно стоящихъ зданій, окруженныхъ свободной площадью, шириною не менѣе указанной статьей 22-ой пунктъ а, могутъ быть допущены, съ усмотрѣнія Высшаго установленія общественныхъ работъ, и большее количество этажей, равно какъ и вышина какъ самого зданія, такъ и отдѣльныхъ этажей, но лишь тогда, когда это оправдывается общественными потребностями, пользой, художественнымъ интересомъ или промышленными надобностями.

Но подобныя зданія отнюдь не могутъ быть предназначены для гостинницъ, школъ, больницъ, казармъ, тюремъ и т. п., а также для жилья, исключая персонала, необходимаго для ихъ обслуживанія и присмотра.

Ихъ вышина не можетъ превышать 16 м., развѣ только назначеніе зданія потребуеть обязательно большей вышины.

Ст. 4.

Фундаменты, если возможно, должны лежать на крѣпкой скалѣ, или же на почвѣ совершенно твердой (материкѣ). Въ противномъ случаѣ слѣдуетъ устроить хорошее основаніе, пользуясь указаніями строительнаго искусства.

Въ случаѣ постройки зданія съ остовомъ, барачнаго типа или желѣзобетонныя, стойки или входящія части желѣзобетонныхъ сооружений должны быть прочно связаны съ основаніемъ или же съ общимъ желѣзобетоннымъ фундаментомъ.

Для зданій съ обыкновенными каменными стѣнами фундаменты должны быть возводимы въ видѣ непрерывно связанныхъ между собою стѣнъ.

Во всякомъ случаѣ, отнесенное къ единицѣ площади, статическое давленіе на почву не скалистую не должно превышать двухъ килограммовъ на каждый квадратный сантиметръ.

Ст. 5.

Работы по постройкѣ зданій должны производиться, строго слѣдуя правиламъ строительнаго искусства, изъ хорошихъ матеріаловъ и опытными рабочими.

Запрещается постройка стѣнъ изъ мелкихъ камней и булыжника, кромѣ случаевъ, когда послѣдній будетъ правильно околотъ и пущенъ въ дѣло въ видѣ плоскихъ плитъ.

Запрещается также употребленіе чугуна и какого бы то ни было другого хрупкаго матеріала для балокъ, колоннъ и вообще для главныхъ частей зданія.

Ст. 6.

Надъ потолкомъ верхняго этажа нельзя возводить никакихъ каменныхъ частей, не исключая дымовыхъ трубъ; допустимы лишь легкія конструкціи фронтоновъ въ видѣ фермъ или барачнаго типа съ очень легкимъ заполненіемъ, приче́мъ въ нихъ не могутъ быть допущены обитаемыя помещенія или склады.

Перила террасъ, находящихся надъ потолкомъ верхняго этажа, должны быть сдѣланы изъ дерева, желѣза или желѣзобетона.

Въ одноэтажныхъ домахъ, если они выстроены согласно указаній слѣдующей статьи, чердакъ въ видѣ исключенія можетъ быть употребляемъ для склада или амбара.

Ст. 7.

Въ конструкціи зданій должно соблюдаться единство, т.-е. слѣдуетъ дѣлать остовъ или изъ дерева, изъ желѣза, изъ желѣзобетона или изъ армированной каменной кладки; остовъ долженъ быть въ состояніи одновременно противостоять сжатію, растяженію и скалыванію и представлять цѣльную арматуру, устойчивую отъ фундаментовъ до крыши, прочно соединенную съ перекрывающими частями (потолки, террасы и крыши) съ заполненіемъ междуостовочнаго пространства или введеніемъ послѣднихъ въ массивъ стѣнъ.

Центры тяжести зданій должны занимать возможно низкое положеніе.

Ст. 8.

Въ зданіяхъ съ однимъ нижнимъ этажемъ допускается и возведеніе стѣнъ обыкновеннаго типа, но при условіи, чтобы:

а) постройка велась на хорошемъ растворѣ;

б) части стѣнъ, имѣющія статическую функцію, должны быть сдѣланы изъ кирпича или изъ естественнаго или искусственнаго камня въ видѣ плитъ, или же изъ камня, ограниченнаго параллельными плоскостями, съ прокладкою рядовъ изъ кирпича или же непрерывными про-
слойками изъ желѣзобетона, въ разстояніи между рядами не болѣе 60 см;

в) наружныя стѣны должны имѣть у основанія толщину не менѣе $\frac{1}{6}$ вышины; онѣ должны связываться между собою посредствомъ поперечныхъ стѣнъ не рѣже, чѣмъ черезъ 5 метр. Въ случаѣ большихъ промежутковъ, таковыя стѣны и вообще капитальныя стѣны должны быть снабжены утолщеніями (контрфорсами), которыя должны быть распределены черезъ промежутки не болѣе 5 м. и выступать по крайней мѣрѣ на половину толщины самой стѣны;

д) конструкція должна быть укрѣплена на высотѣ пола жесткими связями, а по верху капитальныхъ стѣнъ, какъ наружныхъ, такъ и поперечныхъ, желѣзными связями, а также деревянными или же желѣзобетонными поясами, скрѣпленными по угламъ наугольниками.

Ст. 9.

Исключительно деревянные строения допускаются для изолированных зданий, для дачъ, для хуторовъ и т. п., съ соблюденіемъ разстоянія, предписаннаго статьей 22 въ случаѣ жилого строенія; эти строения всегда должны имѣть цоколь изъ каменной или кирпичной кладки.

Ст. 10.

Воспрещается возведеніе сводовъ выше уровня земли. Своды допускаются только надъ подвальнымъ этажомъ, но съ подъемомъ не менѣе $\frac{1}{2}$ пролета и съ введеніемъ связей.

Ст. 11.

Перекрытія въ верхнихъ этажахъ должны быть исключительно горизонтальной конструкціи, исключая перекрытія небольшихъ арокъ, возведенныхъ изъ тяжелыхъ матеріаловъ.

Въ зданіяхъ каменныхъ или кирпичныхъ обыкновенной кладки балки потолковъ, по крайней мѣрѣ одна на каждые 3 м., должны заѣмываться во всю толщину стѣнъ и быть закрѣплены снаружи. Въ зданіяхъ съ промежуточными стѣнами балки потолковъ должны быть цѣльныя во всю ширину строенія, а гдѣ это окажется невозможно, онѣ должны быть прочно соединены между собою въ мѣстахъ опора на внутреннихъ стѣнахъ.

При каркасныхъ строеніяхъ и строеніяхъ барачнаго типа, балки потолковъ должны быть прочно связаны со всѣмъ остовомъ, составляющимъ конструкцію строенія.

Ст. 12.

Смазка и подшивка потолковъ должны состоять изъ легкихъ матеріаловъ: какъ, напр., полотно, тонкія доски, картонъ, листы тонкаго металла, легкія плиты, металлическая сѣтка и т. п. Исключается тростникъ, какимъ бы способомъ онъ ни былъ подшитъ, а также легко крошащіяся, тяжелые матеріалы.

Ст. 13.

Для системъ съ каркасомъ или барачнаго типа обязательно примѣненіе для достиженія жесткости одной изъ слѣдующихъ конструкцій:

- a) жесткая связь остова въ точкахъ соединенія,
- b) діагональныя связи,
- c) заполненіе или обшивка, которая могла бы успѣшно сопротивляться деформированію.

Ст. 14.

Для заполненія или обшивки строеній съ каркасомъ или барачныхъ допускаются слѣдующіе приемы:

- a) стѣны изъ кирпича или камня съ введеніемъ въ толщу желѣзной арматуры, какъ средства для приданія жесткости;
- b) ординарныя или двойныя стѣны изъ естественныхъ или искусственныхъ плитъ, металлическая сѣтка со штукатуркой, заполненіе досками съ предохраненіемъ послѣднихъ отъ дѣйствія сырости и легкаго воспламененія;
- c) типы стѣнъ, указаные въ статьѣ 8, но исключительно для нижняго этажа.

Для отдѣльно стоящихъ строеній, какъ напр. дачи или хутора, допускается употребленіе

стѣнъ изъ двойной деревянной обшивки или же обшивки металлическими сѣтками, между которыми набить легкой матеріалъ, глина или другой необожженный составъ.

Ст. 15.

Деревянные зданія съ каркасами и барачнаго типа должны имѣть стойки изъ одного куска или же настолько сильно и прочно скрѣпленныя въ мѣстахъ сращиванія, чтобы представляли одно цѣлое. Всѣ соединенія частей остова между собою должны быть произведены такимъ способомъ, чтобы не нарушалась статическая цѣльность и прочность.

Ст. 16.

Запрещается устройство лѣстницъ, висячихъ или поддерживаемыхъ арками и сводами, изъ каменной или кирпичной кладки.

Ст. 17.

Отверстія для дверей и оконъ должны имѣть перекрытія изъ желѣза или желѣзобетона. Въ постройкахъ съ каменными стѣнами перекрывать слѣдуетъ проемы деревянной, желѣзной или желѣзобетонной балкой во всю толщину стѣны съ устройствомъ перемычки. Въ случаѣ другихъ конструкцій, необходимо укрѣпить рамы, продолживъ ихъ части до встрѣчи со стойками и раскосинами основного остова зданія. Исключается случай стѣнъ съ жесткой системой.

Въ стѣнахъ изъ каменной или кирпичной кладки дверныя и оконныя отверстія должны находиться на разстояніи не менѣе 1,50 м. отъ наружнаго угла зданія.

Ст. 18.

Воспрещается устройство какихъ бы то ни было выступовъ, исключеніе дѣлается для балконовъ и карнизовъ.

Балконы не должны никогда выступать за стѣну болѣе 60 см. и должны поддерживаться консолями или кронштейнами, прочно связанными съ балками потолка или со стойками арматуры.

Консоли и площадки балконовъ должны быть сдѣланы изъ матеріаловъ, способныхъ сопротивляться изгибу и не хрупкихъ.

Карнизы не должны выступать отъ наружной стѣны дальше 40 см. и должны быть легкой конструкціи и прочно связаны съ поясами (связями), скрѣпляющими верхъ зданія.

Въ ширину допускаемаго выступа не включенъ водосточный желобъ, если онъ изъ листового металла.

Воспрещается возводить карнизы изъ каменной или кирпичной кладки; рекомендуется увеличеніе спуска крыши со стѣнъ взамѣнъ карнизовъ.

Ст. 19.

Конструкція крышъ должна абсолютно исключать какой бы то ни было горизонтальный распоръ, что можно устранить помощью связей и затяжекъ, прочно связанныхъ съ поясомъ, скрѣпляющимъ верхъ стѣнъ. Стропила должны быть соединены между собою поперечно. Матеріалъ для покрытія не долженъ превышать вѣсъ 45 кг. на каждый квадратный метръ въ мокромъ состояніи и долженъ быть связанъ съ обрѣшеткой.

Ст. 20.

Обыкновенныя крыши можно замѣнять полностью или частично плоскими террасами на уровнѣ потолка верхняго этажа съ условіемъ, чтобы матеріалъ такого перекрытія не превышалъ вѣса 50 кг. на каждый квадратный метръ.

Ст. 21.

Всякаго рода трубы, будь то дымовыя или для вентиляціи, сточныя, водосборныя для дождевой воды и проч., должны быть тщательно обособлены отъ остова всего зданія.

Въ постройкахъ со стѣнами обыкновенной каменной или кирпичной кладки трубы не должны прорѣзать стѣны.

Ст. 22.

Во вновь заселяемыхъ центрахъ или при расширеніи существующихъ, а также при проведеніи новыхъ улицъ необходимо соблюдать слѣдующія правила:

а) Улицы должны быть шириною по крайней мѣрѣ въ 10 метровъ.

Въ городахъ со скученнымъ населеніемъ, не менѣе 5.000 жителей, префектъ съ одобренія строительнаго отдѣла или другія высшія власти, отъ которыхъ въ данномъ случаѣ можетъ зависѣть разрѣшеніе устройства новой улицы, могутъ допустить минимальную ширину ея до 8 м.

Въ случаѣ же застройки лишь одной стороны улицы, ширина ея можетъ быть допущена и въ 6 метр.

б) Строго придерживаясь максимальныхъ предѣловъ, установленныхъ статьями 2 и 3, дома не могутъ имѣть со стороны улицы, на которую они выходятъ, вышину большую, чѣмъ ширина самой улицы, но таковая вышина должна быть уменьшена:

Во 1-хъ, на 3,50 м., когда рѣчь идетъ объ улицахъ, которыя должны имѣть минимальную ширину, равную 10 м.

Во 2-хъ, на 2 м., когда рѣчь идетъ объ улицахъ, минимальная ширина которыхъ можетъ быть 8 м.

Въ 3-хъ, на 1 м., когда рѣчь идетъ объ улицахъ, на которыхъ можно строить только по одной сторонѣ.

с) Когда желаютъ возвести строенія большей вышины, чѣмъ установлено предыдущимъ пунктомъ, то постройка должна отступить отъ линіи улицы на разстояніе, равное половинѣ наибольшей вышины.

д) Для строеній большей вышины, чѣмъ 10 м., предписывается таковыя изолировать съ каждой стороны пустымъ пространствомъ, шириною не меньше вышины возводимаго зданія.

е) Ширина промежутка между лицевыми стѣнами двухъ сосѣднихъ зданій, когда площадь такого промежутка не служитъ для общаго пользованія, можетъ быть ограничена до полусуммы ихъ высотъ.

Подъ дѣйствія настоящей статьи подходятъ какъ свободная ширина улицъ, такъ и промежутки между домами, а также ширина участка, относящагося къ строящемуся зданію и разбиваемаго подъ садъ, дворъ или просто незастроеннаго, даже если участокъ огороженъ и изъятъ изъ общественнаго пользованія, если только онъ приходится вдоль фронтовъ зданія.

Ст. 23.

Воспрещается:

а) увеличивать вышину существующихъ зданій, когда они достигаютъ или превосходятъ вышину 10 м.;

- b) расширить здание, если его конструкция не соответствует предписаніямъ настоящаго устава;
- c) возводить постройки какого бы то ни было рода, могущія сузить свободную ширину улицъ и промежутковъ между домами внѣ предѣловъ, установленныхъ статьею 22;
- d) возведение всякой вообще постройки, которая не разрѣшена настоящими правилами, или которая могла бы нарушить такъ или иначе изложенныя здѣсь правила.

Ст. 24.

При расчетахъ устойчивости и прочности построекъ слѣдуетъ принять во вниманіе:

1-хъ, статическія напряжения отъ собственного вѣса и нагрузки, увеличенныя на процентъ, который учитывалъ бы результаты дѣйствія подземныхъ ударовъ;

2-хъ, динамическія напряжения, вызванныя сейсмическимъ волнообразнымъ движеніемъ, выражая ихъ ускореніями, сообщаемыми массамъ сооруженія по двумъ протяженіямъ (длина и ширина) и дѣйствующими въ обоихъ направленіяхъ каждаго протяженія.

ГЛАВА II-я.

Перестройки.

Ст. 25.

Перестройки полныя или частичныя на мѣстѣ, раньше занятомъ постройками, которыя по какой-либо причинѣ были уничтожены, скрыты до основанія или снесены, должны производиться согласно всѣмъ правиламъ предыдущей главы, допуская ниже указанныя исключенія.

Ст. 26.

За исключеніемъ случая, когда площадь подъ постройку требуетъ иного назначенія, перестраивать сооруженія допускается въ прежнихъ очертаніяхъ; но возводимыя зданія могутъ имѣть только одинъ этажъ и быть не выше 6,50 м., если только это не противорѣчитъ статьямъ 2, 3 и 22 настоящихъ правилъ.

Ст. 27.

При перестройкахъ дозволяется оставлять раньше существовавшіе фундаменты, если они не сильно повреждены или не имѣютъ недостатковъ; въ противномъ случаѣ они должны быть перестроены согласно условіямъ, установленнымъ стат. 4-ой.

ГЛАВА III-я.

Ремонты.

Ст. 28.

Капитальные ремонты, т. е. такіе, которые измѣняютъ или усиливаютъ сопротивляющуюся конструкція зданій или какой-нибудь ихъ главной части, должны быть произведены, насколько практически это выполнимо, по правиламъ предыдущихъ параграфовъ, принимая во вниманіе указанія ниже приведенныхъ статей.

Ст. 29.

Если въ зданіяхъ, которыя слѣдуетъ ремонтировать, существуютъ своды, то ихъ можно оставить только въ томъ случаѣ, если они не повреждены или не опираются на поврежденные или покосившіяся стѣны, и если приняты необходимыя мѣры къ уничтоженію распора, при общей прочности пять, замковъ и арокъ. Во всякомъ случаѣ своды, перекрывающіе помѣщенія верхнихъ этажей многоэтажныхъ зданій, должны быть замѣнены конструкціями, не вызывающими распора.

Ст. 30.

При ремонтѣ поврежденныхъ зданій слѣдуетъ, въ той мѣрѣ, въ какой они примѣнимы, соблюдать предписанія Главы I-й и въ особенности слѣдуетъ:

1-хъ, замѣнить вислія лѣстницы изъ каменной или кирпичной кладки съ нѣсколькими поворотами лѣстницами деревянными или связанными съ основнымъ остовомъ зданія; лѣстницы, ступени которыхъ опираются на двѣ капитальныя стѣны, могутъ быть оставлены;

2-хъ, замѣнить крыши, дающія распоръ, крышами безъ распора;

3-хъ, выступы, карнизы, балконы и конструкціи, возвышающіяся надъ потолкомъ верхняго этажа, должны быть приведены въ соответствіе съ требованіемъ статей 6-ой и 18-ой; трубы какого бы то ни было рода располагать и строить такъ, чтобы онѣ не нарушали цѣлости.

Вышина подобныхъ зданій должна быть низведена до вышины, предписанной статьями 1 и 3.

Ст. 31.

Для ремонта зданій, имѣющихъ національное значеніе, особенно художественное, историческое или археологическое, въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ устанавливаются условія, которыя слѣдуетъ соблюдать при ихъ укрѣпленіи съ соблюденіемъ предписаній статьи 3.

Ст. 32.

Воспрещается ремонтъ зданій, гдѣ основанія повреждены или слабы, если эти основанія заранѣе не будутъ приведены въ видъ, удовлетворяющій условіямъ, установленнымъ статьей 4.

Ст. 33.

Поврежденные зданія не фахверковаго или барачнаго типа, имѣющія, кромѣ нижняго, и верхніе этажи, будучи предварительно, въ нужныхъ случаяхъ, приведены въ состояніе, удовлетворяющее требованіямъ статьи 30-ой, должны быть укрѣплены деревянными, желѣзными или желѣзобетонными стойками, прочно связанными съ фундаментомъ и продолжающимися до верха зданія, и быть соединены между собою связями на уровнѣ цоколя и въ поясахъ междуэтажномъ и главнаго карнизнаго перекрытія, такъ чтобы составить одноцѣльную конструкцію. Упомянутыя стойки должны быть размѣщены по крайней мѣрѣ по всѣмъ угламъ зданія и во всякомъ случаѣ на расстояніяхъ одна отъ другой не большихъ 5 метр.

Связи должны быть продолжены до наружнаго пояса и тамъ закрѣплены по крайней мѣрѣ одна, черезъ каждые 3 метра. Если этого нѣтъ, то слѣдуетъ наложить по крайней мѣрѣ черезъ каждые 3 метра соединительныя скобы.

Въ зданіяхъ одноэтажныхъ можно и не дѣлать такого каркаса, но при условіи выполненія однако всѣхъ другихъ предписаній предыдущихъ статей и требованія, чтобы толщина стѣнъ соответствовала требованіямъ, указаннымъ въ статьѣ 8 (пунетъ с).

Ст. 34.

Каменные стѣны, сколько-нибудь поврежденныя, покосившіяся или выстроенныя не по правиламъ, указаннымъ въ статьѣ 5, а также тѣ, въ которыхъ усмотрѣны сквозныя трещины, должны быть снесены.

Стѣны незначительно поврежденныя, и если поврежденіе ихъ не носитъ упомянутого характера, одновременно съ исполненіемъ предписаній статьи 33, должны быть отремонтированы такъ, чтобы для исправленія каждаго поврежденія употреблялась кладка исключительно лишь на хорошемъ цементномъ растворѣ, и чтобы новая часть связывалась съ неповрежденною частью глубокими швами (перевязкой).

Воспрещается примѣненіе арокъ изъ каменной кладки для подпиранія или соединенія стѣнъ.

Ст. 35.

Зданія изъ желѣзобетона, въ которыхъ будетъ констатировано поврежденіе самаго каркаса, и части его окажутся приведенными въ негодность, должны быть разобраны и перестроены во всѣхъ тѣхъ частяхъ, на которыя распространяется конструктивное дѣйствіе поврежденной части.

Зданія, имѣющія каркасы разныхъ системъ, или просто барачнаго типа и находящіяся въ вышеуказанномъ положеніи, могутъ быть отремонтированы замѣною поврежденныхъ частей новыми; слѣдуетъ только слѣдить, чтобы соединеніе съ остальной арматурой или остовомъ было вполне прочно.

Ст. 36.

Въ отношеніи зданій, лишь частично разрушенныхъ, должны примѣняться правила, указанныя въ настоящей главѣ, за исключеніемъ части, касающейся высоты зданія, каковая должна подчиняться правиламъ, изложеннымъ въ статьѣ 26-й.

ГЛАВА IV-я.

Правила тиены.

Ст. 37.

Въ постройкахъ, перестройкахъ и, насколько возможно, при капитальныхъ ремонтахъ должны быть соблюдаемы правила, установленныя закономъ отъ 22-го декабря 1888 года за № 2849.

Чистая высота жилыхъ помѣщеній въ этажахъ ни въ какомъ случаѣ не должна быть менѣе 3-хъ метр.

Ст. 38.

При постройкѣ учебныхъ заведеній слѣдуетъ соблюдать, кромѣ предписаній настоящихъ правилъ, еще техническія и гигиеническія правила, одобренныя Правительственнымъ Декретомъ отъ 25-го ноября 1900 года за № 484.

ГЛАВА V-я.

Отвѣтственность за нарушение указанныхъ постановлений.

Ст. 39.

Всякое неисполнение предписаній, изложенныхъ въ настоящихъ правилахъ, наказуется штрафомъ отъ 10 до 1000 лиръ, а въ болѣе важныхъ случаяхъ—арестомъ до 6 мѣсяцевъ.

Подобному же наказанію подвергаются, кромѣ заказчика, также производитель работъ и подрядчикъ, которымъ, кромѣ того, можетъ быть въ видѣ наказанія запрещено заниматься этой профессіей или ремесломъ.

Ст. 40.

Судья (преторъ) какъ только получитъ извѣщеніе о фактѣ нарушения закона, обязанъ немедленно озаботиться обезпеченіемъ доказательствъ, какія найдетъ нужными, и распорядится принятіемъ всѣхъ необходимыхъ мѣръ, въ предѣлахъ настоящихъ правилъ, не исключая, въ крайнихъ случаяхъ сношенія неправильно возводимой постройки. Онъ пользуется этимъ правомъ во всякое время, во всякомъ положеніи судебного процесса и можетъ налагать, какія угодно, степени взысканія.

Судья долженъ, если найдетъ это необходимымъ, потребовать заключенія одного или нѣсколькихъ экспертовъ, выбирая послѣднихъ, предпочтительно, изъ правительственныхъ или общественно-административныхъ техниковъ.

Ст. 41.

Кромѣ примѣненія предыдущей статьи, сооружения, которыя въ силу судебного рѣшенія признаны не удовлетворяющими предписаніямъ настоящихъ правилъ, должны быть перестроены, а въ случаѣ надобности, и снесены за счетъ нарушителя закона.

Когда въ цѣляхъ правосудія требуются свидѣтельства техниковъ, судья, выслушавъ сторону или стороны, назначаетъ официально одного или болѣе экспертовъ, порядкомъ указаннымъ въ предыдущей статьѣ. Контрэкспертиза не допускается.

Ст. 42.

Копія каждаго судебного приговора или рѣшенія, которымъ вынесено постановленіе о выполненіи предыдущихъ предписаній, должна быть въ пятидневный за приговоромъ срокъ переслана въ подлежащее Управленіе по Гражданскимъ сооружениямъ (del Genio civile).

Ст. 43.

Для всѣхъ построекъ, перестроекъ и ремонтовъ, о которыхъ упоминается въ настоящихъ правилахъ, право, предоставленное префекту статью 378 закона объ общественныхъ работахъ, распространяется также на измѣненія и сношенія, которыя онъ найдетъ необходимыми.

Ст. 44.

Каждый административный избиратель имѣетъ также право обращаться въ судъ съ требованіемъ, чтобы предписанія, заключающіяся въ настоящихъ правилахъ, были точно

исполнены, но это право ограничено территоріей города, въ спискахъ котораго избиратель числится.

Подобное же право принадлежит Министерству общественныхъ работъ, какъ непосредственно, такъ и черезъ своихъ мѣстныхъ чиновниковъ, но только не въ отношеніи построекъ, перестроекъ и ремонтовъ, производящихся на территоріи города, имѣющаго свое самоуправленіе.

Ст. 45.

Предписанія, которыя упоминаются въ статьяхъ 40, 41, 42, 43 и 44, примѣняются и тогда, когда судебное преслѣдованіе недействительно по закону давности или уничтожено инымъ путемъ.

Ст. 46.

Городской голова, чиновники Городской Управы, инженеры областныхъ и городскихъ техническихъ бюро, агенты полиціи, таможенная и лѣсная стража и вообще всѣ агенты, находящіеся на правительственной, коммунальной и городской службѣ, обязаны слѣдить за исполненіемъ предписаній, указанныхъ въ настоящихъ правилахъ.

ГЛАВА VI-я.

Временная постановленія.

Ст. 47.

Въ отношеніи работъ по постройкѣ, перестройкѣ и ремонту зданій, которыя уже производились въ день объявленія настоящихъ правилъ, должны примѣняться предписанія предыдущихъ параграфовъ, насколько это допустимо усилкомъ выполненныхъ работъ.

Городской голова долженъ принять мѣры, чтобы согласно указаніямъ городского технического бюро или эксперта, выбраннаго согласно статьи 40 настоящихъ правилъ, точно установить измѣненія, какія окажутся необходимыми въ производимыхъ постройкахъ.

По отношенію постановленій Городского головы допускается обжалованіе, въ теченіе пятнадцати дней со дня объявленія даннаго постановленія, на имя префекта, отъ котораго и зависитъ окончательное рѣшеніе въ принятіи необходимыхъ мѣръ по сношенію съ Городской Управой.

Префектъ можетъ всегда, запросивъ Управленіе по Гражд. сооруженіямъ, отмѣнить или измѣнить официальнымъ порядкомъ постановленіе Городского Головы.

Римъ, 18-го Апрѣля 1909 года.

Подписали: По Указу Его Величества, Предсѣдатель Совѣта Министровъ Джіолитти, Министръ общественныхъ работъ Бертолини.

Tremblement de terre du 22 Décembre 1910 (4 Janvier 1911) dans les districts septentrionaux du Tien-Chan.

Par MM. Ch. Bogdanovitch, J. Kark, B. Korolkow, D. Mouchkétow.

(VIII feuilles de cartes et de plans; 24 feuilles de dessins et 30 figures dans le texte).

Introduction.—Au commencement du printemps de 1911, la région éprouvée par le tremblement de terre du 4 Janvier de la même année, a été l'objet d'une expédition spéciale sous la direction de M. Bogdanovitch, ayant pour but de rassembler tous les documents indispensables à l'étude de ce séisme. Par le nombre des victimes et les dégâts matériels causés¹⁾, cette catastrophe reste bien en-dessous de toutes celles qui ont eu lieu en Russie dans ces derniers temps, notamment à Chemakha et à Andijan en 1902, car le fléau a sévi d'une manière générale sur la partie septentrionale du Tien-Chan (Alataou-Zailisky et Alataou-Kounghéi, entre Verny et le lac Issyk-Koul) dans la région des Khyrgiz nomades assez peu nombreux dans ces montagnes à cette époque de l'année. Par contre, d'après son caractère géologique, ce tremblement offre un intérêt tout particulier, signalé déjà dans le compte-rendu préliminaire publié par M. Bogdanovitch au retour de l'expédition. Le présent exposé reprend, en les complétant et en les développant, les conclusions principales de ce compte-rendu avec toutes les données authentiques qui leur ont servi de base.

Après un aperçu succinct du développement successif de la séismologie, l'auteur précise les problèmes de la séismologie géologique. La géologie a montré que les tremblements de terre sont souvent accompagnés de phénomènes de déformation permanente, c. à d. de déplacements, de soulèvements et d'affaissements subsistant après le désastre. L'étude d'une région éprouvée par un séisme doit consister: 1° à établir la ligne de démarcation entre l'espace où se sont produites des déformations permanentes et celui où il n'y a eu que des mouvements élastiques; 2° à soumettre à une analyse toutes les

¹⁾ 450 personnes tuées, 760 blessées, 1094 maisons et 4.245 yourtes détruites, 12.962 têtes de bétail perdues; total des pertes—3.642.576 roubles.

déformations permanentes constatées, en ayant soin d'indiquer les méthodes employées pour distinguer, parmi les modifications parfois uniformes de la surface du sol, les phénomènes de premier ordre comme conséquence directe des déplacements d'un caractère nettement tectonique d'avec ceux de second ordre causés simplement par les secousses vibratoires; 3° à découvrir et à déterminer la liaison des mouvements de premier ordre avec les caractères tectoniques et à établir leur rapport avec la vie géologique générale du pays.

Appliquant ces principes, l'auteur a concentré tous les travaux de l'expédition, dans les limites déterminées en les conduisant d'après un plan déterminé d'avance. Ayant pris pour tâche principale les phénomènes de destruction à la surface du sol, il ne parle des dégâts causés aux constructions qu'en tant que ceux-ci peuvent éclaircir la marche successive du séisme, ou qu'ils offrent de l'intérêt pour certaines considérations de nature technique.

PREMIÈRE PARTIE.

Destructions à la surface.

Parmi les diverses modifications produites à la surface du sol par les tremblements de terre plus ou moins intenses, il convient de distinguer des phénomènes primaires les phénomènes secondaires tels que les changements de direction des cours d'eau ou du régime des eaux souterraines. Les phénomènes primaires se ramènent à deux types: 1° ruptures sans déplacement des parties rompues relativement les unes aux autres; 2° ruptures accompagnées de déplacements. Au second type, évidemment plus varié, se rapportent aussi bien les formes d'orientation linéaire que les formes affectant des espaces entiers. Chacun de ces changements à la surface n'est que l'indice d'un mouvement interne. De pareils mouvements peuvent être dus, soit à des secousses causées par le passage des ondes élastiques ou des ondes de caractère intermédiaire soit à un déplacement effectif dans la profondeur, c. à d. à des phénomènes de ruptures du type de faille, ou de décrochement horizontal ou leurs combinaisons. Dans l'un et l'autre cas, les effets produits peuvent être morphologiquement identiques, et ce n'est que par leur détermination que l'on parvient à différencier les phénomènes d'ordre primaire, tectoniques, de ceux d'ordre secondaire, non tectoniques. Le critérium ne doit pas être quantitatif, mais qualitatif, c. à d. qu'il est nécessaire d'établir le rapport entre les modifications survenues et la structure et la composition géologique de la localité sinistrée. L'aphorisme de Hobbs, d'après lequel les lignes séismotectoniques seraient des projections à la surface du sol de plans de failles invisibles, demande pour sa justification d'autres procédés que ceux auxquels a recouru Hobbs lui-même; il est indispensable d'une part

de n'employer comme données convenables que les destructions à la surface du sol, d'autre part il faut se baser sur les procédés géologiques de détermination des lignes tectoniques et des linéaments. Comme dérangements du premier ordre, il faut considérer seulement ceux qui se répartissent le long des lignes tectoniques réelles; ce n'est que dans ce cas que ces lignes peuvent être acceptées comme séismotectoniques, et leur coïncidence avec les linéaments servira de confirmation à leur caractère géologique, c. à d. à la probabilité de la répétition de séismes antérieurs dans les mêmes directions. Cette méthode nous conduira peut-être aussi à émettre quelques hypothèses pour l'avenir.

Comme dérangements de second ordre doivent être regardées les modifications, quoique parfois très intenses, qui ne coïncident pas avec les lignes tectoniques, c. à d. qui se sont produites en dehors de ces lignes, en dépendance des particularités locales de la composition géologique et topographique.

Alataou-Zaïlisky.

Environs de Verny. — Phénomènes de rupture, crevasses et chevauchements dans les couches superficielles.

Il résulte de plusieurs détails ¹⁾: 1° que les ruptures et les crevasses (earth lurch) sont dues à des ébranlements de la surface causés par des secousses horizontales, 2° qu'il serait risqué d'attribuer uniquement, comme le font Hobbs et Kotó, les *Maulwurfs-gangeffekt's* à des ruptures plus profondes d'un caractère tectonique se manifestant à la surface.

Si donc le caractère tectonique de certaines surfaces de ruptures et de crevasses ne peut être établi, leur rareté relative dans la région sinistrée et leur localisation en une zone étroite doivent être attribuées à d'autres raisons, telles que le niveau élevé des eaux souterraines et la puissance moins considérable des alluvions sous-jacentes au pied des montagnes. Ces raisons expliquent la situation plus dangereuse, au point de vue séismique, de la partie NE de Verny comparativement à la partie S. Ce n'était qu'à la Forteresse et dans la stanitza qu'on pouvait relever des dégâts dans les fondements en briques, montrant par places des plis ondulés. Les dépôts relativement puissants et secs jusqu'à une certaine profondeur des alluvions au Sud de la ville et plus près des montagnes sont incapables de produire de ces ondulations transversales superficielles (ondes dues à la pesanteur) dont les traces s'observaient à la stanitza et à la Forteresse, et qui absorbent une partie de l'élasticité des ondes.

Cependant les alluvions meubles, surtout celles de la surface, peuvent augmenter l'intensité de l'ébranlement des constructions élevées sur des fondations insuffisantes,

¹⁾ V. aussi Bull. du Com. Géol., t. XXX, p. 403—404.

même au cas d'un affaiblissement de l'onde élastique. L'auteur en voit la confirmation dans la sensibilité moindre des mêmes secousses pour le terrain alluvionnaire des montagnes et de Verny.

Quelques résultats des recherches effectuées aux environs de Verny sur le versant Nord de l'Alataou-Zaïlisky (transilien), entre Kaskelen et Tourguin.

Dans le but de rassembler des matériaux pour la comparaison des tremblements de terre de 1910 et de 1887, l'auteur a suivi pas à pas l'itinéraire de Mouchkétow, mais en tâchant de s'élever dans les montagnes aussi haut que la saison le permettait. De cette manière, il a pu examiner toute la zone du versant septentrional de l'Alataou-Zaïlisky, affectée par les plus fortes secousses en 1887. Les conséquences de ce tremblement ont été, comme on le sait, de nombreux glissements, des coulées de boue, des éboulements et des dislocations superficielles, la plupart dans la zone des versants gazonneux, quelques-uns seulement au-dessus de la limite inférieure des forêts de conifères. D'après Mouchkétow, les traces de la destruction prédominaient à une altitude de 3.000 à 6.000 pieds.

Tous ces éboulements et glissements de 1887 ont eu lieu sur des versants gazonneux consistant en éluvium ou en loess. Quant aux éboulements de 1910, leur apparition a été pour ainsi dire momentanée (22 Décembre), à l'exception de ceux du 1-er Janvier 1911 dans les environs de la stanitza Sofiiskaïa. On n'a pas encore eu à constater de glissements et des coulées de boue comme en 1887, et les éboulements se sont produits à sec.

Mouchkétow a distingué des glissements simples le long de crevasses superficielles plus ou moins inclinées sur les versants, et, des glissements à sommet en forme de cirque, le long des crevasses verticales, accompagnés d'éboulements. Ces derniers prédominaient dans la zone moyenne de destruction, les autres sur la bordure, c. à d. hypsométriquement plus bas. Se basant en partie sur les déclarations de témoins, Mouchkétow a émis l'opinion que les glissements à sommet évasé indiquent une forte secousse verticale d'en bas. Toutefois les observations faites sur les formes des éboulements et des déchirements des versants, ainsi que sur les formes mentionnées plus haut des ruptures, des crevasses et des chevauchements, amènent l'auteur à attribuer à d'autres causes l'origine de ces phénomènes. En 1910, les éboulements à sommet évasé se trouvent dans la zone bordière, hypsométriquement beaucoup plus bas qu'en 1887; ces formes se montrent toujours sur des versants plus ou moins escarpés, tandis que sur les versants plus doux la courbure des cassures du sommet évasé présente un rayon plus considérable. Ceci ne dépend aucunement des dimensions des sommets évasés; un sommet considérable peut être limité par une cassure de faible rayon, tandis qu'un sommet moindre peut être décrit par un rayon de courbure plus grand. Plus l'inclinaison du

versant se rapproche de l'horizontale, plus les cassures prennent un caractère rectiligne, et plus leur forme rappelle les systèmes des ruptures et des crevasses ¹⁾.

Les éboulements à sommet en forme de cirque et les aires de ruptures, de crevasses et de chevauchements sont par conséquent la suite de secousses horizontales, et leur différence morphologique ne tient qu'au degré de déclivité des versants.

En 1887, Mouchkétow n'a constaté d'éboulis pierreux dus à un tremblement que dans la vallée de la Petite Almatinka, près de la limite supérieure des forêts. Les roches dures n'ont donné des éboulements qu'à Ak-Djar dans la vallée de l'Aksai, mais comme on peut encore s'en convaincre à présent, cet éboulement colossal a affecté exclusivement la zone d'un granite fortement désagrégé. En 1910, dans la région des versants rocheux, dans la zone forestière et au-dessus, on a constaté un phénomène particulier qu'on ne trouve relaté dans aucune description de tremblement de terre. Les secousses n'y ont pas donné lieu à des éboulements continus, mais seulement au détachement, çà et là, de blocs isolés de roches fraîches. Souvent des blocs d'une demi-sagène cube coupaient, dans la vitesse de leur vol, tel un boulet, le faite flexible des arbres sans en briser le tronc. Sur le Talgars et sur la rivière Issyk, la zone de destruction était concentrée à une hauteur de 6000 à 7000 pieds, mais les lieux d'où se détachaient les pierres se trouvaient près de la limite supérieure des forêts, c. à d. à une altitude d'environ 9000 pieds. Ce phénomène a eu lieu également à une plus grande altitude, et la preuve, c'est que dans les premiers jours qui suivirent le tremblement de terre, les habitants de Verny ont aperçu les traces des chutes des pierres sur la neige du versant Nord du pic Malo-Almatinsky.

La zone où les chutes de pierres étaient le plus abondantes s'étend sur une vingtaine de verstes à partir du Talgar gauche jusqu'au Kara-Bastaou (bassin de l'Issyk).

La répartition du maximum des éboulements et des chutes de pierres permet de conclure que ces phénomènes sont d'un même ordre, dus à des ébranlements sous l'influence de secousses horizontales. Si les secousses horizontales, indépendamment de leur cause, sont incapables, par leur transformation en ondes élastiques transversales, de produire des fractures linéaires plus ou moins importantes même dans des roches friables, et ne donnent lieu qu'à des crevasses curvilignes, à plus forte raison n'y a-t-il pas lieu de s'attendre à rencontrer des ruptures rectilignes dans les roches dures et compactes. Les ondes élastiques atteignant la surface des roches dures y provoquent le détachement de parties isolées, parfois de rochers entiers, souvent de blocs et de pierres de grosseur moyenne. Les fragments ne sont pas détachés suivant les plans de diaclases ou d'anciennes fractures, mais de préférence suivant des plans de cassures fraîches, souvent dans des roches non désagrégées. Selon toute vraisemblance, les parties de la surface qui ont été arrachées sont celles que les ondes élastiques ont touchées avec la moindre

¹⁾ V. p. 409, Bull. du Com. Géol., XXX.

perte d'intensité, c. à d. les parties reliées sans solution de continuité avec l'emplacement du foyer du choc initial.

Toute une série de considérations géologiques ont fait dire à Mouchkétow qu'en 1887 la zone de destruction maxima des versants de l'Ak-Djar à la Malaïa-Almatinka correspond à la bordure granitique de la chaîne qu'il signale comme une des failles longitudinales du versant septentrional de l'Alataou-Zaïlisky. Cette bordure représente un des linéaments les plus typiques du Tien-Chan.

Les conclusions de Mouchkétow sur l'extension du séisme de 1887 semblent indiquer que le long de la faille tectonique Ak-Djar — Malaïa-Almatinka la lèvre septentrionale a été l'objet d'un nouveau déplacement vraisemblablement vertical, alors que la lèvre méridionale, formée de granite, n'a point bougé. Cette hypothèse éclaircit non seulement la situation de la zone de destruction maxima à une altitude de 3000 à 6000 pieds, mais encore la propagation des ondes séismiques destructives plutôt vers le Nord que vers le Sud. La distribution des éboulements de 1887 montre que seul l'Ak-Djar, et peut-être la vallée de la Prokhodnaïa-Chtchel, se trouve plus ou moins exactement sur la ligne de la faille supposée (*M* sur la carte); les autres, en particulier ceux de la Priamaïa-Chtchel du Koutour-Boulak et du Bel-Boulak, sont situés un peu plus au Nord. La structure de la faille longitudinale linéaire n'a pu être établie en 1887 que sur des considérations géologiques, en raison de l'absence de toute trace de rupture linéaire à la surface. Dans le voisinage immédiat d'une ligne de rupture, résultat d'un déplacement tectonique de surface, les mouvements doivent évidemment engendrer des secousses verticales. Aussi Mouchkétow a-t-il envisagé les éboulements à sommet évasé comme la conséquence de chocs verticaux; quant à l'auteur, il est plus porté à croire qu'au-dessus d'une ligne de rupture doivent se produire non des éboulements à sommet évasé, mais des déplacements de formes plus ou moins linéaires, telles qu'une série d'éboulements à sommets à peu près confondus en ligne droite, ou de systèmes de crevasses et de chevauchements d'orientation constante, indépendante du relief. Des éboulements à sommet évasé, dus à des chocs verticaux, sont naturellement possibles, mais il n'y pas de raison d'attribuer à ces derniers les éboulements situés à la distance par exemple d'une verste de la ligne du déplacement vertical. De part et d'autre de cette ligne, le mouvement doit se propager en ondes transversales provoquant des ébranlements dans le sens horizontal.

En 1910, la ligne de tension initiale sur le versant septentrional de l'Alataou-Zaïlisky s'est déplacée quelque peu vers le Sud; elle s'y est manifestée par une fracture linéaire insignifiante sous forme de crevasses longitudinales à partir du col de Kok-Achik (10 sur la carte VIII), et transversalement à la vallée du Talgar gauche (*a*₁ sur la carte); mais d'une manière générale, elle s'est traduite en une série d'ondes élastiques fracturant les roches compactes de la limite forestière supérieure et produisant des éboulements morphologiquement identiques à ceux de 1887 dans la partie septentrionale

de la zone des versants gazonneux, ou bien se manifestant par des ondes superficielles dans la basse région marécageuse des environs de Verny.

Partie centrale et versant méridional de l'Alataou-Zaïlisky.

Monts Karatch, Sary-Taou, vallée du Tchilik.

La vallée du Tchilik et les parties voisines de l'Alataou-Zaïlisky et de l'Alataou-Koungheï offrent des développements de dépôts paléozoïques (carbonifères), accompagnés de tufs produits par l'éruption simultanée de roches porphyriques. La crête Karatch, la région du cours supérieur de l'Assa, une partie de la vallée de l'Issyk (versant nord de l'Alataou Zaïlisky) et le versant nord de l'Alataou Koungheï, près de la rivière Ourioukta, paraissent en être des restes *in situ*. Après cette période d'épanchements et la formation de dépôts détritiques et zoogènes (calcaires), est venue l'époque de l'intrusion de roches granitiques, notamment de granites à orthose et de leur facies essentiellement amphibolique. Ces intrusions se rencontrent principalement dans la région où se touchent les Alataou Zaïlisky et Koungheï. Il s'est ainsi formé une zone de roches éruptives avec roches sédimentaires enclavées (sommet du Djenichké, vallée du Tchilik depuis le Maï-Boulak jusqu'au Djanghyryk). L'ensemble compliqué des roches éruptives et des enclaves des terrains sédimentaires a été l'objet de processus dynamiques qui ont donné des roches gneissiques, des schistes amphiboliques et diverses variétés de schistes depuis les schistes calcareux jusqu'aux phyllites. En même temps qu'ont eu lieu les phénomènes orogéniques, se sont poursuivies les intrusions des granites, toutefois d'un autre type, notamment de granites micropertitiques, à grain grossier, d'ordinaire de couleur rouge ou grise. Les puissantes intrusions de ces granites alcalins constituent les parties les plus élevées de l'Alataou-Zaïlisky et la partie importante de ses deux versants. Les granites micropertitiques ne sont vraisemblablement que des variétés de cette formation de roches cristallines à structure granitoïde.

Sur le versant nord de l'Alataou-Zaïlisky (l'Aksai, les Almatinks, région du Koutour-Boulak, les Talgars et la rivière Issyk) et principalement sur son versant sud, on observe en de nombreux endroits le contact entre les granites alcalins massifs et l'ensemble des granites dynamométamorphosés, des roches sédimentaires ou des porphyres.

La partie supérieure de la vallée du Tchilik, un peu au-dessus du confluent de la Chaty, est située dans la zone des forêts de conifères; à son origine elle s'élève sur une étendue considérable jusqu'à plus de 8500 pieds, atteignant les neiges persistantes du groupe des montagnes qui constituent le faite de partage Kébino-Tchiliksky, réunion orographique de l'Alataou-Zaïlisky et de l'Alataou-Koungheï. A une altitude de 9—10.000 pieds, les campements des Kirghizes sont établis dans les prés alpins, même

en hiver. La chute des rocs et des pierres du côté de l'Alataou-Zaïlisky a détruit les tentes et causé de nombreuses victimes, tant d'hommes que de bétail.

En même temps, à différentes hauteurs du versant peu incliné, il s'est formé un système de fentes accompagnées de failles et de chevauchements. Ces cassures ont pu être observées sur environ 25 verstes le long du versant gauche de Tchilik; sur le faite de partage Kébino-Tchiliksky, elles disparaissent peu à peu. Partout sur les versants du côté de l'Alataou-Zaïlisky il y a eu chute de rocs et de pierres à partir d'une altitude d'environ 10.500 pieds. Dans la zone des conifères, les traces des ruptures se perdent et les empreintes laissées par le ricochet des pierres deviennent plus rares.

La zone de la plus forte destruction se laisse voir très nettement au contact des granites micropertitiques (pour la plupart de couleur rouge) avec les roches voisines généralement gneissoïdes.

Les phénomènes de cassure (fentes, failles et chevauchements) morphologiquement identiques à ceux relevés aux environs de Verny, ont ici un autre caractère: il se distinguent par leur propagation considérable en ligne droite, leur liaison avec la zone de contact des diverses roches, et peuvent être considérés non comme suite d'un simple mouvement vibratoire, mais comme un effet superficiel sur une étendue d'environ 25—30 verstes (ligne *a*), d'un déplacement du type de faille, plus profond, quoique vraisemblablement de peu d'importance.

Du côté de l'Alataou-Kounghéi on a pu voir sur les névés de nombreux glaciers des masses de neige et de glace rappelant les éboulements typiques à sommet évasé, et, par places, de considérables fentes longitudinales. Au dire des Kirghizes, ces champs de neige étaient tout à fait plats avant le séisme et ce n'est qu'après la catastrophe que des blocs de glace provenant de l'Alataou - Kounghéi auraient atteint la vallée du Tchilik. Sur la surface plate des prés alpins plus à l'Ouest, on pouvait remarquer la continuation de la ligne de rupture des glaces par une zone de crevasses (ligne *b*) également le long du contact des granites des sommets neigeux de l'Alataou - Kounghéi avec les phyllites, les schistes amphiboliques et les porphyres constituant le haut des versants de droite de la vallée. Le long du versant septentrional de l'Alataou-Kounghéi, les phénomènes de destruction se sont propagés plus loin vers l'Est que du côté de l'Alataou - Zaïlisky; ils y ont atteint un haut degré d'intensité dans la rupture des rochers granitiques près du confluent de l'Ourioukty et dans l'éboulement produit vis-à-vis du Maï-Boulak, entre le Koudargou et la Taldy.

Toutes les observations dans la vallée du Tchilik amènent à conclure que sur le versant méridional de l'Alataou-Zaïlisky et le versant septentrional de l'Alataou-Kounghéi se sont produites des fractures d'un caractère tectonique, orientées presque exactement EW; dans l'Alataou-Zaïlisky la plus grande intensité des ruptures s'est bornée à une étendue de 30 verstes au plus (ligne *a*); sur le versant Nord de l'Alataou-Kounghéi la

ligne de rupture a été observée au moins sur 80 verstes, mais avec une solution de continuité à partir des glaciers des sources droites du Tchilik jusqu'à la Chaty (lignes *b* et *c—d*). Sur le Tchilik, du côté de l'Alataou-Zailisky, les éboulements pierreux concordent approximativement avec la ligne de rupture; du côté de l'Alataou-Koungheï, ils prédominent au Nord de la ligne *b*, ou coïncident à peu près avec la ligne *c—d*. Au point de vue orographique, les lignes *a*, *b*, *c—d* correspondent en tous points aux linéaments de Hobbs. Si l'on considère les deux bandes de ruptures linéaires comme le résultat de déplacements tectoniques, il est probable que du côté de l'Alataou-Zailisky la tension s'est manifestée essentiellement dans la zone granitique de l'arête principale, et, du côté de l'Alataou-Koungheï, tant dans la zone granitique (sommets neigeux) que celle des schistes cristallins (ligne *c—d*).

Les rivières Chaty septentrionale et méridionale forment nettement la limite, à l'Est de laquelle les traces des destructions de surface plus ou moins notables cessent assez brusquement.

Alataou-Koungheï.

Crête de portage de Chaty et versant sud de l'Alataou-Koungheï entre la rivière Chaty et Sazanovka.

Au pied sud de l'Alataou-Koungheï, on observe, sur une faible étendue, non loin du confluent de la Kourmekhty, de calcaires carbonifères qui, plus loin vers l'est, réapparaissent dans les vallées des rivières Tioup et Taboulgaty. Le versant de l'Alataou-Koungheï est partout formé de granites micropertites; au milieu du versant, comme on peut le voir en maints endroits dans la vallée de la Grande Ourioukta, ces granites traversent de nouveau les roches sédimentaires (dolomies stratifiées et métamorphosés).

La disparition des calcaires de la Kourmekhty vers l'est jusqu'à la vallée du Tioup, peut être attribuée à une faille par laquelle la zone des roches sédimentaires aurait été abaissée en-dessous du niveau de l'Issyk-Koul, tout le long de la ligne de leur contact avec les granites. Entre les rivières Chaty et Kourmekhty, la base de l'Alataou-Koungheï n'est donc pas seulement un élément orographique, mais encore un élément tectonique. Il est fort probable que cette ligne Kourmekhty-Chaty est un linéament de la direction NW—SE, puisque sur cette faible distance de douze verstes ont été relevées des traces de destruction nettement visibles à la surface du sol, sous forme d'éboulements friables (le long du Sary-Boulak) et parfois pierreux (vallée de la rivière Kourmekhty). Le monastère Sviato-Troitzky situé à trois verstes au sud de ce linéament (*B*) a été plus éprouvé que le village Préobrajenskoïé qui en est distant de quatre verstes. Un mouvement horizontal observé dans ces deux localités, s'est effectué par secousses dirigées du nord au sud.

Dans le bassin de la Grande Ourioukta, les destructions ont été plus considérables.

La zone de la destruction la plus grande s'attache avec évidence à l'apparition au milieu des granites de la bande de dolomie. Cette zone ne remplit pas précisément le rôle d'un linéament distinct; il est possible qu'elle soit parallèle au linéament des l'Aksou (*A*) dont il sera parlé plus loin.

La zone des roches éruptives constituant l'Alataou-Kounghéi est bornée de l'autre côté par la ligne de rupture *c—d* correspondant aux zones *e* et *B*. Il est probable que la région granitique centrale a été éprouvée par un mouvement plus faible au sud qu'au nord.

Au sud du pied de cette région montagneuse sont situés les villages Koudargou et Ouital, au sud desquels se trouvent les vastes espaces de ruptures, de crevasses et de chevauchements mentionnés plus haut. Ces territoires seraient comprises entre les prolongements de la zone *e* et du linéament *B*, et cela justifie le classement des phénomènes de destruction que l'on y rencontre dans les formes de second ordre.

Alataou-Kounghéi depuis Sazanovka jusqu'à la haute vallée de la Grande Aksou.

Entre le cours supérieur du grand Aksou et de l'Issyk-Koul près de Sazanovka, passe un des linéaments remarquables de l'Alataou-Kounghéi sous forme de dépression d'origine glaciaire qui, occupée aujourd'hui par le Grand Aksou, le Petit Aksou et la Chirokaïa-Chtchel, sépare l'arête principale de sa ramification méridionale. Le Kounghéi principal étant formé dans cette partie des montagnes d'une série de schistes cristallins et de calcaires dolomités, tandis que sa ramification sud est exclusivement granitique, la ligne Aksou-Sazanovka peut être regardée comme linéament (ligne *A*). C'est en effet le long de ce linéament qu'a été constatée la ligne de fracture la plus remarquable: système de crevasses accompagnées de chevauchements, çà et là d'une hauteur de quelques sagènes (col Kok'Bell № 12 de la carte; plusieurs éboulements à sommet évasé affectant les roches dures et provenant de 200—250 sagènes de hauteur).

Le mouvement d'un éboulis colossal a causé une série de crevasses et de chevauchements concentriques, dont le système peut être dit de troisième ordre, si les fractures dues à un ébranlement ou à un choc horizontal sont considérées comme de deuxième ordre (*earth lurch*) et celles de surface, provenant d'une rupture profonde linéaire, comme de premier ordre. Au point de vue morphologique, ces trois systèmes sont plus ou moins analogues, tandis que génétiquement ils présentent de grandes divergences. Par leur rapport avec les zones nettement tectoniques et par leur caractère manifestement linéaire, les formes de premier ordre se distinguent de celles de second ordre. Celles-ci ne s'observent jamais sur la continuation des lignes de premier ordre: au Nord elles se montrent près de Verny, au Sud elles sont disposées près de l'Issyk-Koul.

Le caractère tectonique de la zone de rupture de l'Aksou est également confirmé par la répétition constante des déplacements (par exemple en 1889) quoique beaucoup plus faible, mais jusqu'ici bien conservée. Les soulèvements en dômes sur la crête de partage du Kok'Bell et dans la vallée de la Grande Aksou sont l'effet de chevauchements résultant de mouvements du sol vers le sud.

La coïncidence de la zone de rupture de l'Aksou avec la ligne de contact de formations géologiques hétérogènes, la coïncidence de cette zone avec le linéament *A*, son développement limité au versant du Kounghéi principal, l'absence totale de traces de destruction sur l'embranchement sud du Kounghéi, même dans le voisinage immédiat avec les crevasses et les chevauchements, et inversement la présence d'éboulements et de chutes de pierres du côté du Kounghéi principal au-dessus de la zone de fracture, la disposition des surfaces de rupture près de Sazanovka et du Tach-Boulak non sur le prolongement de la zone de fracture dans la région montagneuse, mais vers le sud-ouest, tout cet ensemble de faits permet de conclure que: 1° la zone de fracture est due à un déplacement de caractère tectonique dans la profondeur; 2° le mouvement le long de la zone de fracture n'a affecté que le versant du Kounghéi servant de faite de partage, et ne s'est pas propagé jusqu'à l'embranchement sud de cette crête; 3° le mouvement s'est fait sentir faiblement au-delà des limites de la zone de rupture (le même phénomène a été constaté près de la zone de fracture *e*).

Le long du pied et sur le versant sud l'Alataou-Kounghéi, depuis Sazanovka jusqu'au Touraï-ghyr, les traces de destruction à la surface ne se bornent qu'à de rares chutes de pierres et de cassures superficielles, principalement dans la zone des prés alpins. Les roches prédominantes dans cette partie de l'Alataou-Kounghéi sont des granites micropertites rouges et parfois des porphyres auxquels, le long du pied de la chaîne, avoisinent des roches rouges tertiaires ou crétacées, tandis que sur l'étendue du faite de partage apparaissent de nouveau des schistes métamorphiques et des granites à orthose. Ces zones de contact se sont montrées plus résistantes, bien qu'ici de même des fentes plus importantes, en dessous des crêtes de partage Diouré et Touraïghyr coïncident avec la zone de contact des granites rouges et des schistes gneissoïdes métamorphiques.

Vallée du Grand Kébin et versant nord de l'Alataou-Kounghei.

La structure géologique assez compliquée de la région de la vallée du Grand Kébin peut être schématisée. Entre les zones granitiques des parties centrales des Alataou-Zaïlisky et Kounghéi passe une bande de roches sédimentaires, grès, schistes et calcaires fortement métamorphosés. Il est difficile de dire avec assurance si ces granites appartiennent au type des granites à orthose ou des granites micropertites, mais on peut affirmer que leur rôle a été le même que celui des granites à orthose dans la vallée du Tchilik. La période des intrusions et du démembrement des roches sédimen-

taires s'y est terminée par l'épanchement des roches effusives du type des porphyres quartzeux et des porphyrites angitiques (entre le confluent du Grand Aksou et le lac Djassyl-Koul, etc...) qu'il ne faut pas par conséquent confondre avec les roches pétrographiquement similaires de la vallée du Tchilik. Au milieu des roches porphyriques et des granites en partie gneissoïdes avec schistes amphiboliques subordonnés, s'observent des lambeaux pincés de roches sédimentaires le plus souvent redressées presque verticalement. Localement comme dans la vallée supérieure du Grand Kébin et le long de la vallée du Grand Aksou jusqu'au glacier Aksouïsky les roches sédimentaires forment une zone assez large, quoique recoupée en direction par des venues de porphyres; ailleurs la zone des terrains sédimentaires se rétrécit en une bande peu importante pour occuper par exemple la dépression orographique entre le faite de partage du Kougheï et la crête parallèle au nord formée de granites. Dans la partie inférieure de la vallée du Grand Kébin, sur le méridien du Touraï-ghyr et plus loin vers l'ouest, la zone sédimentaire s'élargit de nouveau et se subdivise en deux tronçons et peut-être même davantage, séparés par des sorties de granites et de porphyrites transformés partiellement en schistes métamorphiques.

On peut distinguer nettement deux lignes orographiques: la ligne *C*, bord du versant NW de l'Alataou-Kougheï, et la ligne *D*, liaison entre les faites de partage du Kougheï et de la chaîne parallèle au nord. Ces lignes orographiques sont en même temps des linéaments, et c'est avec elles que coïncident aussi tous les phénomènes de destruction: crevasses, ruptures, chevauchements, éboulements considérables de pierres (Tchong-Kaïndy, confluent du Grand Aksou, lac Djassyl-Koul). Ces lignes sont par conséquent séismotectoniques.

Les itinéraires de l'expédition dans la vallée du Grand Kébin ont fait voir que la ligne de rupture *C* ne traverse point l'Alataou-Kougheï, mais qu'après une interruption locale elle réapparaît dans la ligne de rupture *D* qui est plus près du faite de partage; elle passe devant le col de l'Aksou, disparaît sous les glaces du faite partageant le Kébin du Tchilik, et semble se prolonger dans la ligne *b* de la vallée du Tchilik. Considérant les lignes *C*, *D*, *b*, *c*, *d*, comme tronçons disposés en coulisses d'une seule et même ligne séismotectonique, sa longueur totale du Djyll-Aryk jusqu'au Chaty ne présente pas moins de 180—208 verstes. La zone de rupture du versant sud de l'Alataou-Zaïlisky (*E*) peut être mise en relation avec la ligne *a* de la vallée du Tchilik, sans toutefois avoir le caractère de linéament aussi net que les lignes *C* et *D*. La longueur totale des lignes *E*—*a* ne dépasse pas 50 verstes. On n'y observe que de rares traces de chutes de rochers, alors qu'au versant nord de l'Alataou-Kougheï, les éboulements atteignent fréquemment des proportions considérables.

Les éboulements à sommet en forme de cirque ont eu lieu sur l'Alataou-Kougheï, non seulement dans la zone même de rupture *C*—*D* où l'on peut supposer de secousses verticales, —mais encore vers le nord jusqu'à la distance de deux verstes. La force

destructive des secousses horizontales s'est affaiblie considérablement sur le côté droit de la vallée du Grand Kébin. En outre, certains indices laissent voir que les secousses destructives se sont propagées également vers le sud de la zone C—D, dans une région hypsométriquement plus élevée.

Au point de vue orographique, les vallées du Grand Kébin et du Tchilik supérieur forment un ensemble uni, coupé seulement par les neiges et les glaces du faite de partage de ces deux rivières. Sous le rapport géologique, les deux vallées présentent des traits assez nets d'un fossé, pendant la formation duquel s'est produit un affaissement inégal de zones de roches sédimentaires métamorphiques le long des contacts avec les massifs environnants et les zones de roches intrusives et partiellement dans la vallée du Grand Kébin de roches effusives.

Région des phénomènes de déformation permanente dans les chaînes septentrionales du Tian-Chan.

La région des phénomènes de déformation permanente est équivalente la région mégaséismique. Il ne faut pas attribuer une valeur spéciale à la détermination détaillée des limites de sa surface, car ces détails sont influencés, en grande mesure, par la composition géologique locale, la situation du niveau des eaux souterraines et la topographie de l'endroit. Plus d'importance présentent sa disposition générale, ses rapports avec les grands traits de la structure géologique du pays éprouvé, ainsi que son étendue en longueur et en largeur.

Comme on le voit sur la carte schématique pl. VIII, la région mégaséismique se répartit assez symétriquement sur le versant nord de l'Alataou-Zaïlisky et le versant sud de l'Alataou-Kounghei, s'abaissant sur des espaces restreints seulement jusqu'au pied de ces crêtes (notamment entre Verny et Sophiiskaïa au nord, Sazanovka et le hameau Folbaumovskoïé au sud). A l'ouest, elle est limitée assez nettement par la vallée de la rivière Tchou; à l'est, elle se termine par un escarpement qui vient rompre complètement sa symétrie par rapport à l'Alataou-Zaïlisky.

Cette forme de la région de déformation permanente se trouve en relation directe avec les particularités essentielles de la composition géologique et de la structure des deux crêtes.

En ce qui concerne la structure, il est à remarquer que les dépôts sédimentaires paléozoïques et les épanchements contemporains des roches effusives sont de valeur équivalente; les uns et les autres offrent tantôt de vastes développements, tantôt ne présentent que des lambeaux d'ordinaire métamorphosés et enclavés dans des massifs puissants ou des zones de roches granitiques et de leurs variétés.

Les matériaux recueillis par l'expédition et les données antérieures figurant sur l'ancienne carte de Mouchkétow amènent aux conclusions suivantes:

1° L'escarpement de la limite NE de la région de déformation permanente coïncide assez exactement avec la frontière sud-occidentale de la surface plus large du développement des terrains sédimentaires et des roches effusives contemporaines.

2° La région de déformation permanente du tremblement de terre de 1910 coïncide avec la région de démembrement des chaînes septentrionales du Tian-Chan, en massifs longitudinaux et zones de roches intrusives séparées par d'étroites bandes de formations sédimentaires ou de schistes métamorphiques.

Cette conclusion, ainsi que la limite occidentale indiquée pour la région mégaséismique paraissent être confirmées par le fait qu'à la bordure orientale de la crête Alexandrowsky prédominent des roches sédimentaires paléozoïques et des schistes métamorphiques, tandis que les massifs de roches intrusives plus récentes n'apparaissent qu'au bord oriental de l'Alataou-Talasky.

3° Les zones linéaires de la destruction à la surface (zones de rupture) observées lors du tremblement de 1910 offrent des lignes nettement séismotectoniques le long desquelles a eu lieu un certain mouvement ou déplacement des massifs des Alataou-Zailisky et Kounghei, délimités par ces zones de ruptures.

4° Les secousses les mieux déterminées dans les localités peuplées (Verny, les stanitzas voisines de cette ville, les vallées de la Tchou et du Grand Kébin, les villages Sazanovka, Ouital, Folbaumovskoié, Préobrajenskoié) n'ont pas dû provenir d'un seul point ni d'une seule ligne, mais de toute une série de lignes. En certains endroits (Préobrajenskoié, le Monastère, la partie inférieure de la vallée du Grand Kébin) les secousses destructives sont vraisemblablement originaires d'une seule ligne de rupture, tandis qu'en d'autres (Verny, Sazanovka), c'est toute une série de lignes qui a donné naissance à des secousses rapidement répétées.

S'il en est ainsi, ces secousses successives ont dû donner lieu à une durée extraordinaire de l'ébranlement, et en même temps à une irrégularité, une complexité des mouvements causés par des ondes superficielles venant de divers côtés, en général du sud pour la bordure septentrionale de la zone déformation permanente, et du nord pour son bord sud. L'étude géologique du séisme permet en définitive de reconstituer les phases successives des événements de la catastrophe, de déterminer, en les expliquant, les frontières de l'aire des déformations permanentes, et de préciser les phénomènes de destruction de premier ordre sur les lignes séismotectoniques et ceux de destruction de second ordre, en dehors de ces lignes.

DEUXIÈME PARTIE.

Effets du tremblement de terre sur les constructions.

Après un bref exposé des causes des dommages causés aux constructions, l'auteur passe d'abord à la description de certains dégâts constatés à Verny, puis à l'examen comparatif des divers quartiers de cette ville par rapport aux effets du séisme, à la direction des secousses et à leur durée (v. p. 401—407, Bull. du Com. Geol., XXX).

Intensité du séisme. Pour classer l'intensité des secousses aux divers points de la région éprouvée, l'auteur s'est servi de deux échelles. Les secousses les plus intenses comportent cinq termes:

Degré 1—	secousse faible,
" 2—	" forte,
" 3—	" très forte,
" 4—	" violente,
" 5—	" très violente.

Ces degrés correspondent aux chiffres d'intensité établis pour San-Francisco (page 116), mais avec certains modifications principalement quant aux effets destructifs produits à la surface du sol, étant donné l'absence dans la région de constructions du type américain. Les secousses plus faibles sont évaluées au moyen des degrés 1 à 5 de l'échelle Mercalli. Il se trouve que la région des phénomènes de déformations permanentes se détermine essentiellement par les degrés 5 et 4, et sa frontière par le degré isoséiste 3.

Force absolue du tremblement de terre de 1910. En 1887, lors de l'effondrement des constructions en briques de la ville, aucune construction en argile pisée, selon les dires de témoins oculaires, ne résista. En 1910, elles ne souffrirent que très peu. L'auteur ignore comment étaient construites les clôtures en 1887; quant à celles actuelles, elles présentent au point de vue séismique une assez grande solidité de construction; elles offrent une section trapézoïdale et sont formées, en longueur, par des tronçons séparés, susceptibles d'un léger déplacement. Pour ceux qui ont vu ces deux tremblements de terre, les clôtures en argile pisée servent de criterium pour affirmer que l'intensité des secousses éprouvées à Verny en 1887 était plus grande qu'en 1910. Afin de déterminer la valeur absolue de l'intensité de la secousse, vu l'absence à Verny de séismographes, l'auteur s'est efforcé de recueillir des données pour le calcul de la résistance dite séismique des simples constructions en briques ordinaires d'après la formule d'Omôri:

$$\alpha = \frac{4}{3} \cdot \frac{gx^2F}{fW}$$

L'ingénieur Kark a calculé la valeur de α pour toute une série de constructions (page 121—133), mais ayant pris un coefficient trop fort pour la résistance des briques, il a obtenu des résultats excessifs. Une correction plus ou moins vraisemblable amènera à d'autres chiffres; cependant il en ressortira que la force absolue des secousses a été très élevée, ce qui correspond complètement aux degrés 3 et 4 des secousses de Verny, non moins intenses qu'en 1887.

Conclusions.

La discussion impartiale des phénomènes de destructions à la surface du sol et des effets du tremblement sur les constructions amènent à une seule explication de la marche des événements de la catastrophe, c.-à.-d. à la conclusion énoncée plus haut (page 266, point 4). Un choc principal suivi de déplacements de terrain, quelle qu'en soit la cause, doit toujours entraîner une rupture d'équilibre entre l'ensemble des portions déplacées et le massif compliqué quelconque. Les lignes séismotectoniques ne restent pas à la même place, et cela non seulement à travers des périodes géologiques, mais souvent au cours d'une vie d'homme. Dans une même région géologique, les tremblements successifs doivent être nécessairement relié par une certaine loi générale. Depuis 1868 (tremblement de terre de Tachkent), les régions épacentriques des séismes dans les chaînes septentrionales du Tian-Chan (Kokand en 1883, Biélovodsk en 1885, Verny en 1887, Tchilik en 1889, Andijan en 1902, Karatag en 1907) paraissent se rapprocher de plus en plus de la partie centrale des chaînes septentrionales, en s'éloignant de leur périphérie. Comme l'a déjà fait remarquer Mouchkétow, le tremblement de terre de Biélovodsk a pour ainsi dire préparé celui de Verny sur le prolongement de la même ligne séismotectonique, le long de la faille longitudinale sur le versant nord de la crête Alexandrowsky et de l'Alataou-Zaïlisky. La catastrophe de Verny n'a pas été sans influence sur le séisme du Tchilik en 1889, qui a eu lieu sur le bord oriental de la région de déformation permanente de 1910. La totalité des mouvements de 1887 et de 1889 a évidemment préparé la catastrophe beaucoup plus grande de 1910, qui a éclaté là où les conditions de la structure géologique permettaient d'attendre un déplacement respectif le plus facile entre divers massifs montagneux (voir page 266, point 2).

Un simple coup d'oeil sur la carte schématique ci-jointe (pl. VIII) permet de voir combien les proportions de la catastrophe de 1910 dépassent celles de 1887 et 1889. En ce qui concerne Verny, le foyer des secousses destructives, comparativement à celui de 1887, s'est déplacé en général vers le Sud; même la ligne de rupture la plus proche de Verny était séparée du territoire de la ville par les ramifications du versant septen-

trional de l'Alataou-Zaïlisky. Ce n'est que grâce à cette circonstance et à la construction en bois de ses maisons que la ville de Verny a été préservée d'une seconde destruction totale. L'étroite localisation des phénomènes de destruction à la surface dans le voisinage de la ligne de rupture, quoique ne justifie pas totalement l'opinion de Hobbs d'après laquelle les secousses horizontales perdraient leur force destructive à 2—4 verstes de la ligne de cassure démontre en tout cas, que la ville, située au pied d'un système de montagnes affectées dans leur partie centrale par de très fortes ruptures, n'encourt point les risques d'une destruction complète. Depuis 1885, les mouvements se déplacent de plus en plus vers le Sud; le Nord devenant ainsi plus stable, les tremblements de terre devront se produire dans des régions plus méridionales, principalement dans l'Alataou-Tersky.

Cette hardie prognose s'appuie sur des faits géologiques établis par les travaux de Keidel et de D. Mouchketow. L'analogie entre le versant nord de l'Alataou-Tersky et du versant sud de l'Alataou-Kounghéi se trouve géologiquement fondée. A l'Est et à l'Ouest, la région de la déformation permanente de 1910 est pour ainsi dire enclavée entre des massifs de formations sédimentaires plus résistants, et il se pourrait bien que dans le cas éventuel d'une tension sous l'Alataou-Tersky, les rameaux septentrionaux de cette crête fussent les moins résistants.

Par sa situation à la frontière de la région séismique, Verny est le meilleur endroit pour un observatoire dont les séismographes enregistreront longtemps encore les indices des mouvements des divers points du Tian-Chan.

L'extension en largeur très inégale des conséquences des secousses horizontales des deux côtés des lignes de rupture prouve que les divers massifs des Alataou-Zaïlisky et Kounghéi ont été l'objet de mouvements différents. Certains de ces massifs ont joué pour les ondes le rôle de conducteurs, sans subir aucun déplacement; d'autres, au contraire en se déplaçant, ont donné lieu à des ondes superficielles à caractère destructif. Cependant il est peu probable que ce déplacement se soit produit toujours vers le bas; au contraire, dans le cas le plus net, sur la ligne de rupture de l'Aksou, sa forme habituelle d'un bombement (chevauchement) permet d'admettre un mouvement vers le haut, suivant un plan incliné avec diminution de l'étendue, mouvement qui a dû affecter la crête de partage du Kounghéi et non son rameau Sud. C'est une question si importante au point de vue de la connaissance du mécanisme d'action des phénomènes orogéniques, tels que les tremblements de terre, qu'il est indispensable de déterminer un système des indices constants, reliés entre eux par toutes les coordonnées, capables de définir le caractère du mouvement dans le cas de la répétition du séisme. L'auteur a proposé un système d'indices au nombre de huit, applicable des deux côtés du col du Kok'Bell (N° 12), ainsi que des deux côtés du Kour-Tchin. On pourrait ainsi déterminer le mouvement entre les deux massifs du Kounghéi, aussi bien suivant le méridien que suivant la latitude. En outre, ce système présente l'avantage de pouvoir être relié par nivelle-

ment au niveau de l'Issyk-Koul, et celui-ci, par le col San-Tach (N° 11) et la du Djelanach, par nivellement et triangulation au niveau de l'Ili, près du confluent Tchilik.

La troisième partie du texte russe comprend les compte-rendus des ingénieurs mines Mouchkétou et Kark. L'auteur a profité largement des données de ces compte-rendus, mais il est en désaccord avec Mouchkétou d'après lequel la ligne sismique du Grand Kébin aurait sa continuation dans la ligne Kounghéi-Aksou versant méridional de la chaîne, pour se prolonger même jusqu'à Ouital. D'après les données exposées dans la première partie du présent travail, il résulte que cette opinion n'est point justifiée.

Annexe I.—Quelques données sur les oscillations du niveau des eaux souterraines et sur les bruits sismiques pendant le tremblement de terre de 1910.

Annexe II.—Énumération, d'après les notes de S. Dmitriew, des secousses produites à Verny du 4 Janvier au 10 Juin 1911.

Annexe III.—Règlements obligatoires pour projets et exécutions de constructions au Turkestan, à Chémakha et dans la région Transcaspienne. A titre de renseignement est donnée la traduction en russe des règlements et instructions en italien en vigueur depuis 1909.

