

ИЗВѢСТІЯ  
ВОСТОЧНО-СИБІРСКАГО ОТДѢЛА  
ІМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО  
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА,

подъ редакцію правителя дѣлъ.

Т О М Ъ ХХІІІ.

№ 4.

1948

90

СОДЕРЖАНИЕ:

Стр.		Стр.	
В. А. Обручевъ. Наши свѣдѣнія объ образованіи ангарскаго и байкальскаго (Unsere Ken- ntnisse über d. Entst. d. Eisde- cke d. Angara u. d. Baikalsees v. W. Obrutschef) . . . . .	1	Смѣсь. Ю. Д. Талько-Гринце- вичъ. Задачи современной ан- тропологии (Die Aufgaben d. heu- tigen antrophologie v. I. Talko- Grinzewitsch) . . . . .	53
Я. П. Прейнъ Къ вопросу о Trapa natans въ Сибири (Zur Frage über das Verschwinden d. Trapa natans in Sibirien v. J. Prein) . . . . .	42	Дѣйствія В. С. Отдѣла (См. на оборотѣ). (Sitzungsberichte d. Ost.-Sibi- rischen Section v. 20 mai d. bis 7 Nowember d. 1891 j.) (стр. 17—36)	

г. Иркутскъ.

Типографіи К. І. Витковской.

1892.

## Наши свѣдѣнія объ образованіи и свойствахъ ангарскаго и байкальскаго льда и необходимость новыхъ изслѣдований въ этомъ отношеніи съ попутными промѣрами Байкала.

---

Вопросъ о способѣ образованія и объ особенностяхъ льда на Ангарѣ и Байкалѣ—вопросъ не новый, но нетолько не исчерпанный, а даже не разрѣшенный сколько - нибудь удовлетворительнымъ образомъ. Близость величиваго Байкала къ Иркутску, оригинальное замерзаніе его и Ангара только въ срединѣ зимы, сопровождающееся наибольшимъ въ году повышеніемъ уровня рѣки и, нерѣдко, наводненіями, всегда возбуждали въ прибайкальскихъ и иркутскихъ жителяхъ желаніе объяснить себѣ эти явленія. Одни объясняютъ позднее замерзаніе Байкала свирѣпствующими осенью бурями, другіе—его глубиной, благодаря которой вся масса воды не скоро успѣваетъ охладиться настолько, чтобы верхній слой ея могъ замерзнуть; позднее замерзаніе Ангара одни объясняютъ быстрой ея теченія, другіе—тѣмъ, что она течетъ изъ Байкала т. е. несетъ теплую, неохлажденную еще байкальскую воду, которая на короткомъ пути до Иркутска не успѣваетъ охладиться до возможности замерзанія и потому, чѣмъ дальше отъ Байкала—тѣмъ ранѣе замерзаетъ. Наконецъ повышеніе уровня и наводненія при рѣкоставѣ одни объясняютъ спираніемъ лдинъ въ богатыхъ островами и мелкихъ мѣстахъ, другіе—образованіемъ грунтоваго льда, особенно обильнымъ въ быстрыхъ и мелкихъ мѣстахъ и потому образующимъ здѣсь временные плотины.

Таковы разнообразныя мнѣнія о рассматриваемыхъ явленіяхъ; которое-же изъ нихъ ближе къ истинѣ? Къ сожалѣнію до сихъ поръ

Первые свѣдѣнія объ образованіи льда на днѣ англійскихъ рѣкъ сообщилъ Plot въ 1705 г., указавшій, что рыбакамъ, морякамъ, поселянамъ и мельникамъ это явленіе давно извѣстно.

Hales въ 1730—1731 гг. произвелъ наблюденія на Темзѣ и нашелъ, что грунтовой ледъ образуется сначала тамъ, где скорость теченія меныше и притомъ безразлично въ тѣхъ мѣстахъ Темзы, где еще обнаруживается влияніе прилива и отлива и въ тѣхъ, где оно уже не обнаруживается; лодочники на Темзѣ прощупывали шестами грунтовой ледъ за нѣсколько дней до замерзанія рѣки и видѣли, какъ льдины всплывали на поверхность съ такой силой, что становились на ребро и поднимались на 0,5—1 ф. надъ поверхностью воды, оставались некоторое время въ этомъ положеніи и затѣмъ ложились плашмя. Hales полагалъ, что вслѣдствіе отсутствія грунтоваго льда въ озерахъ и прудахъ образованіе его слѣдуетъ приписать движенію воды, которое перемѣшиваетъ всѣ частицы и темъ обусловливаетъ одинаковое охлажденіе всѣхъ слоевъ.

Аббатъ Nolle въ 1743 г., желая провѣрить наблюденія Hales'a, дѣлалъ проруби во льдѣ Сены, причемъ въ прорубяхъ постоянно появлялись небольшіе куски рыхлаго и губчатаго льда, несмотря на очистку прорубей отъ этихъ кусковъ; нижняя поверхность ледяного покрова рѣки была неровная и ледъ на ней былъ рыхлый и губчатый, «точно толченый»; рабочіе объяснили аббату, что этотъ губчатый ледъ по ночамъ образуется на днѣ рѣки, а днемъ «вытягивается солнцемъ на верхъ», поэтому онъ грязный, смѣшанъ съ землей и иногда съ травой. Тѣмъ не менѣе аббатъ говорить, что по его наблюденіямъ при различныхъ температурахъ и различной толщинѣ льда, вода на днѣ рѣки никогда не имѣла температуру, необходимую для ея земерзанія.

Въ 1780 г. Демарэ наблюдалъ образованіе льда на днѣ и всплываніе его на поверхность на каналѣ, снабжавшемъ водой бумажную фабрику Монгольфьера, также на р. Дромѣ въ такихъ мѣстахъ, где быстрое теченіе не позволяло рѣкѣ замерзнуть; онъ

замѣтилъ, что грунтовой ледъ нарастаетъ снизу и обусловленное этимъ повышеніе его поверхности иногда въ одну ночь достигаетъ 5—6 дюймовъ.

Демарэ прибавляетъ, что потонувшее дерево, а въ одномъ случаѣ даже потонувшая лодка, были подняты грунтовымъ льдомъ на поверхность воды; онъ полагаетъ, что на днѣ рѣки нѣкоторыя части водяной массы остаются неподвижными, вслѣдствіе различныхъ препятствій и внезапный холода вызываетъ образованіе льда въ этихъ частяхъ и тогда вода замерзаетъ не на днѣ, но въ днѣ, среди окружающей массы песка и земли; онъ утверждаетъ, что тамъ, гдѣ нѣтъ песчанаго дна, грунтовой ледъ не образуется.

Браунсъ наблюдалъ на Эльбѣ вспываніе льда со дна рѣки; онъ погрузилъ вечеромъ 12 корзинъ для ловли угрей въ части еще не замерзшей рѣки, глубиной болѣе 20 фут.; на слѣдующій день корзины оказались наполненными пластинками льда, толщиной въ  $\frac{1}{6}$  дюйма и площадью не болѣе 2 квадр. дюймовъ; Браунсъ говорить, что ледъ не могъ попасть въ корзины снаружи; кромѣ того онъ сообщаетъ, что мохнатыя вещества, пенька, шерсть, мохъ всего скорѣе покрываются грунтовымъ льдомъ; изъ металловъ онъ скорѣе всего образуется на мѣди, латуни, стали и оловѣ; изъ камней—на мягкому песчаникѣ и вообще на шерховатыхъ камняхъ, менѣе на гладкихъ камняхъ и на кирпичѣ; круглый камень вулканической породы никогда не покрывался льдомъ, равнымъ образомъ смолы, сюргучъ, деготь, канифоль, воскъ, kleenka, шелкъ, дубленая кожа и гладкое дерево.

Бессонъ видѣлъ грунтовой ледъ на днѣ низовьевъ Рейна, Лесли говоритъ, что онъ образуется на днѣ нѣсколькихъ рѣкъ въ Сибири, Швейцаріи и т. п. Гагнетъ разсказываетъ, что плотина на р. Wharfe въ Йоркширѣ у основанія нерѣдко покрывается толстой ледяной корой, образующей въ концѣ концевъ настоящій валъ; Меріанъ видѣлъ грунтовой ледъ въ каналѣ св. Альбанія въ Базелѣ, а Горнеръ въ каналѣ р. Силь въ Цю-

рихъ; здѣсь онъ лежалъ безформенными бѣловато-сѣрыми массами въ 2—3 ф. длиной на галькѣ дна.

Стеенке сообщаетъ, что въ гавани Пиллау 9-го февраля 1806 г. при сильномъ юго-восточномъ вѣтрѣ и  $+1^{\circ}$  Р. желѣзныя цѣпи, длиной въ 36 фут., потерянныя много лѣтъ ранѣе на глубинѣ 15—18 фут., появились на поверхности воды и плавали, такъ какъ были облечены льдомъ толщиной въ человѣческое тѣло; точно также всплывали камни, вѣсомъ отъ 3 до 6 фунт., окружены толстой корой льда; канатъ въ  $3\frac{1}{2}$  дюйм. діаметромъ и около 26 саж. длины, потерянный годомъ ранѣе на глубинѣ 30 ф., также всплылъ, окруженный корой льда въ 2 фута толщиной; якорь корабля, пролежавъ около часа на днѣ рѣки, настолько покрылся льдомъ, что потребовалось вдвое меныше силы, чтобы поднять его.

Лихтенбергъ (1806) полагаетъ, что образованіе губчатаго льда гораздо вѣроятнѣе на днѣ воды, чѣмъ на поверхности ея.

Горнеръ (1827) соглашается съ Налесомъ, что грунтовой ледъ образуется только въ проточной водѣ, но не въ стоячей, вслѣдствіе того, что только въ первой всѣ слои могутъ имѣть одинаковую плотность и температуру; поэтому если поверхность рѣки охлаждается, чему способствуетъ вѣтеръ, дующій противъ теченія и волнующій воду, то это охлажденіе постепенно передается всей массѣ воды, температура которой падаетъ до нуля; тогда начинается образованіе кристалловъ на днѣ рѣки въ спокойныхъ мѣстахъ, защищенныхъ препятствіями, хотя въ движущейся водѣ оно еще невозможно; при образованіи льда на днѣ рѣки выдѣляется скрытая теплота, которая не позволяетъ вышележащимъ слоямъ воды охладиться ниже нуля. Поэтому Горнеръ находитъ, что *во первыхъ* вся масса воды въ рѣкѣ должна охладиться до нуля, прежде чѣмъ начнется образованіе грунтоваго льда; *во вторыхъ* температура воды въ рѣкѣ нигдѣ не можетъ опуститься ниже нуля; *въ третьихъ* при продолжающемся охлажденії въ спокойныхъ мѣстахъ, какъ на окраинахъ поверхности рѣки, такъ и позади пре-

пятствій на днѣ рѣки, вода замерзаетъ, чтобы передать количество тепла, необходимое для сохраненія жидкаго состоянія остальной воды; эти первыя образованія льда обусловливаютъ умноженіе спокойныхъ мѣстъ въ рѣкѣ, промежутки быстро заполняются и образуются комья льда, объемъ которыхъ достаточно великъ, чтобы при небольшомъ уд. вѣсъ преодолѣть силу сцепленія, массы поднимаются на верхъ и по рѣкѣ плыветъ грунтовой ледъ, съ увеличеніемъ количества котораго теченіе рѣки стѣсняется, на поверхности ея образуются спокойныя мѣста, въ которыхъ вода скоро замерзаетъ и вмѣстѣ съ плывущими льдинами покрываетъ рѣку сплошнымъ покровомъ, защищающимъ ее въ значительной степени отъ дальнѣйшаго охлажденія; образованіе этого покрова было бы невозможно безъ грунтоваго льда \*).

Того-же мнѣнія были Меріанъ и Араго (1843), причемъ послѣдній изучилъ литературу предмета, но не скрывалъ, что его теорія не объясняетъ всѣхъ явлений, напр. наростанія грунтоваго льда снизу.

Стрельке полагалъ, что есть зависимость между колебаніями влажности въ воздухѣ и образованіемъ грунтоваго льда; его наблюденія и измѣренія температуры опровергли гипотезу Гей-Люссака, по которой образованіе льда начинается лишь при  $-8^{\circ}$ ; Моръ опровергалъ ту же гипотезу доводомъ, что ледяные иглы при погружениіи должны принять среднюю температуру всей водяной массы.

Цшокке (1855) полагалъ, что при температурѣ поверхностныхъ слоевъ воды ниже нуля быстрое пониженіе температуры воздуха вызываетъ образованіе льда и что плывущія нерѣдко по рѣкѣ массы снѣга (Treibschnee) представляютъ то же самое, что и грунтовой ледъ, неправильно называемый такъ.

\*) Переводныя статьи объ образованіи грунтового льда были и въ русскихъ журналахъ, напр. Вейца «О происхожденіи льда на днѣ некоторыхъ рѣкъ» (Горн. журн. 1836 г. т. II, стр. 601) и Гей-Люссака «Объ образованіи льда на днѣ рѣкъ» Горн. журн. 1837 г. т. III, стр. 481).

Машке, дѣлавшій наблюденія въ Бреславль, пришелъ къ выводу, что ледъ не начинаетъ образовываться на днѣ, пока всѣ слои воды рѣки не примутъ одинаковой температуры, равной нулю \*).

Гофманъ (Der nördliche Ural und das Küstengebirge Pai-Choi, 1856, p. 163) наблюдалъ на сѣверѣ Европейской Россіи образованіе грунтоваго льда, который представлялъ «пѣнисто-ячеистыя» массы, состоящія изъ тонкихъ пластинокъ, расположенныхъ въ беспорядкѣ.

Веберъ (1856) также вступилъ за поверхностное образованіе мнимаго грунтоваго льда; онъ полагаетъ, что грунтовой ледъ образуется на поверхности воды и представляетъ недоразвившійся пловучій ледъ или вѣрнѣе, какъ указывалъ Цшокке, переходъ отъ пловучаго снѣга къ настоящему пловучему льду; безчисленныя маленькия пластинки этого ледянаго снѣга вслѣдствіе волненія рѣки погружаются на дно, пристаютъ къ камнямъ, растеніямъ и другимъ неровностямъ дна, а при повышеніи температуры опять поднимаются на поверхность, унося съ собой части предметовъ, къ которымъ онъ примерзли. Scorrerewer (1859) соглашается съ Веберомъ и ожидаетъ опредѣленнаго решенія правильности одной изъ этихъ двухъ противоположныхъ гипотезъ отъ наблюдений и опытовъ, произведенныхъ въ такихъ мѣстахъ дна рѣки, куда ни въ какомъ случаѣ не могутъ попасть ледяныя иглы.

Наконецъ въ послѣднее время (въ 1880 г.) д-ръ Rae \*\*) производилъ наблюденія надъ образованіемъ льда на днѣ нѣкоторыхъ рѣкъ въ Канадѣ и вывелъ слѣдующія условія образованія грунтоваго льда: 1) утесистое или каменистое дно; 2) мелкія мѣста рѣки послѣ болѣе глубокихъ вышележащихъ и 3) болѣе быстрое теченіе и сильное волненіе воды сравнительно со спокойнымъ и медленнымъ движеніемъ ея непосредственно выше этого мѣста.

По словамъ Rae грунтовой ледъ рыхлый (губчатый), илистый, легко пристающій къ предметамъ; онъ образуется въ боль-

\*) Froriep's Notisen Jahrgang, 1856, II Bd, № 11.

\*\*) Nature, vol. XXI, p. 538, vol. XXII p. 54.

шихъ количествахъ въ быстрыхъ мѣстахъ канадскихъ рѣкъ, несется внизъ и скопляется на отмеляхъ и островахъ или на поверхности верховаго льда; скопленіе его образуетъ временную плотину, прорывъ которой причиняетъ разрушительныя наводненія. Въ дѣлѣ разрушенія острововъ и отмелей грунтовой ледъ играетъ большую роль; напр. на р. Св. Лаврентія островъ Crab-Island, достигавшій въ началѣ XIX вѣка величины 1,5 акровъ, теперь совершенно исчезъ и вместо него видно пространство волнующейся воды, становящейся съ каждымъ годомъ все глубже и глубже \*).

Проф. И. В. Мушкетовъ въ своей физической геологии говоритъ только, что грунтовой ледъ образуется на днѣ водоемовъ благодаря болѣе быстрому охлажденію минеральныхъ частицъ, облекаетъ мелкие камушки и песчинки и, достигнувъ нѣкоторой толщины, поднимается вверхъ \*\*). Въ другихъ новѣйшихъ руководствахъ физической геологии и землевѣдѣнія грунтовой ледъ рѣкъ упоминается лишь мимоходомъ или совсѣмъ не упоминается.

Кромѣ Лесли обѣ образованіи льда на днѣ Ангары упоминаютъ еще Сиверсъ, Семивскій и Кохренъ \*\*\*). Геденштромъ \*\*\*\*) говоритъ о замерзаніи Ангары: «по всѣмъ замѣчаніямъ лѣдъ образуется не столько на ея поверхности, сколько на днѣ; каменистое дно получаетъ высшую степень холода отъ промерзшихъ уже береговъ и потому касающаяся до него вода скорѣе можетъ обращаться въ лѣдъ, нежели поверхность быстрой рѣки, покрытой иногда густымъ туманомъ; сie доказывается и тѣмъ, что многія льдины имѣютъ внизу какъ-будто вдавленные въ нихъ каменья». Зимнія наводненія Ангары онъ объясняетъ спираніемъ льда до самаго дна рѣки въ мѣстахъ нижележащихъ по теченію и уже замерзшихъ.

\*) Geikie. Textbook of Geology, 1885 г. стр. 387.

\*\*) Т. II, стр. 447.

\*\*\*) Землевѣдѣніе Азіи К. Риттера въ переводѣ П. Семенова, т. V, вып. 1, стр. 124.

\*\*\*\*) Отрывки о Сибири. Спб. 1830 г. стр. 74—75.

Во время своего путешествия по Сибири А. Миддендорфъ наблюдалъ образование грунтоваго льда на южномъ склонѣ Становаго хребта въ первой половинѣ ноября (по н. ст.) 1844 г. При сильномъ морозѣ и совершенно ясномъ небѣ въ горныхъ ручьяхъ, еще не замерзшихъ, грунтовой ледъ образовывался въ болѣе быстрыхъ и мелкихъ мѣстахъ. Похожія на кучевыя облака (*wolkig gestaltet*), а съ некотораго разстоянія на снѣгъ, распускающійся въ водѣ, студнеобразныя массы грунтоваго льда облегали сначала наибольшіе валуны и постепенно всѣ валуны и гальку на днѣ ручьевъ; при благопріятныхъ обстоятельствахъ этотъ ледъ быстро увеличивался въ толщинѣ, отдѣльныя массы сливались между собой и запруживали ручей, вода его заливала забереги и наконецъ ручей текъ по ледяному руслу между ледяными валами.

На Буреѣ Миддендорфъ наблюдалъ образование грунтоваго льда преимущественно на менѣе значительныхъ перекатахъ, а въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ при быстромъ теченіи замѣчалось образованіе обратнаго теченія вдоль берега, у послѣдняго не было грунтоваго льда, хотя рядомъ дно средней части рѣки сплошь было покрыто имъ.

Отдѣльные крупные камни на днѣ рѣки быстро покрывались коркой грунтоваго льда, тогда какъ другіе не покрывались и причину этого Миддендорфъ не могъ себѣ разъяснить; массы грунтоваго льда, даже тамъ, гдѣ онѣ достигали 3 ф. мощности, свободно можно было проткнуть палкой; эти массы, постепенно утолщаясь и сливаясь, образовывали плотины, которыхъ не размывались водой, несмотря на свою очевидную рыхлость; мѣстами масса грунтоваго льда поднималась надъ общимъ уровнемъ воды подобно островамъ.

Миддендорфъ приписываетъ значительную роль въ образованіи грунтоваго льда теплопроводности валуновъ русла; по его мнѣнію сильный зимній холодъ скоро проникаетъ въ почву и легко

передается по слою валуновъ подъ дно горныхъ ручьевъ, гдѣ при помощи необыкновенного лучиспусканія теплоты, вода сейчасъ-же окружаетъ валуны кристаллическими пластинками, соединеніе которыхъ образуетъ грунтовой ледъ; уже за нѣсколько дней до начала образованія грунтоваго льда Миддендорфъ нашелъ въ днѣ Буреи, на глубинѣ 0,5 ф., температуру равной нулю.

Студень грунтоваго льда переходитъ затѣмъ, при условіяхъ оставшихся для Миддендорфа невыясненными, въ настоящій ледъ, но сдавали когда-либо превращается въ чистый, голубой рѣчной ледъ. Въ Таймырскомъ краѣ грунтовой ледъ лежалъ еще на днѣ сплошнымъ слоемъ, по которому протекали весення воды, постепенно растворявшія его; въ глубокихъ рѣкахъ, какъ напр. р. Таймыръ, грунтовой ледъ весной (14-го юня) поднимался со дна огромными грязными массами съ сильнымъ шумомъ; массы эти многократно переворачивались, прежде чѣмъ приходили въ равновѣсіе, и обнаруживали при этомъ цѣлые слои глины и гальки или отдѣльные крупные валуны, поднятые ими со дна.

По словамъ Миддендорфа грунтовой ледъ общее явленіе для всего сѣвера и для всей Сибири и онъ играетъ главную роль при замерзаніи рѣкъ, такъ какъ поднимается со дна большими массами; Миддендорфъ указываетъ, что мѣстные жители различаютъ пловучій ледъ рѣкъ по образу его происхожденія, называя шугой—ледъ, поднявшийся со дна, и саломъ—ледяныя пластинки, образующіяся на поверхности воды.

Обозрѣвая всѣ извѣстное о грунтовомъ льду Сибири, Миддендорфъ находитъ, что условія его образованія такія же, какъ и въ Европѣ; главное условіе — пониженіе температуры воды до нуля; поэтому необходимо быстрое теченіе и притомъ по неровному руслу, обилующему препятствіями, чтобы частицы воды хорошо перемѣшивались; гдѣ при такомъ теченіи замѣчается грунтовой ледъ, тамъ это тихое теченіе образовалось позднѣе (Миддендорфъ подразумѣваетъ здѣсь плотины изъ грунтоваго льда, замедляющія тече-

ніе); впрочемъ холодъ вѣчно-мерзлой почвы можетъ обусловить въ Сибири образованіе грунтоваго льда при болѣе медленномъ теченіи, чѣмъ въ Европѣ; Шварцъ напр. наблюдалъ грунтовой ледъ при медленномъ низовомъ теченіи р. Олекмы. Въ стоячихъ водахъ сѣвера едва-ли можетъ образоваться грунтовой ледъ, а образованіе его въ мелкихъ Таймырскихъ озерахъ объясняется тѣмъ, что эти озера представляютъ расширенія самой рѣки.

Губчатыя массы грунтоваго льда и въ Сибири состоять изъ ледяныхъ пластинокъ, величиной до дюйма, перекрещивающихся во всевозможныхъ направленіяхъ. Излученіе теплоты несомнѣнно составляетъ существенную причину образованія грунтоваго льда; впрочемъ въ области вѣчно-мерзлой почвы непосредственное поглощеніе теплоты воды валунами русла горныхъ ручьевъ играетъ не послѣднюю роль въ быстромъ образованіи грунтоваго льда.

Таковы наблюденія и мнѣніе Миддендорфа относительно грунтоваго льда.

Ранѣе Шварца, еще до учрежденія Сибирскаго Отдѣла Геогр. Общества на образованіе льда на днѣ сибирскихъ рѣкъ вообще и Ангара въ особенности обратилъ вниманіе Щукинъ, который, подобно Геденштрому и Миддендорфу, полагаетъ, что главная причина замерзанія сибирскихъ рѣкъ снизу т. е. со дна, есть быстрота теченія, препятствующая переходу верхнихъ слоевъ воды въ ледъ, такъ что холодъ осеннихъ и зимнихъ мѣсяцевъ успѣваетъ проникнуть глубоко въ землю, охладить всю береговую почву и дно рѣки и вслѣдствіе этого ледъ начинаетъ образоваться на днѣ \*).

Шварцъ наблюдалъ образованіе грунтоваго льда въ первый разъ при замерзаніи р. Олекмы въ 1850 г., въ половинѣ сентября, плывя внизъ по рѣкѣ на илоту \*\*); ночи были очень холодны и снѣга часто выпадали; во все время плаванія Шварцъ из-

\*) Отечеств. Записки 1846 г., смѣсь.

\*\*) Вѣстн. И. Р. Г. О. 1857 г. ч. 21 стр. 78—79.

мѣраль глубину р. Олекмы—она была повсюду незначительна и вода чрезвычайно чиста и прозрачна; сначала образовались первыя забереги и на слѣдующій день пошла шуга. Наблюдая дно рѣки, Шварцъ замѣтилъ, что на днѣ, которое было мѣстами каменистое, мѣстами песчаное, нигдѣ не было ни тины, ни водорослей, но въ иѣкоторыхъ мѣстахъ на камняхъ замѣчался какъ-бы свѣтло-серый мохъ, который оказался массой продолговатыхъ (?) ледяныхъ кристалловъ, прицѣпившихся къ камню; часто такія массы отдѣлялись отъ дна и всплывали, унося съ собой маленькие камни; въ теченіе дня это всплываніе повторялось все чаще и чаще, а на слѣдующій день вся поверхность рѣки была покрыта шугой и скоро рѣка стала. Теченіе ея въ низовьяхъ повсемѣстно очень тихое; тѣмъ не менѣе замерзали не верхніе слои воды, а всплывшія массы соединялись, смерзались и тогда только холодъ наружного воздуха сковалъ поверхность рѣки. Это наблюденіе Шварца опровергаетъ мнѣніе Щукина, что быстрое теченіе есть главная причина образованія льда сначала на днѣ рѣки.

О замерзаніи Ангары въ 1855 г. Шварцъ сообщаетъ слѣдующее: 16-го декабря онъ наблюдалъ въ первый разъ: забереги подвинулись уже далеко въ рѣку, а температура воды была какъ на днѣ, такъ и на поверхности рѣки  $+0,05^{\circ}$  Р.; въ сложеніи пловучаго льда Шварцъ сразу узналъ форму ледяныхъ кристалловъ, видѣнную на р. Олекмѣ, но на днѣ рѣки, быть можетъ вслѣдствіе волненія, вызванаго сильнымъ юго-восточнымъ вѣтромъ и мѣшавшаго наблюденію, замѣтилъ массы кристалловъ на очень немногихъ мѣстахъ. Въ теченіе слѣдующихъ дней количество пловучаго льда быстро увеличивалось и образовались сплошные массы, температура воды на днѣ и на поверхности  $=0,^{\circ}$  забереги еще больше вдались въ рѣку, такъ что, наблюдая на глубинѣ болѣе одной сажени, Шварцъ въ иѣкоторыхъ мѣстахъ вовсе не видѣлъ льда, въ другихъ-же онъ лежалъ огромными массами, хотя грунтъ не измѣнился; но въ особенности грунтовой ледъ изобиловалъ

тамъ, гдѣ дно было покрыто водорослями и верхняя по теченію часть растеній была густо усажена ледяными кристаллами, между тѣмъ какъ нижніе части оставались совершенно свободными. Многія пловучіе льдины вмѣщали въ себѣ кости, другія тѣла и до 100 и болѣе камней, вѣсомъ отъ 1 до 2 фунт. каждый; другія льдины уносили куски мелкихъ водорослей съ запутанными въ нихъ водными животными (амфиподы, улитки, пѣявки, широколобки), которые такимъ образомъ вмѣстѣ съ весеннимъ льдомъ могутъ уплыть въ Ледовитое море.

Шварцъ говорить,—что большая часть уносимыхъ камней падаетъ опять на дно, особенно когда пловучій ледъ трется около забереговъ и при этомъ раздробляется; такимъ образомъ, если теченіе рѣки ударяетъ въ берегъ или забереги, постоянно разбиваемый пловучій ледъ приносить массу камней и образуетъ отмели и тѣмъ выясняется геологическая роль грунтоваго льда въ процессѣ измѣненія конфигураціи рѣчного дна. Кромѣ того грунтовой ледъ очищаетъ дно рѣки отъ всякаго сора, который не уносила бы внизъ однимъ теченіемъ. Въ 1855 г. Ангара стала около Иркутска въ первыхъ числахъ января.

Въ 1856 г. Шварцъ началъ свои наблюденія 24 ноября и кромѣ температуры воздуха и воды на днѣ рѣки и колодца во дворѣ своего дома, записывалъ состояніе погоды и направленіе вѣтра отъ одного до трехъ разъ въ день; для измѣренія температуры воды на днѣ и на поверхности опускалась въ воду большая стеклянная банка съ термометромъ и оставлялась въ водѣ около часа.

Съ 24 ноября по 5-ое декабря, при колебаніяхъ температуры воздуха между  $-8,6^{\circ}$  и  $-15,2^{\circ}$  Р. температура воды на глубинѣ отъ 1 до  $2\frac{1}{2}$  фут. опустилась отъ  $+2,05^{\circ}$  до  $+1,15^{\circ}$ , причемъ 29 и 30 ноября и 2-го декабря падала до  $+0,5^{\circ}$ , а 3-го декабря даже до  $+0,25^{\circ}$ ; температура воды въ колодцѣ была 27 ноября  $+0,55^{\circ}$  и 4-го декабря  $+0,8^{\circ}$ ; забереги постепенно росли, но

образованія грунтоваго льда не было. Съ 5-го по 6-ое декабря температура воздуха упала до  $-29^{\circ}$ , воды до  $+0,02^{\circ}$ , вся Ангара покрылась шугой грунтоваго льда; дно повсюду было покрыто массами ледяныхъ кристалловъ; во многихъ мѣстахъ рѣки замѣчены каменные банки, образовавшіяся въ теченіе ночи. Но въ 3 ч. п. п., несмотря на усилившійся холодъ, при тихой и ясной погодѣ, количество шуги замѣтно уменьшилось, а 7-го декабря утромъ, при  $-28,4^{\circ}$  воздуха, вода рѣки опять согрѣлась до  $+0,5^{\circ}$ , ледь на днѣ исчезъ, шуги почти не было. Съ 7-го по 15-е декабря, при морозѣ отъ  $-2,15^{\circ}$  до  $-19^{\circ}$  и температурѣ воды отъ  $+0,65$  до  $+1^{\circ}$ , шуги не было, забереги уничтожились, потомъ снова образовались, 14-го декабря вода сбыла, а 15-то при сильномъ землетрясѣи забереги обвалились.

Съ 16-го по 26-ое декабря ледь три раза показывался на днѣ рѣки и опять исчезалъ, но не было замѣчено никакой зависимости этихъ явлений отъ холода наружнаго воздуха или отъ пасмурнаго или яснаго состоянія неба; съ 26-го декабря по 7-ое января, когда Ангара стала, грунтовой ледь въ видѣ кристалловъ постоянно покрывалъ дно рѣки и температура воды ни разу не была выше нуля; иногда на мелкихъ мѣстахъ не замѣтно было грунтоваго льда, а на глубокихъ все дно было имъ покрыто; съ 5-го января вода въ рѣкѣ стала замѣтно прибывать, 6-го рѣка затопила весь низменный берегъ и хотя 7-го главный рукавъ сталъ, но вода продолжала прибывать по 12-ое января; въ эти дни Шварцъ не могъ дѣлать наблюденій надъ присутствіемъ грунтоваго льда на днѣ рѣки.

Образованіе грунтоваго льда въ р. Олекмѣ объясняется, по мнѣнію Шварца, легко; въ низовьяхъ рѣки, гдѣ онъ наблюдалъ это явленіе, средняя годовая температура около  $-5$  или  $-6^{\circ}$  Р., т. е. на незначительной глубинѣ подъ поверхностью (по наблюденіямъ Шварца на глубинѣ 1—2 фут. въ Олекминскѣ) долженъ залегать вѣчно-мерзлый слой; этотъ-то почвенный холодъ,

по мнѣнію Шварца, ускоряетъ охлажденіе всего слоя воды въ р. Олекмѣ до нуля, ранѣе чего невозможно образованіе ледяныхъ кристалловъ на днѣ.

Но это объясненіе не примѣнимо къ Ангарѣ; въ Иркутскѣ средняя годовая за 16 лѣтъ  $-0,9^{\circ}$ ; по двухлѣтнимъ наблюденіямъ въ Иркутской обсерваторіи средняя годовая температура почвы, на глубинѣ отъ 0,4 метр. до 3,2 метр., оказалась выше нуля (отъ  $+1,26^{\circ}$  до  $+2,14^{\circ}$ ), такъ что существованіе вѣчно мерзлаго слоя въ Иркутскѣ весьма сомнительно; въ ноябрѣ при средн. мѣсячной въ  $-8,79^{\circ}$  (за эти два года) холода проникъ только на глубину 0,4 м., и на глубинѣ 0,8 м. было еще  $+0,44^{\circ}$ ; въ декабрѣ на глубинѣ 1,6 м. было еще  $+1,12^{\circ}$  при средней мѣсячной въ  $-16,55^{\circ}$ ; а на глубинѣ 3,2 м. холода за всю зиму не успѣлъ охладить почву ниже  $+0,66^{\circ}$  (въ юль; въ январѣ когда Ангара замерзаетъ на этой глубинѣ было еще  $+2,50^{\circ}$ ).

Какъ извѣстно, повышеніе и пониженіе температуры въ почвѣ происходитъ весьма медленно, что и подтверждено вышеупомянутыми наблюденіями, гдѣ минимумъ годовой температуры почвы для глубины 3,2 м. приходится на юль =  $+0,66^{\circ}$ , а максимумъ на октябрь  $+4,10^{\circ}$ ; кроме того изъ этого видно, что остываніе идетъ медленнѣе согрѣванія, т. к. минимумъ почвы (юль) отдаленъ отъ минимума воздуха (январь) на шесть мѣсяцевъ, а максимумъ почвы (октябрь) отъ максимума воздуха (юль) всего на три мѣсяца \*). Такимъ образомъ объясненіе, данное Шварцемъ для Олекмы, и объясненіе Щукина для Ангары, что холода будто-бы распространяется черезъ почву береговъ подъ дномъ рѣки, оказывается несостоятельнымъ, вслѣдствіе медленности распространенія холода въ почвѣ; подрывается даже объясненіе Миддендорфа относительно образованія грунтоваго льда вообще и объясненіе Шварца для Олекмы, такъ какъ гипотеза, которая, объясняя одно явленіе

\*) Всѣ данные относительно Иркутска заимствованы изъ статьи В. А. Ошуркова. «Климатъ Иркутской губеніи» въ Мат. по изсл. землепольз. и т. д. Иркутской губ. т. II, вып. I. Москва 1860 г.

не объясняетъ совершенно аналогичное, уже становится неправдоподобной.

Относительно Ангара Шварцъ оставилъ свои наблюденія необъясненными (вследствіе сильнаго недостатка въ учебныхъ пособіяхъ въ Иркутскѣ) и говоритъ только, что здѣсь «явленіе болѣе сложное» и «главная причина его есть безъ сомнѣнія лучеиспускательная способность тѣлъ, хотя некоторые отдельныя наблюденія не совсѣмъ удовлетворительно объясняются этимъ началомъ».

Замѣтимъ, что наблюденія Шварца на Олекмѣ, гдѣ грунтовой ледъ образовался при самомъ тихомъ теченіи, противорѣчать выведеннымъ д-ромъ Рае условіямъ образованія грунтоваго льда для канадскихъ рѣкъ; равнымъ образомъ Чекановскій и Миллеръ наблюдали образованіе грунтоваго льда 21-го сентября 1874 г. на р. Оленекѣ въ его низовьяхъ, гдѣ теченіе медленное; всплывшій со дна ледъ съ камнями они называютъ шугой (F. Müller, Unter Tungusen und Jakuten, 1882, p. 156—157).

Э. В. Штеллингъ, въ введеніи къ статьѣ. «О расходѣ воды и колебаніяхъ уровня р. Ангара у Иркутска въ 1886—87 г.»<sup>\*)</sup>) говоритъ, что измѣренія вполнѣ подтвердили наблюденія Шварца относительно пониженія температуры воды Ангара до 0° задолго до рѣкостава, такъ что по его мнѣнію причину поздняго замерзанія рѣки нужно искать въ быстротѣ ея теченія, что указывалъ также и Шварцъ. Но мнѣ кажется, что это еще вопросъ, требующій рѣзрешенія на основаніи новыхъ наблюденій. Дѣло въ томъ, что Ангара у Иркутска, по даннымъ за 129 лѣтъ, собраннымъ М. Рыкачевымъ<sup>\*\*)</sup>), замерзаетъ въ среднемъ 11 января, самое раннее замерзаніе ея въ 1736 г. было 14 декабря, а самое позднѣе—въ 1752 г. 13 февраля. Та-же Ангара у Иркутскаго солевареннаго завода по даннымъ за 5 лѣтъ замерзаетъ въ

<sup>\*)</sup> Изв. В. Сиб. Отд. И. Р. Г. О. т. XIX, № 4, стр. I—IV и 1—22.

<sup>\*\*)</sup>  М. Рыкачевъ. Вскрытия и замерзанія водъ въ Российской имперіи, стр. 10—11.

среднемъ уже 17 декабря \*), у города Балаганска по даннымъ за 5 лѣтъ замерзаетъ въ среднемъ 26 ноября, у Братскаго острога за то-же время въ среднемъ 15 ноября и у села Карапчанскаго въ 1879 г. (годъ средняго по времени замерзанія Ангары)—8-го ноября \*\*). Такимъ образомъ съ удаленіемъ на сѣверъ и вмѣстѣ съ тѣмъ съ отдаленіемъ отъ Байкала Ангара замерзаетъ всѣ ранѣе и ранѣе и наконецъ подходитъ къ нормальному сроку замерзанія для сибирскихъ рѣкъ, такъ рѣзко нарушеному ею у Иркутска. Я полагаю, что близость къ Байкалу, т. е. теплота байкальской воды, не успѣвшей еще охладиться, играетъ не маловажную роль въ позднемъ замерзаніи Ангары у Иркутска: вопросъ этотъ можетъ быть решенъ наблюденіемъ температуры и скорости теченія Ангары значительно ниже Иркутска, напр. у Братскаго острога; очень интересны были-бы наблюденія на порогахъ Ангары, гдѣ по словамъ Семивскаго рѣка замерзаетъ очень рѣдко \*\*\*). Мнѣніе о вліяніи теплоты Байкала на позднее замерзаніе Ангары близь Иркутска, высказалъ уже Миддендорфъ (Reise, Bd. IV, Th. 1, p. 473).

По измѣреніямъ Э. В. Штеллинга средняя скорость Ангары около Знаменскаго монастыря оказалась 1,67 метр., а выше Троицкаго перевоза 1,22 метр. въ 1 сек. лѣтомъ и 0,89 метр. зимой, а наблюденія по футштоку показали, что Ангара достигаетъ высокаго стоянія своего уровня во второй половинѣ лѣта и въ началѣ осени, а главнаго максимума зимой во время рѣкостава; Э. В. Штеллингъ полагаетъ, что это полноводіе вызывается запрудомъ рѣки, отчасти вслѣдствіе того, что послѣ покрытія Ангары льдомъ скорость теченія, вслѣдствіе тренія объ ледѣ, значительно уменьшается, а такъ какъ притокъ воды не уменьшается, то гори-

\*) Ibid. стр. 12.

\*\*) Свѣдѣнія о вскрытии и замерзаніи рѣкъ, озеръ, заливовъ и др. водъ Вост. Сибири. Изв. В. Сиб. Отд. И. Р. Г. О. т. XII № 1 стр. 29—35 (съ 1874 по 1881 годъ) и т. XV № 1—2, стр. 93—97 (съ 1881 по 1884 годъ).

\*\*\*) Новѣйш. повѣств. о В. Сибири, 1877 г. стр. 122, примѣчаніе.

зонъ рѣки долженъ повышаться; отчасти-же обильная шуга втягивается подъ ледъ и, съживая такимъ образомъ русло, заграждаетъ свободное теченіе рѣки, что должно вызвать дальнѣйшее повышеніе уровня воды. Наблюденія показываютъ, что послѣ вскрытия рѣки уровень воды понижается именно на такую величину, которая вычислена изъ наблюдений надъ лѣтнимъ и зимнимъ уровнемъ и соотвѣтствующими скоростями рѣки, т. е. повышеніе уровня при рѣкоставѣ отъ уменьшенія скорости теченія тренiemъ объ лѣдѣ вполнѣ объяснено. Кромѣ того эти наблюденія показали, что происходитъ гораздо большее (почти вдвое) повышеніе уровня при рѣкоставѣ, чѣмъ пониженіе при вскрытии, такъ что этотъ излишекъ можетъ быть обусловленъ или увеличеніемъ притока воды или уменьшеніемъ отлива ея, вслѣдствіе загражденія русла льдинами; послѣднее гораздо вѣроятнѣе. Но для решенія этого вопроса, по мнѣнію Э. В. Штеллинга, необходимы точныя измѣренія скорости теченія во время рѣкостава.

О толщинѣ льда на р. Ангарѣ до послѣдняго времени было известно очень мало; такъ въ геогр. стат. словарѣ Семенова (т. I, стр. 98) есть лишь указаніе, что толщина льда р. Ангары ниже Иlima въ глубокихъ мѣстахъ достигаетъ  $2 - 2\frac{1}{2}$  аршинъ.

Зимой 1888 г. Н. И. Витковскій производилъ, во время введенныхъ имъ фунтовыхъ наблюдений, измѣренія толщины льда р. Ангары противъ зданія музея и получилъ слѣдующія данныя<sup>\*</sup>).

20-го января	-	-	0,22	метр.	13-го февраля	-	0,65	метр.
22-го	„	-	0,245	„	20-го	„	0,67	„
25-го	„	-	0,30	„	24-го	„	0,70	„
29-го	„	-	0,43	„	28-го	„	0,72	„
2-го февраля	-	0,48	„		5-го марта	-	0,84	„
6-го	„	-	0,52	„	12-го	„	0,84	„
10-го	„	-	0,56	„				(по новому стилю).

<sup>\*</sup>) Э. Штеллингъ. О колебаніяхъ уровня р. Ангары у г. Иркутска. Изв. В. Сиб. Отд. И. Р. Г. О. 1892 г. т. XXIII, № 1, стр. 57.

Изъ этого обзора нашихъ свѣдѣній о замерзаніи Ангары обрисовываются тѣ стороны вопроса, которые еще остаются темными и тѣмъ намѣчаются необходимыя изслѣдованія.

1) Необходимы наблюденія надъ образованіемъ грунтоваго льда въ быстрыхъ и тихихъ мѣстахъ теченія р. Ангары, также въ мѣстахъ съ различнымъ характеромъ дна, т. е. съ выдающимися утесами, крупными валунами, мелкой галькой, песчанаго и илистаго, богатаго водорослями и лишенного ихъ, чтобы узнать, гдѣ именно его образуется больше; какъ быстро подвигается наростаніе ледяныхъ кристалловъ въ данномъ пунктѣ, какъ они прикреплены къ камнямъ, утесамъ, водорослямъ и различнымъ предметамъ, лежащимъ на днѣ; каково строеніе грунтоваго льда; какой  $\%$  плывущихъ льдинъ принадлежитъ льду грунтовому и какой льду, образующемуся на поверхности; каково отношеніе между количествомъ шуги и количествомъ льда на днѣ; какова величина льдинъ, отрывающихся отъ дна; наибольшіе размѣры камней, замѣченныхъ въ плывущемъ грунтовомъ льду и способъ ихъ укрѣпленія въ немъ. Одновременно съ этимъ нужно производить измѣренія температуры воды въ разныхъ мѣстахъ и на разныхъ глубинахъ, особенно тамъ, гдѣ образуется много грунтоваго льда.

2) Необходимы измѣрѣнія скорости теченія на разныхъ глубинахъ и въ разныхъ мѣстахъ рѣки во время обильной шуги по возможности передъ самимъ рѣкоставомъ и послѣ покрытія рѣки, какъ только возможно будетъ ходить по льду; при этомъ нужно наблюдать въ прорубяхъ, замѣчаются-ли льдины, плывущія подъ льдомъ, и продолжается-ли образованіе грунтоваго льда на днѣ рѣки и въ какихъ размѣрахъ, измѣрять также температуру воды на разныхъ глубинахъ.

3) Въ теченіи покрытія Ангары льдомъ въ началѣ ежедневно, а затѣмъ съ большими промежутками, измѣрять толщину ледяного покрова въ разныхъ мѣстахъ рѣки.

Пунктами наблюденія, мнѣ кажется, можно избрать для Иркутска: 1) мѣста у Троицкаго или Московскаго перевоза,

гдѣ острововъ нѣтъ и 2) мѣста у Вознесенскаго монастыря и противъ Кузнецовой больницы, гдѣ острововъ много, русло (съ островами) очень широко, вѣроятно болѣе мелко и потому наиболѣе интенсивно происходитъ запруживание при рѣкоставѣ.

## II) О з е р о Б а й к а лъ.

На поверхности озеръ ледъ образуется такъ-же, какъ и на поверхности рѣкъ при понижениіи температуры, т. е. тѣмъ легче и скорѣе, чѣмъ чище вода и чѣмъ она спокойнѣе; въ глубокихъ озерахъ, къ которымъ относится Байкалъ, рѣзкія колебанія температуры происходятъ только въ верхнихъ слояхъ, тогда какъ у дна господствуетъ болѣе или менѣе постоянная температура, такъ что ледъ образуетъ только наружную кору озера; строеніе озернаго льда такое-же, какъ и рѣчнаго, т. е. изъ шестоватыхъ кристалловъ, располагающихся перпендикулярно къ поверхности замерзанія.

Какъ-же замерзаетъ Байкалъ? Дыбовскій и Годлевскій, которымъ мы обязаны наибольшимъ количествомъ данныхъ о байкальскомъ ледѣ, обѣ образованіи послѣдняго ничего не говорятъ и упоминаютъ только, что въ апрѣлѣ при таяніи съ поверхности ледъ распадается на тонкія призматическія иглы, т. е. имѣть нормальное строеніе поверхностнаго льда. Между тѣмъ въ неглубокихъ сѣверныхъ моряхъ напр. въ Балтійскомъ, Нѣмецкомъ, Охотскомъ, Бeringовомъ, въ Баффиновомъ близъ береговъ Лабрадора (здесь нерѣдко на значительной глубинѣ\*) и въ Атлантическомъ океанѣ близъ острова Ньюфаундленда наблюдается образованіе грунтоваго льда, называемаго по-англійски якорнымъ льдомъ (*anchor-ice*), такъ какъ онъ нерѣдко обнаруживается только при подъемѣ якорей, когда послѣдніе поднимаются съ трудомъ послѣ того, какъ всплыли со дна льдины, нагруженныя иломъ и камнями. Способъ образованія этого грунтоваго льда не выясненъ; одни полагаютъ, что онъ образуется прямо на днѣ, другіе-же, что онъ зарождается на поверхности и затѣмъ опускается на дно отдельными

\*) Geikie, Texbook of Geology, 1885, стр. 407.

кристаллами, которые тамъ смерзаются и захватывают иль и камни\*). Фритше находитъ, что въ моряхъ вода, охлажденная ниже точки замерзанія, можетъ опускаться на дно благодаря своей большей плотности и здѣсь приходя въ соприкосновеніе съ твердыми тѣлами, замерзаетъ\*\*).

И. Мушкетовъ говоритъ только, что образованіе грунтоваго льда замѣчается и въ озерахъ; Macdougall указываетъ, что нѣчто въ родѣ грунтоваго льда замѣчается и въ большихъ сѣвероамериканскихъ озерахъ\*\*\*).

Относительно Байкала мы находимъ у Георги слѣдующее: «озero замерзаетъ не ранѣе половины декабря или начала января, что зависитъ отъ его неспокойной поверхности, за то оно остается замерзшимъ до начала мая; при замерзаніи его появляются цѣлые поля грунтоваго льда въ 10 или болѣе верстъ, которыя укрѣпляются сначала въ бухтахъ, затѣмъ въ узкихъ (?) мѣстахъ, свободная еще водная поверхность покрывается густымъ туманомъ; по истеченіи восьми дней можно уже ходить по льду, хотя есть еще большія полыни\*\*\*\*). Сиверсъ упоминаетъ, что на Байкалѣ, какъ и на Ангарѣ образуется сначала грунтовой ледъ, который всплыаетъ па поверхность и носится по ней†). Миддендорфъ полагаетъ, что поля грунтоваго льда, о которыхъ говорить Георги, происходятъ изъ рѣчекъ, впадающихъ въ Байкалъ, почему уже въ ноябрѣ такъ много пловучаго льда, хотя озеро замерзаетъ гораздо позже—не ранѣе конца декабря нов. ст. или даже въ первой половинѣ января; это позднее замерзаніе озера Миддендорфъ объясняетъ температурой озера при его глубинѣ и огромной массѣ воды, которая поэтому требуетъ не мало времени чтобы охладиться††).

\*) И. Мушкетовъ. Физическая геология т. II, стр. 453.

\*\*) K. Fritsche. Allgemeine Geologie p. 34.

\*\*\*) Macdougall. Anchor-ice. Nature vol XXI, p. 612.

\*\*\*\*) Georgi. Bemerk. einer Reise, Bd. I, p. 152.

†) Землевѣденіе Азіи Риттера, въ перев. Семенова, т. V, вып. I, стр. 124.

††) Middendorff, Reise, Bd. IV, Th. I. pp. 456, 479 и 485.

Дѣйствительно, по измѣреніямъ, произведенными Дыбовскимъ и Годлевскимъ, вода Байкала уже на глубинѣ 150 метр. имѣть постоянную температуру въ  $3,5^{\circ}$  Ц., т. е. вся масса воды, лежащая глубже 150 метр. отъ поверхности, круглый годъ сохраняетъ эту температуру въ  $3,5^{\circ}$  Ц.; вышележащіе слои лѣтомъ согрѣваются до  $13^{\circ}$  (по Радде), зимою охлаждаются до  $+0,7^{\circ}$  Ц.; но при охлажденіи поверхностныхъ слоевъ воды въ началѣ зимы, охлажденная вода становится плотнѣе, частицы ее погружаются, уступая мѣсто болѣе теплымъ и легкимъ изъ ниже лежащихъ слоевъ, такъ что озеро не можетъ начать замерзать до тѣхъ поръ, пока весь слой воды болѣе 100 метр. толщиной не охладится до  $4^{\circ}$  Ц.; послѣ того при дальнѣйшемъ охлажденіи частицы воды становятся менѣе плотными и остаются на поверхности, но и тутъ еще замерзанію долго препятствуетъ волненіе озера.

По наблюденіямъ Дыбовскаго и Годлевскаго близь Шаманскаго мыса (въ Култукскомъ заливѣ) температура (по Цельсію) поверхностнаго слоя воды была: въ 1869 г. въ октябрѣ  $+5,6^{\circ}$ , въ Ноябрѣ  $+3,4^{\circ}$ , въ Декабрѣ  $+0,6^{\circ}$ ; въ 1870 г. въ Январѣ, Февралѣ и Мартѣ  $+0,7^{\circ}$ , въ Апрѣлѣ  $+1,2^{\circ}$ , въ Маѣ  $+2,7^{\circ}$ , тогда какъ на глубинѣ 90 метр. (въ 100 метр. отъ берега) они наблюдали  $+3,1^{\circ}$  Ц. и по мѣрѣ приближенія къ поверхности температура постепенно падала до  $+0,7^{\circ}$  Ц.\*). Въ 1876 г. они измѣряли температуру:

1) Противъ истока Ангары въ 3,5 в. отъ берега (30-го Марта при температурѣ воздуха въ  $+3^{\circ}$  Ц.) и нашли:

На глубинѣ 0,2 метр.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$+0,5^{\circ}$ Ц.
»	10	»	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$0,6^{\circ}$ »
»	20	»	.	.	.	.	,	.	.	.	.	.	$0,6^{\circ}$ »
»	50	»	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$1,3^{\circ}$ »
»	150	»	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$3,5^{\circ}$ »

\*) Этууды у Ю. З. оконечности Байкала. Изв. Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. I, № 2—3, стр. 43.

2) Противъ р. Ангасолки въ 2 верстахъ отъ берега (14-го Апрѣля при температурѣ воздуха въ  $+5^{\circ}$  Ц.):

На глубинѣ 0,2 метр.	+	$0,5^{\circ}$	Ц.
» 5 »	,	$0,6^{\circ}$	»
» 10 »	,	$0,7^{\circ}$	»
» 20 »	,	$0,9^{\circ}$	»
» 50 »	,	$1,5^{\circ}$	»
» 100 »	,	$2,9^{\circ}$	»
» 150 до 800 метр.	,	$3,5^{\circ}$	» *).

Изъ этихъ наблюденій можно вывести, что *образование грунтоваго льда возможно только въ мелкихъ частяхъ Байкала*, глубина которыхъ не болѣе 150 метр., вѣроятно даже не болѣе 50 метр.

По наблюденіямъ Дыбовскаго и Годлевскаго\*\*) торосовъ всего болѣе у Забайкальскаго берега и они занимаютъ приблизительно  $\frac{3}{4}$  всей поверхности озера; не смотря на видимое разнообразіе своихъ формъ и очертаній, торосы могутъ быть раздѣлены на *сплошные* и *дугообразные*; первые залегаютъ иногда на протяженіи нѣсколькихъ квадратныхъ верстъ, вторые, узкіе, всегда сопровождаются щели и извилистыми линіями пересѣкаютъ Байкалъ по разнымъ направленіямъ; измѣреніе толщины глыбъ льда, образующихъ торосы, привели наблюдателей къ убѣжденію, что всѣ сплошные торосы должны были образоваться въ первые дни замерзанія Байкала, а толстая глыбы льда, попадавшіяся у забайкальскаго берега, происходятъ изъ разломанныхъ забереговъ (которые здѣсь дѣлаются ранѣе замерзанія цѣлаго озера), или сопровождаются щели и принадлежать къ узкимъ дугообразнымъ торосамъ.

Сплошные торосы представляютъ собою хаотическое накопление льдинъ, то стоящихъ отвесно, то наклоненныхъ подъ раз-

\*) Отчетъ о занятіяхъ въ 1876 г. Изв. Сиб. Отд. И. Р. Г. О. т. VIII 1877 г., № 3—4, стр. 115—135.

\*\*) В. Дыбовскій и В. Годлевскій объ измѣреніи глубины озера Байкала. Изв. Сиб. Отд. И. Р. Г. О. т. II № 5, стр. 6—16.

личными углами; у основания они сплочиваются крѣпкимъ ледянымъ цементомъ, а сверху занесены снѣгомъ, изъ подъ котораго выглядываютъ большею частью однѣ только верхушки льдинъ; высота торосовъ весьма различна—отъ 2 сантиметровъ до одного метра.

Относительно *толщины* байкальского льда Георги упоминаетъ, что ледъ достигаетъ 4 ф. толщины; Дыбовскій и Годлевскій нашли слѣдующее: въ среднемъ за зимы 18<sup>68</sup>/<sub>69</sub> и 18<sup>69</sup>/<sub>70</sub> года ледъ достигалъ 98—99 сант. толщины; съ какой скоростью увеличивается толщина льда видно изъ слѣдующей таблицы.

1896 г. Января 5 . . . . .	14	сант.
« 7 . . . . .	25	»
» 9 . . . . , . . . .	29	»
» 10 . . . . .	31	»
» 14 . . . . .	42	»
» 16 . . . . .	44	»
» 18 . . . . .	49	»
» 19 . . . . .	52	»
» 20 . . . . .	52, <sub>5</sub>	»
» 21 . . . . .	53	»
» 24 . . . . .	54, <sub>8</sub>	»
» 25 . . . . .	58	»

Именно въ теченіи первыхъ трехъ дней по замерзаніи ледъ достигъ 14 сант. толщины или въ среднемъ по  $4\frac{3}{4}$  сант. въ день, въ теченіи слѣдующихъ 5 дней наросло еще 17 сант. льда или по  $3\frac{2}{5}$  сант. въ день, въ теченіи дальнѣйшихъ шести дней еще 13 сант. или по  $2\frac{1}{6}$  сант. въ день и т. д., т. е. наростаніе происходило все медленнѣе съ утолщеніемъ льда и лишь по истеченіи 2 мѣсяцевъ толщина достигла максимума 99 сант. Въ 1876 г. наблюдатели нашли въ концѣ Января у иркутскаго берега озера ледъ толщиной въ 60—65 сант., а въ Мартѣ у посольскаго берега даже 109 сант.

*Не замерзающихъ мѣстъ* въ южной части озера отъ Лиственичной и Выдренной до самага Култука Дыбовскій и Годлевскій нигдѣ не нашли и по разспросамъ жителей существованіе подобныхъ мѣсть въ этой части озера не известно, но въ окружностяхъ острова Ольхона составляетъ будто бы обычное явленіе.

Относительно *трещинъ*, образующихся въ ледянномъ покровѣ Байкала, Георги \*) говорятьъ, что онѣ достигаютъ 2—4 ф. ширины и до 2 верстъ длины, образуются съ страшнымъ трескомъ и вода заполняетъ ихъ почти до поверхности ледяного покрова, по истеченіи 8—14 и болѣе дней онѣ замерзаютъ, такъ какъ вода успѣваетъ освободиться отъ избытка воздуха; образованіе трещинъ Георги объясняетъ давленіемъ воздуха, накопляющагося въ водѣ.

Дыбовскій и Годлевскій сообщаютъ, что т. н. становой щели, обходящей будто бы кругомъ все озеро, они не нашли, но встрѣчали много трещинъ, располагающихся главнымъ образомъ по дугамъ, огибающимъ губы и заливы Байкала или пересѣкающихъ озеро по разнымъ направленіямъ; преслѣдуя эти трещины, они всегда находили ихъ упирающимися въ самый берегъ и между каждыми двумя трещинами оставалось болѣе или менѣе значительное цѣльное пространство. Почти всѣ встрѣченныя трещины они находили замершими во всю толщину льда и такъ какъ при образованіи трещины уровень новаго льда, затягивающаго еї, долженъ быть тѣмъ ниже относительно уровня льда краевъ, чѣмъ позже образовалась трещина, т. е. чѣмъ толще былъ уже ледъ озера, то на основаніи этого наблюдатели вывели, что  $\frac{7}{8}$  всѣхъ трещинъ образовались въ первые дни послѣ покрытія озера льдомъ. Ширина трещинъ всего чаще достигала  $\frac{1}{2}$ —1 сант., но встречаются и болѣе широкія въ 5—10 сант.

Относительно образованія трещинъ наблюдатели находятъ, что оно нисколько не отличается отъ видѣннаго ими на озерахъ Европы,

\*) Georgi, Bemerkungen einer Reise im Russischen Reiche, Bd. I, p. 125.

напр. озера Пейпусъ. Тотчасъ послѣ своего образованія, тонкій еще ледяной покровъ озера трескается въ разныхъ мѣстахъ, льдины сдигаются одна на другую, или-же ихъ выбрасываетъ на берегъ; какъ это видѣли они въ Култукѣ на другой день по образованіи льда; позднѣе, когда ледъ окрѣпнетъ, явленіе измѣняется: при сильныхъ вѣтрахъ и участіи давленія воздуха покровъ трескается на значительное пространство въ нѣсколько километровъ, и оторванныя льдины передвигаются вѣтромъ, пока не наткнутся на препятствія, которыя имъ ставить уцѣлѣвшее ледяное полотно; ударяясь объ его край, льдины дробятся, нагромождаются другъ на друга на этомъ краю, образуя родъ вала на навѣтренной сторонѣ передвигаемой льдины, тогда какъ на подвѣтренной остается щель; если вѣтеръ перемѣнить направленіе, то наоборотъ—около вала образуется щель, а около прежней щели нагромождается валъ (торосъ). Образованіе торосовъ конечно уменьшается и наконецъ совершенно прекращается по мѣрѣ того, какъ утолщается ледъ, но щели, разъ образовавшіяся, сохраняются всю зиму, представляя собою мѣста наименьшаго сопротивленія, легче уступающія силѣ вѣтра. Зимою эти щели едва замѣтны, такъ какъ онѣ наполняются водою въ нихъ замерзающею, но присутствіе ихъ обнаруживаетъ нагроможденный по ихъ сосѣству валъ; весной, съ прекращеніемъ сильной стужи, вода въ трещинахъ, постоянно возобновляющихся, не успѣваетъ замерзнуть, щели остаются открытыми и даже расширяются, вслѣдствіе передвиженія льда и съ нимъ сопряженного истиранія краевъ льдинъ; такимъ образомъ ширина щели достигаетъ отъ 0,5 до 2 метр.

На глазахъ наблюдателей образовалась широкая трещина у мыса Баранчики; въ первое время существованія ширина ея достигала одного метра, но уже послѣ 7—8 час. она уменьшилась на половину и осталась такъ до слѣдующаго утра, когда она оказалась уже покрытой слоемъ льда, способнымъ удержать человѣка.

Зимой 1876 г. наблюдатели видѣли интересную щель на 30-й верстѣ отъ иркутскаго берега по линіи промѣровъ отъ Голоуст-

ной къ Посольску, въ 1600 метр. отъ площади самаго высшаго поднятія дна, на мѣстѣ, гдѣ глубина оказалась 200—220 метр. Общее направлениe ея было SSO—NNW и вслѣдствіе постояннаго измѣненія въ ширинѣ, она не замерзала всю зиму; прибрежные жители говорятъ, что она образуется ежегодно на томъ-же мѣстѣ, не замерзаетъ всю зиму и тянется далеко по озеру, что было-бы очень интересно провѣрить.

Образованіе трещинъ въ первое время послѣ покрытія озера льдомъ по мнѣнію Дыбовскаго и Годлевскаго объясняется главнымъ образомъ силой вѣтра, почему главное направление щелей болѣе или менѣе перпендикулярно къ господствующему направленію вѣтровъ. Всего болѣе щелей образуется у иркутскаго (NW) берега озера.

Но ледъ озера трескается и въ продолженіе всей зимы; если находиться на озерѣ въ ясный день послѣ холодной ночи, слышится то взрывъ, переходящій въ раскатистый гулъ, теряющійся въ отдаленіи, то будто-бы глухіе стоны, то неясная трескотня, будто ружейная пальба, то отдаленный пушечный громъ и все это сливается нерѣдко въ хаотическую смѣсь разнородныхъ звуковъ, учащаемыхъ вслѣдствіе эхо отъ отвесныхъ скалъ берега. Въ этомъ случаѣ образованіе трещинъ объясняется уже не давленіемъ вѣтра, а лишь перемѣнами, которымъ подлежитъ объемъ льда при различныхъ температурахъ; а потому, чѣмъ тоньше слой снѣга, лежащаго на льду, чѣмъ яснѣе день, чѣмъ больше разница между температурой дня и предшествовавшей ночи — тѣмъ продолжительнѣе, разнороднѣе и явственнѣе звуки, тѣмъ глубже въ массу льда проникаютъ трещины. Їзда и хожденіе по льду благопріятствуютъ образованію трещинъ, также и рубка льда. Весной, съ повышеніемъ температуры, все описанные звуки смолкаютъ, такъ какъ ледъ утрачиваетъ свою хрупкость\*).

\*) Всѣ эти данныя о толщинѣ льда, образованіи торосовъ и трещинъ заимствованы изъ вышеуказанныхъ трехъ статей Дыбовскаго и Годлевскаго.

Вотъ всѣ существенное, что мы знаемъ объ образованіи и свойствахъ байкальскаго льда. (Есть еще статья Григ. Еремина «Разрывы льда на Байкалѣ», помѣщенная въ Моск. Вѣдом. 1853 г. № 53, которую я не могъ достать).

---

Въ текущемъ году въ иностранной литературѣ появились указанія на явленіе, известное уже давно, но почему-то до сихъ поръ почти не описанное и совсѣмъ не изслѣдованное, именно явленіе складчатости озернаго льда и образуемыхъ льдомъ береговыхъ валовъ.

Дейке наблюдалъ зимой 1860—61 г. на Боденскомъ озерь складки льда длиной въ 20—30 тысячъ футовъ, шириной до 14 и высотой до 5 фут.; при образованіи ихъ замѣчается спазматическое выбрасываніе воды \*). Болѣе подробно описываетъ это явленіе Э. Гёбелеръ \*\*), который говоритъ, что оно известно на Гавельскихъ озерахъ близъ Потсдама, на большихъ озерахъ Мекленбурга и даже между устьемъ Невы и Кронштадтомъ (по Струве, Poggend Ann. Bd. 66, 1845 г., 298); послѣ того какъ ледъ озера достигнетъ известной толщины, онъ приподнимается вдоль берега или поперекъ озера на протяженіи болѣе 500 метр. въ видѣ длинной складки, образующейся въ теченіи несколькиихъ часовъ или дней и сопровождаемой періодическими сотрясеніями всей поверхности льда; складки эти совершенно напоминаютъ складки горныхъ породъ и нерѣдко достигаютъ 1 метра высоты; иногда лѣдъ при образованіи складки сохраняетъ свою непрерывность или пересѣкается радиальными трещинами, параллельными складкѣ и опять смерзающимися; иногда-же во время образования складки сѣдло ея проваливается, а разрушенныя крылья сдвигаются; бываетъ также, что образуется лежачая (опрокинутая

---

\*) Poggend Ann. Bd. 121, 1864, S. 165 Ueber Eisbildung und Entstehung der Schründe und Spalten in den Eisdecken der Süsswasserseen von Deike.

\*\*) Dr. E. Goebeler. Ueber die mechanischen Wirkungen des Wassereises. Verh. d. Ges f. Erdk. zu Berlin, Bd. XVIII, 1891, № 3, p. 176—184.

складка) и, вслѣдствіе раздробленія ея, настоящій сдвигъ складки, причемъ нерѣдко лежачее крыло опускается ниже уровня воды подъ надвигающимся висячимъ крыломъ; послѣднее принадлежитъ почти всегда большей ледяной площади, изъ которой исходить складкообразующая сила. Во всѣхъ случаяхъ во время спазматическихъ сотрясеній, сопровождающихъ образованіе складокъ, изъ зіяющихъ трещинъ и промежутковъ періодически выбрасывается съ нѣкоторой силой вода и заливаетъ края трещинъ, позднѣе замерзаетъ и тѣмъ увеличиваетъ прочность складки. Тамъ, гдѣ силы, вызывающія это явленіе, продолжаютъ дѣйствовать долго или особенно интенсивны, тамъ могутъ образоваться на томъ-же мѣстѣ нѣсколько складокъ послѣдовательно одна подлѣ другой; возлѣ Закровской церкви близъ Потсдама г. Гёбелеръ видѣлъ даже нѣсколько лѣтъ подъ рядъ начала чешуйчатой складчатости льда. По его наблюденіямъ на Потсдамскихъ озерахъ складки льда образуются ежегодно приблизительно на тѣхъ-же мѣстахъ по сосѣству съ берегомъ и тянутся или параллельно берегу (по наблюденію Дейке и на Целлерскомъ озерѣ, шириной до 8000 фут., между Радольфцелль и Итцнангъ были 2—3 складки, простирающіяся параллельно берегу на разстояніи 800—1000 фут. отъ него) или у входа небольшихъ бухтъ, пересѣкая бухту отъ берега до берега. Поэтому наблюдатель полагаетъ, что складки являются тамъ, гдѣ движущей силѣ противопоставляется препятствіе въ видѣ близкаго берега или небольшой неподвижной площади льда, ограниченной сушей. Образуются эти складки не въ первыя недѣли зимы, даже если ледъ уже достигъ значительной толщины, но лишь въ январѣ и февралѣ, послѣ того какъ начнется образованіе трещинъ въ первоначально однородномъ ледяному покровѣ.

Гёбелеръ связываетъ образованіе складокъ съ образованіемъ трещинъ, которое, подобно тому какъ и на Байкалѣ, происходитъ преимущественно въ январѣ и февралѣ въ ясныя, холодныя ночи или въ солнечные дни около полудня; сопровождается также рас-

катами, подобными пушечнымъ залпамъ, свистомъ, визгомъ и трескомъ и объясняется разницей въ температурахъ дня и ночи, вызывающей сокращеніе или растяженіе поверхностныхъ слоевъ льда, тогда какъ нижніе слои его подвергаются гораздо меньшему влиянию колебаній температуры. Въ образовавшіяся трещины, шириной отъ 1 до 10 мм. проникаетъ вода, замерзаетъ въ нихъ и, расширяясь при этомъ, производить боковое давленіе на стѣнки трещины; имѣя въ виду безчисленное количество послѣднихъ, легко понять, что сумма этихъ давлений дастъ уже значительную тангенціальную силу, которая, встрѣчая препятствіе въ неподвижныхъ слояхъ льда, упирающихся въ берегъ, приходитъ въ равновѣсіе образованіемъ складки; вотъ почему складки образуются преимущественно вдоль береговъ и у входа бухтъ и почему при сдвигахъ складокъ край большей ледяной площади надвигается на край меньшей, неподвижной. Но этимъ не объясняется отсутствіе складокъ во многихъ мѣстахъ, гдѣ температура и теченіе допускаютъ образованіе толстаго слоя льда.

Тѣми-же причинами, какъ и складки обусловлены и береговые валы, замѣченныя Гёбелеромъ на Потсдамскихъ озерахъ; по берегамъ озеръ тянутся на цѣлые километры низкіе валы, состоящіе внутри изъ песка и растительной земли, снаружи поросшіе травой; они достигаютъ максимумъ  $\frac{2}{3}$  метра (по Краузѣ до 1 метра) высоты и лежать на уровнѣ зимняго водостоянія, такъ что лѣтомъ удалены до 3 метр. отъ воды, въ зависимости отъ уклона почвы. Иногда замѣчается только одинъ такой валъ, иногда два, три и болѣе; по своему внутреннему строенію они рѣзко отличаются отъ низенькихъ валовъ (въ нѣсколько сантиметровъ), образующихся въ теплое время года въ мѣстахъ болѣе сильного прибоя отъ накопленія песка и растительныхъ остатковъ; послѣдніе ясно и горизонтально слоисты, первые въ поперечномъ разрѣзѣ напоминаютъ складку горныхъ кряжей въ миніатюрѣ: и слои песка и гумуса изогнуты или опрокинуты, иногда пласти свѣжаго дерна согнуты пополамъ, вдвинуты внутрь вала и прикрыты болѣе древнимъ материаломъ.

Эти валы встречаются преимущественно тамъ, гдѣ зимой про-  
исходятъ складки льда и Гёбелеръ видѣлъ даже примѣръ, гдѣ складка, пересѣкавшая устье бухты, косо упиралась въ берегъ, раз-  
дробляясь въ шесть складокъ, расположенныхъ кулисообразно другъ  
за другомъ, сдвинувшихъ и раздробившихъ луговую почву плоскаго  
берега; песокъ и дерно были подняты складками льда, опрокинуты,  
перемѣшаны съ обломками льда; мерзлая почва была пересѣчена въ  
перпендикулярномъ направлениіи трещинами, глубиной до 1 фут. и  
шириной до 1 дюйма, и отдельные глыбы почвы были сдвинуты  
горизонтально другъ относительно друга. Подобные примѣры скла-  
докъ льда, вдигающихся на берегъ на большомъ протяженіи, очень  
нерѣдки и особенно тамъ, гдѣ складки параллельны берегу; бываютъ  
даже случаи что ледъ, вдигающійся на берегъ, вырываетъ съ кор-  
немъ деревья. Гёбелеръ объясняетъ береговые валы дѣйствіемъ  
той-же силы, которая производить и складки льда.

Но это объясненіе отвергается А. Краузе, \*) который указы-  
ваетъ, что во-первыхъ вода, замерзающая въ трещинѣ, свободно  
можетъ расширяться внизъ или вверхъ, не производя бокового дав-  
ленія на стѣнки трещины, какъ это доказывается замерзаніемъ воды  
въ незакупоренныхъ бутылкахъ, а во-вторыхъ, допуская даже по-  
добное боковое давленіе, величина его слишкомъ незначительна, именно  
расширение массы льда въ 1 килом. при общей ширинѣ трещинѣ въ  
1 метръ будетъ всего 30 мм. По его мнѣнію гораздо естественнѣе  
слѣдующее объясненіе: въ холодную ночь ледяной покровъ сокра-  
щается и такъ какъ на берегахъ онъ примерзаетъ къ почвѣ, то  
это сокращеніе выражается образованіемъ трещинъ, которые немед-  
ленно заполняются водой, въ нихъ замерзающей и возстановляющей  
непрерывность льда; на слѣдующій день ледяной покровъ начинаетъ  
расширяться (линейное расширение 1 килом. льда для каждого гра-  
дуса Ц. будетъ 70 мм. приблизительно) и это расширение можетъ

\*) Ueber das Eis unserer Binnengewässer. Verh. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin Bd. XVIII № 4 и 5 р. 269—271.

выразиться въ мѣстахъ наименьшаго сопротивленія образованіемъ складокъ или береговыхъ валовъ; вечеромъ ледъ опять примерзаетъ къ берегу, ночью начинается образованіе трещинъ и замерзаніе ихъ, на слѣдующій день опять расширеніе льда и увеличеніе складки и т. д., такъ что конечная величина передвиженія льда зависитъ отъ обилія и величины колебаній температуры и отъ пространства ледяного покрова; она равна суммѣ ширины всѣхъ трещинъ, что даетъ уже величину достаточно большую.

Относительно байкальского льда подобныя явленія—образованіе складокъ и береговыхъ валовъ—никѣмъ еще не замѣчены. Между тѣмъ огромная поверхность ледяного покрова, обиліе образующихся трещинъ и рѣзкія колебанія температуры, достигающія нерѣдко  $20-30^{\circ}$  въ теченіи сутокъ, дѣлаютъ весьма вѣроятнымъ, что дневное расширеніе льда, которое для протяженія въ 30 килом. и амплитуды колебанія температуры въ  $20^{\circ}$  составить (по даннымъ Краузе) цѣлыхъ 42 метра, должно-бы выразиться образованіемъ громадныхъ или многочисленныхъ складокъ (или выпячиваніемъ всего ледяного покрова вверхъ, что мало вѣроятно). Рѣшить этотъ крайне интересный вопросъ могутъ только изслѣдованія на мѣстѣ, всего лучше нивелировка по льду, произведенная отъ одного берега до другаго.

---

Изъ этого обзора нашихъ свѣдѣній объ образованіи и способностяхъ байкальского льда легко вывести желательность слѣдующихъ наблюденій:

1) Необходимы наблюденія надъ *образованіемъ байкальского льда*, чтобы рѣшить вопросъ объ участіи въ немъ грунтоваго льда; если грунтовой ледъ окажется, то наблюдать на какой глубинѣ онъ образуется, каково его строеніе, способъ прикрепленія ко дну, быстрота наростанія, всплываніе на верхъ, относительное участіе въ образованіи ледяного покрова и т. д. (вообще тѣ-же вопросы, что и относительно грунтоваго льда Ангары) съ наблюде-

ніями надъ температурой воды въ мѣстахъ образованія его. Далѣе наблюдать смерзаніе плавающихъ льдинъ и сопровождающія его явленія.

2) По покрытіи Байкала льдомъ производить наблюденія надъ быстрой наростию льда и его нижней поверхностью, образованіемъ, простираніемъ и шириной трещинъ, торосовъ и вообще провѣрить и дополнить наблюденія Дыбовскаго и Годлевскаго въ части озера ими не изслѣдованной, напр. близъ села Лиственичнаго или Голоустнаго.

3) По достиженіи покровомъ льда значительной толщины необходимо выяснить, образуются ли складки льда и береговые валы, наблюдать размѣры, положеніе и строеніе ихъ, температуру поверхностнаго слоя льда днемъ и ночью; вообще нужно выяснить, чѣмъ выражается дневное расширение байкальского льда. Желательна нивелировка по льду отъ одного берега до другого.

4) Выяснить существованіе незамерзающихъ мѣстъ на Байкаль съ наблюденіемъ температуры воды въ этихъ мѣстахъ и съѣднихъ съ ними, покрытыхъ льдомъ; интересно изслѣдованіе незамерзающаго истока Ангары и наблюденія надъ скоростью теченія и образованіемъ грунтоваго льда въ этомъ мѣстѣ.

III. Промѣры Байкала. Мнѣ остается еще упомянуть о необходимости новыхъ промѣровъ озера въ сѣверной его части, которые весьма удобно произвести одновременно съ изслѣдованіями надъ строеніемъ и толщиной ледяного покрова въ концѣ февраля и марта мѣсяцахъ и съ нивелировкой по льду.

Глубина Байкала опредѣлена только въ южной четверти озера; первые промѣры производилъ лейтенантъ Кононовъ въ октябрѣ 1859 г. отъ устья Бугульдейки къ среднему устью Селенги и нашелъ наибольшую глубину всего въ 1470 фут. (448 метр.) \*); онъ-же производилъ промѣры вдоль NW берега Байкала отъ Го-

\* ) Орловъ А. И. Объ измѣненіи уровня оз. Байкала. Изв. Спб. Отд. Имп. Р. Г. О. т. II № 1, стр. 33—34.

лоустной до истока Ангары и нашелъ противъ Солонцовой пади глубину 4200 фут. (1280 метр.) и близъ Кадильнаго мыса 4220 и 4812 фут. (1287 и 1467 метр.). Позднѣе промѣры производили только Дыбовскій и Годлевскій въ 1870, 71 и 76 годахъ и пересѣкли южную четверть озера нѣсколькими поперечными линіями, именно отъ устья рч. Мыдлянки къ устью Безъимянной (наиб. глуб. 675 метр.); отъ устья Ангасолки къ устью той же Безъимянной (наибольшая глуб. 1243 метр.) съ двумя соединительными линіями къ предъидущей; отъ устья рч. Половинной къ устью р. Муринь (наиб. глубина 1356 метр.); отъ истока Ангары къ устью р. Выдренной (наиб. глуб. 1373 метра) отъ устья р. Голоустной къ Посольскому монастырю (наиб. глуб. 1160 метр. и среди озера возвышение на гребнѣ котораго глубина всего 60 метр.) и въ промежуткѣ между послѣдними двумя линіями два не-полныхъ промѣра, именно отъ устья рч. Черной по направленію къ Переемной на 12 верстъ отъ берега (наиб. глуб. 1360 метр.) и отъ Кадильнаго мыса по направленію къ Мишихѣ на 12 верстъ отъ берега (наиб. глубина 1230 метр.); послѣдніе два промѣра обнаружили ошибочность данныхъ Кононова, такъ какъ дѣйствительная глубина въ 2 верстахъ отъ берега оказалась слишкомъ вдвое меньше показанной имъ \*).

Къ сѣверу отъ линіи Бугульдейка — среднее устье Селенги никто не производилъ промѣровъ; только въ Маломъ морѣ мѣриль Радде и нашелъ всего 63 метра глубины, тогда какъ Георги въ Маломъ морѣ у Колесниковой пади въ 40 саж. отъ берега не могъ достать дна лотомъ въ 106,5\*\*) метр., но глубина самаго Байкала на протяженіи трехъ четвертей его длины еще неизвѣстна; по слухамъ, здѣсь глубина еще больше, чѣмъ въ юго-зацадной четверти и хотя Дыбовскій и Годлевскій сомнѣваются въ этомъ, на основаніи промѣра Кононова отъ Бугульдейки къ Селенгѣ,

\*) См. тѣ-же три статьи Дыбовскаго и Годлевскаго.

\*\*) Georgi, Reise Bd. I, p. 63.

но, мнѣ кажется, неосновательно, такъ какъ незначительная глубина, найденная здѣсь Кононовы мъ, можетъ зависѣть отъ напо-свъ Селенги, которая уже выдвинула свою дельту далеко въ Байкалъ и постепенно засыпаетъ эту часть озера. Промѣрами Дыбовскаго и Годлевскаго добыто очень много интересныхъ данныхъ относительно конфигураціи дна Байкала, его поверхности-наго строенія и, особенно, глубоководной фауны. Пора продолжать эти промѣры, послѣ 15-лѣтняго перерыва.

Для начала можно было-бы сдѣлать двѣ линіи промѣровъ именно 1) отъ Забайкальского берега у мыса Толстаго черезъ Байкалъ, Ольхонскія Ворота и Малое море къ устью р. Сармы съ поперечнымъ промѣромъ Воротъ и 2) отъ устья р. Баргузина къ нижнему изголовію Святаго Носа, черезъ Байкалъ къ сѣверной оконечности острова Ольхона и отсюда черезъ Малое море къ устью рч. Зимы. Хорошо было-бы также связать продоль-нымъ промѣромъ мѣста наибольшихъ найденныхъ глубинъ выше-указанныхъ линій и прибавить еще одну линію 3) отъ устья рч. Б. Чивиркуй къ верхнему изголовью Святаго Носа и черезъ Ушканьи острова къ мысу Покойниковъ и опять соединить продольнымъ промѣромъ мѣсто наибольшей глубины этой линіи и линіи второй. Тогда у насъ уже будутъ данные относительно глубинъ большей половины Байкала.

При производствѣ промѣровъ удобно произвести нивеллировки по льду, измѣрять толщину льда, наблюдать температуру воды на разныхъ глубинахъ, собирать образчики породъ со дна озера и, по-мощью небольшой драги, собирать представителей байкальской фауны. Относительно способа производства промѣровъ можно вполнѣ руководствоваться данными, выработанными Дыбовскимъ и Годлев-скимъ, и примѣнить изобрѣтенный ими глубомѣръ и сонду.

---

По выслушаніи настоящаго доклада въ засѣданіи соединенныхъ секцій математической и физической географіи Вост.-Сибирскаго

Отдѣла И. Р. Г. О., при обсужденіи предполагаемыхъ наблюденій надъ образованіемъ и свойствами байкальскаго и ангарскаго льда членъ Отдѣла В. А. Ошурковъ изъявилъ желаніе произвести нѣкоторыя предварительныя наблюденія на р. Ангарѣ до рѣкостава и собрать свѣдѣнія, въ какихъ мѣстахъ всего больше происходитъ образованіе грунтоваго льда; въ одной изъ его поѣздокъ въ лодкѣ по рѣкѣ участвовалъ и я и приведу здѣсь, какъ материалъ для будущихъ работъ въ этомъ направленіи, сдѣланныя мною замѣтки. Мы поѣхали около 4 ч. п. п. 27-го декабря; цѣлый день было сравнительно тепло —  $12^{\circ}$  (послѣ нѣсколькихъ дней болѣе сильнаго мороза, достигавшаго  $20 - 25^{\circ}$ ) и облачно; лодочники сообщили намъ, что грунтоваго льда осталось очень мало, такъ какъ утромъ онъ поднялся наверхъ; они говорили, что льдина, оторвавшаяся отъ дна, поднимается надъ поверхностью воды «точно человѣкъ вынырнулъ»; отъ пристани близъ Георгіевскаго переулка мы поплыли вверхъ по рѣкѣ направляясь наискосъ къ ледяному полю, лежавшему уже среди рѣки на мелкомъ мѣстѣ ниже острова, обогнули его съ нижняго конца и поднялись еще вверхъ вдоль поля; дно было мелкогалечное, изрѣдка на немъ видны были водоросли, глубина отъ 1 до 2 саж., но благодаря прозрачности воды дно было видно прекрасно; мы замѣтили лишь въ нѣсколькихъ мѣстахъ небольшіе комья грунтоваго льда, прикрѣпившіеся къ водорослямъ, хотя въ этомъ мѣстѣ, по словамъ лодочниковъ, наканунѣ лежало много льда; эти комья, отрываемые шестами лодочниковъ, медленно и наискосъ (вслѣдствіе теченія) поднимались къ поверхности воды; въ водѣ они представляли комъ полужидкой массы, въ которую легко засунуть руку, а по вынутіи изъ воды значительно сокращались въ объемѣ, (такъ какъ вода вытекала изъ нихъ) замерзали и представляли комъ бѣлаго крупнозернистаго оледенѣлаго снѣга; нѣкоторые были совершенно чистые, снѣжно-бѣлаго цвѣта, въ массѣ другихъ видны были песчинки и мелкая галька, распределенные по всему кому.

Лодочники предложили затѣмъ спуститься внизъ по рѣкѣ къ Троицкому перевозу, гдѣ дно утесистое и по ихъ соображеніямъ

должно было быть еще много грунтоваго льда; дѣйствительно въ этомъ мѣстѣ, гдѣ вода имѣла болѣе 3 саж. глубины и дно видно было не особенно ясно (начинало—уже смеркаться) кое-гдѣ на днѣ лежали полосы и округленныя синевато-блѣдныя массы грунтоваго льда; массы эти, насколько я могъ замѣтить, располагались позади (т. е. внизъ по теченію) большихъ валуновъ и плитъ, лежавшихъ на днѣ; поднимаясь вверхъ по теченію вдоль забереги, мы достигли меньшей глубины и увидѣли комъ грунтоваго льда, величиной болѣе 1 куб. аршина, прикрепленный къ длинной и тонкой жерди; его удалось поднять и вытащить на берегъ, причемъ совершенно рыхлый и мягкий въ водѣ, онъ быстро сократился въ объемѣ почти вдвое и сдѣлался твердымъ на воздухѣ; онъ имѣлъ приблизительно эллипсоидальную форму съ длиннымъ диаметромъ въ  $1\frac{1}{2}$ —2 и короткимъ въ 1 аршинъ, жердь-же оказалась двумя толстыми прутьями (болѣе 1 дюйма диаметромъ) связанными тонкими концами посредствомъ тряпья и очевидно это тряпье составляло центръ, вокругъ которого началось образованіе грунтоваго льда.

Какъ этотъ комъ грунтоваго льда, такъ и всѣ остальные, вытащенные нами, состояли изъ тонкихъ прозрачныхъ ледяныхъ пластинокъ, диаметромъ не болѣе дюйма и съ неровными краями, представлявшими 5 или 6 тупыхъ (усѣченныхъ) лучей; въ комѣ льда расположеніе этихъ пластинокъ было повидимому совершенно неправильное, а промежутки между пластинками заполняла вода, вытекавшая при выниманіи кома, такъ что масса сокращалась въ объемѣ, подобно губкѣ, изъ которой выжимаютъ воду.

Повидимому образованіе грунтоваго льда происходитъ преимущественно въ спокойныхъ пунктахъ дна, гдѣ теченіе и такъ уже болѣе слабое въ слояхъ воды, прилегающихъ ко дну, задерживается препятствіями—камнями, водорослями, всякимъ хламомъ — и позади этихъ препятствій образуется затишье; образовавшійся небольшой комъ увеличиваетъ это препятствіе и позади него опять образуется ледъ—такимъ образомъ происходятъ длинныя полосы грунтоваго

льда, расположенные вдоль по течению, и удлиненные комья; прямое наблюдение относительно поверхностныхъ слоевъ воды я сдѣлалъ во время нашей поѣздки; какъ известно, всякий предметъ, плывущій по течению, передвигается медленнѣе, чѣмъ вода, благодаря сопротивленію воздуха частямъ этого предмета, выдающимся надъ водой; и поэтому впереди этого плывущаго предмета образуется затишье, защищенное отъ напора вышелѣдящихъ водяныхъ частицъ самимъ предметомъ; подобное затишье есть конечно и впереди плывущихъ льдинъ и вотъ въ этомъ затишье я видѣлъ массы пластинокъ, льда совершенно тождественныхъ съ пластинками, составляющими грунтовой ледъ и висѣвшими въ спокойной водѣ затишья въ самыхъ разнообразныхъ положеніяхъ; поверхность затишья представляла иногда тоненькую ледянную корку и пластинки видны были подъ нею; сомнительно, чтобы въ затишье впереди плывущихъ льдинъ могъ образоваться цѣлый комъ льда, подобно грунтовому, такъ какъ правильное плаваніе этихъ льдинъ часто нарушается—то льдина повернется и подставитъ течению сторону, обращенную прежде къ затишью и теченіе снесетъ пластинки, то льдина наскочитъ на другую, то трется о забереги, словомъ всякия случайности не позволяютъ образоваться губчатому льду близъ поверхности воды, тогда какъ на днѣ случайности эти отсутствуютъ—все идетъ спокойно. То обстоятельство, что грунтовой ледъ облегаетъ со всѣхъ сторонъ толстымъ слоемъ жерди, канаты и цѣпи, лежавшіе плашмя на днѣ и что валуны, галька и песчинки распределены по всей массѣ грунтоваго льда, а не ограничиваются только его нижней поверхностью, указываетъ намъ, что наростаніе грунтоваго льда дѣйствительно происходитъ и снизу, какъ полагалъ Демарэ. Представимъ себѣ, что позади какого-нибудь препятствія на днѣ рѣки начинается образованіе грунтоваго льда; если-бы масса его наростала лишь сверху, присоединеніемъ новыхъ пластинокъ къ поверхности уже существующей массы, то при подъемѣ кома на поверхность рѣки захваченная имъ галька и песчинки должны-бы быть расположены лишь на ниж-

ней поверхности кома; между тѣмъ онѣ распределены по всей массѣ его. Очевидно, что образованіе новыхъ пластинокъ происходитъ и внутри уже существующей массы грунтоваго льда (что вполнѣ возможно вслѣдствіе обилія промежутковъ между пластинками, заполненныхъ водой), при увеличеніи своихъ размѣровъ масса льда, благодаря своей легкости, иѣсколько приподнимается, захватывая гальку и песчинки; въ образовавшемся небольшомъ промежуткѣ между массой и дномъ рѣки немедленно образуются новые пластинки льда и захватываются новые частицы дна и этотъ процессъ продолжается до тѣхъ поръ, пока не произойдетъ окончательное отдѣленіе массы льда отъ рѣчного дна. Для полнаго выясненія этого вопроса необходимы наблюденія надъ формой массы грунтоваго льда, оторвавшихся изъ мѣстъ позади камней, плитъ и т. п.—(плоская-ли у нихъ нижняя поверхность?) и наблюденія при помощи небольшихъ предметовъ, положенныхъ на массу грунтоваго льда (остаются-ли они на поверхности массы или постепенно погружаются въ массу вслѣдствіе наростанія новыхъ пластинокъ на поверхности массы).

---

Теоретическія соображенія о вѣроятномъ существованіи на оз. Байкалѣ явленія складчатости льда, вызываемаго суточными колебаніями температуры, повидимому начинаютъ подтверждаться. Горные инженеры В. И. Тихомировъ и А. Е. Теппанъ, возвратившіеся 23-го Марта изъ Забайкалья, сообщили мнѣ, что на Байкалѣ, вслѣдствіе быстраго наступленія весны въ нынѣшнемъ году, усиленно образуются такъ называемые «*нажимы*». Явленіе нажимовъ состоитъ въ томъ, что края трещинъ (щелей), пересѣкающихъ ледъ озера, начинаютъ сходиться, приподнимаются надъ уровнемъ льда, образуя крутую и длинную складку, вышиной иногда до 2 саж., причемъ ледъ раздробляется на мелкие куски; это поднятіе нерѣдко происходитъ весьма быстро и затѣмъ раздробленная ледяная масса складки съ трескомъ обрушивается въ воду, оставляя зіяющую широкую щель. Трудно объяснить явленіе этихъ нажимовъ, образую-

шихся, по слухамъ, лишь съ наступлениемъ весны, чѣмъ-либо инымъ, кромѣ суточныхъ колебаній температуры (согласно изложенному выше мнѣнію Краузе) и конечно, при предстоящемъ изслѣдованіи образованія и особенностей байкальского льда, слѣдуетъ обратить вниманіе на это интересное явленіе. По разсказу тѣхъ-же лицъ, особенно много нажимовъ образовалось въ этомъ году близъ села Лиственичаго.

Иркутскъ

30-го марта 1892 года.

*B. Obryzhev.*

---

Unsere Kenntnisse ueber Bildung und Eigenschaften der Eisdecke der Angara und des Baikalsees und die Nothwendigkeit neuer Untersuchungen in dieser Hinsicht, nebst neuen Tiefenmessungen im Baikalsee — von W. Obroutschew.

Im ersten Kapitel dieser Arbeit giebt der Autor eine ausführliche Uebersicht unserer Kenntnisse ueber die Bildung des Grundeises in Flüssen nach den Angaben von Rae Günther (Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie), und Horner (Gehler's Physikalisches Wörterbuch) und eine Uebersicht der Beobachtungen über Grundeisbildung in der Angara und den sibirischen Flüssen überhaupt, welche von Hedenstr m, Schischukin, Middendorff, Schwarz und Stelling ansgef hrt worden sind, wobei die verschiedenen Meinungen der Forscher von den Ursachen der Grundeisbildung besprochen werden, und diese Frage als unentschieden und neuer Untersuchungen bed rfigt betrachtet wird.

Im zweiten Kapitel bespricht der Autor, hauptsächlich nach den Angaben von Dybowsky und Godlewsky, die Bildung der Eisdecke des Baikalsees, die Torrosy (Eisschollenanh ufungen), Eisspalten und die Dicke des Eises, referirt die Beobachtungen von Goebeler und Krause über Eisfalten und Uferwälle auf den Havelseen und beweist die Nothwendigkeit neuer Untersuchungen über die Bildung des Oberfl cheneises und Grundries im Baikalsee und den Einfluss der Temperaturschwankungen auf die Eisdecke des Sees.

Im dritten Kapitel giebt der Autor eine kurze Uebersicht der von Kononow, Dybowsky und Godlewsky ausgeführten Tiefenmessungen im südlichen Theile des Baikalsees und schlägt vor neue Messungen im mittleren Theile des Sees zwischen der Mündung der Selenga und der Nordspitze der Insel Olchon zu veranstalten.

Im Anhang berichtet der Autor über seine wenigen Beobachtungen der Grundeisbildung in der Angara und die, noch von Niemandem untersuchten, «Najimy» (wallähnliche Erhebungen der Eisdecke) des Baikalsees, welche er nur durch den Einfluss der Temperaturschwankungen auf die Eisdecke erklären zu können glaubt.

---

## Я. ПРЕЙНЪ.

КЪ ВОПРОСУ О TRAPA NATANS L. ВЪ СИБИРИ.

J. Prein. Zur Frage ueber das Verschwinden der «Schwimmenden Wassernuss» in Sibirien.

Въ прежнихъ ботаническихъ изслѣдованіяхъ Сибири (Георги, Гмелина, Ледебура, Бунге, Маака, Максимовича) указываются нахождения *Trapa natans* L. въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Сибири, новѣйшие же изслѣдователи, насколько мнѣ известно, вовсе не приводятъ новыхъ пунктовъ мѣстонахожденій этого растенія. Такимъ образомъ, мы не имѣемъ положительныхъ данныхъ для рѣшенія вопроса, не вымираетъ ли *Trapa natans* L. въ Сибири, какъ это констатировано для Европы, и не вымерло-ли уже въ прежде указанныхъ пунктахъ. Принимая во вниманіе, что рѣшеніе настоящаго вопроса не лишено нѣкотораго интереса, а также и то, что въ рѣшеніи его могутъ принять участіе не только присяжные ученые, но и любители ботаники, я счелъ небезполезнымъ въ настоящей замѣткѣ указать известныя мнѣ изъ литературы мѣстонахожденія *Trapa* въ Сибири, а также и одно, до сихъ поръ не опубликованное, изложивъ предварительно взгляды разныхъ ученыхъ, объясняющіе спорадичность нахожденія растенія въ Европѣ\*).

\*) На сколько, конечно, это было возможно сдѣлать въ Иркутскѣ при недостаткѣ въ литературныхъ источникахъ, ограничивающемъ весьма часто полноту обработки материала.