

КЪ МАТЕРЬЯЛАМЪ
по Ирригаціи Туркестанскаго края.
О НАВОДНЕНІЯХЪ
ВЪ ТАШКЕНТЪ и КУРАМИНСКОМЪ
УЪЗДЪ.

Составляль **Н. УЛЬЯНОВЪ.**



Ташкентъ.

1879.

ПЕЧАТАНО ВЪ ТИПОГРАФІИ ВОЕННО-НАРОДНАГО
УПРАВЛЕНІЯ.

О наводненіяхъ.

въ Ташкентѣ и Кураминскомъ уѣздѣ.

Съ первыхъ чиселъ декабря 1877 года въ Ташкентѣ начались морозы, которые доходили до 27° С. и продолжались, безъ оттепелей, до первыхъ чиселъ января 1878 г.

Въ этотъ промежутокъ времени не только Ташкентъ и Кураминскій уѣздъ, но и другіе уѣзды Сыръ-дарьинской области подверглись наводненіямъ, какихъ не запомнятъ старожилы. Напримѣръ, въ Кураминскомъ уѣздѣ, въ Зенгатиной волости, были затоплены водою и затерты льдомъ: часть селеній Ногай-курганъ и Зенгъ-ата и часть дороги у с. Низъ-башъ. Въ Чиназской волости была затерта льдомъ низменная часть почтоваго тракта въ Самаркандъ, оборванъ берегъ оросительнаго канала, снабжающаго водою Новый Чиназъ, и часть полей селенія Ялляма.

Въ Карызской волости горный силь (*)

(*) *Силь*—есть мѣстное названіе потока, образу-

размылъ часть озимыхъ посѣвовъ. Въ Алтын-новской и Булатовской волостяхъ горный силъ изъ логовъ Азатъ-басъ Кылбастысай, Кауакъ и т. д. сконился въ талъвегѣ р. Келеса и подпаялъ уровень этой рѣки на такую высоту, что затопилъ часть этихъ волостей, снесъ часть построекъ коннаго завода въ с. Капланбекѣ, нѣсколько курганчей (**), причемъ погибло не мало рогатаго скота, лошадей, барановъ и даже людей. Собственно въ г. Ташкентѣ наводненія ощущались относительно очень мало и притомъ только со стороны русской части города, по Салару. На этомъ арыкѣ, составляющемъ ближайшій регуляторъ городского орошенія, въ одну ночь съ 5-го на 6-е января снесено 4 постоянныхъ моста. Съ начала же зимы были затерты льдомъ кожевенные заводы Кувайцева, Тезикова, пивоваренный заводъ Позднякова и такъ называемая госпитальная слободка, гдѣ помѣщались женатыя нижніе чины госпиталя. Подмочены: часть лѣтнихъ помѣщеній военаго госпиталя, кухни, хозяйственные постройки военаго лагеря и залить домъ отставнаго чи-

щагося, почти внезапно, отъ таянія снѣга или отъ сильнаго дожда, притомъ быстро исчезающаго.

(**) Курганча—хуторокъ.

новника Лидскаго, который едва успѣлъ спастись съ своимъ семействомъ.

Изъ ирригаціонныхъ сооруженій разрушены разборчатые плотины Салара, Киргизъ-кулаа, Нязбека, Юмалакъ - тюбе и Танасуйда. Оборваны частью берега арыковъ: Захъ, Дарвазакента и Кырграка.

Не смотря на своевременно принятые мѣры, эти небывалые (по крайней мѣрѣ со времени водворенія русскихъ) наводненія не могли не послужить поводомъ къ разнаго рода толкамъ въ Ташкентѣ, при чемъ вся вина приписывалась ирригаціи. Нашлось много людей, по видимому образованныхъ, которые находили, что слухъ о несвоевременно разобранный или несвоевременно устроенной ирригаціонной плотинѣ могъ быть поводомъ къ такому наводненію, которое могло продолжаться цѣлый мѣсяць и притомъ распространяться не на одномъ какомъ нибудь пунктѣ, или одной системѣ ирригаціи, на примѣръ, на правомъ берегу р. Чирчика, но даже въ Чимкентѣ, Ходжентѣ, Аулиеата, и т. д. Толки эти, сначала бывшіе только толками, перешли постепенно въ говоръ довольно громкій, наконецъ въ вопросъ, возбужденный въ Городской Думѣ, — ибо дѣйствительно всякій спрашивалъ себя: да что же наконецъ не принимаются никакія рѣшительныя мѣры? Для разсмотрѣнія вопроса

объ этихъ наводненіяхъ назначена была комиссія сначала отъ Думы; но такъ какъ ирригаціонные водопріемники находятся далеко за городскою чертою (за 30 и 70 в.), т. е. не въ вѣдѣніи города, то комиссія думская была замѣнена комиссіею правительственною. Было ли что-нибудь достигнуто этою комиссіею, мнѣ неизвѣстно. Можно съ увѣренностію сказать, что съ окончаніемъ наводненія прекратились всѣ пересуды, по той простой причинѣ, что стало черезъ чуръ очевиднымъ, что даже при всей допускаемой неумѣлости служащихъ по ирригаціи лицъ—вести свое дѣло (а ведется оно 10 лѣтъ одними и тѣми же лицами), даже при существованіи злой воли съ ихъ стороны, какъ это нѣкоторымъ хотѣлось видѣть, нельзя было произвести ничего подобнаго.

Настоящая статья имѣтъ цѣлью—познакомить публику съ причинами наводненій вообще, чтобы хотя на будущее время оградить ирригацію отъ тѣхъ тяжкихъ нареканій, которыми она такъ щедро надѣялась.

Прежде всего необходимо напомнить, что мѣстная ирригаціонная система отличается отсутствіемъ модераторовъ или умѣрителей весеннихъ половодій. Въ Ломбардіи, наприкладъ, рѣки Тессино, Адда, Огліо и Минчіо,

составляющія главныя, питающія ирригацію артеріи, вытекають изъ громадныхъ озеръ Маджіоре, Комо, Изео и Гарда. Озера эти, принимая въ себя весенніе горные потоки, медленно поднимають свой уровень, благодаря своимъ большимъ поверхностямъ и глубинамъ (извѣстно, что дно Лаго-Маджіоре и Гардскаго озеръ ниже уровня Средиземнаго моря); поэтому ни на рѣкахъ, слѣдовательно и ни на ирригаціонной системѣ, не отражается такъ сильно быстрая прибывъ воды; она поглощается озерами и потомъ медленно ими выдѣляется. Наши ирригаціонныя артеріи: Чирчикъ, Келесъ, Ангренъ и т. д. выходятъ прямо изъ горъ, имѣя большой уклонъ, и потому мѣняють свой уровень весьма ощутительно даже въ теченіи дня. Келесъ, напримѣръ, въ обыкновенное время бываетъ очень мелокъ (фута два, не болѣе), но достаточно жаркаго дня или небольшого дождя,—и черезъ Келесъ, въ теченіи часа или двухъ, нельзя переѣзжать даже въ почтовой бричкѣ.

Вспомнимъ еще слѣдующее: сумма всѣхъ большихъ, на востокъ склоняющихся областей рѣчныхъ системъ, превышаетъ болѣе чѣмъ въ 4 раза сумму областей, склоняющихся на западъ: это общій характеръ рѣчныхъ системъ; области же рѣкъ, текущихъ на сѣверъ, незначительно разнятся отъ об-

ластей рѣкъ, текущихъ на югъ (*). Этому же подчиняется и Чирчикъ съ его притоками Угамомъ и Чаткаломъ, съ тою только разницею, что и самый Чирчикъ и область составляющихъ его рѣкъ наклонены къ солнечной сторонѣ. Таяніе, слѣдовательно, совершается у насъ очень энергично, ибо другихъ притоковъ (западнаго склона), позже оттаивающихъ, слѣдовательно позже отдающихъ скопившуюся за зиму воду, у насъ нѣтъ.

Выше было приведено сравненіе особенностей ломбардской и мѣстной ирригацій относительно модераторовъ. Необходимо къ этому прибавить и сравненіе и размѣръ самихъ ирригаціонныхъ каналовъ, ибо, въ противномъ случаѣ, можетъ показаться, что тѣ каналы, какъ судоходные, несравненно больше нашихъ. Возьмемъ самый большой—*Naviglio grande*; онъ отведенъ отъ р. Тессино, вытекающей изъ Лаго-Моджіоре; длина его=49.982 метра=46½ верстъ; имѣетъ два большихъ отвода: Берегардо и Павія. Воды его составляютъ главнѣйшее орошеніе провинцій Милана, Лоди и Павіи. Расходъ воды въ секунду=829 миланскихъ

(*) Естественная исторія земной коры, соч. Куторги, стр. 178.

онсъ или $42 \times 829(**) = 34818$ литровъ $= 1218$ куб. футовъ.

Воды Naviglio grande лѣтомъ снабжаютъ воздѣлываемыя поля въ количествѣ 31500 эктаровъ или 28.833 десятинъ (казенныхъ).

Здѣшній арыкъ Боссу отведенъ отъ рѣки Чирчика (на правомъ берегу); длина его болѣе 100 верст. (отъ Нязбека до Чиназа); имѣетъ 4 большихъ отвода: Карасу, Саларъ, Ангаръ и Калькаузъ; расходуетъ воды въ секунду 2084,306 куб. фут. ниже Карасуйскаго отвода, что достаточно для орошенія болѣе 60.000 десятинъ (не считая Карасу). Принимая мѣстный модуль орошенія—кулакъ въ 1,228 куб. фут. въ секунду, что близко соответствуетъ миланской онсѣ, оказывается, что Боссу несетъ въ секунду 1687,31 кулакъ или 1418 онсъ (почти). Воды Боссу составляютъ, главнѣйше, орошеніе Нязбекской, Зенгатиной и Чиназской волостей и г. Ташкента.

Naviglio grande судоходенъ, тогда какъ Боссу не судоходенъ, не смотря на то, что несетъ болѣе воды; это происходитъ отъ того, что Боссу имѣетъ гораздо болѣе уклонъ. Уклонъ Naviglio grande $(*) = 0,00060$;

(**) Миланская онса = 42 литр., одинъ литръ = 0,035 куб. фут. (Nadolt de Buffon, стр. 149).

Одинъ ташкентскій кулакъ = 1,228 к. ф. } въ 1 сек.
Одна миланская онса = 1,476 куб. фут. }

(*) Nadolt de Buffon, стр. 137.

уклонъ Боссу въ городѣ $= 0,00606$, т. е. въ 10 разъ больше. Какъ ни странна можетъ показаться параллель между Ломбардіей и Курамою, Миланомъ и Ташкентомъ, тѣмъ не менѣе я беру именно это сравненіе, потому что, по физическимъ и географическимъ особенностямъ (исключая сказаннаго выше о модераторахъ), мѣстности эти имѣютъ много общаго и въ положеніи относительно широты и относительно странъ свѣта. За Кураму говорятъ громадность сооружений, превышающихъ размѣрами своими болѣе чѣмъ вдвое итальянскія, и отсутствіе тѣхъ усовершенствованій, которыя есть въ Ломбардіи,—усовершенствованій, представляющихъ въ наукѣ ирригаціи если не послѣднее слово, то образецъ удобствъ для управленія водою. Сравненіемъ этимъ желательно указать на то, что, при большомъ паденіи каналовъ въ морозы, въ нихъ больше скопляется льда, какъ видно будетъ ниже. Уровень замерзшей поверхности болѣе поднимается и происходитъ то ледяное наводненіе, которое мы видѣли зимою 1877—78 г. Затѣмъ, при оттепели, вслѣдствіе отсутствія модераторовъ или резервуаровъ, принимающихъ въ себя весенніе горные потоки, наводненіе совершается быстро, чему способствуютъ скорое таяніе питающихъ артерій и большое паденіе арыковъ. Это второе наводне-

піе, водяное, продолжается не долго, но за то и принять что-нибудь для предупрежденія его бываетъ почти нельзя. Напримѣръ, наводненіе на Капланбекскомъ конномъ заводѣ, произведенное рѣкою Келе-сомъ, продолжалось не болѣе $\frac{3}{4}$ часа; явилась же необычайная прибыль воды почти внезапно, такъ что успѣли вывести съ завода только лошадей, а все остальное было залито водою. Случай съ женщиной, унесенной водою изъ Сайлыка (деревня Ніязбекской волости) еще нагляднѣе указываетъ: на сколько возможны какія нибудь мѣры предусмотрительности. Женщина эта отправилась за водою на совершенно маленькій арыкъ, была подхвачена внезапно налетѣвшимъ сілемъ и утонула. Все это случаи мѣстныхъ наводненій, и такъ какъ многіе не хотятъ имъ вѣрить, то обратимся къ авторитетамъ: „Надувшіяся горныя воды, говоритъ Сюрель (Surell, torrens des hautes Alpes, 1841), часто гонятъ передъ собою большія кучи камней; иные взлетаютъ на 10 футовъ, прежде чѣмъ покажется струя воды, подбросившая ихъ“. — „Въ августѣ 1834 г. альпійскія рѣки, переполненные проливными дождями и быстрымъ оттаяніемъ ледниковъ, уносили далеко каменные массы въ 4 тыс. куб. футовъ. Куски камней до тыс. куб. фут. даже взгромоз-

дены были на кучи камней 12 футами выше обыкновеннаго уровня водъ. Эти камни не только были несены теченіемъ, но и подброшены ударомъ его на верхъ“.

Буггеръ, въ доказательство быстроты потока, скатившагося въ 1742 г. съ Котопахи, говоритъ, что «камни отъ 10 до 12 фут. въ поперечникѣ неслись почти по горизонтальной площади, на разстояніи 14 и 15 сажень».

Изъ приведенныхъ примѣровъ видно, что эффекты быстрыхъ наводненій, бывшихъ въ прошлую зиму въ разныхъ мѣстахъ Туркестанскаго края, нисколько не преувеличены, и если къ рассказамъ о нихъ многіе относятся недоувѣрчиво, то только потому, что, во первыхъ, сами не были свидѣтелями происшествій; во вторыхъ, потому, что въ теченіи 10-лѣтняго русскаго господства въ краѣ . не было ни разу такихъ высокихъ водъ. Откуда же произошло такое сильное скопленіе воды въ зиму 1877—78 года? Если отъ метеорическихъ осадковъ въ видѣ снѣга, то мы имѣемъ для этого записи метеорологической станціи Ташкентской химической лабораторіи, изъ котыхъ видно, что съ 1-го декабря 1877 г. по 1-е февраля 1878 г. выпало воды, въ видѣ снѣга и дождя, всего $5\frac{1}{4}$ дюймовъ, что не могло особенно вліять на наводненіе, ибо, сравнивая

это количество съ наибольшими осадками 1876—77 годовъ, видно, что разница не-особенно велика; въ 1872 и 1874 г. снѣгу было гораздо больше и наводненій не было; сравнивая же температуру $187\frac{6}{7}$ и $187\frac{7}{8}$ г. за то же время, видимъ, что она очень разнится. Что дѣйствительно только низкая температура воздуха была причиною большаго скопленія воды, сначала въ рѣкахъ, а потомъ—въ ирригаціонныхъ каналахъ, видно изъ слѣдующаго: извѣстно, что скорость движущейся воды въ каналахъ и рѣкахъ зависитъ отъ уклона и отъ размѣровъ поперечнаго сѣченія русла (живое сѣченіе). Когда вода движется въ руслѣ рѣки въ капельно-жидкомъ состояніи, т. е. безъ иголь льда, то скорость ея измѣняется въ зависимости отъ уровня съ извѣстною пропорціональностью (въ половодье, напримѣръ, скорость увеличивается только въ зависимости отъ уровня, потому что уклонъ остается тотъ же). Наоборотъ, если скорость замедлить, оставивъ тотъ же уклонъ, то уровень поднимется. Нагляднѣе это можно себѣ представить въ арыкѣ, который заросъ водорослями. Если въ него пущена вода даже въ небольшомъ количествѣ, можно видѣть высокій уровень воды отъ того, что каждое растеніе задерживаетъ скорость воды, и дѣйствительно извѣстно, что неочи-

щенные отъ травы каналы замедляютъ скорость на $60\frac{6}{10}$ (*). То же самое происходитъ съ скоростью и тогда, когда отъ холода вода начинаетъ переходить изъ капельно-жидкаго состоянія въ твердое. Уровень начинаетъ тотчасъ же возрастать отъ того, что скорость уменьшается; движенію воды представляются преграды или плотины по всему протяженію, вслѣдствіе того, что иглы льда въ морозъ начинаютъ прилипать къ берегамъ, къ кочкамъ, въ узкихъ проходахъ подъ мостами, и т. д.; подвижность жидкости пропадаетъ, потому что вода уже представляетъ смѣсь снѣга съ водою или жидкую кашу. Наконецъ и по физическому своему свойству, вода, при переходѣ ея въ твердое состояніе, какъ извѣстно, увеличивается въ объемѣ на $\frac{1}{11}$ или отъ 7 до $9\frac{0}{10}$. Все это каждый можетъ провѣрить собственнымъ наблюденіемъ надъ маленькими арыками. Послѣ морозной ночи, замѣтно бываетъ не только значительное поднятіе уровня льда въ этихъ арыкахъ, но и выходъ ихъ изъ береговъ.

Представивъ себѣ, что то же самое происходитъ въ большихъ живыхъ сѣченіяхъ (въ большихъ каналахъ и рѣкахъ), мы получимъ представленіе: отъ чего уровень

(*) Armengaud aîné, moteurs hydrauliques, стр. 61.

поднимается въ нихъ въ еще большей прогрессіи, именно: русло рѣкъ не вездѣ одинаково (въ особенности нашихъ рѣкъ: Чирчика, Келеса и Ангрена); мѣстами оно расползается вѣтакъ называемый плесъ, мѣстами оно идетъ въ нѣсколькихъ рукавахъ, мѣстами—въ высокихъ берегахъ, въ одномъ рукавѣ. Слѣдовательно и поверхность охлажденія будетъ не вездѣ одинакова: въ плесѣ скорѣе замерзаетъ вода, чѣмъ въ глубокомъ, но узкомъ мѣстѣ. Отсюда получаютъ такъ называемые ледяные заторы и скачки. Въ руслѣ рѣки сначала образуется ледяная плотина, которая скопляетъ цѣлый прудъ воды со льдомъ. Далѣе плотина эта, не выдержавъ напора скопившейся воды, разламывается и сносится по теченію ниже, поднимая внезапно еще ранѣе поднятый уровень; вслѣдствіе сего въ этомъ мѣстѣ ледъ и вода выступаютъ изъ береговъ и происходитъ то ледяное наводненіе, которыми были затерты по Салару кожевенные заводы, госпитальная слободка, служебныя постройки лагеря, селеніе Нагай-курганъ, и т. д.

Всѣ плотины мѣстной ирригаціи (напримѣръ на правомъ берегу рѣки Чирчика, Нізбекская и Захъ-арыкская) составляютъ сооруженія временныя; весною вода идетъ въ арыки собственнымъ напоромъ (безъ пло-

тишь); затѣмъ, по мѣрѣ спада водъ, плотины эти устраиваются постоянно удлинялись, чабы сжатіемъ живаго сѣченія рѣки поднять воду съ верховой стороны плотины и такимъ образомъ дать возможность водопріемнику арыка забрать въ себя воду. Высота напора или подируды мѣняется отъ 0 до 3 футовъ, не болѣе (***), т. е. въ высокія воды плотины снесены и разобраны, въ низкія—они построены (изъ хвороста, камыша, соломы, дерна, и нагружены камнемъ и землею). Кромѣ постройки плотинъ уровень воды въ арыкахъ регулируется (главнѣйшимъ образомъ) боковыми отводами изъ арыковъ—регуляторами. Если мало воды, регуляторы закрываются плотинами и перемычками; если ея много, то она спускается въ регуляторъ, а симъ послѣднимъ въ отводный или собирающій арыкъ (по мѣстному зауръ).

Теперь представимъ себѣ начало подъема уровня—въ Чирчикѣ, Ангренѣ и т. д. Совершается оно такимъ образомъ: съ наступленіемъ морозовъ, (которые ночью были сильнѣе, днемъ слабѣе), болѣе мелкіе рукава этихъ арыковъ затирались льдомъ и

(***) Въ Чирчикѣ, даже въ высокую воду, не прекращается бродъ; слѣдовательно глубина не бываетъ болѣе 5 фут.

вода направлялась въ болѣе глубокія русла; но такъ какъ общее живое сѣченіе рѣки уменьшалось ледяными плотинами, о которыхъ говорено выше, то уровень значительно поднимался. Эти естественныя ледяныя плотины были настолько сильны, что поднимали воду въ водопріемникахъ вдвое выше высокаго уровня, не смотря на то, что искусственныя плотины были разрушены. Уровень продолжалъ подниматься въ арыкахъ еще болѣе, потому что всѣ регуляторы замерзли до дна, равно какъ и отводные арыки; вода, не имѣя выхода, начала выступать изъ береговъ.

Чтобы сколько нибудь отгородить ирригаціонную систему отъ наводненія, были сдѣланы наряды рабочихъ обывательской помощью (отъ Курамы—500 рабочихъ въ день на Ніазбекскую плотину и на Захъ-арыкъ; отъ г. Ташкента 200 рабочихъ на Саларъ). Рабочіе эти были раздѣлены: часть на околку льда и на расталкиваніе льдинъ въ регуляторахъ, для того, чтобы дать свободный проходъ водѣ; часть—на устройство стгораживающихъ плотинъ въ устьяхъ водопріемниковъ Боссу у Ніазбека, Боссу у Саларской вилки, у Дарвазакентъ-арыка и у Захъ-арыка. Работы эти продолжались почти цѣлый мѣсяць съ разнымъ напряженіемъ; но можно себѣ представить, что вы-

ходило: все, что было очищено отъ льда въ регуляторахъ днемъ, ночью снова замерзало; работа эта въ полномъ смыслѣ напоминала *толченіе воды*. Осязательную пользу оказывали только двѣ отгораживающія ледъ и воду плотины: у Саларской вилки и у Дарвазакентъ-арыка. Плотина въ руслѣ Боссу у Ніазбека не помогла, потому что, не смотря на большой подъемъ ея, вода въ одну ночь поднялась на 3 фута выше гребня ея и плотина осталась вмерзшею въ ледъ. Плотина въ руслѣ Захъ-арыка не подвергалась ожидаемому напору льда и осталась безъ дѣйствія.

Можно представить себѣ, какъ трудно производить такія работы въ 20-градусный морозъ. Ледъ, какъ горная порода, поддается инструменту очень трудно; только ломъ, коило и топоръ могутъ быть употреблены въ дѣло, а этого рода инструментовъ у мѣстныхъ рабочихъ почти нѣтъ. Однимъ топоромъ по-очередно работаютъ 10 человекъ; работа идетъ медленно, потому что плохо одѣтый рабочій зябнетъ; отсутствіе рукавицъ особенно отзывается на успѣхѣ его работы. Усталый, голодный, озябшій, на ночь рабочій возвращается или въ свой кишлакъ за нѣскольکو верстъ, или остается ночевать тутъ же, на работѣ, подъ открытымъ небомъ или въ наскоро устроен-

номъ камышевымъ шелапѣ, съ тѣмъ, чтобы на утро убѣдиться въ совершенной безполезности своей работы, потому что все, накунунѣ расчищенное, вновь затерто льдомъ, иногда еще въ большей мѣрѣ, чѣмъ было. Сознаніе своего безсилія въ такой неравной борьбѣ съ стихіей весьма сильно отражается на энергіи его; наступаетъ апатичное отношеніе къ дѣлу, которое затѣмъ уже ведется болѣе для очищенія совѣсти и характеризуется словами: дѣла не дѣлай, а отъ дѣла не бѣгай. Только не имѣя понятія о такой работѣ или при особенно несправедливомъ отношеніи къ дѣлу и лицамъ, къ нему приставленнымъ, можно претендовать на несвоевременное принятіе мѣръ къ огражденію плотинами отъ наводненія, на неотбросъ воды, „не смотря на требованія“, и т. д. Сколько градусовъ тепла будетъ завтра, сколько прибудетъ воды, на какомъ пунктѣ образуется ледяной заторъ и проч., предвидѣть нельзя. Наводненіе есть народное бѣдствіе, а потому приписывать причины его чему нибудь другому черезъ-чуръ грандіозно. Все вышеизложенное относится къ ледяному наводненію. Далѣе, съ наступленіемъ оттепели, начинается водяное наводненіе, какъ слѣдствіе перваго.

Прежде, чѣмъ перейти къ разсмотрѣнію этого рода наводненій, приведемъ расчетъ

количества скопившейся воды въ видѣ льда въ каналахъ и рѣкахъ, вслѣдствіе задержанной скорости теченія. Возьмемъ для примѣра вышеприведенные размѣры арыка Боссу.

Расходъ воды въ секунду 20084,306 куб. фут., средняя скорость въ $1''^{\circ} 6,473$ фута. Въ среднемъ счетѣ, въ теченіи 20 морозныхъ дней, отнесенная къ секундѣ скорость, предположимъ, замедлилась только на $\frac{1}{10} \frac{0}{0}$, т. е. была не 6,473 фут., а $6,473 - 0,006473 = 6,466$ ф.; расходъ воды оставался тотъ же (*).

Вычислимъ: сколько скопится воды, не унесенной въ главный тальвегъ, въ видѣ льда? Въ 20 дней или $20 \times 24 \times 60 \times 60 = 172.800$ секундъ скопится въ руслѣ, на длинѣ каждой версты или на длинѣ $7 \times 500 = 3500$ футовъ, слѣдующее количество: въ $1''$ на каждыхъ 6,466 фут. будетъ оставаться $F \times v = Q$ (*) $v = \frac{20084,306}{6,473} \times 0,006473 =$

$20084,306 \times 0,001 = 20$ куб. фут. въ $1''$ или въ 20 дней $172800 \times 20 = 34560000$ куб. фут.,

(*) Въ дѣйствительности расходъ воды будетъ не только тотъ же, но больше, потому что въ верху успѣютъ перемерзнуть боковые отводы, — слѣдовательно воды прибавится.

(*) Здѣсь F живое сѣченіе, V средняя скорость до мороза, v замедленіе скорости отъ мороза.

$$\text{а на каждой верстѣ } 34560000 \times \frac{35000}{6,466} =$$

187038720000 куб. фут. А такъ какъ въ то время, когда не было мороза, т. е. при нормальномъ уровнѣ, на верстѣ русла двигался столбъ жидкости объемомъ въ 35000 $\times$ $F=35000.322=11270000$ куб. фут., то, слѣдовательно, поперечный профиль (живое сѣченіе) русла, занятаго водою и льдомъ, будетъ въ 17 разъ больше, чѣмъ во время жидкаго состоянія воды. Въ дѣйствительности такъ и бываетъ, и этимъ объясняется причина высокаго стоянія водъ весною. Съ ноября 1877 по январь 1878, т. е. въ мѣсяцы, которые могли имѣть вліяніе на наводненіе, было осадковъ метеорическихъ только 47 м.м $=1,9$ дюйма. Что это количество метеорической воды не можетъ производить наводненія, мы видимъ изъ того, что въ одинъ весенній дождь ея выпадаетъ гораздо болѣе и никакого ощутительнаго вліянія на уровень воды въ арыкахъ она не производитъ, потому что быстро отводится ими. Переходимъ ко второму виду наводненія, составляющему непремѣнное слѣдствіе перваго: къ наводненію весеннему. Когда наступаетъ оттепель, затертые льдомъ русла еще болѣе поднимаютъ свой уровень; рѣки и каналы вздуваются отъ скопленія растаявшей воды, которая не имѣетъ выхода, такъ какъ русла

затоплены массами льда. Ледъ, прежде прикрѣпившійся къ берегамъ, теряетъ эту способность прилипанія. Какъ матеріаль болѣе легкій чѣмъ вода, онъ вышываетъ на поверхность, треніе о дно и берега значительно уменьшается; затѣмъ, едва двинулись эти массы льда, они начинаютъ скользить ускореннымъ движеніемъ, уничтожая всѣ препятствія. Плѣсы быстро оттаиваютъ, ибо большая поверхность ихъ предоставляется дѣйствію теплаго вѣтра и солнечныхъ лучей; они выдѣляютъ поэтому болѣе воды, которая не успѣваетъ проходить въ узкихъ мѣстахъ русель; льдины громоздятся одна на другую, скопляются новые пруды, которые и разливаются по окрестностямъ. Чѣмъ дружнее оттепель, тѣмъ наводненія становятся опаснѣе. Вотъ, впрочемъ, одна изъ картинъ такого наводненія, описанная Козицкимъ (*Verhandlungen der Mineralog. Gesellschaft zu St. Petersburg*).

„Въ сѣверныхъ частяхъ Ангары, съ мѣста впаденія въ нее Илима, температура трехъ зимнихъ мѣсяцевъ колеблется между -20° и -30° R., толщина льда доходитъ отъ 2—2 $\frac{1}{2}$ аршинъ; на мѣстахъ же, гдѣ изъ дна выставляются скалы или кучи подводныхъ камней, во время осенняго хода льда, задержанныя этими препятствіями льдины вмерзаютъ до самаго дна, образуя къ зимѣ

толщину въ полторы сажени. Къ концу второй половины апрѣля, послѣ двухъ или трехъ теплыхъ дней, быстрымъ теченіемъ Ангарты уже несутся внизъ льдины часто до двухъ верстъ длиною. Крутой поворотъ рѣки, скалистый мысъ, останавливаютъ ледяныя глыбы; съ быстротою молніи одна скользитъ по другой, и не болѣе какъ въ четверть часа вырастаетъ ледяная гора въ 15 и 20 сажень высоты; движеніе этимъ не прекращается: новыя льдины скользятъ черезъ гору, переваливаясь на другую сторону ея и, вмѣстѣ съ ними, вмержшія въ нихъ глыбы гнейсовъ, известняковъ до 5 фут. длиною, двухъ шириною и до одного толщиною; цѣлыя полосы воздѣланныхъ полей срываются до материковой формации движеніемъ береговаго льда“. То же самое, но въ меньшихъ размѣрахъ, совершилось и у насъ, на примѣръ, въ Каризской волости. Горнымъ сілемъ Беляутуй была сорвана цѣлая полоса запаханнаго поля и унесена водою.

Резюмируя приведенныя объясненія причинъ наводненій ледянаго и, какъ слѣдствіе его, весенняго наводненія, можно составить слѣдующіе тезисы: 1) для того, чтобы движущаяся вода въ рѣкѣ замерзла, нужно, чтобы она остановилась; для того, чтобы остановиться, нужно постоянно замедлять ско-

рость; отсюда—подъемъ уровня; 2) постепенному увеличенію этого подъема уровня въ арыкахъ ирригаціи Кураминскаго уѣзда способствуетъ, кромѣ того, дневное (или, точнѣе, полуденное) таяніе. Изъ этихъ положеній, какъ слѣдствія—большое скопленіе въ ложахъ рѣкъ и ирригаціонныхъ каналовъ воды въ видѣ льда, которая не отводится главными тальвегами; 3) внезапная прибыль воды съ наступленіемъ весенней оттепели обусловливается быстрымъ оттаиваніемъ скопившейся въ руслахъ воды въ видѣ льда, нормальному движенію которой препятствуютъ льдины, загромаждающія русла. Отсюда—образованіе такъ называемыхъ заторовъ и разливы.

Комнатный опытъ, объясняющій эти три положенія, можетъ быть сдѣланъ такимъ образомъ: сдѣлайте изъ жести желобокъ и наливайте въ него расплавленный стеаринъ, до тѣхъ поръ, пока стеаринъ не станетъ остывать; уровень стоянія его въ наклонномъ желобкѣ, при одинаковомъ расходѣ жидкости, будетъ одинъ и тотъ же. По мѣрѣ охлажденія и перехода стеарина въ твердое состояніе, уровень будетъ подниматься, если даже расходъ вливанія будетъ меньше. При нагреваніи затѣмъ жестянаго желобка, замѣтно будетъ движеніе всей стеариновой лавицы и подъемъ уровня, тѣмъ

большій, чѣмъ неправильнѣе будетъ желобокъ въ своихъ поперечныхъ измѣреніяхъ, потому что таяніе будетъ неравномѣрное и сбѣганіе расплавленнаго матеріала будетъ задерживаться нерастаявшими кусками. Опытъ этотъ будетъ неполнѣе правильный, такъ какъ свойства стеарина и воды не одинаковы. Извѣстно, напримѣръ, что стеаринъ уменьшается въ объемѣ при отвердѣваніи и не имѣетъ максимума плотности какъ вода (опыты Дебрё. См. Дагена, теорія теплоты, стр. 244 и 343).

По Бруннеру, расширеніе льда составляетъ 7 процентовъ объема воды при 4° термометра Цельсія.

По Собко (стр. 636) вода при замерзаніи расширяется почти на $\frac{1}{4}$ своего объема (или на 9%), обнаруживая при этомъ огромную силу, и т. д.

Тѣмъ не менѣе, опытомъ этимъ наглядно объясняется причина подъема уровня движущейся жидкости при переходѣ ея къ замерзанію.

Изложенными объясненіями желательнo было доказать несправедливость вѣрованія многихъ въ слѣдующія толкованія причинъ бывшихъ наводненій:

„Говорятъ, гдѣ-то, какая-то плотина прорвалась, которую такъ мило устроили, что она не могла удержаться“, или: „не отбро-

силы во время воду—вотъ и наводненіе.
Все это такъ понятно, что и объясненій не
требуется“.

Н. Ульяновъ.

