

ПРЕДСКАЗАНІЯ
КОЛЕБАНІЙ УРОВНЯ ВОДЫ
и
ГЛУБИНЫ ПЕРЕКАТОВЪ
на р. Волгѣ.

Докладъ III съѣзду русскихъ дѣятелей по воднымъ путямъ

В. Г. Клейбера.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Паровая скоропечатня И. А. Богельманъ. Невскій 148.

1896.

Печатано по распоряженію Министерства Путей Сообщенія.

Клейберъ.

Мм. Гг. Съ навигаціи 1894 года для Волги, между Рыбинскомъ и устьемъ Камы, дѣлаются предсказанія ожидаемыхъ измѣненій высоты воды и глубины перекатовъ. Предсказанія основываются на ежедневныхъ, преимущественно телеграфныхъ свѣдѣніяхъ о состояніи этихъ элементовъ и на таблицахъ соответственныхъ горизонтовъ, связывающихъ между собою показанія сѣти водомѣрныхъ постовъ Волжскаго бассейна.

Потребность имѣть текуція свѣдѣнія о состояніи воднаго пути на Волгѣ и ея важнѣйшихъ притокахъ хотя и сознавалась раньше, но до недавняго времени удовлетворялась въ недостаточной степени. Въ прежнее время на нѣкоторыхъ важнѣйшихъ пристаняхъ начальники судоходныхъ дптстанцій получали свѣдѣнія о глубинѣ перекатовъ отъ лоцмановъ пассажирскихъ пароходовъ, записывавшихъ эту глубину преимущественно по вывѣскамъ на сигнальныхъ мачтахъ; такія свѣдѣнія охотно помѣщали у себя мѣстныя газеты. Въ Нижнемъ-Новгородѣ на набережной при сліяніи Оки съ Волгой были устроены двѣ сигнальныя мачты: на одной вывѣшивается глубина наиболѣе мелкаго переката между Рыбинскомъ и Нижнимъ, на другой—между Нижнимъ-Новгородомъ и устьемъ Камы.

Съ навигаціи 1893 года введены въ Казанскомъ Округѣ правильныя телеграфныя сообщенія по судоходству. Изъ 18 пунктовъ *) телеграммы посылались въ Правленіе Округа, откуда полученные свѣдѣнія въ тотъ-же день, кромѣ Казани, разсылались по телеграфу въ видѣ бюллетеня въ Рыбинскъ, Нижній-Новгородъ, Саратовъ и Астрахань. Согласно изданной инструкціи сообщенію въ телеграммахъ между прочими свѣдѣніями подлежали: высота воды на водомѣрномъ посту и глубина и названіе наиболѣе мелкаго переката даннаго участка, если со времени послѣдней телеграммы въ высотѣ

*) Изъ Рыбинска, Ярославля, Костромы, Кинешмы, Городца, Нижняго Чебоксарь, (Казани), Симбирска, Самары, Сызрани, Вольска, Саратова, Царицына, Астрахани, Перми, Чистополя и Уфы.

воды или наименьшей глубинѣ перекаатовъ произошла пере-
мѣна болѣе, чѣмъ на два вершка.

Въ зиму 1893—94 гг. особымъ совѣщаніемъ инженеро-
въ Округа и заведующихъ судоходствомъ инструкція была пере-
смотрѣна: шесть пунктовъ, отправлявшихъ телеграммы въ
1893 году *), были исключены, взамѣнъ чего прибавленъ одинъ
новый пунктъ **), такъ что для навигаціи 1894 года взамѣнъ
18 такихъ пунктовъ оставлено было всего 13. Содержаніе и
условія посылки телеграммъ остались прежнія съ тѣмъ лишь
добавленіемъ, что для провѣрки сдѣлано было обязательнымъ
одинъ разъ въ недѣлю, а именно по пятницамъ, извѣщать о
высотѣ воды и глубинѣ перекаатовъ, независимо отъ того, про-
изошли ли въ этихъ данныхъ измѣненія болѣе двухъ вершковъ
или нѣтъ. Отправка телеграммъ о высотѣ воды одинъ разъ въ
недѣлю, по пятницамъ, установлена была, кромѣ того, еще изъ
14 пунктовъ расположенія постовъ ***). Итакъ, въ этотъ день
должны были поступать въ Правленіе телеграммы съ 27 пунк-
товъ на Волгѣ, Камѣ, Бѣлой и Вяткѣ, что давало возможность
разъ въ недѣлю составить общій обзоръ состоянія горизонта
воды на главнѣйшихъ рѣкахъ, входящихъ въ составъ Казан-
скаго Округа.

Основанія, послужившія для построенія таблицъ соотвѣт-
ственныхъ горизонтовъ, были впервые изложены въ поясни-
тельной запискѣ, представленной въ Правленіе Казанскаго
Округа въ іюні 1893 года ****). Къ запискѣ была приложена
схема вычисленія такихъ таблицъ и вычислительная въ видѣ пря-
мѣйшаго угла таблица соотвѣтственныхъ горизонтовъ для Кинешем-
скаго и Нижегородскаго постовъ, а также нѣсколько графи-
ковъ *****). Въ теченіе зимы 1893—94 гг. такія же таблицы
были разсчитаны для главнѣйшихъ водомѣрныхъ постовъ на

*) Ярославль, Городецъ, Чебоксары, Симбирскъ, Сызрань и Вольскъ.

**) Мамадышъ—немного выше впаденія р. Вятки въ Каму.

***) На Волгѣ—изъ Ярославля, Пучежа, Чебоксаръ, Симбирска, Вольска, Камышина и Енотаевска; на Камѣ—изъ Осы, Сарapulъ, Елабуги и Лайшева; на Бѣлой—изъ Бирска и Груздевки и на Вяткѣ—изъ Вятки.

****) Часть записки была затѣмъ помѣщена въ Журналъ Нижег. Отд. Импер. Рус. Технич. Общ. (1893 г. № 6).

*****) Схема и нѣкоторые изъ этихъ графиковъ приложены къ настоящему докладу.

Волгѣ въ предѣлахъ Казанскаго Округа. Параллельно съ составленіемъ таблицъ разрабатывалась задача о примѣненіи этихъ таблицъ къ предсказаніямъ. Такимъ образомъ, въ видѣ вычисленныхъ таблицъ соотвѣтственныхъ горизонтовъ и текущихъ свѣдѣній о высотѣ воды и глубинѣ перекатовъ, имѣлись въ началѣ навигаціи 1894 года данныя, хотя далеко неполныя, но во всякомъ случаѣ достаточныя, чтобы побудить къ попыткѣ перейти отъ теоріи къ практикѣ предсказаній.

Первое предсказаніе было мною составлено 30 мая 1894 года. Эта первая попытка предсказанія ожидаемой глубины судового хода встрѣтила полное сочувствіе и поддержку Г. Начальника Округа Владиміра Михайловича Лохтина: не только предсказаніе было внесено въ ежедневный бюллетень и разослано по телеграфу на главнѣйшія волжскія пристани для опубликованія, но былъ также предпринятъ рядъ мѣръ, направленныхъ къ тому, чтобы пополнить поступающія свѣдѣнія тѣми, которыя необходимы для успѣшности предсказаній.

Телеграфнымъ сообщеніемъ была поставлена такимъ образомъ новая цѣль, въ виду которой тогда-же была измѣнена инструкция въ той части ея, которая опредѣляла содержаніе и порядокъ посланки телеграммъ о высотѣ воды и глубинѣ перекатовъ. Такъ, напр., во время смѣны прибыла воды на убыль, или наоборотъ, колебанія горизонта воды обыкновенно бываютъ незначительны и, не превосходя очень часто въ теченіи нѣсколькихъ дней двухъ вершковъ, не подлежали телеграфированію. согласно бывшей инструкции, между тѣмъ какъ для предсказанія важно знать какъ день смѣны прибыли на убыль, такъ и наибольшую высоту, которой при этомъ достигъ горизонтъ воды. Высота воды въ нѣкоторыхъ пунктахъ, напр. въ Рыбинскѣ и Нижнемъ, находящихся у впаденія значительныхъ притоковъ, составляетъ одну изъ главнѣйшихъ данностей для предсказанія, а потому явилась необходимость получать изъ этихъ мѣстъ безусловно ежедневныя телеграммы, независимо отъ размѣра колебанія горизонта воды. Къ такимъ пунктамъ впоследствии былъ присоединенъ и Юрьевецъ; затѣмъ вообще число пунктовъ, съ которыхъ доставлялись телеграммы при-

шлось нѣсколько увеличить, причемъ нѣкоторые прежніе были замѣнены другими. Сверхъ того, для успѣха предсказаній и въ видахъ болѣе ранняго предупрежденія о предстоящихъ колебаніяхъ горизонта воды, къ числу водомѣрныхъ постовъ, посылавшихъ ежедневныя телеграммы о высотѣ воды, были постепенно присоединены и расположенные внѣ Округа: Тверской, Весьегонскій, Рязанскій и Муромскій, а съ навигаціи 1895 года и Череповецкій. Кромѣ высоты воды, надо знать направленіе и величину суточного измѣненія этой высоты, а потому тѣмъ пунктамъ, съ которыхъ телеграммы посылались не ежедневно, предписано помѣщать высоту воды не только въ день подачи телеграммы, но и за предшествующій день.

Въ теченіи навигаціи относительная глубина перекатовъ мѣняется въ зависимости отъ колебаній высоты воды и измѣненій, совершающихся въ самомъ руслѣ рѣки, а потому необходимо знать глубину не только наиболѣе мелкаго въ данный моментъ переката на участкѣ, но всего ряда болѣе мелкихъ перекатовъ отъ Рыбинска до впаденія Камы. Къ тому же, для сопоставленія глубины переката съ высотой воды въ рѣкѣ, надо знать также, къ какому именно моменту относится сообщаемое свѣдѣніе. Въ виду этого организовано было въ болѣе широкихъ размѣрахъ доставленіе свѣдѣній черезъ лоцмановъ пассажирскихъ пароходовъ, которымъ были розданы особыя книжки съ отпечатаннымъ на отрывныхъ листахъ полнымъ спискомъ перекатовъ одного изъ участковъ рѣки: а) между Рыбинскомъ и Нижнимъ Новгородомъ; б) между Нижнимъ и Казанью и в) между Казанью и Самарой. Вслѣдствіе частыхъ неисправностей лоцмановъ, въ концѣ навигаціи 1895 года доставленіе свѣдѣній о глубинѣ перекатовъ возложено на курьеровъ, постоянно разъѣзжавшихъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ и между Нижнимъ и Казанью.

Такова въ общихъ чертахъ организація доставленія нужныхъ для предсказанія данныхъ, какъ она сложилась къ концу навигаціи 1895 года. Предлагая Вашему вниманію попытку предсказанія ожидаемой глубины судового хода на Волгѣ, я долженъ просить Васъ, М.м. Г.г., отнестись снисходительно къ этой попыткѣ и не считать непременно недо-

статкомъ метода тѣхъ, иногда чувствительныхъ, погрѣшностей, которыя чаще всего были слѣдствіемъ неполноты, или невѣрности сообщаемыхъ данныхъ, а подчасъ и такихъ случайностей, какъ внезапное уменьшеніе глубины на перекатѣ, вслѣдствіе постановки судна на мель и вызваннаго этимъ отложенія наносовъ. Слѣдуетъ принять во вниманіе, что первыя предсказанія были сдѣланы по телеграфнымъ свѣдѣніямъ, посылавшимся на основаніи инструкціи, совершенно не имѣвшей въ виду предсказаній, и только постепенно, согласно указаніямъ опыта, развилась пынѣшняя система доставленія необходимыхъ данныхъ.

Переходя къ изложенію основаній способа предсказанія ожидаемой глубины перекатовъ, считаю долгомъ оговориться, что способъ этотъ не представляетъ пока чего-либо законченнаго, напротивъ, детальная разработка его только что еще начата и въ этомъ отношеніи опубликованіе работы представляется преждевременнымъ. Въ виду того интереса, который возбудили предсказанія Казанскаго Округа, я рѣшаюсь, однако, изложить передъ Вами, М.м. Г.г., попытку, которая сдѣлана для рѣшенія задачи на Волгѣ. Кое что всетаки достигнуто въ этомъ направленіи, и предметъ настоящаго доклада составляетъ какъ способъ, примѣнявшійся для предсказаній, такъ и полученные при его помощи результаты.

Сравненіе записей ряда водомѣрныхъ постовъ, расположенныхъ вдоль рѣки, имѣющей сколько нибудь значительное протяженіе, показываетъ, что отмѣчаемые ими колебанія горизонта воды, сходныя въ общихъ чертахъ, различаются амплитудой и временемъ наступленія отдѣльныхъ фазъ. Существуетъ нѣсколько причинъ такого явленія, которыя мы вкратцѣ разсмотримъ.

Всякій паводокъ требуетъ времени для своего распространенія внизъ по рѣкѣ, такъ что, помимо вліянія другихъ причинъ, опредѣленная фаза паводка, наступающая ранѣе для водомѣрнаго поста, расположеннаго выше по рѣкѣ, передается нижнему посту черезъ извѣстный промежутокъ времени, за-

висящій отъ разстоянія между водомѣрными постами и силы паводка. Спускаясь внизъ по рѣкѣ, паводокъ растекается вдоль нея, теряя въ силѣ и выигрывая въ продолжительности. На своемъ пути онъ вмѣшается въ руслѣ рѣки съ постепенно измѣняющимися поперечными и продольными профилями. Въ зависимости отъ формы русла, у различныхъ водомѣрныхъ постовъ одинъ и тотъ же паводокъ выразится словомъ прибылой воды неодинаковой толщины: одному и тому же паводку въ расширеніяхъ русла будетъ соответствовать меньшее возвышеніе горизонта воды, нежели въ суженіяхъ его; при нѣкоторомъ повышеніи горизонта воды, въ одномъ мѣстѣ можетъ открыться протокъ, замедляющій дальнѣйшее возвышеніе воды, между тѣмъ какъ у другого водомѣрнаго поста, въ предѣлахъ колебаній горизонта воды, вызываемыхъ тѣмъ же паводкомъ, живое сѣченіе рѣки ограничивается крутыми береговыми откосами. Различная высота береговъ рѣки и неодинаковая ширина или, мѣстами, полное отсутствіе поймы обуславливаютъ неодинаковый подъемъ высокихъ весеннихъ водъ у отдѣльныхъ водомѣрныхъ постовъ. Итакъ, высота стоянія горизонта воды у даннаго водомѣрнаго поста зависить отъ размѣровъ и формы русла и отъ количества протекающей въ рѣкѣ въ единицу времени воды.

Высота горизонта воды въ данномъ поперечномъ сѣченіи зависить отъ количества воды, приносимаго какъ главною рѣкой, такъ и всей сътыю притоковъ. Вышележащій водомѣрный постъ характеризуетъ лишь одно изъ слагаемыхъ, хотя и самое значительное изъ всѣхъ, вліяющихъ на показанія нижележащаго водомѣрнаго поста. Кромѣ случая, когда верхній постъ расположенъ въ предѣлахъ подпора, производимаго паводкомъ сильнаго притока, онъ не испытываетъ вліянія притоковъ, впадающихъ въ рѣку ниже его, между тѣмъ каждый притокъ нѣсколько измѣняетъ проходящій по рѣкѣ паводокъ, то ослабляя, то усиливая его, чѣмъ вносится другая причина расхожденія показаній водомѣрныхъ постовъ. Если вліяніе притока не всегда ощутительно, то это зависить или отъ малости его, сравнительно съ главною рѣкой (въ низовьяхъ рѣки), или отъ того, что бассейны главной рѣки и притоковъ,

сходные въ физико-географическомъ отношеніи мало разнятся и климатомъ, такъ что опредѣленные состоянія (напримѣръ таяніе снѣга) наступаютъ для нихъ одновременно. Зато большой притокъ, приносящій воды съ бассейна, замѣтно отличающагося отъ бассейна главной рѣки, въ извѣстныхъ случаяхъ можетъ сильно вліять на бытъ ея (напр., Ока и Кама для Волги).

Кромѣ этихъ общихъ причинъ, неодинаковое вліяніе на высоту стоянія горизонта воды у различныхъ водомѣрныхъ постовъ оказываетъ вѣтеръ. Пока вѣтеръ настолько слабъ, что волненія не поднимаетъ, вліяніе его на движеніе воды у поверхности рѣки незначительно. Съ появленіемъ волнъ, представляющихъ большой упоръ вѣтру, скорость теченія увеличивается при верховомъ вѣтрѣ и уменьшается при низовомъ. Въ результатѣ является мѣстное повышеніе горизонта воды въ первомъ случаѣ, и пониженіе его во второмъ; такъ что, если рѣка, дѣлая крутой изгибъ, течетъ въ сосѣднихъ участкахъ по противоположнымъ направленіямъ, дѣйствіе сильнаго вѣтра отразится на показаніяхъ водомѣрныхъ постовъ въ противныя стороны. Ширина поперечнаго профиля играетъ при этомъ значительную роль. Сила дѣйствія вѣтра зависитъ отъ относительной скорости его по отношенію къ теченію рѣки, а потому, при одинаковой абсолютной скорости, низовый вѣтеръ окажетъ большее вліяніе, нежели верховый. Появленіе льда на рѣкѣ вноситъ новую причину расхожденія показаній ряда водомѣрныхъ постовъ на рѣкѣ.

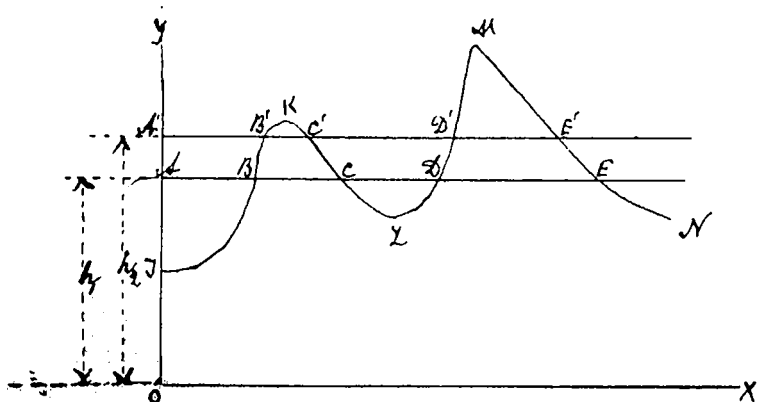
Изъ разсмотрѣнія вліянія отдѣльныхъ причинъ на высоту стоянія горизонта воды въ данный моментъ и въ данномъ мѣстѣ видно, сколько разнообразія вноситъ дѣйствіе всей совокупности ихъ на показанія различныхъ водомѣрныхъ постовъ.

Пусть даны на рѣкѣ два водомѣрныхъ поста: А и В. Если у верхняго поста А горизонтъ воды повышается, то, вообще говоря, спустя нѣкоторое время, то же наблюдается и у поста В: за болѣе высокимъ стояніемъ воды у А, слѣдуетъ обыкновенно и болѣе высокое стояніе воды у В. Если-бы послѣ всякой наблюденной высоты а горизонта воды у верхняго по-

ста, спустя нѣкоторый постоянный промежутокъ времени τ , у нижняго поста наблюдалась всегда опредѣленная высота воды v , тѣмъ большая, чѣмъ больше a , т. е. чѣмъ выше стоялъ горизонтъ воды у верхняго поста, то, по ежедневнымъ, записямъ постовъ А и В, можно было бы построить таблицу, связывающую показанія реекъ постовъ А и В. Таблица эта для каждой высоты воды, наблюденной у поста А, давала бы ту высоту воды, которая по истеченіи времени τ будетъ наблюденна у поста В. На самомъ дѣлѣ, даже въ простѣйшемъ случаѣ, когда между разсматриваемыми постами рѣка не принимаетъ притоковъ и колебанія горизонта воды у нижняго поста зависятъ исключительно отъ колебаній у верхняго поста, зависимость между этими колебаніями довольно сложная. Послѣ наблюденія высоты a у верхняго поста, спустя время τ , у нижняго поста, будутъ въ различныхъ случаяхъ наблюдаться вообще неодинаковыя высоты. Очевидно поэому, что простая таблица, связывающая между собою показанія реекъ двухъ водомѣрныхъ постовъ, не можетъ прямо дать ожидаемую высоту воды у нижняго поста, по наблюденной у верхняго поста, тѣмъ не менѣе, какъ увидимъ, на подобной таблицѣ предсказаніе можетъ быть основано.

Пусть кривая IKLMN . . (чертежъ 1) изображаетъ коле-

Черт. 1.



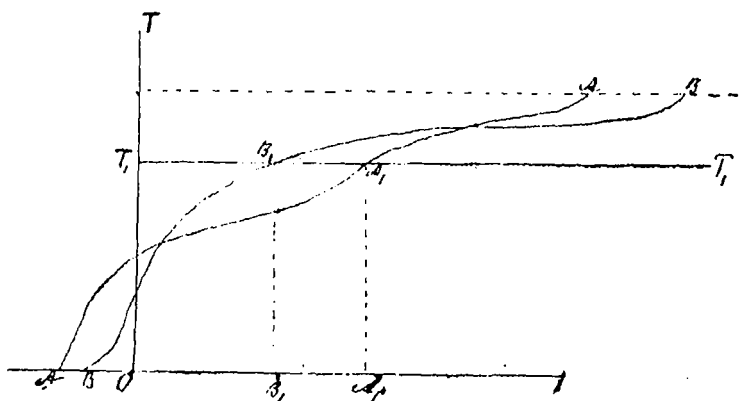
банія горизонта воды для нѣкотораго водомѣрнаго поста за известный промежутокъ времени, напр., 12—20 лѣтъ. Прове-

демъ прямую, параллельную оси абсциссъ, на высотѣ h_1 , гдѣ нибудь между низшей и высшей точками кривой. Сумма длинъ отрѣзковъ $BC + DE + \dots$ изобразить время, въ теченіе котораго, за разсматриваемый періодъ, горизонтъ воды стоялъ выше h_1 ; сумма длинъ отрѣзковъ $AB + CD + \dots$ — время t_1 , въ теченіе котораго горизонтъ воды былъ ниже того-же h_1 . На высотѣ h_2 проведемъ другую прямую, параллельную оси абсциссъ; предположимъ суммѣ длинъ отрѣзковъ $A_1B_1 + C_1D_1 + \dots$ изобразить время t_2 , въ теченіе котораго горизонтъ воды держался ниже h_2 . Каждой высотѣ h будетъ т. о. соответствовать одно определенное t .

Откладывая на новыхъ координатныхъ осяхъ ОН и ОТ величины h по оси абсциссъ и соответствующія имъ t по оси ординатъ, построимъ кривую AA_1 А (черт. 2), у —іе которой

$$t = \Pi_1(h) \dots (1);$$

Черт. 2.



кривая эта выражаетъ продолжительность стоянія горизонта воды ниже (или выше) данной высоты по рейкѣ водомѣрнаго поста А. Очевидно $\frac{dt}{dh} = \frac{d\Pi}{dh}$ всегда > 0 , такъ какъ функція Π возрастаетъ непрерывно съ возрастаніемъ переменнѣй h .

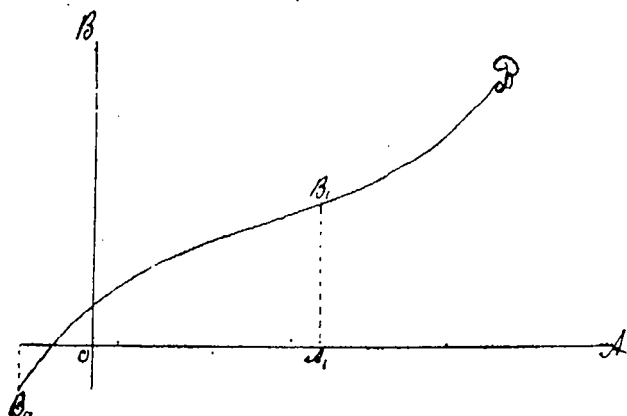
На тѣхъ же координатныхъ осяхъ ОН и ОТ, для другого водомѣрнаго поста В, по наблюденіямъ за тотъ же періодъ времени, что и для перваго поста, построимъ такую же кривую BB_1 В у—іе которой

$$t = \Pi_2(h) \dots \dots \dots (2).$$

Прямая T, T_1 , параллельная оси абсцисс, пересѣчетъ каждую кривую въ одной точкѣ (A_1 и B_1). Абсциссы OA_1 и OB_1 точекъ пересѣченія даютъ по рейкамъ водомѣрныхъ постовъ A и B такія высоты, ниже которыхъ, за рассматриваемый періодъ, горизонтъ воды держался одинаково продолжительное время, изображаемое равными ординатами точекъ пересѣченія. Высоты эти OA_1 и OB_1 , считаемыя по водомѣрнымъ рейкамъ, будемъ называть соответственными другъ другу для данныхъ постовъ A и B . Въ предѣлахъ между самымъ низкимъ и самымъ высокимъ горизонтами воды, каждому дѣленію рейки одного водомѣрнаго поста будетъ соответствовать одна определенная высота по рейкѣ другого поста.

Принимая, что найденное т. о. между наблюдаемыми у водомѣрныхъ постовъ A и B высотами горизонта воды соотношеніе не случайно, а сохранится и за предѣлами того промежутка времени, для котораго расчетъ былъ сдѣланъ, можно сказать, пользуясь терминомъ теоріи вѣроятностей, что

перг. 8.



стояніе горизонта воды ниже (или выше) соответственныхъ другъ другу горизонтовъ одинаково вѣроятно.

Обозначая переменную высоту h , отсчитываемую по рейкѣ верхняго поста A —черезъ A ,—по рейкѣ поста B —черезъ B , по заключенію t изъ (1) и (2) имѣемъ:

$$\Pi_1 (A) = \Pi_2 (B) \dots \dots \dots (3)$$

откуда

$$B = \Phi (A) \dots \dots \dots (4)$$

Функция Φ обозначаетъ вполне определенную зависимость, которая можетъ быть выражена таблицей или графикомъ. Откладывая по новой оси абсциссъ ОА высоты А, считаемыя по рейкѣ верхняго водомѣрнаго поста, по оси ординатъ—ОВ соответствующія имъ высоты В по рейкѣ ниже лежащаго поста, выразимъ зависимость (4) между соответственными горизонтами данныхъ водомѣрныхъ постовъ въ видѣ кривой В₀В₁ В. (Черт. 3).

Въ отличіе отъ наблюдаемыхъ, соответственный для даннаго А горизонтъ у поста В будемъ обозначать также знакомъ ${}_B C_A$; слѣдовательно,

$${}_B C_A = \Phi (A) \dots \dots \dots (4').$$

На приложенныхъ чертежахъ показаны въ видѣ примѣра: 1) кривыя $\Pi(h)$ для Кинешемскаго и Нижегородскаго постовъ и 2) кривая соответственныхъ горизонтовъ— $\Phi(A)$ для Нижегородскаго поста (В) по Кинешемскому (А).

Для практическаго употребленія удобнѣе пользоваться таблицами, вычисленіе которыхъ по извѣстной схемѣ дѣлается очень просто и, какъ совершенно механическій трудъ, не представляетъ никакихъ затрудненій. Такія таблицы вычислены черезъ каждыя 10 сотокъ почти для всѣхъ водомѣрныхъ постовъ 1-го разряда бассейна Волги и для нѣкоторыхъ важнѣйшихъ постовъ 2-го разряда *).

На этихъ таблицахъ основаны предсказанія высоты горизонта воды у водомѣрныхъ постовъ, по высотамъ горизонта воды наблюденнымъ у верхнихъ постовъ. Задача предсказанія сводится къ опредѣленію отклоненій наблюдаемыхъ на нижнемъ посту высотъ горизонта воды отъ высотъ, даваемыхъ таблицами, чѣмъ дѣло значительно упрощается, такъ какъ уклоненія эти держатся въ извѣстныхъ предѣлахъ и слѣдуютъ нѣкоторымъ законамъ.

*) Схема вычисленія соответственныхъ горизонтовъ и нѣкоторыя изъ вычисленныхъ таблиц помѣщены въ приложеніяхъ.

Условимся называть установившимися горизонтами воды такіе горизонты, на которыхъ вода остановилась бы у всего ряда водомѣрныхъ постовъ, если бы съ нѣкотораго момента расходъ рѣки и всѣхъ ея притоковъ сдѣлался постояннымъ. Если нѣтъ ни подпора отъ нижележащихъ притоковъ, ни промежуточныхъ между постами притоковъ съ переменнымъ расходомъ воды, высота установившагося горизонта вполне опредѣляется однимъ показаніемъ рейки верхняго поста. Установившійся для данной высоты А верхняго поста горизонтъ у поста В обозначимъ аналогично соответственному черезъ ${}_B C_A$. Ниже поясненъ способъ расчета таблицъ установившихся горизонтовъ.

Итакъ, для каждаго наблюдаемаго на верхнемъ посту А горизонта воды, будемъ различать у нижележащаго поста В три горизонта:

- 1) истинный В, т. е. наблюдаемый въ дѣйствительности по истеченіи нѣкотораго опредѣленнаго промежутка времени, послѣ наблюденія высоты А на верхнемъ посту;
- 2) установившійся ${}_B C_A$ и
- 3) соответственный ${}_B C_A$ получаемые изъ таблицъ.

Чтобы выяснить существующую между этими тремя горизонтами зависимость, обратимся сперва къ простѣйшему случаю.

Вообразимъ себѣ неопредѣленной длины правильный прямолинейный каналъ, сохраняющій на всемъ протяженіи одно и то же поперечное сѣченіе и продольный уклонъ дна. Пусть на этомъ каналѣ устроенъ рядъ водомѣрныхъ постовъ, рейки которыхъ такъ установлены, чтобы показанія ихъ были одинаковы при постоянномъ расходѣ воды въ каналѣ. Установить рейки такимъ образомъ вполне возможно, такъ какъ при постоянномъ расходѣ уклонъ поверхности воды будетъ параллеленъ уклону дна канала. Итакъ, установившіеся горизонты на такомъ идеальномъ каналѣ выражаются у всего ряда водомѣрныхъ постовъ одною и тою же высотой, отсчитанной по рейкѣ поста, т. е. ${}_B C_A = {}_B U_A = \dots = A$.

Положимъ, что, послѣ того какъ на всемъ протяженіи

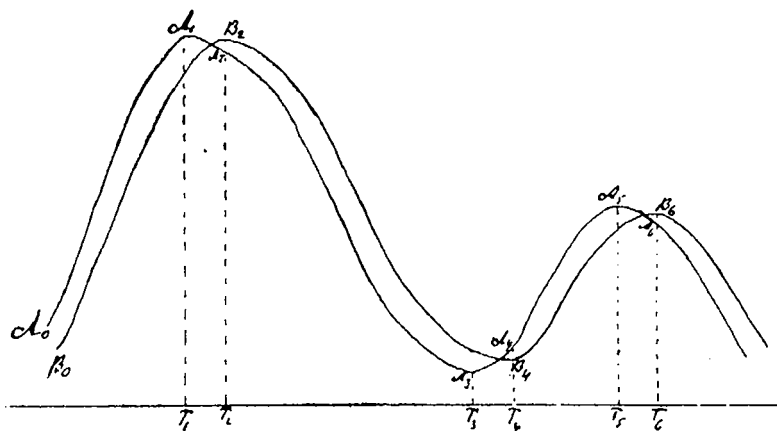
канала установился постоянный расходъ, а слѣдовательно, и одинаковая высота воды по рейкамъ всего ряда водомѣрныхъ постовъ, проходить по каналу паводокъ, выражающійся нѣкоторою данною волной на графикѣ колебаній горизонта воды у верхняго поста А. Разсматривая форму паводка, въ видѣ ли кривыхъ колебаній горизонта воды у ряда водомѣрныхъ постовъ, или въ видѣ продольнаго профиля поверхности воды въ послѣдовательные моменты, можно сказать, что паводокъ, спускаясь внизъ по каналу, постепенно измѣняетъ свою форму, растекается вдоль по руслу. Дѣйствительно, скорости струй, а во время прохожденія паводка—и приращенія этихъ скоростей, у боковъ и у дна канала, менѣе нежели у среднихъ русла. Струи у фарватера обгоняютъ прочія и здѣсь, т. е. на фарватерѣ, прежде всего становится замѣтною надвигающаяся прибыль, хотя бы въ видѣ возрастанія скорости теченія; замѣчено также, что поверхность воды въ поперечномъ сѣченіи рѣки дѣлается выпуклою во время прибыли. Въ продольномъ направленіи среднія скорости поперечныхъ сѣченій паводка также различны: въ передней части паводка, гдѣ уклонъ увеличенъ, скорости больше, нежели въ задней, подпертой части паводка. Слѣдствіемъ неодинаковой скорости теченія въ различныхъ частяхъ паводка, должно явиться постепенное растеканіе его вдоль русла, т. е. удлинненіе передней части и пониженіе высоты гребня. Если горизонтъ воды, поднимаясь, достигъ дѣленія a_1 рейки верхняго поста А, то у нижележащаго поста онъ достигнетъ вообще высоты меньшей нежели a_1 , въ зависимости отъ продолжительности остановки горизонта воды у верхняго поста на достигнутой высотѣ a_1 , и лишь въ томъ случаѣ, если горизонтъ воды у поста А продержится на этой высотѣ нѣкоторое время τ , у нижележащаго поста В горизонтъ воды также достигнетъ дѣленія a , водомѣрной рейки, и затѣмъ дальнѣйшаго возвышенія воды происходитъ уже не будетъ. Промежутокъ времени τ долженъ быть тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе и быстрѣе былъ подъемъ горизонта воды у поста А, и чѣмъ болѣе разстояніе между постами А и В.

Совершенно аналогично, если вслѣдъ за первымъ павод-

комъ, когда у верхняго поста А вода упала до дѣленія a , рейки, слѣдуетъ другой паводокъ, передняя часть послѣдняго, двигаясь быстрѣ задней—уходящаго паводка и, слѣдовательно, нагоняя ее, можетъ вызвать подъемъ воды у нижележащаго поста В ранѣе, нежели горизонтъ воды опустится у него до дѣленія a , рейки.

Въ общемъ случаѣ, если у поста А кривая колебанія горизонта воды вырзилась графикомъ $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, \dots$ (черт. 4)

Черт. 4.



то у нижележащаго поста В эта кривая, нѣсколько сгладившись, получитъ видъ $B_0, B_1, B_2, \dots$ съ меньшими амплитудами, такъ какъ $A_1, T_1 > B_1, T_1$; $A_2, T_2 < B_2, T_2$ (5).

Зная величину промежутка времени T_1, T_2 между наступленіемъ maximum'a у поста А и maximum'a у поста В, можно по данной кривой колебанія высоты воды у поста А определить нижній предѣлъ для maximum'a подъема воды у поста В. Дѣйствительно, пусть, въ моментъ наступленія maximum'a у поста В— T_2, B_2 , высота горизонта воды у поста А равнялась T_1, A_1 . Такъ какъ съ этого момента горизонтъ воды падаетъ у обоихъ постовъ, то очевидно должно быть

$$T_2, B_2 > T_1, A_1 \dots (6).$$

Совершенно аналогично можетъ быть указать верхній предѣлъ для minimum'a В:

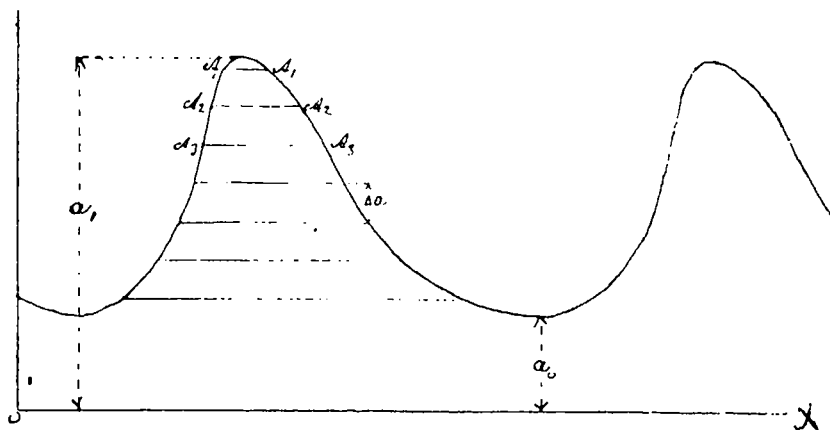
$$B_1, T_1 < A_1, T_1 \dots (7).$$

Положимъ теперь, что у верхняго поста А колебанія го-

ризонта воды изображаются періодическою кривою, повторяющеюся неизмѣнно неопредѣленное число разъ (черт. 5).

Если эти колебанія совершаются достаточно медленно и

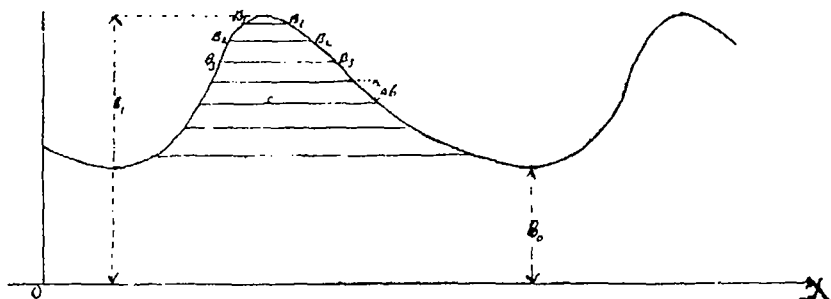
Черт. 5.



каналъ не слишкомъ длиненъ, то колебанія горизонта воды у нижележащихъ постовъ мало будутъ отличаться отъ колебаній у верхняго поста. Иное дѣло, если колебанія совершаются быстро и каналъ достаточно длиненъ. Въ такомъ случаѣ, передвѣваясь внизъ по каналу, колебанія эти дадутъ у водомѣрнаго поста В хотя и періодическую кривую, но во всякомъ случаѣ отличную отъ кривой колебанія горизонта воды у поста А. Опредѣлить теоретически видъ этой кривой не представляется возможнымъ; несомнѣнно, однако, какъ мы видѣли, вслѣдствіе растеканія паводка, амплитуда колебаній горизонта воды у второго поста будетъ менѣе, нежели у перваго, кривая колебаній горизонта воды для нижняго поста В будетъ какъ бы иѣсколько сплюснута по направленію оси ординатъ: maximum'ы и minimum'ы ея будутъ менѣе отходить отъ средняго положенія, нежели на верхнемъ посту А (черт. 6). Видъ кривой у второго поста будетъ зависѣть въ значительной степени отъ поперечнаго и продольнаго профилей канала, переменнаго расхода воды въ немъ и разстоянія между постами. Чѣмъ больше разстояніе между постами, чѣмъ амплитуды колебанія горизонта воды значительнѣе и чѣмъ быстрѣе

совершаются эти колебанія у верхняго поста, тѣмъ разность между амплитудами колебаній у разсматриваемыхъ постовъ будетъ значительнѣе.

По кривымъ колебанія горизонта воды у водомѣрныхъ постовъ А и В (черт. 5 и 6) разсчитаемъ таблицу соотвѣт-
Черт. 6



ственныхъ горизонтовъ для этихъ постовъ. Съ этой цѣлью на черт. 5 проведемъ на равныхъ разстояніяхъ, напр., черезъ каждыя 10 сотокъ, прямыя параллельныя оси абсциссъ. На черт. 6 проведемъ также прямыя параллельныя оси абсциссъ, но такъ, чтобы длина отръзка $B_1 B_2$ = длинѣ отръзка $A_1 A_2$, отръзокъ $B_2 B_3$ = отръз. $A_2 A_3$, и т. д. Обозначивъ черезъ Δa постоянное разстояніе между параллельными линіями $A_i A_i$ и $A_{i+1} A_{i+1}$, черт. 5, черезъ Δb — переменное разстояніе между параллелями $B_i B_i$ и $B_{i+1} B_{i+1}$, на черт. 6, найдемъ, что $\Delta b < \Delta a$, $b_0 > a_0$ и $b_1 < a_1$. Гдѣ-нибудь между этими крайними значеніями или ближе — между высотами, гдѣ кривая ААА переходитъ изъ вогнутости въ выпуклость и наоборотъ очевидно, должно быть $b_j = a_j$, если a и b съ однимъ и тѣмъ же значкомъ внизу означаютъ соотвѣтственные другъ другу горизонты.

Итакъ, для даннаго горизонта h поста А, соотвѣтственный горизонтъ у поста В выразится высотой меньшею h , если горизонтъ этотъ приходится въ верхней, т. е. обращенной выпуклостью въ сторону возрастающихъ h , части кривой ААА; соотвѣтственный горизонтъ у поста В выразится высотой большею h — въ нижней, обращенной вогнутостью въ сторону возрастающихъ h части кривой ААА... Такъ какъ одинаковыя

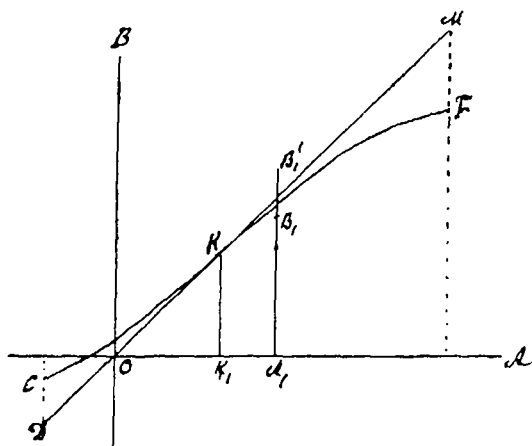
показанія реекъ водомѣрныхъ постовъ соотвѣствуютъ установившимся горизонтамъ, можно формулировать полученный результатъ слѣдующимъ образомъ:

Въ правильномъ каналѣ, въ случаѣ неизмѣнно повторяющихся у верхняго поста періодическихъ колебаній горизонта воды, соотвѣтственные горизонты для нижележащаго поста будутъ ниже установившихся, для горизонтовъ заключающихся въ предѣлахъ верхней выпуклой части, и выше установившихся въ предѣлахъ нижней вогнутой части кривой, изображающей колебанія высоты воды у верхняго поста. Разность между установившимся и соотвѣстственнымъ горизонтами, имѣющая наибольшее положительное значеніе для наиболѣе высокаго горизонта, для болѣе низкихъ горизонтовъ постепенно убываетъ и, переходя черезъ нуль, дѣлается отрицательною; наибольшая отрицательная разность получается для наиболѣе низкаго горизонта воды.

Выведенное соотношеніе между установившимся и соотвѣстственными горизонтами можетъ быть распространено на случай сложныхъ и неперіодическихъ колебаній горизонта воды, чередующихся съ остановками его на различныхъ высотахъ. При этомъ одинъ и тотъ же горизонтъ h рейки поста можетъ оказаться то въ верхней выпуклой, то въ нижней вогнутой части кривой, такъ что, въ первомъ случаѣ, вслѣдъ за наблюдаемымъ на верхнемъ посту горизонтомъ h , на нижнемъ посту будетъ наблюдаться горизонтъ воды ниже установившагося, т. е. ниже h , во второмъ случаѣ выше его. Чѣмъ выше данный горизонтъ, тѣмъ чаще будетъ онъ находиться въ верхней—выпуклой части кривой и дать, слѣдовательно, на нижележащемъ посту для соотвѣстственнаго горизонта отклоненіе отъ установившагося со знакомъ $(-)$. Для низкихъ горизонтовъ получится, конечно, обратное отношеніе. Вообще наибольшее отклоненіе со знакомъ $(-)$ дастъ самый высокій горизонтъ, наибольшее со знакомъ $(+)$ —самый низкій. Очевидно, гдѣ нибудь между средними горизонтами соотвѣстственный и установившійся горизонты совпадаютъ. Горизонтъ этотъ долженъ быть близокъ къ тому, ниже котораго поверхность воды держится столько же времени, сколько и выше его. Послѣдній горизонтъ назовемъ основнымъ.

Отсчитывая по оси абсцисс высоты по рейкѣ верхняго поста А, по оси ординатъ—установившіеся и соотвѣтственные горизонты для поста В, изобразимъ первые прямою ОКМ (черт. 7).

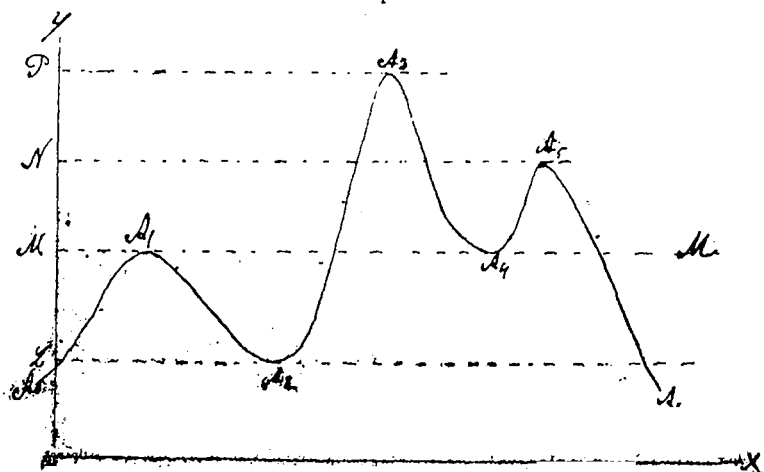
Черт. 7.



наклоненною къ осямъ ОА и ОВ подѣ угломъ въ 45° , вторые кривою С К F, съ точкою перегиба гдѣ нибудь около К, причемъ $ОК_1 = КК_1$ суть высоты основныхъ горизонтовъ по рейкамъ постовъ А и В.

Если горизонтъ воды у верхняго поста достигъ нѣкоторой высоты ($ОМ = a_1$ (черт. 8а)

Черт. 8а .



одинъ разъ поднявшись до ММ (въ точкѣ A_1) другой разъ опустившись до ММ (въ точкѣ A_2), то, какъ мы видѣли у нижняго поста В въ первомъ случаѣ будетъ наблюдаться меньшая высота $B_1 T_1$, нежели во второмъ— $B_2 T_2$ (черт. 8b).

Черт. 8b.

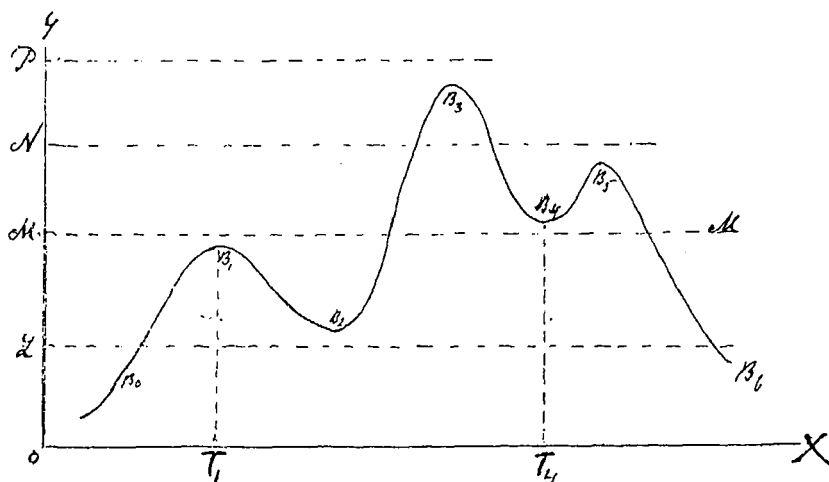
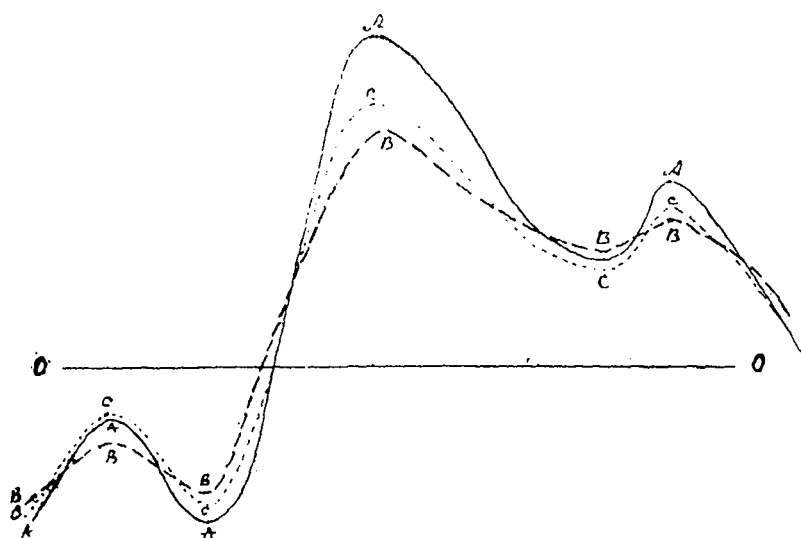


Таблица соответственныхъ горизонтовъ, подобно таблицѣ установившихся горизонтовъ, даетъ очевидно у поста В для высоты $OM = a_1$ поста А нѣкоторую высоту b_1 промежуточную между этими высотами, т. е. $B_1 T_1 < b_1 < B_2 T_2$. И такъ, уклоненія наблюдаемыхъ у поста В, т. е. истинныхъ, отъ соответственныхъ горизонтовъ будутъ направлены въ ту же сторону, что и уклоненія наблюдаемыхъ отъ установившихся горизонтовъ.

Когда гребень паводка лежитъ выше основнаго горизонта или пониженная—вогнутая часть кривой колебанія горизонта воды—ниже основнаго горизонта, т. е. въ большинствѣ случаевъ, уклоненія наблюдаемыхъ у поста В отъ соответственныхъ горизонтовъ $B_1 T_1$ будутъ вообще меньше, нежели уклоненія наблюдаемыхъ отъ установившихся горизонтовъ $B_2 T_2$. Обратное должно имѣть мѣсто въ случаѣ, если гребень паводка лежитъ ниже основнаго горизонта, или вогнутая пониженная часть

кривой колебанія горизонта воды—выше основнаго горизонта. Въ двухъ послѣднихъ случаяхъ разность по высотѣ между соотвѣтственными и установившимися горизонтами должна быть невелика—дѣйствительно, у основнаго горизонта $вУ_A$ совпадаетъ съ $вС_A$, а отклоненія гребня паводка внизъ отъ основнаго горизонта, или пониженной, вогнутой части кривой колебанія горизонта воды — вверхъ отъ основнаго горизонта, въ громадномъ большинствѣ случаевъ будутъ незначительны. Выведенное соотношеніе между установившимся, соотвѣтственнымъ и истиннымъ горизонтами для поста В пояснено на чертежѣ 9.

Черт. 9.



Прямая $ОО$ изображаетъ основной горизонтъ, кривая $ААА$ колебанія $вУ_A$, или, что все равно въ данномъ случаѣ, т. е. для правильнаго канала—колебанія горизонта воды у поста A , кривая $ССС$ —колебанія $вС_A$, кривая $ВВВ$...—колебанія горизонта воды наблюденныя у поста B . Если гребень паводка у поста A поднялся до нѣкоторой данной высоты $ОА_1$ (черт. 7), наблюденная у поста B высота гребня $A_1 B_1$ придется вообще ниже линіи $D O K F$; если той же высоты $О_1 A_1$, у поста A горизонтъ воды достигъ, опускаясь, то наблюденная

вслѣдъ затѣмъ у поста В наименьшая высота воды A, B' , придется вообще выше линіи $С К М$.

Правильный искусственный каналъ взятъ былъ лишь для простоты и ясности представленій; суть дѣла нисколько не измѣнится, если отъ такого канала перейдемъ къ рѣкѣ.

Положимъ сперва, что рѣка на разсматриваемомъ протяженіи вовсе лишена притоковъ, или имѣетъ только притоки съ постояннымъ расходомъ воды, зато поперечный и продольный профили и планъ рѣки пусть будутъ какіе угодно. Распреканіе паводковъ, т. е. уклоненіе высоты гребня у нижележащаго поста отъ установившагося горизонта на такой рѣкѣ будетъ, конечно, значительнѣе нежели въ правильномъ каналѣ, обладающемъ тѣми-же средними размѣрами, уклономъ и расходомъ. Если въ нѣкоторыхъ мѣстахъ рѣка выходитъ изъ береговъ, а особенно, если она протекаетъ черезъ озеро, то распреканіе паводковъ очевидно должно возрасти еще болѣе, такъ что въ нѣкоторыхъ случаяхъ, два раздѣльныхъ паводка, прошедшіе мимо верхняго поста одинъ за другимъ, могутъ у нижележащаго поста слиться въ одинъ непрерывный паводокъ.

По даннымъ графикамъ колебанія горизонта воды у постовъ А и В, таблица установившихся горизонтовъ въ $У_A$ для такой рѣки можетъ быть построена слѣдующимъ образомъ:

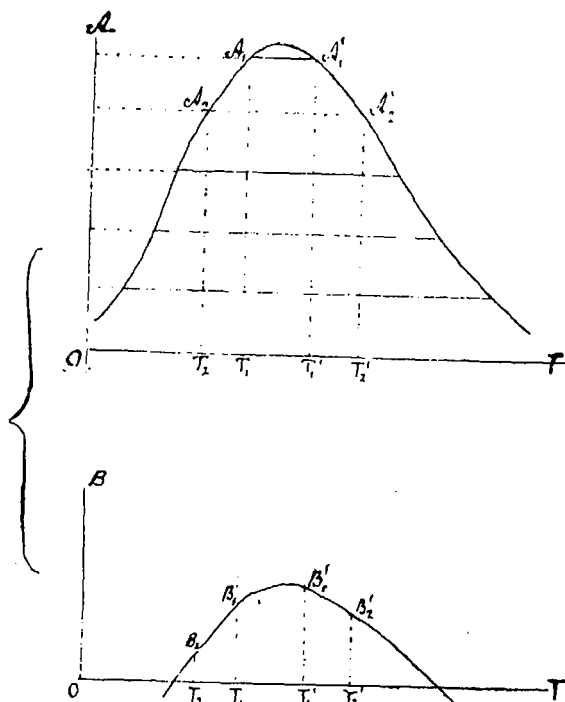
На графикѣ, изображающемъ колебанія горизонта воды у поста А (черт. 10а) проведемъ черезъ каждыя 10 сотокъ прямыя параллельныя оси абсциссъ. Пусть точки пересѣченія этихъ прямыхъ съ кривою $A A A \dots$ будутъ $A_1, A'_1; A_2, A'_2, \dots$, соответствующія абсциссамъ $t_1 = O T_1, t'_1 = O T'_1; t_2 = O T_2, t'_2 = O T'_2$ и т. д.

Обозначимъ высоты T_1, A_1 черезъ A_1, T_2, A_2 черезъ A_2 и вообще T_1, A_1 черезъ T_1 . Положимъ, въ тѣ же моменты $t_1, t'_1, t_2, t'_2, \dots$ у поста В наблюдались высоты $B, T_1 = B; B', T'_1 = B'_1; B, T_2 = B, B', T'_2 = B'_2, \dots$ (Черт. 10б). Если въ моментъ t_1 горизонтъ воды повышается одновременно на всемъ протяженіи рѣки между А и В. то наблюдаемая у нижняго поста В высота горизонта воды B, T_1 должна быть ниже установившагося горизонта въ $У_A$, т. е. того, который установился бы у поста В,

если бы съ момента t_1 , горизонтъ воды у поста А сдѣлался постояннымъ. Соотношеніе это можно выразить неравенствомъ

$${}_B Y_{A_1} > B_1$$

Черт. 10а.



Черт. 10б.

Точно также, если въ моментъ t_1' , горизонтъ воды у постовъ А и В одновременно понижается, то должно быть.

$${}_B Y_{A'_1} = {}_B Y_{A_1} > B_1$$

Для каждаго даннаго значенія А могутъ быть получены т. о. нижній и верхній предѣлы значенія ${}_B Y_A$ — установившагося горизонта у поста В.

Тѣмъ же способомъ для каждаго горизонта В могутъ быть найдены предѣлы, въ которыхъ долженъ заключаться устано-

вившійся горизонтъ у нижележащаго поста С, т. е. предѣлы для величины cU_B . Продолжая т. о. далѣе, можно связать весь рядъ водомѣрныхъ постовъ таблицей установившихся горизонтовъ. Чѣмъ менѣе разстояніе между отдѣльными постами и чѣмъ медленнѣе совершаются колебанія горизонта воды, тѣмъ тѣснѣе будутъ предѣлы для искомымъ установившихся горизонтовъ, и тѣмъ ближе будутъ къ истинному значенію послѣднихъ ариметическія среднія изъ этихъ предѣловъ.

Замѣна правильнаго канала гипотетическою рѣкой отразится на различаемыхъ нами горизонтахъ лишь тѣмъ, что установившіеся горизонты будутъ выражаться не однѣми и тѣми же высотами по рейкамъ различныхъ водомѣрныхъ постовъ, какъ это имѣло мѣсто для правильнаго канала, и слѣдовательно, разности по высотѣ между любыми установившимися горизонтами для каждаго поста будутъ вообще различны, а не одинаковы для всего ряда постовъ, какъ въ первомъ случаѣ. Все сказанное о соотношеніи между установившимися и соотвѣтственными горизонтами сохраняетъ, очевидно, полную силу и для рѣки лишенной притоковъ съ переменнымъ расходомъ воды.

Итакъ, реальное значеніе соотвѣтственнаго горизонта можетъ быть опредѣлено слѣдующимъ образомъ:

Если у верхняго поста гребень паводка приходится выше основнаго горизонта, то соотвѣтственный высотѣ гребня горизонтъ даетъ для нижележащаго поста высоту, до которой дойдетъ вода у послѣдняго поста въ томъ случаѣ, когда подъемъ воды у верхняго поста совершается съ извѣстной постепенностью. Для горизонтовъ ниже основнаго аналогичное значеніе имѣетъ соотвѣтственный горизонтъ при убыли воды.

На самомъ дѣлѣ высота воды у нижняго водомѣрнаго поста зависитъ не отъ показанія верхняго поста въ одинъ какой нибудь опредѣленный моментъ, а отъ высоты воды держащейся у верхняго поста въ теченіе нѣкотораго промежутка времени. Чтобы получить съ большимъ приближеніемъ ожидаемую у нижняго поста высоту воды, должно было бы составить таблицу, связывающую отдѣльныя показанія нижняго водомѣр-

наго поста не съ отдѣльными же показаніями верхняго поста, а съ нѣкоторою переменною функціей отъ наблюдавшейся у верхняго поста въ теченіе нѣ котораго промежутка времени $2\tau_0$ переменной высоты A горизонта воды.

Положимъ, напр., высота горизонта воды у поста B въ моментъ $t + \tau$, зависеть отъ

$$A' = \int_{t-\tau_0}^{t+\tau_0} A f(\tau) d\tau, \text{ приче́мъ } \tau_0, \text{ очевидно, мен́ше } \tau_1, \text{ а такъ}$$

какъ при $A = \text{постоянному}$ должно быть $A' = A$, то

$$\int_{t-\tau_0}^{t+\tau_0} f(\tau) d\tau = 1$$

Кроме́ того, можно принять для $f(\tau)$ слѣдующія условія:

$$f(\tau) > 0; f(\tau_0) = f(-\tau_0) = 0;$$

$$f(-\tau) = f(+\tau); \text{ и } \frac{df}{d\tau} > 0 \text{ для } -\tau_0 < \tau < 0; \left(\frac{df}{d\tau}\right)_{\tau=0} = 0$$

Принявъ за $f(\tau)$ нѣкоторую опредѣленную функцію, удовлетворяющую поставленнымъ условіямъ, рассчитаемъ по ежедневнымъ записямъ верхняго поста колебанія численной величины A' за весь періодъ, для котораго имѣются наблюденія у постовъ A и B . Аналогично тому, что было сдѣлано для расчета соответственныхъ горизонтовъ A и B , можно построить кривую продолжительности времени въ теченіе котораго функція A' сохраняла значеніе не менѣе данной величины, т. е. рассчитать

$$t = \Pi(A')$$

Отсюда можно найти горизонтъ $_{вС_A}$ поста B , соответствующій данному значенію A' , т. е. выразить графически въ видѣ кривой или въ видѣ таблицы, зависимость

$$_{вС_A} = \Phi(A')$$

Пусть, напр., на верхнем посту А наблюдались послѣдовательно черезъ равныя промежутки времени слѣдующія высоты воды:

$$A_{-1}, A_0, A_1, A_2, A_3 \dots (A)$$

Обозначивъ черезъ K_0 и K_1 нѣкоторые постоянныя положительные дробныя количества, удовлетворяющія условіямъ $K_1 < K_0$ и $K_0 + 2K_1 = 1$, составимъ суммы

$$\left. \begin{aligned} A'_0 &= K_1 A_1 + K_0 A_0 + K_1 A_{-1} \\ A'_1 &= K_1 A_0 + K_0 A_1 + K_1 A_2 \\ A'_2 &= K_1 A_1 + K_0 A_2 + K_1 A_3 \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (8)$$

и замѣнимъ рядъ (А) рядомъ

$$A'_{-1}, A'_0, A'_1, A'_2 \dots (A')$$

Рядъ (А') вмѣстѣ съ рядомъ наблюденныхъ у поста В высотъ воды В послужитъ для расчета соответственныхъ другъ другу А' и В. Итакъ, вмѣсто показанія верхняго поста въ одинъ опредѣленный моментъ, нужно было бы принять въ расчетъ нѣсколько такихъ показаній, причемъ каждое изъ нихъ должно быть умножено на нѣкоторый k —ть, выражающій долю вліянія даннаго показанія на высоту горизонта воды у поста В въ опредѣленный моментъ. Чѣмъ больше разстояніе между постами, тѣмъ большее число членовъ ряда (А) должно и можетъ войти въ составъ cadaго члена ряда (А').

Разность $A_1 - A'_1$ можетъ служить мѣрой растеканія даннаго паводка при переходѣ отъ поста А къ посту В.

На приложенныхъ чертежахъ сопоставлены колебанія горизонтовъ воды—наблюденныхъ въ дѣйствительности у поста В и соответственныхъ (по таблицѣ) наблюдавшимся у верхняго поста А, т. е. v_{Ca} . Не трудно замѣтить, что на значительныхъ протяженіяхъ рѣки, какъ, напр., отъ Рыбинска до Нижняго, отъ Нижняго до Камы, и внизъ отъ Камы, происходитъ постепенное сверху внизъ по рѣкѣ пониженіе гребня лѣтнихъ паводковъ противъ тѣхъ значеній, которыя даются таблицами соответственныхъ горизонтовъ. Можно доказать,

что пониженіе это въ большинствѣ случаевъ превосходитъ ту наибольшую величину, которая еще можетъ быть отнесена къ простому растеканію паводка. Дѣйствительно, если у поста В горизонтъ воды достигаетъ maximum'a въ моментъ t_1 , то, какъ мы видѣли, должно быть:

$$\text{max. } B \geq {}_B U_{A_1}$$

гдѣ А, высота горизонта воды у поста А въ моментъ t_1 . На самомъ дѣлѣ, въ громадномъ большинствѣ случаевъ для лѣтнихъ паводковъ

$$\text{max. } B < {}_B C_{A_1}$$

не смотря на то, что max. В лежитъ выше основнаго горизонта, слѣдовательно, при

$${}_B C_{A_1} < {}_B U_{A_1}$$

Итакъ, сколько бы времени при существующихъ условіяхъ ни держался горизонтъ воды у дѣленія А, верхняго поста, у нижняго поста горизонтъ воды всетаки не достигъ бы не только высоты установившагося горизонта ${}_B U_{A_1}$, но даже и соответственнаго ${}_B C_{A_1}$.

Такое явленіе происходитъ, конечно, отъ того, что колебанія горизонта воды у нижележащаго поста В зависятъ не только отъ колебанія горизонта воды у верхняго поста А, но также и отъ колебаній переменнаго стока воды съ части бассейна, изливающей свои воды въ рѣку между данными постами.

Обозначимъ площадь всей части бассейна рѣки выше поста В для краткости черезъ S_1 и пусть въ теченіе нѣкотораго промежутка времени τ , каждая единица этой площади получаетъ въ единицу времени одинаковое количество осадковъ $q\tau$. Сначала значительнѣйшая часть выпадающихъ осадковъ не дойдетъ до рѣки, а затратится на испареніе и просачиваніе въ почву. По мѣрѣ насыщенія послѣдней грунтовыми водами, часть стекающая въ рѣку постепенно увеличивается и, спустя нѣкоторое время, если регулирующее вліяніе озеръ и

болотъ слабо, стокъ достигаетъ нѣкоторой величины, которая затѣмъ уже мало возрастаетъ, какъ бы долге ни продолжалось однообразное питаніе бассейна. Итакъ, по истеченіи нѣкотораго времени $\tau = \tau_0$ расходъ рѣки у поста А, а слѣдовательно, и высота по рейкѣ достигнуть такой величины, которая далѣе уже почти не возрастаетъ съ возрастаніемъ τ . Пусть по истеченіи промежутка времени τ_0 , т. е. къ моменту наступленія максимум'а у поста А, выпаденіе осадковъ въ бассейнѣ прекратилось. Спустя нѣкоторое время, къ моменту наступленія максимум'а у поста В, расходъ съ площади S_{B-A} , т. е. съ части бассейна, изливающего свои воды въ рѣку между постами А и В, окажется уже уменьшившимся и уменьшеніе это тѣмъ значительнѣе, чѣмъ болѣе промежутокъ времени между наступленіями максимум'овъ у А и у В; оно возрастаетъ, слѣдовательно, съ возрастаніемъ разстоянія между этими постами. Чтобы расходъ и высота воды достигли у поста В своего наибольшаго возможнаго значенія при данномъ q_0 , необходимо, чтобы τ было болѣе τ_0 , въ прямой зависимости отъ большаго разстоянія отъ В, нежели отъ А, всѣхъ элементовъ площади бассейна S_A . Обозначимъ ту наибольшую высоту, которой горизонтъ воды можетъ достигнуть у поста В при $q = q_0$ черезъ B_0 , и пусть при этомъ должно быть $\tau \geq \tau_1$. Между тѣмъ какъ у поста А наибольшая высота воды при $\tau > \tau_0$, оставаясь равною A_0 , не зависитъ болѣе отъ τ , у поста В, съ возрастаніемъ τ отъ τ_0 до τ_1 , она возрастаетъ отъ B'_0 до B_0 .

Та же самая наибольшая высота воды А можетъ быть достигнута у поста А при $\tau < \tau_0$, если только $q > q_0$; при этомъ наибольшая высота достигнутая у поста В будетъ, однако, менѣе B'_0 .

Отсюда для рассматриваемаго предѣльнаго случая вытекають слѣдующія два положенія:

1) Притоки оказываютъ умѣряющее вліяніе на паводки главной рѣки и

2) По мѣрѣ удаленія отъ верховьевъ на величину возвышенія воды все большее и большее вліяніе пріобрѣтаетъ продолжительность усиленнаго питанія рѣки, между тѣмъ какъ

вліяніе сильныхъ, но непродолжительныхъ дождей и ливней ослабѣваетъ.

Явленіе это по характеру и результатамъ вполне аналогично разсмотрѣнному выше явленію растеканія наводковъ вдоль по рѣкѣ, лишенной притоковъ съ переменнымъ расходомъ воды.

Нѣкоторое приближеніе къ разсмотрѣнному выше предѣльному случаю, когда на всемъ бассейнѣ выше нѣкотораго поста В устанавливается на время однообразная дождливая погода, встрѣчается иногда въ природѣ, если постъ В расположенъ не слишкомъ далеко отъ верховьевъ, когда, слѣдовательно, площадь бассейна рѣки S_B не слишкомъ велика. По мѣрѣ удаленія отъ верховьевъ, связь между состояніемъ воды въ главной рѣкѣ и въ притокахъ постепенно теряется все болѣе и болѣе, такъ что, если рѣка достаточно длинна, получается нѣкоторое приближеніе къ другому предѣльному случаю, а именно, когда высоту воды въ притокахъ можно разсматривать какъ совершенно независящую отъ высоты воды въ главной рѣкѣ. Таковы, напр., всѣ рѣки, впадающія въ Волгу ниже устья Камы. Основываясь на теоріи вѣроятностей можно доказать, что такіе притоки въ громадномъ большинствѣ случаевъ должны оказывать умѣряющее вліяніе на наводки главной рѣки. Вліяніе это тѣмъ значительнѣе, чѣмъ болѣе число такихъ притоковъ и менѣе площадь бассейна каждого изъ нихъ.

Паводки на Волгѣ могутъ служить прекрасною иллюстраціей приведенныхъ выше положеній. Въ весеннее половодье, которое является слѣдствіемъ продолжительнаго таянія снѣга, уже начиная съ Рыбинска, вода поднимается на 2—4 сажени выше, нежели при самыхъ сильныхъ лѣтнихъ паводкахъ причиняемыхъ дождями. По мѣрѣ удаленія отъ верховьевъ, относительная высота лѣтнихъ паводковъ уменьшается все болѣе и болѣе, сравнительно съ весеннимъ подъемомъ воды, продолжительность котораго къ тому же значительно превышаетъ продолжительность лѣтнихъ паводковъ.

Не трудно показать, что, подобно постепенному пониже-

нію гребня лѣтнихъ паводковъ относительно установившихся горизонтовъ, должно наблюдаться пониженіе гребня лѣтнихъ паводковъ и относительно соотвѣтственныхъ (т. е. табличныхъ) горизонтовъ. Изъ равенства временъ, въ теченіе которыхъ горизонтъ воды стоитъ ниже соотвѣтственныхъ горизонтовъ двухъ водомѣрныхъ постовъ А и В, слѣдуетъ, что если въ теченіе нѣкотораго періода, пока у водомѣрнаго поста А высота воды была меньше A_0 , у нижележащаго поста В наблюдалась высота воды большая соотвѣтственной A_0 , т. е. болѣе ${}_B C_{A_0}$, то въ теченіе такого же періода, при высотѣ воды у верхняго поста А болѣе нежели A_0 , у нижняго поста должны наблюдаться высоты, меньшія ${}_B C_{A_0}$. Уклоненія эти зависятъ, конечно, въ значительной степени отъ перемѣннаго расхода съ площади $S_{(B-A)}$.

Положимъ нѣкоторый паводокъ лѣтомъ поднялъ у поста А воду до A_0 . Если A_0 довольно значительно, то одновременно только въ рѣдкихъ случаяхъ расходъ съ площади $S_{(B-A)}$ достигнетъ той величины, какую онъ имѣлъ, когда та же высота A_0 наблюдалась у верхняго поста въ весеннее половодье.

Вслѣдствіе меньшей величины площади бассейна $S_{(B-A)}$ нежели S_A , расходъ съ этой площади достигнетъ у поста В maximum'a ранѣе, нежели расходъ съ площади S_A у поста А; ко времени наступленія maximum'a у А, расходъ у поста В съ площади S_{B-A} долженъ уже упасть въ значительной мѣрѣ, между тѣмъ какъ весною, во время продолжительнаго таянія снѣга, расходъ держится на большой высотѣ. Когда весною, къ концу половодья, горизонтъ воды, опускаясь, достигнетъ A_0 , то, хотя въ бассейнѣ $S_{(B-A)}$ можетъ и не быть болѣе снѣга, пропитавшаяся влагой почва отдастъ въ это время большія количества воды рѣкѣ. Кромѣ того, при быстромъ паденіи воды въ рѣкѣ весною, съ ослабленіемъ подпора, должна усиленно поступать вода изъ залитыхъ мѣстъ и грунтовая; наоборотъ, при подъемѣ горизонта воды, паводокъ заграживаетъ часть высоты на пополненіе водою такихъ заливаемыхъ мѣстъ. Исходя изъ этого, видимъ, что во время половодья горизонтъ воды, наблюдаемый у поста В, долженъ давать уклоненія вверхъ

отъ B_{CA} между тѣмъ какъ гребни паводковъ и вообще верхнія выпуклыя части кривой колебанія горизонта воды дѣйствительно должны давать уклоненія внизъ отъ B_{CA} , что вполне согласуется съ дѣйствительностью. Кажущіяся иногда исключенія только подтверждаютъ общее правило. Дѣйствительно, иной разъ случается, что паводокъ усиливается одновременнымъ еще болѣе значительнымъ паводкомъ большаго притока, вслѣдствіе чего у впаденія этого притока высота воды можетъ подняться выше B_{CA} , напр., до B_1 , между тѣмъ какъ гребень паводка у верхняго поста дошелъ только до A . Въ такомъ случаѣ роль главной рѣки переходитъ временно къ вліятельному притоку $A'B$, для котораго указанное выше соотношеніе сохраняетъ свою силу, т. е.

$$B_1 < B_{CA},$$

если A' означаетъ высоту гребня паводка у поста A' на притока $A'B$.

Наиболѣе низкая высота воды на средней Волгѣ, ниже Рыбинска, наблюдается осенью, передъ самымъ ледоставомъ, во время быстрыхъ и сильныхъ колебаній горизонта воды, принимаемыхъ остановками льда въ различныхъ поперечныхъ сѣченіяхъ на протяженіи рѣки. Въ общемъ ходѣ постепенныхъ измѣненій горизонта воды эти колебанія представляются незначительными эпизодами и, въ виду того, что для расчета таблицъ берутся колебанія горизонта воды въ теченіе значительнаго промежутка времени, такіа случайныя колебанія почти не вліяютъ на результатъ расчета. За приведеннымъ исключеніемъ, колебанія горизонта воды совершаются при низкихъ горизонтахъ гораздо медленнѣе, нежели при болѣе высокихъ, что, конечно, должно выразиться и въ относительно меньшей для первыхъ величинъ расхожденія между собою горизонтамъ—установившагося и соотвѣтственнаго, а также и истиннаго. Въ общемъ между истиннымъ, соотвѣтственнымъ и установившимся горизонтами для нижней вогнутой части кривой колебанія горизонта воды, лежащей ниже основнаго го-

ризонта, должно сохраняться то же соотношеніе, что и для верхней выпуклой ея части, лежащей выше основнаго, т. е. соотвѣтственный и установившійся будутъ оба меньше истиннаго и притомъ соотвѣтственный горизонтъ будетъ ближе къ истинному, нежели установившійся. Въ томъ случаѣ, однако, когда у верхняго поста произойдетъ болѣе продолжительная остановка на низкомъ горизонтѣ, у нижележащаго поста горизонтъ воды можетъ опуститься ниже соотвѣтственнаго горизонта, а именно—до установившагося, почему для такихъ случаевъ и является, повидному, необходимость дополнить таблицу соотвѣтственныхъ горизонтовъ таблицею установившихся горизонтовъ.

Для рѣки, получающей притоки съ переменнымъ расходомъ воды, установившійся горизонтъ былъ опредѣленъ какъ такой горизонтъ, на которомъ вода остановится, если расходъ съ единицы площади бассейна станетъ величиною постоянной. Въмѣсто того, опредѣлимъ теперь установившійся горизонтъ совершенно независимо отъ величины расходовъ въ рѣкѣ и ея притокахъ, пользуясь выведеннымъ выше соотношеніемъ между установившимся и наблюдаемымъ горизонтами для рѣки, лишенной притоковъ съ переменнымъ расходомъ воды. Дѣйствительно, если притоки, впадающіе въ рѣку между постами А и В, мало вліяютъ на показанія послѣдняго, то упомянутыя соотношенія (стр. 732) должны въ общемъ сохраниться. Среднее изъ предѣловъ для $v_{УА}$ въ этомъ случаѣ будемъ принимать за установившійся горизонтъ $v_{УА}$.

Чтобы составить таблицу установившихся горизонтовъ для нѣкотораго протяженія рѣки, необходимо имѣть за известный періодъ времени для ряда постовъ, не слишкомъ удаленныхъ другъ отъ друга, напр., для Волги ниже Рыбинска на разстояніи около 75 верстъ, которыя проходятся паводкомъ приблизительно въ однѣ сутки. Къ сожалѣнію, нельзя полагаться на вѣрность наблюденій высотъ воды за прошлые годы на многихъ постахъ и во всякомъ случаѣ, раѣе нежели воспользоваться этими данными, необходимо подвергнуть ихъ

тщательной критикѣ, которая можетъ быть значительно облегчена таблицами соотвѣтственныхъ горизонтовъ. Работа эта еще не сдѣлана и таблицы установившихся горизонтовъ не вычислены. До сихъ поръ однако, отсутствіе этихъ таблицъ, болѣе всего нужныхъ для горизонтовъ ниже основнаго, не было слишкомъ замѣтно. Мы видѣли, что разница между соотвѣтственными и установившимися горизонтами незначительна для низкихъ горизонтовъ, и потому замѣна однихъ другими не должна быть особенно чувствительной, тѣмъ болѣе, что впадающіе между постами притоки, коль скоро въ нихъ нѣтъ водомѣрныхъ постовъ, все же вносятъ нѣкоторую погрѣшность въ ожидаемую для нижележащаго поста высоту воды.

Для небольшихъ разстояній, высоты горизонта воды, соотвѣтственныя наблюденнымъ у верхняго поста, очень близки къ наблюденнымъ въ дѣйствительности у нижняго поста, если только вліяніе промежуточныхъ притоковъ неощутительно. Во многихъ случаяхъ поправка, которую слѣдуетъ ввести въ данную, даваемую таблицей, такъ невелика, что ее можно оцѣнить приблизительно съ достаточной для практики точностью, а такъ какъ знакъ поправки извѣстенъ, то и получить т. о. ожидаемую у нижележащаго поста высоту воды. На приложенныхъ чертежахъ приведены, примѣры иллюстрирующіе взаимныя отношенія высотъ табличныхъ и истинныхъ. Такъ, кривая $вО_1$, построенная для Ярославля по наблюденіямъ у Рыбинска, почти совпадаетъ съ кривой выражающею колебанія горизонта воды у Ярославля. Незначительныя уклоненія первой отъ второй, очевидно, подтверждаютъ выведенныя соотношенія

Для большихъ разстояній между постами расхожденіе кривыхъ—построенной по наблюденіямъ у верхняго поста и изображающей дѣйствительныя колебанія у нижняго поста—вообще значительнѣе. Въ случаѣ отсутствія вліятельныхъ притоковъ расхожденіе не достигаетъ, однако, такой величины, которая бы не позволяла пользоваться табличными данными, такъ можно видѣть на примѣрѣ Царицына, для котораго вы-

черчены колебанія горизонта воды въ навпацію 1894 года, и кривая, построенная по колебаніямъ горизонта воды у Самары, по таблицѣ соответственныхъ горизонтовъ Самара — Царицынъ.

Изъ приложенныхъ графиковъ видно, что наибольшія уклоненія отъ табличныхъ даютъ гребни паводковъ. По этому поводу замѣтимъ, что опредѣленіе ожидаемой наибольшей высоты подъема воды составляетъ самую трудную задачу для предсказанія. Въ Западной Европѣ и Сѣверной Америкѣ, гдѣ предсказанія имѣютъ главной цѣлью предупрежденіе о наводненіяхъ, на рѣшеніе этой задачи направлены преимущественныя усилія. Къ тому же для Западной Европы трудность задачи гораздо больше, нежели для Волги, какъ вслѣдствіе меньшихъ площадей бассейна и длины рѣкъ, сравнительно съ Волгой—ниже Рыбинска, такъ и вслѣдствіе большей сложности рельефа и почвы, вызывающей крайне неравномѣрное распредѣленіе осадковъ и разнообразныя условія стока воды на сравнительно небольшой площади. На Волгѣ предсказывается наименьшая ожидаемая глубина на судовомъ ходѣ; гораздо рѣже—и по необходимости съ большимъ запасомъ—размѣръ возрастанія глубины на перекатахъ при прохожденіи паводка; наконецъ, смѣна съ прибыли на убыль и наоборотъ далеко не такъ часта на Волгѣ, какъ въ меньшихъ рѣкахъ Западной Европы. Т. о. рѣшеніе задачи о наибольшемъ подъемѣ воды въ данномъ случаѣ далеко не играетъ той рѣшающей роли, что за границей и можетъ быть для Волги допущено пока менѣе строгое.

Мы видѣли, что колебанія горизонта воды по мѣрѣ передачи внизъ по рѣкѣ постепенно сглаживаются противъ табличныхъ; высота горизонта воды становится относительно болѣе устойчивой по мѣрѣ удаленія отъ верховьевъ. Принявъ какой нибудь методъ сглаживанія, можно приблизительно опредѣлить входящія въ формулу k —ты сравненіемъ рассчитанныхъ и наблюденныхъ высотъ воды и, такимъ образомъ, приблизиться нѣсколько къ рѣшенію задачи. Сглаживаніе, при-

веденное выше на стр. 735 вводить въ расчетъ деформацию паводка, зависящую только отъ его вида, а не отъ переменнаго расхода промежуточныхъ притоковъ, находящагося въ нѣкоторой зависимости отъ постепеннаго возростанія площади бассейна рѣки. Мы видѣли, что на самомъ дѣлѣ вліяніе притоковъ, въ общемъ аналогичное растеканію паводка и суммирующееся съ нимъ, ведетъ къ такому усиленію этой деформации, что наибольшая величина, которую можетъ дать для опредѣленія ея формула (8), оказывается недостаточной. На практикѣ примѣнялся болѣе простой способъ — сглаживаніи наблюдаемыхъ у верхняго поста высотъ воды.

Пусть послѣ нѣкоторой остановки на дѣленіи A_0 горизонтъ воды у верхняго поста A начинаетъ измѣняться такъ, что наблюдаемые послѣдовательно черезъ равные промежутки времени, напр., 24 часа—высоты воды были:

$$A_0, A_1, A_2, A_3 \dots (a)$$

По этимъ показаніямъ составимъ новый рядъ:

$$A_0, A'_1, A'_2, A'_3 \dots (a')$$

$$\text{гдѣ } A'_{i+1} = A'_i + \frac{A_{i+1} - A'_i}{m} \text{ при } A_{i+1} > A'_i \quad (b)$$

$$A'_{i+1} = A'_i + \frac{A_{i+1} - A'_i}{n} \text{ при } A_{i+1} < A'_i ;$$

m и n —нѣкоторыя постоянныя цѣлыя числа.

Рядъ (а') примемъ за сглаженные показанія поста A , и найдемъ изъ таблицъ соотвѣтственные этимъ показаніямъ горизонты для поста B . Подобравъ приличнымъ образомъ k —ты m и n , можно достигнуть большаго приближенія къ наблюдаемымъ у нижняго поста высотамъ воды. При такомъ способѣ какъ бы теряется нѣсколько заблаговременность пред-

сказанія сравнительно съ тѣмъ приѣмомъ, когда къ табличнымъ даннымъ вводится поправка на ошущь. На самомъ дѣлѣ въ послѣднемъ случаѣ входитъ въ скрытомъ видѣ нѣкоторое предположеніе о быстротѣ спада воды вслѣдъ за максимумомъ у поста А. Возстановить до нѣкоторой степени длину срока предсказаній можно, принимая, что опусканіе горизонта воды у верхняго поста А послѣ максимума совершается съ такою же быстротою, какъ и подъемъ ея. На самомъ дѣлѣ опусканіе почти всегда совершается гораздо медленнѣе, и потому, сдѣлавъ означенное допущеніе, получимъ въ большинствѣ случаевъ минимальную высоту паводка у нижняго поста.

Пока не удалось найти удовлетворительнаго приѣма сглаживанія. Изъ приложенныхъ чертежей видно, что, при отсутствіи вліятельныхъ притоковъ и не слишкомъ быстрыхъ колебаній высоты воды, данныя таблицы соотвѣтствующихъ горизонтовъ требуютъ лишь небольшой поправки, чтобы дать истинный горизонтъ воды, а потому особая формула въ этомъ случаѣ является, пожалуй, излишней. Ниже впаденія Камы колебанія горизонта воды на Волгѣ столь медленны, что даже для значительныхъ разстояній поправки не особенно велики; выше Камы, чтобы получить удовлетворительную формулу для большаго разстоянія между постами, нужно выдѣлить вліяніе промежуточныхъ притоковъ, а до послѣдняго времени для рѣшенія задачи не имѣлось на притокахъ достаточнаго количества водомѣрныхъ постовъ.

До сихъ поръ мы разсматривали высоту горизонта воды у нижняго поста В, какъ зависящую исключительно отъ показаній одного верхняго поста А. Вліяніе промежуточныхъ впадающихъ въ рѣку между А и В притоковъ входитъ, конечно, въ таблицы соотвѣтственныхъ горизонтовъ, но во всякомъ случаѣ, только какъ нѣкоторое среднее. Во многихъ случаяхъ, однако, вліяніе притока настолько замѣтно, что, для опредѣленія ожидаемой у нижележащаго поста высоты воды, необходимо принять въ расчетъ совершающіяся въ такомъ притоцѣ колебанія горизонта воды, для чего на немъ долженъ быть

устроенъ водомѣрный постъ, съ котораго свѣдѣнія поступали бы въ бюро предсказаній.

Опредѣленіе высоты горизонта воды у водомѣрнаго поста по высотѣ горизонта воды у постовъ на составляющихъ рѣку притокахъ.

(Черт. 11).



Пусть рѣка CD составляется изъ двухъ рѣкъ — AC и BC .

Предположимъ, что водомѣрные посты A и B расположены въ такихъ разстояніяхъ отъ C , что времена передачи колебаній горизонта воды отъ A къ C и отъ B къ C приблизительно одинаковы. Мы видѣли выше, что по наблюдаемымъ у поста A колебаніямъ горизонта воды могутъ быть приблизительно разсчитаны колебанія горизонта воды у нижележащаго поста A_1 ; если бы поэтому, вслѣдствіе значительной разницы въ разстояніяхъ AC и BC , такое равенство не имѣло бы мѣста, то болѣе удаленный отъ C постъ, напр., A , можно представить себѣ замѣненнымъ постомъ A_1 , лежащимъ настолько ниже A по теченію рѣки AC , что вышеприведенное предположеніе было бы справедливо для постовъ A_1 и B .

По ежедневнымъ записямъ высоты горизонта воды у постовъ A , B и C за нѣсколько лѣтъ можно составить таблицы соответственныхъ горизонтовъ, связывающія показанія постовъ: A съ C и B съ C . Обозначимъ сокращенно черезъ C_A и C_B вмѣсто c_{CA} и c_{CB} показанія рейки поста C , соответственными показаніямъ A и B верхнихъ постовъ.

Положимъ, что за весь промежутокъ времени, послужившій для разсчета таблицъ соответственныхъ горизонтовъ C_A и C_B , извѣстны также переменные расходы воды у постовъ A , B и

С. Аналогично тому, что было сдѣлано для колебаній горизонта воды, можно составить таблицы продолжительности времени t , въ теченіе котораго расходъ воды не падалъ ниже даннаго Q у каждаго изъ постовъ А, В и С, или же построить кривыя, выражающія зависимость временъ t отъ расходовъ Q :

$$t = \Pi_{\alpha}(Q); t = \Pi_{\beta}(Q); t = \Pi_{\gamma}(Q) \dots\dots\dots (1)$$

Для тѣхъ же постовъ имѣемъ:

$$t = \Pi_1(A); t = \Pi_2(B); t = \Pi_3(C) \dots\dots\dots (2)$$

гдѣ А, В и С суть высоты, считаемыя по рейкамъ постовъ А, В и С.

Означая черезъ Q_A , Q_B и Q_C расходы у постовъ А, В и С, изъ (1) и (2) получимъ:

$$Q_A = \Phi_{\alpha}(A), Q_B = \Phi_{\beta}(B), Q_C = \Phi_{\gamma}(C) \dots\dots\dots (3)$$

Т. о. совершенно аналогично опредѣленію соответственныхъ горизонтовъ для ряда водомѣрныхъ постовъ, можетъ быть установлена зависимость между соответственными другъ другу—высотой горизонта воды по рейкѣ и расходомъ воды для каждаго изъ водомѣрныхъ постовъ А, В и С. Итакъ, расходъ Q_A соответствуетъ высотѣ А; если расходъ воды въ рейкѣ у поста А былъ столько же времени менѣе Q_A , сколько времени горизонтъ воды держался ниже высоты А по рейкѣ того же поста. Расходъ $Q_A = \Phi_{\alpha}(A)$ будетъ, очевидно, мало отличаться отъ средняго расхода при горизонтѣ А у водомѣрнаго поста А. Пусть извѣстны приблизительные расходы для ряда положеній горизонта воды у поста А; въ такомъ случаѣ интерполированіемъ можетъ быть построена кривая, выражающая зависимость расхода отъ высоты стоянія воды; кривая эта можетъ быть принята за приблизительное выраженіе искомой $Q_A = \Phi_{\alpha}(A)$.

Совершенно аналогично можетъ быть выражена и обратная зависимость—высоты горизонта воды соответственной данному расходу. Обозначенная черезъ $\Phi_{-\gamma}$ функцію обратную Φ_{γ} имѣемъ изъ (3):

$$C = \Phi_{-\gamma}(Q_c) \dots \dots \dots (4).$$

По даннымъ кривымъ колебанія расходовъ Q_A , Q_B и Q_C приведемъ въ соотвѣтствіе другъ съ другомъ, т. е. свяжемъ посредствомъ ф-и Φ сумму расходовъ у А и В съ расходомъ у С; иначе, разсчитаемъ.

$$Q_c = \Phi_{\gamma}(Q_A + Q_B) \dots \dots \dots (5)$$

Изъ (4) и (5) имѣемъ:

$$C = \Phi_{-\gamma} \left\{ \Phi_{\gamma}(Q_A + Q_B) \right\} = \Phi_{-\gamma, \gamma}(Q_A + Q_B) \dots \dots (6).$$

$\Phi_{-\gamma}$ и $\Phi_{-\gamma, \gamma}$ очевидно, можетъ быть получена непосредственно изъ кривыхъ колебанія: г-та воды у С и суммы расходовъ $Q_A + Q_B$.

Подставляя въ (6) вмѣсто Q_A и Q_B ихъ выраженія черезъ А и В изъ (3), будемъ имѣть:

$$C = \Phi_{-\gamma, \gamma} \left\{ \Phi_{\alpha}(A) + \Phi_{\beta}(B) \right\} \dots \dots \dots (7)$$

Выраженіе (7) примемъ за горизонтъ у поста С соотвѣтственный показаніямъ А и В и двухъ верхнихъ постовъ. Въ отличіе отъ наблюдаемыхъ на посту С горизонтовъ воды, обозначимъ этотъ соотвѣтственный горизонтъ черезъ C_{AB} . Всѣ соотношенія между соотвѣтственными, установившимися*) и наблюдаемыми горизонтами воды, которыя были выведены для двухъ водомѣрныхъ постовъ, поскольку эти соотношенія не нарушаются переменнымъ состояніемъ притока, остаются справедливыми отдѣльно для каждой пары постовъ А съ С и В съ С, а слѣдовательно, могутъ быть также распространены на рѣку съ притокомъ, если принять за соотвѣтственный горизонтъ C_{AB} выраженіе (7).

*) Подъ установившимся горизонтомъ « U_A » слѣдуетъ понимать въ данномъ случаѣ тотъ г-тъ, на которомъ вода остановилась бы у поста С, еслибы въ вѣтви АС установился постоянный г-тъ А у поста А, и одновременно въ вѣтви ВС—постоянный г-тъ В у поста В. Т. е. « U_A » подобно C_A есть ф-ія отъ двухъ переменныхъ—А и В.

Расходы Q_A и Q_B можно было бы привести въ соотвѣтствіе съ горизонтомъ воды у поста С, вмѣсто А и В, т. е. вмѣсто (3) ^аразсчитать

$$Q_A = \Phi_1 (C); Q_B = \Phi_2 (C) \dots \dots \dots (8)$$

причемъ для всякихъ А и В, очевидно должно, быть

$$\Phi_1 (C)_{C=C_A} = \Phi_1 (C_A) = \Phi_\alpha (A)$$

$$\Phi_2 (C)_{C=C_B} = \Phi_2 (C_B) = \Phi_\beta (B)$$

а потому выраженіе (7) можно замѣнить слѣдующимъ:

$$C_{AB} = \Phi_{-\gamma}, \text{ в } [\Phi_1 (C_A) + \Phi_2 (C_B)] \dots \dots \dots (9)$$

Если колебанія расходовъ Q_A и Q_B не даны, то вмѣсто неизвѣстныхъ эмпирическихъ Φ —ій Φ_α и Φ_β , приходится выбрать какія-нибудь аналитическія Φ_ϵ и Φ_η . Приведа колебанія значеній суммы

$$\Phi_2 (C_A) + \Phi_\eta (C_B) = C'_{AB}$$

въ соотвѣтствіе съ колебаніями высоты воды у поста С, получимъ значеніе Φ —іи Φ_0 , входящей въ выраженіе:

$$C_{AB} = \Phi_0 [\Phi_\epsilon (C_A) + \Phi_\eta (C_B)] = \Phi_0 (C'_{AB}) \dots \dots (10)$$

Для болѣе удобнаго разсчета примемъ для Φ_ϵ и Φ_η наиболѣе простую Φ —ію Φ

$$\Phi_\epsilon = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} C_A ; \Phi_\eta = \frac{\beta}{\alpha+\beta} C_B$$

откуда

$$C'_{AB} = \frac{\alpha C_A + \beta C_B}{\alpha + \beta} = \frac{C_A + \kappa C_B}{1 + \kappa} = C_A + \frac{\kappa}{1 + \kappa} (C_B - C_A) \dots (10)$$

Производная $\frac{d\Phi}{dx}$ отъ $\Phi (x)$ всегда положительна, а потому коэффиціенты α , и β а слѣдовательно, и $\kappa = \frac{\beta}{\alpha}$ всегда положительны.

Введя $k_1 = \frac{k}{1+k}$, имѣемъ

$$C_{AB} = C_A + k_1 (C_B - C_A) \dots \dots (12).$$

Для того, чтобы выраженіе

$$C_{AB} = \Phi_0 \left(\frac{\alpha C_A + \beta C_B}{\alpha + \beta} \right)$$

давало бы всегда тождественныя значенія съ выраженіемъ (9), должно быть выполнено слѣдующее необходимое и достаточное условіе:

При всякихъ измѣненіяхъ высотъ А и В, удовлетворяющихъ условію

$$Q_A + Q_B = \text{const} \dots \dots (13)$$

должно быть одновременно

$$C'_{AB} = \frac{\alpha C_A + \beta C_B}{\alpha + \beta} = \frac{C_A + k C_B}{1 + k} = \text{const} \dots \dots (14).$$

Условіе (14) можетъ служить лишь для опредѣленія отношенія $\frac{\beta}{\alpha} = k$, причемъ одна изъ величинъ α или β можетъ быть выбрана произвольно.

Дифференцируя выраженіе (13) и (14) по переменнымъ C_A и C_B выразимъ условіе слѣдующимъ образомъ:

При измѣненіяхъ высотъ горизонта воды у постовъ А и В, удовлетворяющихъ условію

$$\frac{dQ_A}{dC_A} dC_A + \frac{dQ_B}{dC_B} dC_B = 0 \dots \dots (15)$$

должно быть одновременно

$$\left[1 + \frac{C_B - C_A}{1 + k} \cdot \frac{dk}{dC_A} \right] dC_A + \left(k + \frac{C_B - C_A}{1 + k} \cdot \frac{dk}{dC_B} \right) dC_B = 0 \dots \dots (16)$$

откуда

$$\left(1 + \frac{C_B - C_A}{1 + k} \cdot \frac{dk}{dC_A} \right) : \left(k + \frac{C_B - C_A}{1 + k} \cdot \frac{dk}{dC_B} \right) = \frac{dQ_A}{dC_A} : \frac{dQ_B}{dC_B} \dots \dots (17)$$

Для перваго приближенія допустимъ, что k измѣняется слабо съ измѣненіемъ C_A и C_B , такъ что можно пренебречь въ выраженіи (17) членами, въ которые входятъ множителями $\frac{dk}{dC_A}$ и $\frac{dk}{dC_B}$. Въ такомъ случаѣ изъ (17)

$$k = \beta : \alpha = \frac{dQ_B}{dC_B} : \frac{dQ_A}{dC_A} \quad \dots \dots \dots (18)$$

но

$$\frac{dQ_A}{dC_A} = \left(\frac{dQ_A}{dC} \right)_{C=C_A}; \quad \frac{dQ_B}{dC_B} = \left(\frac{dQ_B}{dC} \right)_{C=C_B} \quad \dots \dots \dots (19)$$

слѣдовательно

$$k = \beta : \alpha = \left(\frac{dQ_B}{dC} \right)_{C=C_B} : \left(\frac{dQ_A}{dC} \right)_{C=C_A} = \frac{(dQ_B)_{C=C_B}}{(dQ_A)_{C=C_A}} \quad \dots \quad (20)$$

$\frac{dQ_A}{dC}$ и $\frac{dQ_B}{dC}$ вообще возрастаютъ съ возрастаніемъ C , подобно

тому какъ $\frac{dQ_A}{dA}$ и $\frac{dQ_B}{dB}$ возрастаютъ съ возрастаніемъ A и B ,

а потому, при $Q_A + Q_B = \text{const.}$, k возрастетъ вмѣстѣ съ разностью $(C_B - C_A)$.

Съ нѣкоторымъ приближеніемъ расходъ воды въ рѣкѣ въ зависимости отъ высоты стоянія горизонта воды можетъ быть выраженъ формулой

$$Q = c (h + h_0)^n$$

гдѣ c , h_0 и n нѣкоторые постоянныя числа, причемъ $1 < n < 2$.

Расходы Q_A и Q_B можно приблизительно выразить, т. о. черезъ показанія постовъ A и B . Вмѣсто A и B введемъ соотвѣтственные имъ C_A и C_B , сохранивъ форму выраженія.

Итакъ, пусть съ нѣкоторымъ приближеніемъ

$$Q_A = \alpha_1 (C_A + C_0)^m; \quad Q_B = \beta_1 (C_B + C_0)^n \quad \dots \dots (21)$$

причемъ m и n —болѣе единицы и менѣе двухъ, α_1 , β_1 и C_0 —нѣкоторые постоянныя.

Изъ (21) имѣемъ:

$$\left. \begin{aligned} dQ_A &= m\alpha_1 (C_A + C_0)^{m-1} dC_A \\ dQ_B &= n\beta_1 (C_B + C_0)^{n-1} dC_B \end{aligned} \right\} \dots (22).$$

Поставленное выше условіе (выраженія (13) и (14) должны одновременно равняться постояннымъ)—получить слѣдующій видъ: если $\alpha_1 (C_A + C_0)^m + \beta_1 (C_B + C_0)^n = \text{const.} \dots (23)$ то должно быть одновременно

$$\frac{\alpha (C_A + C_0) + \beta (C_B + C_0)}{\alpha + \beta} = \text{const.} \dots (24).$$

Обозначивъ черезъ ε нѣкоторую постоянную, изъ (23) и (24) имѣемъ

$$\frac{\alpha}{\alpha + \beta} = \varepsilon \alpha_1 (C_A + C_0)^{m-1}; \quad \frac{\beta}{\alpha + \beta} = \varepsilon \beta_1 (C_B + C_0)^{n-1}$$

откуда

$$k = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\beta_1}{\alpha_1} \frac{(C_B + C_0)^{n-1}}{(C_A + C_0)^{m-1}} = \frac{m}{n} \frac{(dQ_B)_{C_B}}{(dQ_A)_{C_A}} \dots (25)$$

m и n вообще должны мало разниться другъ отъ друга; принимая $m = n$, получимъ для k выраженіе (20).

Чтобы k было, постояннымъ необходимо, чтобы $m = n = 1$; т. е. чтобы Q_A и Q_B выражались линейною функціей отъ C_A и C_B . Если

$$Q_A = \alpha (C_A + C_0); \quad Q_B = \beta_1 (C_B + C_0) \dots (26)$$

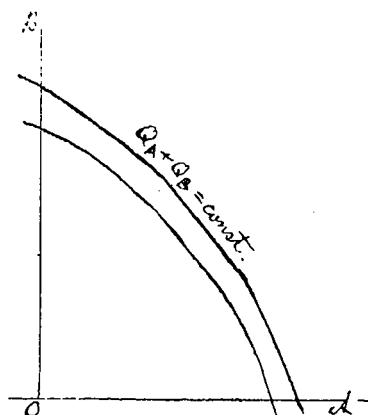
$$\text{тогда } k = \frac{\beta_1}{\alpha_1} = \text{const.}$$

Въ общемъ случаѣ постояннымъ k нельзя удовлетворить поставленному условію, т. к. m и n обыкновенно болѣе единицы.

Для каждаго даннаго момента состояніе горизонта воды у постовъ А и В можетъ быть изображено точкою на плоскости при помощи координатныхъ осей ОА и ОВ, по которымъ откладываются наблюдаемая одновременно у этихъ постовъ высоты воды А и В. Построимъ на этихъ осяхъ систему кривыхъ

$$Q_A (A) + Q_B (B) = \text{const.} \dots (27) \text{ (черт. 12).}$$

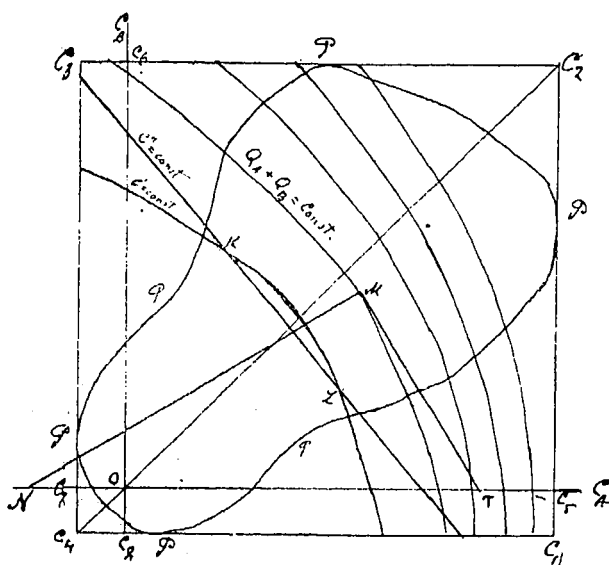
Расходъ въ рѣкѣ растетъ вообще не пропорціонально воз-
растанію высоты горизонта воды, а нѣсколько быстрее, т. е.
Черт. 12.



$$\frac{d^2 Q_A}{dA} > 0 \text{ и } \frac{d^2 Q_B}{dB} > 0$$

а потому кривыя (27) обращены вогнутостью въ сторону
убывающихъ А и В, какъ показано на чертежѣ. Точно также
если, взявъ за переменныя C_A и C_B вмѣсто А и В, построить
на осяхъ OC_A и OC_B кривыя (черт. 13).

Черт. 13.



$$*) Q_A (C_A) + Q_B (C_B) = \text{const} \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

последнія будутъ вообще обращены вогнутостью въ сторону убывающихъ C_A и C_B . Системѣ кривыхъ (28) должна быть, очевидно, равносильна система (14), или переписанная иначе

$$C_B = - \frac{1}{k} C_A + \frac{1}{k} C'_{AB} \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Уголъ $MTC_A = \lambda$, составляемый касательною къ кривой (14) или (29) съ осью OC_A , опредѣляется изъ выраженія:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \lambda = \frac{dC_B}{dC_A} &= - \frac{(dQ_A)_{C_A}}{(dQ_B)_{C_B}} = \text{приблизительно} - \frac{1}{k} \\ \text{откуда } k &= \frac{(dQ_B)_{C_A}}{(dQ_A)_{C_B}} = \operatorname{tg} MNC_A \quad . \quad . \quad (30) \end{aligned}$$

т. е. tg угла составляемаго нормально къ кривой съ осью OC_A

Отложивъ $OC_1 = OC_6 = \text{maximum } C$, $OC_7 = OC_8 = \text{minimum } C$, построимъ квадратъ $C_1 C_2 C_3 C_4$.

Пока высота горизонта воды у постовъ А и В держится въ тѣхъ же предѣлахъ, какъ и въ теченіе періода, послужившаго для расчета таблицъ соответственныхъ горизонтовъ C_A и C_B , всякая комбинація одновременныхъ положеній горизонтовъ воды у этихъ постовъ изобразится точкою внутри построеннаго квадрата. На самомъ дѣлѣ, однако, наблюдаться будутъ далеко не всѣ возможныя въ указанныхъ предѣлахъ комбинація высотъ А и В. Для каждаго значенія C_A отложимъ ординаты: maximum C_B и minimum C_B , соответствующія maximum'у и minimum'у горизонта воды В, наблюдавшимся одновременно съ даннымъ А. Соединивъ построенныя т. о. точки кривою Р Р Р Р, очертимъ площадь, внутри которой расположены всѣ точки, изображающія состояніе горизонта воды у А и В одновременно по наблюденіямъ за весь періодъ времени, послужившій для составленія таблицъ. Построивъ

*) Фиг. Q_A и Q_B , означающія расходы у постовъ А и В для данныхъ высотъ г. воды А и В, имѣютъ въ (28), очевидно, иной видъ, нежели въ (27).

нормали къ кривой $Q_1 + Q_2 = \text{const.}$, въ точкахъ пересѣченія послѣдней съ кривою $P P P P$, получимъ предѣльные значенія k для каждой кривой (28) въ видѣ угла нормали съ осью OS_A . Чѣмъ тѣснѣе предѣлы, между которыми колеблется горизонтъ воды у поста B , когда наблюдается одинъ и тотъ же горизонтъ воды A у поста A , тѣмъ менѣе площадь $P P P P$ и тѣмъ ближе къ совпаденію максимум и минимум величины k , т. е. тѣмъ ближе k къ постоянному количеству.

Определение Φ_0 . Положимъ, что k -тъ k извѣстенъ, и требуется найти соотношеніе между C'_{AB} и C_{AB}

Принимая, что

$$C'_{AB} = \frac{C_A + k C_B}{1 + k} \dots \dots \dots (31)$$

суть ежедневныя показанія нѣкотораго фиктивного поста C' , составимъ таблицу соотвѣтственныхъ горизонтовъ для постовъ C и C' , т. е. найдемъ, слѣдовательно,

$$C_{AB} = \Phi_0 (C'_{AB}) \dots \dots \dots (32)$$

Припомнимъ, что

$$\begin{aligned} \max. C_{AB} &= \max C_A = \max C_B = \max C, \\ \min. C_{AB} &= \min C_A = \min C_B = \min C, \end{aligned}$$

и сравнивая между собою выраженія C_{AB} по (32) и C'_{AB} по (31), замѣтимъ слѣдующее:

Высшее значеніе C'_{AB} получается въ томъ случаѣ, когда въ (31) будутъ подставлены $\max C_A$ и $\max C_B$, т. е. когда у постовъ A и B будутъ одновременно наблюдаться наивысшія показанія реекъ. На самомъ дѣлѣ, въ теченіе періода, послужившаго для расчета таблицы, такое одновременное совпаденіе самыхъ высокихъ стояній воды у A и B могло и не имѣть мѣста. По (32) $\max C_{AB}$ наступитъ тогда, когда

$$C'_{AB} = \frac{C_A + k C_B}{1 + k}$$

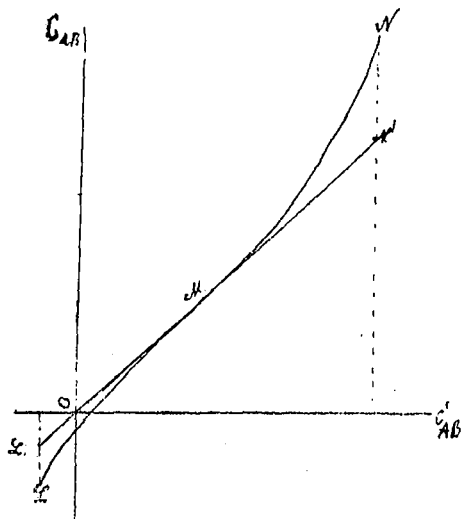
получить то наибольшее теченіе, какое оно имѣло въ теченіе

періода времени, взятаго для расчета таблицъ. Итакъ, для встрѣчающихся въ дѣйствительности комбинацій высотъ А и В, рассчитанное по (32) $\max C_{AB} > \max C'_{AB}$, рассчитаннаго по (31). Совершенно аналогично можно доказать, что

$$\min C_{AB} < \min C'_{AB}$$

Для промежуточныхъ значеній C'_{AB} будетъ, очевидно, меньше отличаться отъ C_{AB} .

Черт. 14.



Откладывая по оси абсциссъ величину C'_{AB} (черт. 14), по оси ординатъ соответствующее ему C_{AB} по (32), выразимъ соотношеніе между C_{AB} и C'_{AB} въ видѣ кривой, — LMN , у-іе которой

$$C_{AB} = \Phi_0 (C'_{AB})$$

C'_{AB} выразится на тѣхъ же осяхъ прямою $L'MN'$ дѣлящую уголъ $C_{AB}OC'_{AB}$ пополамъ. Гдѣ нибудь недалеко отъ основнаго горизонта, въ точкѣ М, C_{AB} и C'_{AB} совпадаютъ. Одновременныя высоты А и В, дающія $\max C_{AB}$, а также и $\min C_{AB}$, могутъ быть легко розысканы въ ряду наблюденій постовъ А и В, когда имѣются таблицы величинъ C_A и C_B и из-

вѣстно к. Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, могутъ быть получены и наибольшія абсолютныя значенія разностей ($C_{AB} - C'_{AB}$).

Приблизительное значеніе C_{AB} по данному C'_{AB} можно получить, соединивъ прямыми точки L съ M и M съ N и принявъ ломанную LMN за изображеніе C_{AB} . Удобнѣе, конечно, составить таблицу соответственныхъ другъ другу C_{AB} и C'_{AB} .

Если, вмѣсто двухъ, примѣмъ три вѣтви A, B, E, составляющія рѣку CD, то C'_{ABE} будетъ вообще, конечно, значительнѣе отличаться отъ C_{ABE} нежели C'_{AB} отъ C_{AB} и найдется подобнымъ же образомъ изъ

$$C_{ABE} = \Phi (C'_{ABE}).$$

Опредленіе К. Если имѣются данныя, по которымъ можетъ быть построена кривая расхода въ зависимости отъ высоты стоянія воды у постовъ A и B, то лучше всего C_{AB} опредѣлится изъ выраженія (6), для чего должна быть построена таблица соответственныхъ другъ другу C и $(Q_A + Q_B)$. Въ томъ случаѣ, когда данныя о расходѣ не настолько точны, чтобы оправдать построеніе особой таблицы, можно воспользоваться ими для опредѣленія приближеннаго значенія коэффициента к. Пусть, напримѣръ, извѣстны расходы Q_A и Q_B для нѣсколькихъ отдѣльныхъ положеній горизонта воды: $A_1, A_2, A_3, \dots, A_i, A_{i+1}, \dots, B_1, B_2, B_3, \dots, B_j, B_{j+1}, \dots$. Если требуется опредѣлить к для $A_i < A < A_{i+1}$ и $B_j < B < B_{j+1}$, то можно положить на основаніи (20)

$$k = \frac{\beta_j}{\alpha_i}$$

и принять

$$\alpha_i = \frac{Q_A (C_{A_{i+1}}) - Q_A (C_{A_i})}{C_{A_{i+1}} - C_{A_i}}$$

$$\beta_j = \frac{Q_B (C_{B_{j+1}}) - Q_B (C_{B_j})}{C_{B_{j+1}} - C_{B_j}}$$

По нѣсколькимъ точкамъ можно построить кривыя α и β въ зависимости отъ А и В, или отъ C_A и C_B . Кривыя эти дадутъ для каждой комбинаціи А и В соответствующее значеніе коэффициента k . Нѣкоторое среднее значеніе k можно получить изъ выраженія

$$\text{Среднее } k = \frac{\max. Q_B - \min. Q_B}{\max. Q_A - \min. Q_A}$$

Если максимумъ расхода во много разъ превышаетъ минимумъ расхода, какъ то имѣетъ мѣсто для большинства русскихъ рѣкъ, то можно принять

$$\text{Среднее } k = \frac{\max. Q_B}{\max. Q_A}$$

Если расходы Q_A и Q_B совершенно неизвѣстны, то опредѣленіе k -та k должно быть основано исключительно на показаніяхъ водомѣрныхъ постовъ А, В и С.

Обратимся къ чертежу 13. Если мы примемъ за k нѣкоторую постоянную величину — среднюю между предѣльными его значеніями для $C'_{AB} = \text{const.}$, то у-іе (11), или равносильное ему (29) изобразить прямою пересекающую кривую (11) въ двухъ точкахъ—К и L. Обозначая черезъ C'_{AB} величину

$$C'_{AB} = C_A + k, (C_B - C_A)$$

при k постоянномъ, находимъ, что при небольшихъ абсолютныхъ значеніяхъ разности $(C_B - C_A)$, $C'' > C'$, при большихъ значеніяхъ этой разности — $C'' < C'$.

Положимъ, что В означаетъ высоту воды у поста въ болѣе слабой вѣтви. Въ такомъ случаѣ k будетъ менѣе еди-

$$\text{ницы и } k_1 = \frac{k}{1 + k} < \frac{1}{2}.$$

Среднее $k=1$ и $k_1 = \frac{1}{2}$ въ томъ случаѣ когда притоки А и В одинаково вліяютъ на колебанія высоты воды у поста С.

Средняя величина коэффициента k или k_1 , может быть определена постепеннымъ приближеніемъ.

По ежедневнымъ записямъ постовъ А и В построимъ за некоторое время кривыя колебаній C_A , C_B и C''_{AB} , принявъ за k_1 , какую либо постоянную величину

$$\frac{1}{2} > k_1 > 0.$$

Построимъ также кривую разностей ($C''_{AB} - C$), т. е. разностей между вычисленною и наблюденною высотаами горизонта воды у поста С. Если бы оказалось, что при $C_A > C_B$ разности преимущественно положительны, при $C_A < C_B$ — онѣ отрицательны, то изъ этого слѣдовало бы, что для k -та k_1 взято слишкомъ малое значеніе. При обратномъ отношеніи разностей, принятое k_1 слѣдуетъ уменьшить. Чтобы получить значеніе k -та k или k_1 , слѣдуетъ преимущественно обратить вниманіе на тѣ случаи:

1) когда колебанія горизонта воды у постовъ А, В и С незначительны, и притомъ высоты воды держатся среднихъ предѣловъ; такъ какъ въ это время горизонты соотвѣтственный и наблюдаемый наиболее близко подходятъ другъ къ другу. Мы видѣли, что, когда А и В подходятъ близко къ верхнему или нижнему предѣламъ, разность ($C_{AB} - C'_{AB}$) получаетъ наибольшія абсолютныя значенія и можетъ стать довольно замѣтною величиною (черт. 14), а потому эти предѣльные случаи неудобны для расчета k .

2) Когда абсолютныя величины разности ($C_B - C_A$) возможно больше. Дѣйствительно, при малой разности ($C_B - C_A$) величина коэффициента k_1 мало вліяетъ на величину C' или C'' и потому не можетъ быть определена сколько нибудь точно изъ разности ($C''_{AB} - C_{AB}$). Должно, однако, помнить, что при измѣненіяхъ А и В, оставляющимъ C'_{AB} постояннымъ, алгебраическая величина разностей ($C_{AB} - C''_{AB}$) "возрастаетъ съ возрастаніемъ абсолютнаго значенія разности ($C_B - C_A$).

Остановившись послѣ нѣсколькихъ подстановокъ на нѣко-

торомъ значенія k и построить кривую колебанія C'' , можно рассчитать таблицу, связывающую C''_{AB} съ C_{AB}

$$C_{AB} = \Phi (C''_{AB}) \dots \dots (34)$$

Выраженіе (34) замѣняетъ точную формулу (6) или (7).

Положимъ, рѣка получаетъ нѣсколько притоковъ, бассейны которыхъ сходны въ гидрологическомъ отношеніи; если къ тому же поверхность, занимаемая этими бассейнами не слишкомъ велика и носить равнинный характеръ, то нерѣдко они оказываются и въ сходныхъ метеорологическихъ условіяхъ. Въ такомъ случаѣ опредѣленные состоянія погоды, какъ засуха или обильные дожди, однообразныя условія питанія рѣкъ — таяніе снѣга, наконецъ, колебаніе грунтовыхъ водъ и т. п. наступаютъ въ извѣстное время на площади, обнимающей нѣсколько такихъ бассейновъ, а слѣдовательно, и связанныя съ этими явленіями опредѣленные стоянія горизонта воды въ притокахъ наступаютъ также одновременно. Высота воды, наблюдаемая на одномъ посту, можетъ считаться поэтому выраженіемъ состоянія не одной только части бассейна рѣки, лежащей выше поста, но до нѣкоторой степени также и цѣлаго окружающаго района. Въ виду невозможности имѣть водомѣрные посты на всѣхъ притокахъ, водомѣрный постъ В, являясь представителемъ и тѣхъ притоковъ, гдѣ водомѣрныхъ постовъ не устроено, исполняетъ до нѣкоторой степени роль, аналогичную метеорологической или, вѣрнѣе — дождемѣрной станціи. Въ этомъ случаѣ значеніе показаній водомѣрнаго поста В на притокѣ ВС не опредѣляется уже только долей участія послѣдняго въ наблюдаемыхъ у поста С на главной рѣкѣ колебаніяхъ горизонта воды: для такого поста, очевидно должно принять

$$k > \frac{(dQ_B)_{C^B}}{(dQ_A)_{C^A}}.$$

Опредѣленіе k должно быть сдѣлано въ этомъ случаѣ независимо отъ расходовъ Q_A и Q_B постепеннымъ приближеніемъ, какъ показано было выше.

Лѣвые притоки Волги между Шексой и Камой, повидимому, подходят къ разсматриваемому случаю, такъ что нѣсколько постовъ, какъ, напримѣръ, устроенные въ мпловую навигацію посты на Костромѣ, Унжѣ и Ветлугѣ, дадутъ возможность принять во вниманіе вліяніе на питаніе Волги колебаній запасовъ воды всей этой обширной площади.

Можетъ показаться, что вслѣдствіе допущенія нѣкоторыхъ предположеній, лишь приблизительно вѣрныхъ, соотвѣтственный горизонтъ C_{AB} , опредѣляемый изъ выраженія (34), будетъ сильно разниться отъ даваемого выраженіемъ (6) или (7), и потому приведенныя выше соотношенія между соотвѣтственными, установившимися и наблюденными горизонтами могутъ оказаться несправедливыми для $C_{AB} = \Phi(C'_{AB})$.

Чтобы разрѣшить этотъ вопросъ, обратимся къ разсмотрѣнію вліянія особенностей колебанія расхода и высоты воды въ притокѣ ВС на величину погрѣшности, являющейся слѣдствіемъ неточности принятаго k .

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ колебанія горизонта воды у С могутъ быть разсматриваемы, какъ зависящія исключительно отъ колебаній горизонта воды у одного поста А.

Положимъ, что одновременно съ даннымъ показаніемъ А поста А, на посту В наблюдается всегда опредѣленная высота $B = f(A)$, и притомъ такая, что сумма расходовъ

$$Q_A(A) + Q_B(B)$$

возрастаетъ всегда съ возрастаніемъ А, т. е. всегда

$$\frac{d(Q_A + Q_B)}{dA} > 0 \dots (35)$$

Въ такомъ случаѣ можно положить

$$Q_A(A) + Q_B(B) = \Phi_A(A) = \Phi_C(C_A)$$

откуда

$$C_{AB} = \Phi - \gamma, \delta, \epsilon(C_A) = C_A.$$

Нѣкоторое приближеніе къ этому случаю представляютъ рѣки, въ которыхъ половодье наступаетъ отъ таянія снѣга, и отдѣльныя рѣки тропическихъ странъ, имѣющія правильныя періодическія колебанія высоты воды, если только при этомъ рѣка ВС несетъ воды настолько меньше, нежели АС, что условіе (35) всегда бываетъ выполнено.

Частный случай предыдущаго — когда всегда $C_B = C_A$, т. е., когда въ обѣихъ рѣкахъ одновременно наблюдаются всегда соотвѣтственные другъ другу горизонты. Въ такомъ случаѣ

$$C_{AB} = \Phi_0 \left(C_A + \frac{1}{1 + K} (C_B - C_A) \right) = \Phi_0 (C_A) = C_A$$

Другой частный случай — когда горизонтъ воды у поста В всегда постояненъ, такъ, какъ очевидно, въ этомъ случаѣ единственною причиною колебанія горизонта воды у С являются колебанія горизонта воды у А. При $Q_B = \text{постоянному}$, $dQ_B = 0$

$$K = \left(\frac{dQ_B}{dC_B} \right) : \left(\frac{dQ_A}{dC_A} \right) = 0$$

и слѣдовательно

$$C_{AB} = \Phi_0 (C_A) = C_A,$$

т. е. соотвѣтственный горизонтъ C_{AB} опредѣляется такъ, какъ будто притоки ВС не существуетъ. Близко къ такому случаю подойдетъ рѣка, вытекающая изъ большаго озера, въ которомъ вода держится обыкновенно около одного постояннаго уровня. Сюда же относятся въ извѣстной мѣрѣ и тѣ мелкіе ручьи, которые питаются преимущественно постоянными ключами и лишь изрѣдка, во время сильныхъ дождей, даютъ въ теченіе короткаго времени много воды, и, наконецъ, до нѣкоторой степени — грунтовые воды. Хотя, конечно, такіе притоки съ постояннымъ расходомъ воды оказываютъ влияние на распространеніе паводковъ, но влияние это входитъ неявнымъ образомъ въ таблицу соотвѣтственныхъ горизонтовъ, т. е. въ ф-ю С отъ А, рассчитываемую по показаніямъ поста С,

испытывающаго это вліяніе, частью же вліяніе это выражается большей или меньшей степенью устойчивости горизонта воды у поста С сравнительно съ колебаніями у поста А, и слѣдовательно, войдетъ въ расчетъ при опредѣленіи k —товъ n и n (стр. 744).

Все сказанное о соотношеніи между соотвѣтственными, установившимися и наблюденными горизонтами, очевидно, сохраняетъ полную силу какъ для этого, такъ и для предыдущихъ случаевъ.

Изъ опредѣленія условій, при наличности которыхъ можно разсматривать колебанія горизонта воды у С, какъ зависящія исключительно отъ колебаній горизонта воды, совершающихся въ главной рѣкѣ АС, видно, что относительное значеніе различныхъ притоковъ для расчета ожидаемой высоты горизонта воды въ главной рѣкѣ вовсе не пропорціонально годовому расходу притока, а тѣмъ болѣе не пропорціонально площади его бассейна. Если принять для поста В на притокѣ k —тъ к постояннымъ, то погрѣшность будетъ тѣмъ менѣе, чѣмъ менѣе разность $(C_B - C_A)$, т. е. разность горизонтовъ, соотвѣтственныхъ одновременно наблюдаемымъ горизонтамъ А и В, чѣмъ незначительнѣе колебанія расхода у поста В въ притокѣ, сравнительно съ колебаніемъ у поста А въ главной рѣкѣ, и чѣмъ, слѣдовательно, менѣе k —тъ к. Наибольшая погрѣшность будетъ имѣть мѣсто, когда рѣки АС и ВС вліяютъ въ одинаковой мѣрѣ на колебанія высоты воды у поста С и притомъ настолько велики, что отличаются другъ отъ друга не только гидрографическими, но и климатическими условіями бассейновъ, вслѣдствіе чего паводки на нихъ наступаютъ одновременно.

Для бассейна Волги наиболѣе рѣзкій примѣръ такого рода представляется при сліяніи Волги съ Камой у Богородска. На приложенномъ чертежѣ показаны для навигаціи 1894 года ежедневныя высоты воды—наблюденныя и рассчитанныя по таблицамъ соотвѣтственныхъ горизонтовъ: Верхній Услонъ-Богородскъ (C_A) и Чистополь-Богородскъ (C_B). Расчетъ сдѣланъ по формулѣ

$$C_{AB} = \frac{C_A + C_B}{2} = C_A + \frac{1}{2} (C_B - C_A)$$

Примѣръ этотъ показываетъ, что въ общемъ погрѣшность не велика, особенно для среднихъ и болѣе низкихъ горизонтовъ. Погрѣшность въ данномъ случаѣ зависитъ отъ совокупнаго вліянія нѣсколькихъ причинъ:

1) не смотря на значительную абсолютную величину разности $(C - C_A)$, доходящую до 289 сотокъ (20 мая), къ—тъ къ принять постояннымъ и равнымъ единицѣ. Къ тому же и расположеніе Богородскаго поста не совсѣмъ удачно—не ниже сліянія Волги съ Камой, а на Волгѣ, въ 5 верстахъ выше впаденія Камы, вслѣдствіе чего, при болѣе низкихъ горизонтахъ, вліяніе Волги на показаніе водомѣрнаго поста должно возрастать въ ущербъ Камѣ

2) Принято $C_{AB} = C''_{AB}$, вмѣсто $C_{AB} = \Phi (C''_{AB})$. Расчетъ Φ —и Φ по принятому к не представляетъ никакихъ затрудненій, но въ данномъ случаѣ желательно было получить погрѣшность, являющуюся слѣдствіемъ тѣхъ упрощеній, о которыхъ была рѣчь выше.

3) Для расчета C_{AB} приняты не сглаженные показанія постовъ Услонскаго и Чистопольскаго, а наблюденныя. Вслѣдствіе незначительности разстояній этихъ постовъ отъ Богородска, и такъ какъ сумма площадей бассейновъ Волги выше Услона и Камы выше Чистополя почти равна суммѣ площадей бассейновъ Камы и Волги выше устья Камы, то погрѣшность эта не должна быть велика.

Во всѣхъ другихъ случаяхъ для Волги, между Рыбинскомъ и устьемъ Камы, относительное вліяніе притоковъ гораздо слабѣе, а потому погрѣшность отъ сложенія этихъ притоковъ будетъ меньше. На томъ же листѣ чертежей показана кривая колебаній горизонта воды у Нижняго-Новгорода за навигацію 1895 года, рассчитанная по Юрьевецкому и Муромскому водомѣрнымъ постамъ по формулѣ:

$$nC = \frac{2C_{Ю} + C_{М}}{3}$$

гдѣ, слѣдовательно, $k = 1/2$, а $k_1 = 1/3$. Въ виду медленности и незначительности колебаній горизонта воды въ навигацію 95 года, можно было принять ежедневныя показанія реекъ неслгаженными, не смотря на болѣе значительныя разстоянія этихъ постовъ отъ Нижняго-Новгорода. Малая величина погруженности, не смотря на то, что $C_{ав}$ принято равнымъ $C'_{ав}$, объясняется тѣмъ, что для среднихъ и въ значительной степени для низкихъ горизонтовъ, какъ въ данномъ случаѣ, разность между $C_{ав}$ и $C'_{ав}$ должна быть очень невелика.

Другой крайній случай, когда вслѣдствіе сдѣланныхъ упрощеній въ расчетѣ, погруженность можетъ иногда достигнуть болѣе значительной величины—если бассейны рѣкъ АС и ВС очень малы, и, слѣдовательно, сильный мѣстный дождь, выпавшій въ одной изъ нихъ можетъ вызвать большой подъемъ воды въ рѣкѣ CD. Случай этотъ имѣетъ преимущественное значеніе для верховьевъ рѣкъ, затѣмъ для горныхъ рѣкъ; для Волги ниже Рыбиска онъ особаго значенія не имѣетъ. Тѣмъ не менѣе при устройствѣ водомѣрныхъ постовъ на небольшихъ притокахъ, необходимо имѣть въ виду возможность возвышенія воды въ такомъ притоцѣ подѣ вліяніемъ сильнаго мѣстнаго дождя. Полезно было бы поэтому имѣть достаточное количество такихъ постовъ, чтобы можно было сопоставить между собою одновременныя колебанія горизонта воды на различныхъ притокахъ.

Высота горизонта воды у водомѣрнаго поста С зависить не только отъ высоты воды у вышележащаго поста А и въ притокахъ, впадающихъ между постами А и С, но въ известной степени также и отъ притоковъ, впадающихъ ниже поста С. Вліяніе сильнаго притока, подпирющаго иногда воду въ главной рѣкѣ на большую высоту или наоборотъ—въ притоцѣ, передается иногда вверхъ по рѣкѣ на значительное разстояніе. Такъ, напримѣръ, сопоставляя наблюдаемая весною во время спада воды горизонты съ даваемыми таблицами соотвѣтственныхъ горизонтовъ по Нижнему-Новгороду, можно подмѣтить подпоръ производимый Камой у Чебоксаръ, т. е. на разстояніи 201 версты отъ устья Камы (чертежъ).

Положимъ въ рѣку ACD впадаетъ притокъ BD. Если постъ С находится въ предѣлахъ подпора, образуемаго притокомъ BD, и, слѣдовательно, испытываетъ вліяніе колебаній горизонта воды у поста В, то въ расчетъ высоты воды у С должно ввести показанія поста С. Составивъ таблицу соотвѣтственныхъ горизонтовъ для постовъ В и С, можемъ положить

$$C_{AB} = \Phi (C_A, C_B)$$

такъ какъ очевидно

$$\frac{dC_{AB}}{dC_B} > 0$$

Въ практикѣ предсказаній на Волгѣ вопросъ о подпорѣ имѣлъ пока второстепенное значеніе, т. е. вслѣдствіе многоводности Камы въ теченіе двухъ послѣднихъ навигацій, волжскіе перекаты, расположенные немного выше ея впаденія, за исключеніемъ Шеланговскаго, сохраняли глубину большую, нежели перекаты выше по Волгѣ, гдѣ вліяніе Камы отсутствуетъ.

Таблицы соотвѣтственныхъ горизонтовъ даютъ возможность рассчитать приблизительную высоту горизонта воды у водомѣрнаго поста по даннымъ показаніямъ вышележащаго поста, когда между этими постами въ рѣку не впадаетъ промежуточныхъ притоковъ съ переменнымъ расходомъ воды. При помощи тѣхъ же таблицъ, высота горизонта воды въ мѣстѣ сліянія двухъ рѣкъ можетъ быть рассчитана по высотѣ горизонта воды, наблюдаемой на постахъ каждой изъ рѣкъ; наконецъ, вліяніе подпора, произвводимаго притокомъ, впадающимъ ниже поста, точно также можетъ быть принято во вниманіе. На практикѣ, однако, и при отсутствіи подпора отъ притоковъ, впадающихъ ниже поста С, только въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ высота горизонта воды у поста С опредѣляется вполне показаніями вышележащихъ постовъ А и В, такъ какъ площадь бассейна рѣки у С вообще болѣе суммы площадей бассейновъ ея вѣтвей выше постовъ А и В, и стокъ съ этой площади

вообще не удовлетворяетъ тѣмъ условіямъ, которыя необходимы, чтобы можно было его исключить вовсе изъ разсмотрѣнія. Такъ, напр., опредѣляя высоту горизонта воды у Рыбинска по высотамъ, наблюдаемымъ въ Твери, Весьегонскѣ и Череповцѣ, мы принимаемъ въ расчетъ всего 56% поверхности бассейна Волги выше Рыбинска. Мы видѣли, что во многихъ случаяхъ можно пренебречь вліяніемъ тѣхъ или другихъ притоковъ, потому ли что вліяніе это ничтожно, или потому, что оно отличается преимущественно лишь количественно отъ вліянія притока, снабженнаго водомѣрнымъ постомъ, показанія котораго принимаются въ расчетъ при опредѣленіи высоты воды у нижележащаго поста; тѣмъ не менѣе, данныя, на которыхъ основывается расчетъ, вообще неполны. Недостающихъ данныхъ не могутъ, конечно, замѣнить никакія формулы, а потому, какъ бы удачно ни былъ выбранъ пріемъ вычисленія высоты горизонта воды по даннымъ высотамъ у верхнихъ постовъ, между вычисленною и наблюденною высотами горизонта воды всегда будетъ существовать нѣкоторая разность въ ту или другую сторону, въ прямой зависимости отъ переменнаго состоянія части бассейна, изливающей свои воды въ рѣку между принятыми въ расчетъ постами и тѣмъ постомъ для котораго дѣлается расчетъ. Запасъ воды въ рѣчномъ бассейнѣ увеличивается быстро, скачками, только вслѣдъ за сильными дождями, вообще же, особенно при убыли, запасъ этотъ измѣняется лишь постепенно. Разность между вычисленною и наблюденною высотами горизонта воды должна поэтому измѣняться также постепенно, кромѣ случаевъ, когда вслѣдствіе сильныхъ дождей, выпавшихъ въ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ районахъ, существовавшее до того времени отношеніе между запасами воды въ различныхъ частяхъ бассейна нарушается.

Положимъ, по телеграфнымъ свѣдѣніямъ о высотѣ воды у постовъ А, В. . . . 12-го Іюля разсчитывается ожидаемая 19-го Іюля высота воды у ниже-лежащаго поста С. Кромѣ свѣдѣній съ верхнихъ постовъ А и В. . . получаютъ также свѣдѣнія съ поста С.

Пусть 12-го Юля высота воды у поста С была C_1 . По свѣдѣніямъ о высотѣ воды, бывшей у постовъ А, В... 7 дней тому назадъ, т. е. до 5 Юля включительно разсчитаемъ, ожидаемую для 12-го Юля высоту воды у поста С. Пусть эта высота будетъ C'_1 . Разность $(C_1 - C'_1)$ въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ переменнаго состоянія запасовъ воды части бассейна, разливающей свои воды въ рѣку ниже постовъ А, В..., показанія которыхъ были введены въ расчетъ ожидаемой высоты воды у поста С. Если затѣмъ не произошло рѣзкихъ переменъ погоды, и такой перемены не предвидится въ ближайшіе дни, особенно же если вода убываетъ, то можно принять, что разность между наблюдаемою и вычисленною величинами сохранить и для ближайшаго будущаго, если не всю свою величину, то, по крайней мѣрѣ, свой знакъ.

Прибавляя къ разсчитанной для ожидаемой 17-го Юля у поста С высотѣ воды C_2 поправку

$$\mu (C_1 - C'_1)$$

гдѣ μ нѣкоторая правильная дробь, можно въ большинствѣ случаевъ уменьшить разность между ожидаемой высотой воды и дѣйствительно наблюдаемой у поста С, и, даже въ случаѣ нѣкотораго недостатка въ данныхъ, получить удовлетворительный результатъ.

На прилагаемыхъ графикахъ можно видѣть подтвержденіе того факта, что поправка сохраняетъ въ теченіе нѣкотораго времени свою величину. Такая поправка имѣетъ тѣмъ большее значеніе, что наблюденія, послужившія для разсчета таблицъ, далеко не всегда велись удовлетворительно.

Продольные профили поверхности рѣки, какъ извѣстно, непараллельны другъ другу при различныхъ горизонтахъ воды. Чтобы сдѣлать предсказаніе объ ожидаемой глубинѣ судоваго хода, необходимо поэтому опредѣлить величину предстоящаго пониженія, или повышенія горизонта воды не у тѣхъ постоянныхъ водомѣрныхъ постовъ, съ которыхъ поступаютъ телеграфныя свѣдѣнія, а у наиболѣе мелкихъ перекатовъ. Въ виду того, что въ теченіе навигаціи наименьшую глубину

имѣть то одинъ, то другой перекалъ, число такихъ перекаловъ, нормирующихъ осадку судовъ, довольно значительно. Вдобавокъ, наименьшая глубина оказывается нерѣдко на такомъ перекалѣ, который въ теченіе предшествующихъ навигацій былъ глубже другихъ, а потому является потребность слѣдить за колебаніями горизонта воды и глубины перекаловъ на всемъ протяженіи судоходнаго пути, а слѣдовательно, имѣть возможность по колебаніямъ горизонта воды у нѣкоторыхъ постоянныхъ, водомѣрныхъ постовъ, опредѣлять размѣры предстоящаго колебанія горизонта воды въ любой точкѣ на протяженіи рѣки. Этой цѣли служатъ временные водомѣрные посты на перекалахъ.

Въ Іюнѣ и Іюлѣ 1894 года были устроены водомѣрные посты на 15-ти перекатахъ между Нижнимъ-Новгородомъ и устьемъ Камы. Ежедневныя, въ теченіе второй половины навигаціи, записи высоты воды послужили для составленія таблицъ соотвѣтственныхъ горизонтовъ, связывающихъ показанія этихъ постовъ съ показаніями ближайшихъ постоянныхъ водомѣрныхъ постовъ. Вслѣдствіе небольшого сравнительно разстоянія между ними, по данной высотѣ воды у ближайшаго водомѣрнаго поста, таблицы прямо даютъ съ достаточной точностью высоту горизонта воды на перекалѣ. Таблицы эти могли быть построены лишь послѣ навигаціи 1894 года, такъ что воспользоваться ими пришлось лишь съ навигаціи слѣдующаго 1895 года.

Въ навигацію 1894 года горизонтъ воды на Волгѣ у Нижняго-Новгорода не опускался ниже $+50$ сотокъ по рейкѣ водомѣрнаго поста, а потому таблицы могли быть составлены лишь горизонтовъ воды, превышающихъ $+50$ сотокъ нижегородской рейки. Въ навигацію 1895 года горизонтъ воды у Нижняго-Новгорода въ теченіе 76 дней (съ 16-го Іюня по 1-е Іюля и съ 27-го Іюля по 24-е Сентября включительно) держался ниже чѣмъ $+50$ сотокъ, опускаясь до $+23$ сотокъ. Вычисленные таблицы оказались недостаточными для этого времени, вслѣдствіе чего погрѣшности предсказаній должны были увеличиться, тѣмъ болѣе, что именно при низ-

кихъ горизонтахъ съ наибольшей рельефностью выступаютъ мѣстныя особенности рѣчнаго русла, вліяющія на продольный уклонъ поверхности рѣки, а слѣдовательно, и расхожденіе реекъ на двухъ сосѣднихъ пунктахъ рѣки быстро увеличивается съ паденіемъ горизонта воды. Въ настоящее время таблицы составлены уже по наблюденіямъ, веденнымъ въ теченіе двухъ навигацій, и обнимаютъ собою и болѣе низкіе горизонты вплоть до + 23 сотки по рейкѣ нижегородскаго поста.

Между Рыбинскомъ и Нижнимъ-Новгородомъ водомѣрные посты на перекатахъ—числомъ 6, устроенные лишь въ навигацію 1895 года, не могли еще послужить для предсказаній.

На тѣхъ перекатахъ, гдѣ водомѣрныхъ постовъ не устроено, высота горизонта получается интерполированіемъ.

Разсчитанная такимъ образомъ по высотѣ воды у ближайшаго водомѣрнаго поста, высота воды на перекатѣ будетъ очень близка къ дѣйствительной, если разстояніе между постами не слишкомъ велико. Важно, чтобы водомѣрные посты были устроены въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ амплитуда колебаній горизонта воды въ теченіе навигаціи достигаетъ максимума или минимума. Когда такія свѣченія рѣки будутъ найдены и временные посты распределены наиболѣе цѣлесообразно, явится возможность нѣсколько уменьшить ихъ число.

Устроенные въ навигацію 1894 года посты на перекатахъ дали уже нѣкоторые цѣнные указанія въ этомъ направленіи.

Такъ, напримѣръ, изъ сравненія записей на перекатахъ Борскомъ, Телячьемъ, Кстовскомъ и въ деревнѣ Зименки видно, что амплитуда колебанія горизонта воды возрастаетъ по мѣрѣ удаленія отъ Нижняго къ Зименкамъ, въ особенности съ Телячьяго Брода. Съ 20 іюля по 15 августа 1895 года горизонтъ воды понизился у Телячьяго Брода на 52 сотки, а семью верстами ниже—у Кстовскаго переката на 71 сотку. Вслѣдствіе такой разницы въ пониженіи горизонта воды, Кстовскій перекатъ, бывшій 20 Іюля на 1½ четверти глубже Телячьяго, ослѣдствовалъ къ 15 августа на четверть мельче послѣдняго.

По спадѣ весенней воды, ранѣе другихъ имѣютъ склонность къ обмеленію перекаты, на которыхъ амплитуда коле-

банія горизонта воды мала. При дальнѣйшемъ спадѣ воды, между тѣмъ какъ на такихъ перекатахъ глубина продолжаетъ падать понемногу, на перекатахъ съ большею амплитудою колебанія горизонта воды глубина уменьшается быстрѣе, вслѣдствіе чего болѣе затруднительными становятся обыкновенно послѣдніе, особенно во второй половинѣ мелководной навигаціи.

На Волгѣ, гдѣ предсказанія дѣлаются въ интересахъ судоходства, величиною, подлежащею опредѣленію напередъ является не высота горизонта воды, а наименьшая глубина судоваго хода. Разность между глубиною переката и высотой горизонта воды по рейкѣ поста *) даетъ отмѣтку дна переката. Отмѣтка дна переката мѣняется въ теченіе навигаціи. Причины такого явленія кроются отчасти въ дѣйствительныхъ измѣненіяхъ, совершающихся въ руслѣ рѣки—размытіи и заносѣ фарватера, образованіи новыхъ ходовъ и т. п., отчасти же зависятъ отъ нѣскольکو отличнаго характера обстановки и обозначенія глубины, преслѣдующихъ ближайшую практическую цѣль—намѣтить фарватеръ и обозначить ту осадку, на которой суда могутъ безпрепятственно пройти черезъ перекасть. При низкомъ горизонтѣ воды возможны болѣе тщательные промѣры; суженіемъ хода, т. е. обстановкой лишь наиболѣе глубокой части его, нерѣдко можно увеличить на нѣкоторыхъ перекатахъ показываемую на сигнальной мачтѣ глубину противъ той, которую пришлось бы показать, если бы оставить и при низкомъ горизонтѣ ту же ширину хода; наконецъ, при болѣе низкихъ горизонтахъ, когда перекасть закрыть и баржи проводятся расчаленными, запасъ глубины противъ осадки судовъ можетъ быть оставленъ меньшій. Разграничить вліяніе этихъ разнообразныхъ причинъ по одиному записямъ глубины возможно пока лишь въ рѣдкихъ случаяхъ. Какъ бы то ни было, въ результатѣ замѣчается сплошь и рядомъ, что при паденіи или повышеніи горизонта воды, глубина переката измѣняется не на всю величину такого повышенія или пони-

*) Если на перекастѣ нѣтъ поста, то за высоту горизонта воды принимается интерполированная между показаніями смежныхъ постовъ.

женія, а на нѣкоторую—обыкновенно меньшую величину. Если на перекаѣ ожидается пониженіе горизонта воды, равное b , и если только b не слишкомъ мало, можно съ увѣренностью ожидать, что на самомъ дѣлѣ глубина на перекаѣ упадетъ на величину меньшую, нежели b . Если глубина эта была равна h , то $h - b$ будетъ та минимальная предѣльная глубина, которую слѣдуетъ предсказать для переката. Въ теченіе навигаціи отмѣтки дна перекатовъ въ общемъ понижаются, а потому при повышеніи горизонта воды наименьшая глубина переката можетъ быть предсказана по глубинѣ, которую имѣлъ перекаѣ, когда вода стояла передъ тѣмъ на высотѣ, равной ожидаемой въ срокъ предсказанія *).

Переходимъ къ механизму предсказаній въ томъ видѣ, какъ онъ постепенно выработался къ концу минувшей навигаціи.

По телеграфнымъ свѣдѣніямъ, присылаемымъ ежедневно изъ Твери, Весьегонска и Череповца, рассчитывается высота горизонта воды въ Рыбинскѣ, за 2 — 5 дней впередъ, въ зависимости отъ того, у котораго изъ постовъ въ данный моментъ происходятъ наиболѣе сильныя колебанія горизонта воды, такъ какъ разстоянія этихъ постовъ до Рыбинска различны (отъ Твери—366 верстъ, отъ Весьегонска—162 версты и отъ Череповца—226 верстъ). Если наиболѣе быстрыя колебанія (обыкновенно повышенія) горизонта воды происходятъ въ данный моментъ у наиболѣе удаленнаго поста—тверскаго, то для другихъ двухъ постовъ—весьегонскаго и череповецкаго, дѣлается предположеніе о величинѣ и направленіи измѣненія горизонта воды, въ теченіе ближайшихъ двухъ дней, а именно: если горизонтъ воды у поста повысился въ день составленія предсказанія, то предполагается, что онъ въ теченіе слѣдующихъ двухъ трехъ дней останется безъ измѣненія, если же онъ понизился,—то пониженіе будетъ продолжаться въ томъ же размѣрѣ. Въ виду того, что колебанія на этихъ постахъ въ это

*) Нѣкоторые изъ относящихся сюда вопросовъ подробно рассмотрѣны въ другомъ докладѣ моемъ «о планѣ землечерпательныхъ работъ въ руслѣ Волги между Рыбинскомъ и устьемъ Камы».

время сравнительно медленны, погрѣшность при этомъ допущеніи оказывается вообще незначительной.

Когда у означенныхъ постовъ проходить паводки, то для опредѣленія высоты подъема воды у Рыбинска примѣняется сглаживаніе по формуламъ (b) стр. 744.

Коэффициенты принимались: для Твери $m = 5$, $n = 3$, для Весьегонска и Череповца $m = 3$, $n = 2$. По сглаженнымъ, или наблюденнымъ значеніямъ отыскиваются въ таблицахъ соотвѣтственные горизонты для Рыбинска. Коэффициенты, выражающіе относительное вліяніе показаній каждаго изъ постовъ на показанія Рыбинскаго поста, приняты слѣдующіе: для Твери и Весьегонска $\alpha = \beta = 4$ для Череповца $\gamma = 2$. Высота горизонта воды у Рыбинска опредѣляется, слѣдовательно, формулой

$$rC = \frac{4 C_T + 4 C_B + 2 C_C}{10}$$

гдѣ C_T , C_B и C_C означаютъ для Рыбинска горизонты, соотвѣтственные наблюденнымъ или сглаженнымъ у постовъ: Тверскаго, Весьегонскаго и Череповецкаго.

Разсчетъ ожидаемой высоты горизонта воды у Рыбинска представляется наиболѣе затруднительнымъ и сопряженнымъ съ наибольшей погрѣшностью.

Причинъ тому нѣсколько: на показанія Тверскаго поста оказываютъ значительное вліяніе попуски изъ водохранилищъ, вслѣдствіе чего одному и тому же показанію тверской рейки соотвѣтствуютъ весьма различныя состоянія той части бассейна, представителемъ которой служить Тверской постъ. Въ таблицу соотвѣтственныхъ горизонтовъ, связывающую Тверской постъ съ Рыбинскимъ, вошли показанія этихъ постовъ, какъ при закрытомъ, такъ и при открытомъ бейшлотѣ, вслѣдствіе чего они не отвѣчаютъ ни тому, ни другому состоянію. До нѣкоторой степени можно принять во вниманіе вліяніе бейшлота, а именно—вычтя изъ показанія Тверской рейки, когда бейшлотъ открытъ, величину подъема воды h_1 , являющуюся слѣдствіемъ попуска воды изъ бейшлота, и прибавивъ такую же величину h_2 для

Рыбинской рейки. На самомъ дѣлѣ, величина h_1 оказывается непостоянной. Въ 1895 году вначалѣ, когда бейшлотъ былъ открытъ, h_1 равнялось 23 соткамъ; вообще h_1 постепенно убываетъ къ осени, такъ что въ сентябрѣ получаются иногда болѣе близкія къ наблюдаемымъ у Рыбинска высоты воды, если не принимать во вниманіе особое вліяніе бейшлота. Съ сентября лучше вовсе не принимать во вниманіе вліяніе бейшлота, такъ какъ все равно въ рассчитанную для Рыбинска высоту воды приходится вводить обыкновенно довольно значительную поправку.

Кромѣ того, изъ доклада Инженера Преображенскаго можно видѣть, насколько Тверской постъ неудовлетворителенъ по своему мѣстоположенію— выше впаденія въ Волгу рѣки Тверцы въ предѣлахъ подпора послѣдней *).

Вмѣсто показаній поста въ Твери для опредѣленія ожидаемой высоты воды у Рыбинска удобнѣе будетъ, повидимому, пользоваться показаніями другаго поста, лежащаго ниже Твери, напримѣръ, Калазина.

Посты въ Весъегонскѣ и Череповцѣ—2-го разряда; наблюденія производятся лишь въ теченіе навигаціи. По мнѣнію Инженера Преображенскаго, есть основаніе полагать, что въ 1884 году нуль Весъегонскаго поста былъ пониженъ на 0,5 саж. *). Для расчета соотвѣтственныхъ горизонтовъ были взяты наблюденія съ самаго учрежденія поста, а потому если предположеніе инженера Преображенскаго справедливо, то въ расчетъ вошли данныя съ систематическою ошибкой. Таблицы эти должны быть перевычислены вновь, причеиъ наблюденія, сдѣланныя до 1884 года, слѣдуетъ исключить.

Показанія Череповецкаго поста менѣе вліяютъ на высоту воды у Рыбинска, такъ какъ Бѣлое Озеро въ значительной мѣрѣ регулируетъ стокъ водъ въ него впадающихъ. Для предсказаній 95 года таблицы соотвѣтственныхъ горизонтовъ были составлены для Череповца лишь по изданнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія въ 1882 году графикамъ за 1876—81. годы. Для предсказаній 1896 года таблицы вычислены по

*) Труды 2-го Съѣзда. Т. I, стр. 315.

*) I. с. стр. 342.

записямъ за все время съ основанія поста до 1892 года включительно.

Вопросъ объ опредѣленіи ожидаемой высоты горизонта воды у Рыбинска пока не рѣшенъ удовлетворительно и только введеніемъ поправки (наблюденная высота минусъ вычисленная) удастся въ большинствѣ случаевъ получить годный для предсказанія результатъ. Съ дальнѣйшимъ изученіемъ зависимости колебаній горизонта воды у Рыбинска отъ колебаній въ верхней Волгѣ и ея притокахъ, а также отъ пусковъ изъ водохранилищъ, величина поправки уменьшится, пока же изученіе это затруднялось отчасти неимѣніемъ въ округѣ записей за прошедшее время съ водомѣрныхъ постовъ верхней Волги.

По высотѣ горизонта воды у Рыбинска рассчитывается съ помощью таблицы ожидаемая высота воды у Юрьевца; принимается также и сглаживаніе при быстрыхъ колебаніяхъ горизонта воды. Въ рассчитанную для Юрьевца высоту воды также приходится перѣдко вводить поправку, за неимѣніемъ постовъ на рѣкахъ: Костромѣ— и особенно—Унжѣ, которая подчасъ оказываетъ сильное вліяніе на высоту воды въ Волгѣ. Въ концѣ навигаціи 1895 года были устроены водомѣрные посты въ городахъ—Буѣ на Костромѣ и Макарьевѣ на Унжѣ, когда по записямъ этихъ постовъ будутъ составлены таблицы соответственныхъ горизонтовъ, явится возможность получать болѣе точныя значенія высоты воды у Юрьевца; уменьшится тогда и погрѣшность въ расчетѣ, происходящая отъ перемѣннаго закрыванія и открыванія вершне-волжскаго бейшлота. Дѣло въ томъ, что въ этомъ отношеніи Рыбинскій постъ относительно Юрьевецкаго до нѣкоторой степени играетъ роль, аналогичную роли Тверскаго относительно Рыбинскаго. Конечно, подъемъ воды причиняемый бейшлотомъ доходить у Твери почти до четверти сажени, между тѣмъ какъ у Рыбинска всего лишь около 3-хъ вершковъ; но во всякомъ случаѣ у Юрьевца онъ значительно меньше, нежели у Рыбинска. До сихъ поръ неблагопріятнымъ моментомъ являлось то обстоятельство, что для расчета высоты воды у Юрьевецкаго поста, показаніе

Рыбинскаго поста являлось единственнымъ выразителемъ состоянія всего бассейна Волги выше Юрьевца, между тѣмъ при одномъ и томъ же показаніи Рыбинскаго поста, очевидно, это состояніе не одинаково—разъ при открытомъ, другой разъ при закрытомъ бейшлотѣ. Если бейшлотъ открыть, горизонтъ воды у Юрьевецкаго поста при убываіи можетъ поэтому легко опуститься ниже горизонта соотвѣтственнаго Рыбинскому показанію, и эмпирическая поправка является необходимой. водомѣрный постъ на Унжѣ, неподверженный вліянію попусковъ воды, представить лучше состояніе значительной части волжскаго бассейна, нежели Рыбинскій постъ, и внести необходимую поправку въ рассчитываемую по Рыбинскому посту высоту воды у Юрьевца.

Высота у промежуточныхъ постовъ—Ярославльскаго, Костромскаго и Кинешемскаго получается изъ таблицъ соотвѣстныхъ горизонтовъ интерполированіемъ между высотами, рассчитанными для Рыбинска и Юрьевца. Положимъ, напри-мѣръ, рассчитано, что 1-го Іюля въ Рыбинскѣ высота воды будетъ P_1 , въ Юрьевцѣ 4-го Іюля— P_4 , и пусть P_3 соотвѣтствуетъ показанію P_1' рыбинской рейки. Въ такомъ случаѣ ожидаемая 2-го Іюля у Ярославля высота найдется интерполированіемъ по формулѣ:

$$H_3 = \Phi_3 \left(\frac{3P_1 + P_4}{4} \right)$$

гдѣ Φ_3 означаетъ, что изъ таблицы соотвѣстныхъ горизонтовъ Рыбинскъ—Ярославль нужно взять величину, соотвѣтствующую аргументу, заключенному въ скобки. Совершенно такимъ же образомъ для ожидаемой 3 Іюля высоты воды у Костромы имѣемъ:

$$H_3 = \Phi_3 \left(\frac{P_1 + P_4'}{2} \right);$$

и т. д.

Высота воды, наблюденная, или рассчитанная для Юрьевца, вмѣстѣ съ высотой воды въ Окѣ у Мурома служили для вычисленія ожидаемой высоты горизонта воды у Нижняго-Нов-

города. При быстрыхъ колебаніяхъ высоты воды у Мурома, или Юрьевца, для сглаживанія принималось $m = 3$; $n = 2$. Доля участія показаній Муромскаго поста выражалась к-томъ $k = \frac{1}{2}$. Если колебанія высоты воды у Юрьевца и у Мурома не слишкомъ быстры, то рассчитанная высота очень хорошо согласуется съ наблюденной, такъ что поправка является излишнею. При быстрыхъ колебаніяхъ горизонта воды являющихся слѣдствіемъ обильныхъ дождей, нѣкоторое вліяніе на расхожденіе вычисленныхъ и наблюдаемыхъ высотъ воды должна оказывать рѣка Клязьма, впадающая въ Оку ниже Мурома. Съ дальнѣйшимъ развитіемъ организаціи доставленія необходимыхъ для предсказаній свѣдѣній, число водомѣрныхъ постовъ, съ которыхъ поступаютъ телеграфныя свѣдѣнія въ бассейнъ Оки, придется нѣсколько увеличить. Въ настоящее время получаютъ свѣдѣнія еще съ Рязанскаго поста, по которымъ можно приблизительно рассчитать ожидаемую высоту воды у Мурома, но съ недостаточной точностью.

По высотѣ воды у Нижегородскаго поста изъ таблицъ опредѣляются высоты у нижележащихъ постовъ. Въ концѣ навигаціи 95 года устроенъ постъ на рѣкѣ Ветлугѣ, который также будетъ доставлять телеграфныя свѣдѣнія о высотѣ воды. У Чебоксаръ вліяніе Камы, чувствуется лишь въ половодье; у Верхняго-Услона вліяніе это очень замѣтно и лѣтомъ.

Опредѣленіе ожидаемой высоты воды у перекатовъ по данной высотѣ воды у ближайшаго поста было пояснено выше, равно какъ и способъ предсказанія глубины переката по ожидаемой высотѣ воды на немъ.

Время передачи даннаго состоянія воды внизъ по рѣкѣ принималось среднее—75 верстъ въ сутки; во время общей прибыви—нѣсколько болѣе. Такимъ образомъ, высота воды у Рыбинска могла быть предсказана за одинъ—пять дней впередъ, въ Нижнемъ за 9—12 дней, а на плесѣ Нижній—Кама въ зависимости отъ мѣста, гдѣ ожидался наиболѣе мелкій перекатъ, за 9—16 дней впередъ.

До сихъ поръ говорилось лишь о предсказаніи высоты

воды и глубины перекатовъ по высотѣ воды, уже наблюденной на верхнихъ постахъ. На практикѣ, однако, оказалось возможнымъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ сдѣлать дальнѣйшій шагъ и перейти къ предсказанію, основанному, на ожидаемыхъ колебаніяхъ воды у самыхъ верхнихъ постовъ, съ которыхъ поступаютъ телеграфныя свѣдѣнія. Данныя, позволяющія дѣлать нѣкоторыя заключенія о размѣрѣ и направленіи предстоящаго колебанія горизонта воды у этихъ постовъ (Тверскаго, Весегонскаго, Череповецкаго и Рязанскаго), двухъ родовъ:

- 1) записи постовъ за прежніе годы и
- 2) обзоръ погоды главной физической обсерваторіи.

Главное отличіе предсказаній на долгій срокъ, опирающихся на эти послѣднія данныя, состоитъ въ слѣдующемъ: а) они могутъ дать лишь предѣлъ, ниже котораго не опустится горизонтъ воды, а слѣдовательно, и глубина перекатовъ, б) предсказаніе можетъ быть сдѣлано только въ извѣстные благоприятные для того моменты.

Если по ежедневнымъ записямъ высоты воды за рядъ лѣтъ сосчитаемъ число дней, въ теченіе которыхъ вода убывала, и число дней, когда вода прибывала, то замѣтимъ, что первыхъ всегда значительно больше, нежели вторыхъ: переходъ отъ минимума къ максимуму высоты воды совершается быстрее, нежели наоборотъ. Такое соотношеніе особенно замѣтно для верховьевъ рѣкъ. Если, напримѣръ, въ Твери горизонтъ воды поднялся въ теченіе пяти дней съ a_1 до a_2 , то можно сказать напередъ, что въ слѣдующіе пять дней онъ не опустится до a_1 . При этомъ предполагается, конечно, что горизонтъ воды не падалъ быстро передъ тѣмъ, а держался нѣкоторое время около высоты a_1 . Замѣчаніе это важно потому, что при спадѣ воды, въ хвостѣ сильнаго паводка, напримѣръ, весенняго, новый паводокъ, комбинируясь съ уходящимъ, иной разъ даетъ даже медленное и незначительное повышение воды, которое затѣмъ переходитъ въ стремительную убыль. Итакъ, мы знаемъ, что черезъ пять дней высота воды у Твери будетъ не менѣе a_1 .

На самомъ дѣлѣ, если обзоръ погоды благопріятенъ, т. е. нѣтъ области высокаго давленія въ верховьяхъ Волги, или на озерахъ, такъ что нѣтъ причинъ ожидать полной засухи, можно съ большой долей вѣроятности предположить, что у Твери горизонтъ воды опустится до a_1 не въ пять, а въ 7 и даже 10 дней, т. е. вдвое противъ того промежутка времени, въ теченіе котораго онъ поднимется отъ a_1 до a_2 . Подобное же предположеніе можетъ быть сдѣлано въ этомъ случаѣ и для Весьегопска и Череповецкаго поста, если на нихъ также замѣчается прибыль въ теченіе нѣкотораго времени, тѣмъ болѣе если въ день предсказанія прибыль еще продолжается.

Увѣренность, что горизонтъ воды не понизится далѣе a_1 въ теченіе нѣсколькихъ ближайшихъ дней, еще увеличивается, если вдобавокъ съ запада постепенно надвигается умѣренный минимумъ, который въ день предсказанія находится гдѣ нибудь напримѣръ, въ южной Швеціи, или на Балтійскомъ морѣ. При дальнѣйшемъ движеніи его, вѣроятность, что часть бассейна Волги выше Рыбинска попадетъ въ полосу дождей, довольно велика, а потому полезно принять эту вѣроятность во вниманіе при предсказаніи.

Если вода въ рѣкѣ держится нѣкоторое время на низкомъ уровнѣ и приближается съ запада сплывъ минимумъ, представляется благопріятный случай, когда можно отодвинуть срокъ предсказанія, такъ какъ дожди, которые выпадутъ при прохожденіи минимума, непременно поднимутъ воду въ рѣкѣ. Разсчитавъ по существующему въ данный моментъ низкому стоянію воды въ Волгѣ, Мологѣ и Шекснѣ ожидаемую высоту воды въ Рыбинскѣ, можно принять ее за ожидаемое наиболѣе низкое стояніе горизонта воды, за которымъ должна послѣдовать, если не прибыль, то, по крайней мѣрѣ, прекращеніе убыли.

Этими примѣрами не исчерпываются тѣ драгоценныя указанія, которыя даетъ обзоръ погоды главной физической обсерваторіи. Во многихъ случаяхъ онъ даетъ возможность до нѣкоторой степени предвидѣть, въ какую сторону отъ вы-

численныхъ будутъ уклоняться наблюдаемая высоты воды, подѣ влияніемъ особыхъ метеорологическихъ условій, въ которыхъ находится временно та или другая часть волжскаго бассейна. Предсказаніе на долгій срокъ, превышающій время передачи колебаній высоты воды съ верхнихъ постовъ нижнимъ, не могутъ быть предметомъ разсчета, основаннаго только на таблицахъ и арифметическихъ дѣйствіяхъ, такъ какъ и не всѣ данныя, принимаемыя въ расчетъ для такихъ предсказаній, выражаются непременно количественно. Нѣтъ сомнѣнія, однако, что изученіе зависимости между состояніемъ погоды въ бассейнѣ Волги и стояніемъ воды въ рѣкѣ дастъ полную возможность предсказывать, если не самую глубину перекатовъ, то наименьшій предѣлъ ея на значительно болѣе долгій срокъ, чѣмъ то возможно, если основывать расчетъ лишь на показаніяхъ вышележащихъ водомѣрныхъ постовъ.

Вслѣдствіе нѣкоторой неполноты данныхъ, недостатковъ таблицъ, разсчитанныхъ по записямъ водомѣрныхъ постовъ, далеко не всегда правильнымъ, и особенно вслѣдствіе неполной достовѣрности сообщаемыхъ свѣдѣній о глубинѣ перекатовъ, на практикѣ нерѣдко встрѣчаются значительныя затрудненія при расчетѣ отдѣльныхъ звеньевъ той иногда длинной цѣпи ожидаемыхъ явленій, которая резюмируется въ предсказаніи. Несомнѣнно, однако, что въ ближайшемъ будущемъ предсказанія значительно усовершенствуются благодаря тѣмъ мѣрамъ, которыя уже предприняты или только намѣчены для улучшенія организаціи наблюденій на мѣстахъ и своевременной передачи ихъ въ центральный пунктъ.

Остановимся нѣсколько на мѣрахъ общаго характера, имѣющихъ для успѣшности предсказаній большее значеніе, нежели тѣ отдѣльныя улучшенія, о которыхъ говорилось выше. Такихъ мѣръ три: 1) учрежденіе особаго бюро предсказаній въ Нижнемъ Новгородѣ, 2) фактичeskій контроль со стороны бюро записей водомѣрныхъ постовъ и вывѣшиваемой на сигнальныхъ мачтахъ глубины перекатовъ, и 3) устройство вдоль Волги, между Рыбинскомъ и устьемъ Камы, телеграфной линіи, которая находилась-бы въ распоряженіи Правленія Округа.

Въ теченіе навигаціи ежедневно поступають по телеграфу, по почтѣ и отъ спеціальныхъ курьеровъ множество свѣдѣній о высотѣ воды и глубинѣ перекатовъ. Чтобы можно было воспользоваться этими свѣдѣніями въ любой моментъ, какъ для справокъ, такъ и для составленія предсказанія, необходимо регистрировать ихъ въ извѣстномъ порядкѣ тотчасъ же по полученіи. Такая регистрація, давая возможно полную картину состоянія рѣчной области и судоходнаго пути, позволитъ слѣдить постоянно за совершающимися измѣненіями и въ нужный моментъ, на основаніи всѣхъ имѣющихся въ распоряженіи данныхъ, быстро составить предсказаніе. Последнее особенно важно, потому что для составленія предсказанія имѣется обыкновенно въ распоряженіи немного времени: телеграммы съ водомѣрныхъ постовъ поступаютъ въ теченіе всего дня, и нерѣдко наиболѣе важныя получаютъ въ то время, когда предсказаніе пора сдать на телеграфъ, чтобы оно успѣло попасть въ мѣстные поволжскія газеты слѣдующаго дня.

Кромѣ регистраціи поступающихъ свѣдѣній, изданія ежедневнаго бюллетеня и составленія предсказаній, на обязанности бюро лежала-бы обработка всѣхъ имѣющихся данныхъ какъ съ цѣлью провѣрки ихъ путемъ взаимнаго сопоставленія, такъ и для построенія нужныхъ для составленія предсказаній таблицъ.

Слѣдя за совершающимися на протяженіи рѣки измѣненіями въ высотѣ воды и глубинѣ перекатовъ, бюро имѣетъ возможность тотчасъ-же замѣтить невѣрность въ доставляемыхъ свѣдѣніяхъ. Такой возможности въ большинствѣ случаевъ лишены начальники участковъ по отношенію къ водомѣрнымъ постамъ и завѣдывающіе судоходствомъ по отношенію къ перекатамъ. Если бюро будетъ предоставлено лишь констатировать фактъ, что съ такого-то водомѣрнаго поста, или съ такого-то переката стали поступать сомнительныя свѣдѣнія, безъ возможности снестись съ наблюдателемъ, а въ случаѣ надобности сдѣлать провѣрку на мѣстѣ и устранить причину погрѣшности, контроль со стороны бюро принесетъ мало пользы. Бюро, составляющему предсказанія, должна быть дана воз-

возможность осуществить фактический контроль надъ тѣми наблюденіями, на которыхъ основываются предсказанія. Только въ такомъ случаѣ можно получить увѣренность, что поступающія свѣдѣнія будутъ всегда правильны и основанныя на нихъ предсказанія исполнѣ надежны.

Контроль надъ подомѣрными постами не представилъ-бы, повидимому большихъ затрудненій. Посылка обязательной телеграммы съ водомѣрнаго поста заставляетъ наблюдателя внимательно относиться къ порученному ему дѣлу; необходимо только, чтобы постъ всегда находился въ удовлетворительномъ состояніи, чтобы счетъ велся постоянно отъ одного и того-же нуля. Замѣченная во время навигаціи неисправность поста должна быть устранена возможно быстро, а потому на это время было бы полезно предоставить бюро возможность чрезъ техника провѣрять сомнительные посты на мѣстѣ и дѣлать на нихъ необходимыя исправленія. Несомнѣнно, что, разъ такой контроль былъ-бы введенъ, наблюденія водомѣрныхъ постовъ въ короткое время сдѣлались бы настолько правильными, что затѣмъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ пришлось бы технику лично провѣрять какой нибудь постъ.

Гораздо труднѣе осуществить контроль надъ вывѣпываемою на сигнальныхъ маякахъ глубиною перекатовъ, между тѣмъ онъ имѣлъ бы еще большее значеніе, нежели контроль надъ водомѣрными постами, между прочимъ, и потому, что съ перекатовъ гораздо чаще поступаютъ сомнительныя свѣдѣнія, нежели съ водомѣрныхъ постовъ.

Во многихъ случаяхъ такая невѣрность никакого значенія для успѣшности предсказаній не имѣетъ, а именно, когда невѣрные показанія получаютъ съ болѣе глубокихъ перекатовъ, которые въ теченіе всей навигаціи не являются самыми мелкими и не опредѣляютъ предсказываемой глубины. Совершенно другое дѣло, когда сомнительныя свѣдѣнія поступаютъ съ переката, который въ извѣстное время можетъ оказаться наиболѣе мелкимъ на протяженіи цѣлаго участка рѣки, напр:, отъ Рыбинска до Нижняго, или отъ Нижняго до устья Камы. Въ нѣкоторыхъ

случаяхъ невѣрность показываемый глубины зависитъ просто отъ небрежности постовой прислуги, оставляющей, напримѣръ, иногда безъ перемѣны сигнала на мачтѣ во время прибыли воды. При предсказаніи глубины, до которой дойдутъ всѣ перекаты даннаго участка вслѣдствіе прибыли, нѣтъ полной увѣренности, что на всѣхъ перекатахъ дѣйствительно выгнѣсятъ эту наибольшую глубину.

Трудность контроля увеличивается въ значительной степени тѣмъ, что глубина переката не есть величина, поддающаяся такому же объективному измѣренію, какъ высота воды на водомѣрномъ посту: въ опредѣленіе глубины переката входитъ въ извѣстной степени и субъективная оцѣнка наблюдателя. Такъ, напримѣръ, на перекатѣ имѣется полоса шириною въ 30 сажень съ глубиною не менѣе 8 четвертей. Перекатный старшина можетъ найти, что при такой небольшой ширинѣ и нѣкоторой кривизнѣ хода, можно показать на перекатѣ только $7\frac{1}{2}$ четвертей, между тѣмъ какъ другой показалъ бы на его мѣстѣ 8 четвертей. Устранить совершенно нѣкоторую субъективность въ оцѣнкѣ глубины переката немислимо, да и не представляется надобности для предсказаній, но поставить ей извѣстныя границы необходимо, особенно для пѣлесообразнаго распредѣленія землечерпательныхъ снарядовъ по перекатамъ.

Если глубина переката по ежедневнымъ промѣрамъ показывается однимъ и тѣмъ-же перекатнымъ старшиной, то колебанія глубины переката будутъ въ извѣстной зависимости отъ колебаній горизонта воды на немъ. Для успѣшности предсказанія не имѣютъ тогда никакого значенія субъективность наблюдателя въ оцѣнкѣ глубины переката, такъ какъ субъективность эта опредѣляется величиною постоянною или, по крайней мѣрѣ—измѣняющейся постепенно. Бываетъ однако иначе. Одинъ изъ типичныхъ случаевъ, являющійся иногда причиною неудачнаго предсказанія, заключается въ слѣдующемъ.

Положимъ, сдѣлано предсказаніе, что глубина перекатовъ нѣкотораго участка, падая постепенно, дойдетъ къ извѣстному

дню до 8 четвертей. При быстромъ спадѣ воды, караванъ идущій снизу, иногда оказывается вдругъ перегруженнымъ и на одномъ изъ болѣе мелкихъ перекатовъ очень часто какое нибудь судно становится на мель. Въ результатѣ получается обыкновенно заносъ фарватера и, слѣдовательно, внезапное уменьшеніе глубины, затѣмъ слѣдуетъ закрытіе переката и командировка особаго лица для поддержанія порядка на перекактѣ и обмѣра судовъ. Нерѣдко первою мѣрой такого временнаго начальника переката является увеличеніе запаса, показываемой на сигнальныхъ мачтахъ глубины, вершка на два лишнихъ противъ прежняго, чтобы тѣмъ полнѣе обезопасить перекактъ отъ попытки перейти черезъ него съ перегруженными баржами. Въ такихъ случаяхъ оказывается, конечно, что глубина на перекактѣ упала болѣе, нежели было предсказано. Едва ли, однако, такое уменьшеніе глубины, показываемой на сигнальной мачтѣ, можетъ быть оправдано и практическою пользою, если, конечно, смотрѣть на дѣло не съ узкой точки зрѣнія пользы данной минуты, а имѣть въ виду общія практическія послѣдствія мѣры. Дѣйствительно, частыя попытки судоходцевъ перейти черезъ закрытый перекактъ съ перегруженными баржами, обязаны въ значительной мѣрѣ убѣжденію, что глубина, показанная на сигнальной мачтѣ, менѣе истинной. Когда будетъ полная увѣренность въ правильности показываемой глубины, сократится и число незаконныхъ попытокъ избѣжать обмѣра.

Въ одномъ случаѣ провѣрка на мѣстѣ показываемой глубины и быстрое обследованіе переката представляются особенно настоятельными въ интересахъ судоходства. Положимъ, напримѣръ, что при сравненіи ежедневной глубины переката съ паденіемъ горизонта воды у сосѣдняго водомѣрнаго поста, замѣчено, что отмѣтка дна переката уменьшается, т. е. глубина на немъ падаетъ быстрѣе, нежели горизонтъ воды. Такое ненормальное явленіе можетъ зависѣть отъ различныхъ причинъ:

1) Если на перекактѣ нѣтъ водомѣрнаго поста, колебанія горизонта воды, рассчитанныя по колебаніямъ у сосѣдняго

водомѣрнаго поста, могутъ замѣтно разниться отъ истинныхъ; въ такомъ случаѣ на перекачѣ долженъ быть устроенъ водомѣрный постъ и составлены соотвѣтствующія таблицы.

2) Измѣреніе глубины переката дѣлается небрежно, — чаще для болѣе высокихъ стояній воды, — или почему либо увеличенъ запасъ глубины на перекачѣ.

3) Происходитъ дѣйствительное обмелѣніе судового хода, вслѣдствіе посадки судна на мель, или подъ вліяніемъ естественныхъ причинъ.

Въ послѣднемъ случаѣ нерѣдко открывается на перекачѣ новый, болѣе глубокій ходъ, на отысканіе котораго и должны быть направлены усилія *).

Быстрое разслѣдованіе на мѣстѣ причины замѣчной аномаліи во многихъ случаяхъ принесетъ немедленную пользу судоходству и, сведя къ шініш'у неправильности въ показаніи глубины перекаатовъ, не только увеличитъ успѣшность предсказаній, но также обезпечитъ наиболѣе цѣлесообразное распредѣленіе землечерпательныхъ машинъ по перекатамъ.

Въ послѣдніе годы, въ числѣ мѣръ, направленныхъ къ улучшенію судоходнаго пути на Волгѣ, преимущественное развитіе получило землечерпаніе. Съ появленіемъ сильныхъ снарядовъ, углубленіе перекаатовъ землечерпаніемъ стало исполнѣ возможнымъ, какъ то показали удачныя работы, и въ ближайшемъ будущемъ средства землечерпательнаго каравана предполагается еще усилить новыми большими снарядами.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, когда для всѣхъ дноуглубительныхъ работъ отъ Рыбинска до устья Камы имѣлось всего нѣсколько слабыхъ снарядовъ, выборъ наиболѣе мелкаго переката для работы снаряда не представлялъ затрудненія; не представлялъ онъ и особой важности, такъ какъ

*) Въ этомъ отношеніи примѣромъ можетъ служить Борскій перекачъ въ Іюнь 1895 года. Съ 7 по 10 Іюня глубина на помѣ упала на 2 четверти, между тѣмъ какъ вода понизилась только на 9 сотокъ; 13 Іюня на перекачѣ былъ открытъ новый ходъ на 3 вершка глубже стараго (предсказаніе 5 Іюня, таблица 3).

результаты продолжительной работы снаряда въ большинствѣ случаевъ оказывались крайне скромными. Обстоятельства совершенно измѣнились теперь, когда, напримѣръ, на участокъ отъ Нижняго до устья Камы могутъ быть сразу поставлены четыре снаряда, которые при благоприятныхъ условіяхъ въ теченіе 2 — 3 недѣль въ состояніи расчистить по перекату. Въ настоящее время глубина транзитнаго русла, которою можетъ пользоваться судоходство, по крайней мѣрѣ, на участкѣ отъ Нижняго до впаденія Камы почти въ такой же мѣрѣ зависитъ отъ результатовъ работы землечерпательныхъ снарядовъ, какъ и отъ состоянія воды въ рѣкѣ. Въ теченіе навигаціи обыкновенно 2—3 переката оказываются особенно мелкими. Когда эти перекаты расчищены, дальнѣйшій выборъ перекатовъ становится болѣе затруднительнымъ, такъ какъ затѣмъ оказывается много перекатовъ съ глубинами почти равными. Въ этомъ случаѣ имѣло-бы особое значеніе обследованіе на мѣстѣ такихъ перекатовъ техникомъ, состоящимъ въ распоряженіи Начальника дноуглубительныхъ работъ, такъ какъ оно объединило-бы въ извѣстной степени измѣренія глубинъ на этихъ перекатахъ и позволило-бы выбрать изъ нихъ наиболѣе нуждающіеся въ расчисткѣ. Этимъ способомъ достигался-бы и необходимый контроль за вывѣшиваемою на сигнальныхъ мачтахъ глубиною перекатовъ.

Въ другомъ докладѣ *) мною сдѣлана попытка показать, какимъ образомъ можно воспользоваться текущими свѣдѣніями объ измѣненіяхъ глубины перекатовъ и колебаніяхъ горизонта воды для наиболѣе цѣлесообразнаго распредѣленія снарядовъ по перекатамъ. Въ настоящемъ докладѣ достаточно указать на ту тѣсную связь, которая существуетъ между дѣятельностью предполагаемаго бюро и направленіемъ землечерпательныхъ работъ, связь, которая лучше всего нашла бы свое выраженіе въ подчиненіи бюро Начальнику дноуглубительныхъ работъ. Дѣйствительно, съ одной стороны, выборъ перекатовъ,

*) О планѣ землечерпательныхъ работъ въ руслѣ Волги между Рыбно-окомъ и устьемъ Камы.

на которые должны быть направлены землечерпательницы, и минимальная величина требуемого углубленія опредѣляются свѣдѣніями о колебаніяхъ горизонта воды и глубинѣ перекатовъ. Съ другой стороны, если землечерпательный караванъ цѣлесообразно распредѣленъ по перекатамъ, въ большинствѣ случаевъ наименьшая глубина ожидается на расчищаемомъ перекатѣ. Наименьшая глубина, которая должна быть предсказана для даннаго участка, зависить, слѣдовательно, отъ того, будетъ-ли закончена къ сроку предсказанія работа на этомъ перекатѣ, или нѣтъ. Точно также и срокъ, на который дѣлается предсказаніе, можетъ быть поставленъ въ зависимость отъ окончанія работы на перекатѣ.

Участокъ Волги, гдѣ производятся дноуглубительныя работы въ транзитномъ руслѣ, совпадаетъ съ участкомъ, для котораго до сихъ поръ дѣлались предсказанія. Нижній-Новгородъ является серединымъ пунктомъ для этого участка и устройство бюро въ Нижнемъ-Новгородѣ вмѣсто Казани содѣйствовало-бы успѣшности предсказаній, такъ какъ свѣдѣнія о глубинѣ перекатовъ съ верхняго плеса (выше Нижняго) получались бы въ Нижнемъ, по крайней мѣрѣ, на сутки раньше, нежели въ Казани. Къ тому же наиболѣе мелкіе перекаты между Нижнимъ-Новгородомъ и устьемъ Камы, по крайней мѣрѣ, въ первую половину навигаціи безусловно ближе къ Нижнему, нежели къ Казани.

Контроль поступающихъ свѣдѣній, особенно съ перекатовъ, облегчится въ значительной степени, если для Волги отъ Рыбинска до Камы осуществятся мѣра, проектированная пока только для участка между Нижнимъ и Казанью: устройство телеграфной линіи, которая будетъ находиться въ распоряженіи Правленія Округа.

Мѣра эта важна не только потому, что можно будетъ значительно увеличить число телеграммъ. Въ настоящее время телеграммы, дожидаясь очереди, иногда запаздываютъ, а самые важные пункты, для которыхъ дѣлается предсказаніе—перекаты лишены телеграфнаго да и всякаго правильнаго сообщенія. Свѣдѣніе о глубинѣ переката въ настоящее время

не можетъ быть провѣрено тотчасъ же по полученіи. Если, какъ обыкновенно, вывѣшенная на сигнальной мачтѣ глубина записана курьеромъ правильно, то пріѣздъ слѣдующаго курьера съ новыми данными не рѣшаетъ вопроса. Устройство телеграфа вдоль Волги, хотя и не устранить потребности въ провѣркѣ на мѣстѣ показываемой глубины и обследованіи отдѣльных перекатовъ, тѣмъ не менѣе, давъ возможность во всякое время снестись съ любымъ перекатомъ, позволить установить бдительный надзоръ за вывѣшиваемою глубиною.

Продолжительныя рукоплесканія.

Объясненія къ чертежамъ.

На листѣ 1 чертежей помѣщены:

а) Графическое изображеніе средней за годъ продолжительности стоянія горизонта воды ниже даннаго дѣленія рейки Нижегородскаго и Кинешемскаго водомѣрныхъ постовъ за десятилѣтіе 1880 — 1889 г.г.; уравненіе этихъ кривыхъ $t = \Pi(h)$.

б) Графическое изображеніе кривой ${}_nC'_A$ — соответственныхъ Кинешемскимъ (А) горизонтовъ Нижегородскаго водомѣрнаго поста (В), рассчитанныхъ по записямъ постовъ за 1880 — 1889 г.г.; уравненіе кривой — ${}_nC_A = \Phi(A)$.

в) Графическое изображеніе ежедневныхъ среднихъ высотъ стоянія горизонта воды у Нижегородскаго и Кинешемскаго водомѣрныхъ постовъ и среднихъ изъ приведенныхъ къ соответственному горизонту Нижегородскаго водомѣрнаго поста, ежедневныхъ высотъ стоянія горизонта воды у Кинешемскаго поста за десятилѣтіе 1880 — 1889 г.г.

Кривая среднихъ высотъ стоянія воды для каждаго дня въ году у Кинешмы (А) изображена пунктирною линіей, такая же кривая у Нижегородскаго поста (В) — сплошною линіей. Третья кривая — ежедневныхъ среднихъ значеній величины ${}_nC_A$ — построена слѣдующимъ образомъ:

Для ежедневнаго показанія Кинешемскаго поста (А) по таблицѣ соответственныхъ горизонтовъ Кинешма — Нижній бралось соответственное показаніе Нижегородскаго поста,

т. е. $\bar{v}C_A$. На графикѣ прерывистой чертой изображено среднее $\bar{v}C_A$ для каждаго дня.

Посредствомъ замѣны наблюденныхъ у Кинешемскаго поста колебаній горизонта воды (А) колебаніями величины $\bar{v}C_A$, получаются въ нѣкоторомъ отношеніи сравнимыя изображенія относительныхъ въ теченіе года колебаній горизонтовъ воды у постовъ—Кинешемскаго и Нижегородскаго.

Въ зимніе мѣсяцы и раннюю весной (съ Декабря до 25 Марта) кривая для Нижняго проходитъ все время выше кривой $\bar{v}C_A$; т. е. въ Нижнемъ-Новгородѣ вода все время стоитъ выше $\bar{v}C_A$, если А есть наблюденная высота воды въ Кинешмѣ. Во время весенняго половодья кривыя почти совпадаютъ: при подъемѣ горизонта воды кривая для Кинешмы, т. е. $\bar{v}C_A$, немного выше, при опусканіи—немного ниже для Нижняго-Новгорода, что зависитъ отъ нѣ котораго запаздыванія противъ Кинешмы отдѣльныхъ фазъ паводка у Нижняго-Новгорода, лежащаго на 195 верстѣ ниже по Волгѣ. Меньшая высота гребня кривой всеннаго паводка для $\bar{v}C_A$ объясняется болѣшими отъ одного года къ другому относительными колебаніями наибольшей высоты ея весенняго подъема сравнительно съ наблюдаемой у Нижняго.

Лѣтомъ, начиная съ конца Мая, вплоть до Декабря, т. е., во всякомъ случаѣ, включая время остановки льда, высота воды въ Нижнемъ стоитъ въ среднемъ ниже $\bar{v}C_A$. Итакъ, разности между средними приведенными къ соотвѣтственнымъ горизонтамъ стояніями воды для Кинешмы и Нижняго, т. е. разности, $(B - \bar{v}C_A)$ зимою и лѣтомъ имѣютъ знакъ противоположный. Явленіе это зависитъ, конечно, преимущественно отъ вліянія Оки на показанія Нижегородскаго поста. Сравнивая условія питанія бассейна Оки, съ одной стороны, и Волги выше Кинешмы—съ другой, замѣтимъ въ нихъ нѣкоторыя существенныя различія. Бассейнъ Оки расположенъ южнѣ бассейна Волги, въ болѣе тепломъ климатѣ. Таяніе снѣга заканчивается весной въ первомъ раньше, нежели во второмъ, чему способствуетъ и относительная бѣдность лѣсомъ бассейна Оки, лежащаго частью въ области степей,

между тѣмъ какъ бассейны лѣвыхъ притоковъ Волги еще богаты лѣсами, задерживающими таяніе снѣга и регулируемыми до нѣкоторой степени стокъ воды весной и лѣтомъ. Въ этомъ отношеніи для Волги имѣютъ значеніе также обширныя болота и особенно озера, какъ, напр., Бѣлое, и, наконецъ, искусственныя водохранилища въ верховьяхъ. Оки почти лишена этихъ регуляторовъ расхода; къ тому же бассейнъ ея нѣсколько бѣднѣе лѣтными осадками и, надо полагать, отчасти вслѣдствіе болѣе жаркаго лѣта, меньшая доля послѣднихъ попадаетъ въ рѣку, нежели въ болѣе прохладномъ бассейнѣ Волги. Условія мѣняются съ наступленіемъ болѣе продолжительныхъ морозовъ въ бассейнѣ Волги выше Кинешмы: въ это время осадки падаютъ въ видѣ снѣга и со времени ледостава, по прохожденіи послѣдняго осенняго паводка, высота воды въ рѣкѣ, питаемой преимущественно грунтовыми водами, постепенно падаетъ вплоть до весенней прибыли въ Мартѣ. Въ бассейнѣ Оки замерзаніе наступаетъ позже, такъ что рѣка питается атмосферными осадками еще нѣкоторое время послѣ того какъ въ большей части бассейна Волги всѣ текучія воды скованы льдомъ. Этимъ объясняется почему въ Окѣ, а слѣдовательно, и въ Волгѣ у Нижняго-Новгорода вода стоитъ въ зимнее время выше h_{C_A} , гдѣ A означаетъ высоту воды въ Кинешмѣ.

Разобранный примѣръ показываетъ, что, въ зависимости отъ времени года, на нижележащемъ посту B могутъ наблюдаться систематическія отклоненія высотъ воды отъ h_{C_A} и потому является вопросъ, не было-ли бы цѣлесообразнѣе рассчитать таблицу соотвѣтственныхъ горизонтовъ для отдѣльныхъ временъ года, раздѣливъ годъ хотя-бы на двѣ части: когда рѣка покрыта льдомъ и когда она свободна отъ льда. Такое раздѣленіе было на самомъ дѣлѣ сдѣлано, т. е. были составлены двѣ таблицы соотвѣтственныхъ горизонтовъ: одна для зимняго полугодія, другая для лѣтняго. Въ данномъ случаѣ, однако, когда разница зависитъ преимущественно отъ переменнаго расхода сильнаго притока (Оки), на которомъ устроены водомѣрные посты, оказывается болѣе цѣ-

лесообразнымъ ввести въ расчетъ колебанія воды у водомѣрнаго поста на притокѣ. Если-бы на Окѣ не было устроено водомѣрнаго поста и пришлось-бы опредѣлять высоту воды въ Нижнемъ исключительно по высотѣ воды въ Кляшмѣ, таблица соотвѣтственныхъ горизонтовъ, составленная по однимъ лѣтнимъ показаніямъ постовъ, дала-бы болѣе близкіе къ наблюденіямъ результаты, нежели рассчитанная по записямъ за круглый годъ. Итакъ, выдѣленіе лѣтнихъ показаній для расчета таблицы, или еще въ большей степени—расчетъ таблицы соотвѣтственныхъ горизонтовъ въ зависимости отъ двухъ переменныхъ—высоты воды у верхняго поста и времени года—могутъ до нѣкоторой степени сдѣлать менѣе чувствительнымъ недостатокъ постовъ на второстепенныхъ притокахъ, особенно, если колебанія горизонта воды на этихъ притокахъ отличаются правильною періодичностью въ теченіе года, но, конечно, не могутъ замѣнить недостающихъ постовъ, особенно въ бассейнѣ Волги, гдѣ дожди имѣютъ довольно капризный характеръ. Въ виду значительныхъ затрудненій, которыя встрѣчаются при расчетѣ подобныхъ таблицъ и нѣкоторой неизбежной произвольности при опредѣленіи границъ временъ года, попытка эта была пока оставлена. По однимъ лѣтнимъ наблюденіямъ таблицы составлены лишь для постовъ 2-го разряда и водомѣрныхъ постовъ на перекатахъ, наблюдающихъ только лѣтомъ. Для связи постовъ 1-го разряда приняты наблюденія за круглый годъ.

Листы второй и третій служатъ для иллюстраціи уклоненій дѣйствительно наблюдаемыхъ на нижнемъ посту горизонтовъ воды (сплошная линія) отъ даваемыхъ таблицами соотвѣтственныхъ горизонтовъ (прерывистая черта). На каждомъ чертежѣ нанесены три кривыя: 1) кривая наблюденныхъ высотъ у верхняго поста А—пунктиромъ, 2) тоже для нижняго поста В—сплошной линіей и 3) кривая вС_Δ . Последняя построена слѣдующимъ образомъ:

Для наблюденной высоты воды А у верхняго поста (Рыбинска и Самары на л. 2 и Нижняго на л. 3) по таблицѣ взятой соотвѣтственное этой высотѣ вС_Δ для ниже-

жапаго поста В (Ярославля, Костромы и Царицына на л. 2, Чебоксарь и Верхняго-Услона на лис. 3). Въ зависимости отъ разстоянія между постами В и А, табличное ${}_B C_A$ откладывалось на графикѣ не для того дня, когда наблюдалась высота А на верхнемъ посту, а нѣсколько дней спустя. Т. о. для Ярославля по Рыбинску кривая ${}_B C_A$ передвинута вправо на сутки, для Костромы по Рыбинску—на 2 сутокъ, для Юрьевца по Рыбинску—на 4 сутокъ и т. д.

Величина ϵ означаетъ отношеніе площади бассейна рѣки выше верхняго поста къ площади бассейна рѣки выше нижняго поста.

На двухъ примѣрахъ, гдѣ притоки имѣютъ мало значенія, на листѣ второмъ (Ярославль и Самара) можно замѣтить, что отклоненія наблюденныхъ высотъ отъ кривой ${}_B C_A$ согласуются съ установленными выше положеніями, т. е. амплитуды колебанія кривой ${}_B C_A$ болѣе амплитудъ колебанія кривой В, такъ что кривая ${}_B C_A$ поднимается вообще выше В для гребней паводковъ и опускается ниже В въ своей пониженной части.

Уклоненія ${}_B C_A$ отъ В для Костромы и Юрьевца значительнѣе и если они слѣдуютъ приведенному выше правилу для гребней паводковъ, то для пониженныхъ частей кривой они часто несогласны съ нимъ. Въ этомъ случаѣ, кромѣ вліянія верхневолжскаго бейшлота, сказывается также вліяніе лѣвыхъ притоковъ Волги—особенно Костромы и Унжи. Насколько вліяніе послѣдней сильно, можно видѣть на примѣрѣ Юрьевецкаго поста, гдѣ, несмотря на постепенное пониженіе горизонта воды въ Рыбинскѣ въ теченіе первой половины Октября 1895 года, отмѣчено прохожденіе паводка. Въ продолженіе почти всего лѣта 1895 года горизонтъ воды у Юрьевца стоялъ ниже ${}_B C_A$, что зависѣло отъ засухи въ бассейнѣ Унжи и вообще лѣвыхъ лѣсныхъ притоковъ Волги. Съ устройствомъ водомѣрныхъ постовъ на р.р. Костромѣ, Унжѣ и Ветлугѣ, будетъ принято во вниманіе вліяніе этихъ притоковъ.

На томъ-же чертежѣ можно замѣтить, что разность между соотвѣтственнымъ горизонтомъ ${}_B C_A$ и наблюденнымъ В въ

теченіе значительныхъ промелкутковъ времени сохраняла для Юрьевца постоянное значеніе, увеличиваясь согласно теоріи лишь для гребней паводковъ. Такое постоянство указываетъ, что введеніе поправки μ ($B - {}_B C_A$) для вычисленной высоты воды—дѣйствительно можетъ дать удовлетворительный результатъ.

На листѣ 3 сопоставлены кривыя ${}_B C_A$ и B для Чебоксаръ и В. Услона по Нижнему-Новгороду. Разстояніе между Нижнимъ-Новгородомъ и Чебоксарами—252 версты $\approx 100:127$; разстояніе между Нижнимъ-Новгородомъ и Верхнимъ-Услономъ 378 верстъ. У Верхняго-Услона ощущается вліяніе Камы, особенно замѣтное въ половодье. Къ вліянію Камы должна быть отнесена громадная разница между ${}_B C_A$ и B во второй половинѣ Мая 1894 года, выражающаяся характернымъ замедленіемъ убыли въ срединѣ Мая и лишь послѣ 20-го Мая, когда въ Камѣ вода пошла на убыль (Чистополь, листъ 4), у Верхняго-Услона убыль также пошла быстрѣе. Горизонтъ воды держался, однако, до Іюня значительно выше, нежели то соотвѣтствовало-бы состоянію воды у вышедежащихъ постовъ. У Чебоксаръ въ это-же самое время замѣчается меньшее по размѣрамъ, но подобное же уклоненіе горизонта воды вверхъ отъ ${}_B C_A$; уклоненіе это объясняется тою же причиною, что и для Верхняго-Услона, т. е. подпоромъ Камы. Вслѣдствіе той же причины, для гребней паводковъ разность между ${}_B C_A$ и наблюденной высотой B для [Верхняго-Услона особенно велика. Дѣйствительно, соотвѣтственный горизонтъ ${}_B C_A$ представляетъ собою нѣкоторую среднюю высоту стоянія воды у Верхняго-Услона, когда у верхняго, въ данномъ случаѣ у Нижегородскаго, поста наблюдается горизонтъ A . Мы видѣли, что весной вслѣдствіе подпора Камы у Услона наблюдается горизонтъ значительно выше ${}_B C_A$. Лѣтомъ, когда подпора изъ Камы нѣтъ, вслѣдъ за горизонтомъ воды A у Нижегородскаго поста долженъ наблюдаться на Услонскомъ посту горизонтъ ниже ${}_B C_A$, что и наблюдается на самомъ дѣлѣ.

Разобранные примѣры поясняютъ необходимость болѣе детальнаго изученія отклоненій другъ отъ друга горизонтовъ

наблюдаемаго В и соотвѣтственнаго наблюдаемому А у верхняго поста, т. е. горизонтъ вС_А. Несомнѣнно, такое изученіе позволитъ ближе подойти къ рѣшенію задачи объ опредѣленіи высоты воды у нижележащаго поста по даннымъ высотамъ воды у верхнихъ постовъ, а отчасти и по высотѣ воды у постовъ, находящихся на притокахъ, впадающихъ ниже разсматриваемаго поста.

Листъ четвертый даетъ два примѣра сложенія притоковъ. Слева изображены наблюденныя колебанія высотъ воды у верхнихъ постовъ, Юрьевца на Волгѣ, Муромѣ на Окѣ и Верхняго-Услона на Волгѣ, Чистополя на Камѣ. Справа показаны—наблюденныя колебанія воды у Нижняго и Богородска и рассчитанныя для этихъ постовъ по наиболѣе упрощенной формулѣ. Вслѣдствіе довольно значительнаго разстоянія Юрьевца и Муромѣ отъ Нижняго для примѣра взять 1895 годъ, когда паводки были сравнительно незначительны, такъ что можно было обойтись безъ сглаживанія показаній верхнихъ постовъ. Разстояніе Богородска отъ Верхняго-Услона и Чистополя меньше и потому можно было взять несглаженными показанія водомѣрныхъ постовъ и при сильныхъ колебаніяхъ горизонта воды. Оба примѣра разсмотрѣны подробнѣе въ текстѣ доклада.

• Чертежи листа 5 изображаютъ ходъ измѣненій наименьшей глубины перекатовъ въ теченіе двухъ навигацій 1894 и 1895 г.г.,

Приложеніе I.

II. *Схема вычисленія соотвѣтственныхъ горизонтовъ для ряда водомѣрныхъ постовъ* (таблицы I-VII).

Таблица I служитъ для нахожденія порядковаго № дня наблюденія; счетъ ведется съ 1 Января 1876 года.

Двѣнадцать горизонтальныхъ строкъ даютъ порядковый № послѣдняго дня каждаго мѣсяца. Чтобы найти изъ таблицы

порядковый №, напр., для 25 Апрѣля 1884 года, слѣдуетъ взять четвертую горизонтальную строку (Апрѣль) и соотвѣтствующую вертикальную (1884); на ихъ пересѣченіи поименовано число 3013. Придавъ къ этому числу 25, получимъ 3038; это и будетъ порядковый № для 25 Апрѣля 1884 года.

Таблица II даетъ въ видѣ примѣра ежедневныя высоты воды въ 1884 году у Нижегородскаго водомѣрнаго поста по наблюденіямъ въ 7 часовъ утра.

Таблица III составляется по таблицѣ II. При каждомъ переходѣ горизонта воды черезъ дѣленія рейки, выписанныя въ строку (а), въ соотвѣтственный вертикальный столбецъ вписывается порядковый № дня, когда этотъ переходъ совершился; черными чернилами *) вписываются №№ въ случаяхъ перехода сверху внизъ, т. е. при пониженіяхъ горизонта воды, красными чернилами **)—при переходѣ снизу вверхъ, т. е. при повышеніяхъ горизонта воды. Для сокращенія письма вписываются лишь двѣ послѣднія цифры №№ дня, первыя-же двѣ—тысячи и сотни—выписываются по сторонамъ каждой горизонтальной строки. Слѣдующіе примѣры, взятые изъ записей Нижегородскаго водомѣрнаго поста за 1884 годъ обнимаютъ все случаи, могущіе встрѣтиться на практикѣ. Жирнымъ шрифтомъ выдѣлены показанія рейки для дней, порядковые №№ которыхъ должны быть вписаны въ таблицу красными чернилами, обыкновеннымъ шрифтомъ—черными чернилами и, наконецъ, малымъ шрифтомъ—показанія рейки для дней, не входящихъ въ таблицу III.

а) 82, 81, 80, 79, 78.

б) 61, 61, 60, 60, 60, 59.

в) 59, 60, 60, 60, 61.

г) 111, 120, 128.

д) 128. 134.

е) 142, 166 ***).

Число 3629—порядковое для 16 Апрѣля 1884 г.—слѣдуетъ вписать въ таблицу III красными чернилами два раза: въ

*) Обыкновенный шрифтъ въ таблицѣ.

**) Жирный шрифтъ въ таблицѣ.

***) 16 Апрѣля 1884 года.

столбцѣ подѣ числомъ „150“ строки (а) и въ столбцѣ подѣ числомъ „160“ той же строки.

ж) 189, 220, 196 *).

Число 3631—порядковое для 18 Апрѣля 1884 года—слѣдуетъ вписать красными чернилами 3 раза (подѣ 190, 200 и 210) число „3632“—2 раза черными чернилами (подѣ 210 и 200).

з) 39, 40, 40, 40, 40, 40, 39.

Въ таблицу III ничего не выписывается, такъ какъ горизонтъ воды лишь доходилъ до дѣленія „40“ рейки, но не перешелъ чрезъ это дѣленіе.

Таблица IV составляется по таблицѣ III. Первая горизонтальная строка (а) та-же, что и въ таблицѣ III. Въ соотвѣтственные столбцы таблицы IV вписываются разности между числами однихъ и тѣхъ же столбцовъ таблицы III: написанными черными чернилами **) (вычитаемое) и слѣдующими подѣ ними красными *** (уменьшаемое). Если подѣ краснымъ числомъ нѣтъ чернаго для того-же года, то изъ краснаго вычитается порядковый № 1 Января, (дано въ таблицѣ I), напр., для 1884 года—2923. Если подѣ чернымъ числомъ нѣтъ краснаго, то черное вычитается изъ порядковаго № 1 Января слѣдующаго года, напр., для 1884 года—изъ 3289.

Въ таблицу V вписываются по отдѣльнымъ годамъ суммы вертикальныхъ столбцовъ таблицы IV. Суммы эти выражаютъ число дней въ году, въ теченіе которыхъ горизонтъ воды держался ниже дѣленія рейки, выставленнаго въ строкѣ (а).

Таблица VI составляется изъ таблицы V для ряда водомѣрныхъ постовъ; въ нее вписываются суммы за извѣстное число лѣтъ вертикальныхъ столбцовъ таблицы V; число лѣтъ—одинаковое для всего ряда постовъ.

Посты, для которыхъ наблюденія за нѣкоторые промежутки времени недостаточны, или же гдѣ наблюденія временно вовсе прекращаются, слѣдуетъ выдѣлить изъ таблицы VI. Показанія такихъ постовъ приводятся въ соотвѣтствіе съ

*) 17, 18 и 19 Апрѣля 1884 года.

**) Обыкновенный шрифтъ.

***) Жирный шрифтъ.

однимъ изъ ближайшихъ двухъ водомѣрныхъ постовъ (т. е. выше или ниже по рѣкѣ), для которыхъ имѣется болѣе полный рядъ наблюденій.

Выборъ поста опредѣляется условіемъ, чтобы сопоставляемые посты по возможности находились подъ вліяніемъ однихъ и тѣхъ же притоковъ.

Таблица соотвѣтственныхъ горизонтовъ (таблица VII) рассчитывается по таблицѣ VI интерполированіемъ. Такъ, напр., ниже 0 горизонтъ воды держался въ Рыбинскѣ 95 дней. Для Ярославля ближайшія вышес и низшее числа, помѣщенные въ таблицѣ VI, суть слѣдующія:

въ столбцѣ 40 . . . 20 дней.
и въ столбцѣ 30 . . . 155 дней.

Отсюда слѣдуетъ, что нуль въ Рыбинскѣ соотвѣтствуетъ дѣленію рейки въ Ярославлѣ равному

$$- 40 + \frac{95 - 20}{155 - 20} = - 34,5$$

Таблицы соотвѣтственныхъ горизонтовъ рассчитаны для каждаго десятаго дѣленія рейки верхняго поста. Промежуточные значенія получаются интерполированіемъ. Таблицы эти, вѣроятно, потребуютъ не мало исправленій, — для чего необходимо подвергнуть тщательной критикѣ записи постовъ за прежнее время и выдѣлить по возможности неправильныя наблюденія, особенно гдѣ есть основаніе подозрѣвать присутствіе систематической ошибки. На эти таблицы слѣдуетъ смотрѣть лишь какъ на первый несовершенный опытъ связать между собою на основаніи опредѣленнаго принципа показанія реекъ водомѣрныхъ постовъ волжскаго бассейна.

ТАБЛИЦА I.

Вычисленіе таблицы соответственныхъ горизонтовъ.

		1883.	1884.	1885.	
Декабря 31 . . .	Январь	2557	2922	3288	
Января 31 . . .	Февраль	2598	2953	3319	
Февраля 28—29 .	Мартъ	2616	2982	3347	
Марта 31 . . .	Апрѣль	2647	3013	3378	
Апрѣля 30 . . .	Май	2677	3043	3408	
Мая 31	Іюнь	2708	3074	3439	
Іюня 30	Іюль	2738	3104	3469	
Іюля 31	Августъ	2769	3135	3500	
Августа 31 . . .	Сентябрь	2800	3166	3531	
Сентября 30 . . .	Октябрь	2830	3196	3561	
Октября 31 . . .	Ноябрь	2861	3227	3592	
Ноября 30	Декабрь	2891	3257	3622	
Января 1		2558	2923	3289	

ТАБЛИЦА II.

Высота воды у Нижегородскаго поста въ 7 часовъ утра.
1881 годъ.

Число.	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.
1	87	64	58	63	481	335	104	70	71	40	52	68
2	86	64	58	66	492	322	97	70	71	39	51	68
3	86	63	58	71	502	307	92	70	68	39	50	68
4	85	63	57	78	509	289	87	72	66	39	49	68
5	84	62	57	84	514	272	82	71	62	38	48	68

Число.	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.
6	53	62	57	88	519	255	78	70	58	37	48	67
7	72	61	57	92	520	238	74	69	55	37	47	67
8	81	61	57	95	520	224	70	67	52	37	46	67
9	80	61	57	100	518	214	67	65	49	37	47	66
10	79	61	57	105	516	204	65	63	46	38	45	66
11	78	61	57	111	510	195	63	60	44	40	37	65
12	77	61	56	120	504	189	61	57	43	42	36	65
13	76	61	56	128	495	183	59	53	42	45	40	64
14	75	61	56	134	487	175	58	54	41	47	44	64
15	74	61	56	142	478	168	56	53	40	49	47	64
16	73	61	56	166	468	162	54	51	40	51	50	63
17	73	61	56	189	460	156	54	50	40	52	52	63
18	72	61	56	220	449	151	54	50	39	54	54	62
19	71	61	56	196	439	146	53	52	39	55	56	61
20	70	61	56	194	432	143	53	59	39	55	57	60
21	70	61	57	204	422	141	55	67	39	56	59	59
22	69	61	57	229	415	139	58	74	39	56	60	59
23	69	60	57	252	409	138	63	81	39	56	61	58
24	68	60	57	282	402	137	70	85	39	56	62	57
25	68	60	57	325	395	134	75	88	40	56	63	57
26	67	59	58	363	388	131	79	87	40	56	65	57
27	66	59	58	395	380	126	81	85	40	55	66	57
28	65	59	59	423	374	121	79	82	40	55	67	57
29	64	58	59	446	365	116	76	80	40	54	68	57
30	64	—	60	465	357	110	73	78	40	53	68	57
31	64	—	61	—	346	—	71	76	—	52	—	57

ТАБЛИЦА III.

Вычисленіе таблицы соответственныхъ горизонтовъ.
Нижегородскій постъ.

(а)	30	40	50	60	70	80	90	. . .	190	200	210	. . .
29				78	43	31		. . .				29
30				12	16	18	20	. . .	31	31	31	30
30								. . .		32	32	30
30								. . .		34	35	30
31				17	12	10	08	. .	86	85	84	30
31				27	25	31		. . .				31
31				46	41	32		. . .				31
31				56	57	58		. . .				31
31		83	75	72	69	64		. . .				31
32		07	11					. . .				32
32		36	28					. . .				32
32		88	41	47				. . .				32
33			02	77				. . .				32

ТАБЛИЦА IV.

Вычисленіе таблицы соответственныхъ горизонтовъ
Нижегородскій постъ.

(а)	30	40	50	60	70	80	90		190	200	210	
1884 годъ.				34	73	87	97		108	108	108	.
										2	3	. .
				10	16	21						. .
				10	16	26						. .
		28	36									. .
		2	13	75								. .
				12	120	125	181		203	204	205	. .

VII. Таблица соответственных горизонтовъ.

Составлена по записямъ за 16 лѣтъ (1877—1892 г.).

Рыбнискъ.	Ярославъ.	Кострома.	Кинешма.	Иржецк.	Н.-Новго- родъ.
—17	—46	—34	0	—14	—16
—10	—40	—18	3	— 4	1
0	—34,5	— 9,5	11	3	10
10	—23	0	24	14	24
20	—11	14	37	24	35
30	— 2	22	44	31	43
40	8	29	53	38	51
50	18	39	62	46	61
60	25	44	69	52	70
70	34	57	78	60	81
80	41	65	88	66	87
90	52	78	98	74	97
100	60	86	105	80	107
110	66	93	112	89	114
120	75	104	123	97	127
130	86	116	130	102	133
140	95	125	140	108	140
150	103	135	148	114	146
160	113	146	158	124	154

Рыбинскъ.	Ярославъ.	Кострома.	Кинешма.	Юрзенецъ.	Н.-Нового-родъ.
170	122	156	167	131	161
180	130	167	176	143	178
190	138	178,5	186	158	196
200	157	196	207	175	217
210	168	209	218	185	233
220	178	221	226	192	247,5
230	186	228	232	197	258
240	198	239	241,5	204	273
250	207	249	250	212	283,5
260	217	261	261	224	300
270	225	270	272	231	308
280	234	278	279	239	320
290	241	284	283	243	331
300	249	293	289	249	343
310	258	300	294	252	354
320	272	310	301	256	366
330	277	318	307,5	259	373
340	286	329	319	266	384
350	296	336	328	274	394
360	303	344	334	281	400,5
370	312	354	341	286	406

Рыбинскъ.	Ярославъ.	Кострома.	Кинешма.	Юрьевецъ.	Н.-Новгородъ.
380	322	365	351	295	421
390	331	372	357	301	427,5
400	342	378,5	364	307	437,5
410	352	389	369	312	447
420	365	400	378	319	456
430	377	417	390	330	466
440	383	424	398	337	471
450	389	431	404	343	478
460	394	439	409	348	483
470	402	451	416	354	489
480	409	456	426	358	502
490	412	463	433	362,5	510
500	418	471	439	367,5	520
510	425	482	448	374	532
520	430	494	456	379	541
530	437	505	465	386	557
540	443	512	473	393	565,5
550	446	518	480	398	573
560	449	533	488	404	580
564	458	537	493	408	585

ПРИЛОЖЕНИЕ II.

Предсказанія сдѣланныя Казанскимъ Округомъ Путей Сообщенія относительно ожидаемой глубины на перекатахъ рѣки Волги.

1894 годъ.

- 30 мая. Ожидается до 9 июня на перекатахъ выше Нижняго глубина не менѣе 11 четвертей 1 вершка.
- 3 июня. Ожидается до 20 июня на перекатахъ выше Нижняго глубина не менѣе 11 четвертей.
- 16 июня. Ожидается до 1 июля на перекатахъ между Рыбинскомъ и Чебоксарами глубина не менѣе 10 четвертей *).

ТАБЛИЦА 1.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ.	Глубина.	
			Четв.	Верш.
Май	30	Костонскій	12	2
—	31	—	13	—
Іюнь	1	Сокольскій	13	—
—	2	—	13	—
—	3	—	13	1
—	4	—	13	2
—	5	—	13	1
—	6	—	13	—
—	7	—	12	2
—	8	—	12	—
—	9	—	11	3
—	10	—	11	2

*) *Примѣчаніе.* Отъ 16 іюня до 1 іюля наименьшая глубина перекатовъ между Нижнимъ и Чебоксарами была все время больше, нежели наименьшая глубина между Рыбинскомъ и Нижнимъ.

Мѣсяцъ	Число.	Названіе наиболѣ мелкихъ перека- товъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ.	Глубина.	
			Чети.	Верш.
Іюнь.	11	Сокольскій и Ичменскій	11	2
—	12	Ичменскій	11	3
—	13	Сокольскій и Ичменскій	11	3
—	14	—	11	3
—	15	Сокольскій	11	2
—	16	—	11	—
—	17	—	11	—
—	18	—	10	3
—	19	Гузицинскій	10	2
—	20	—	10	—
—	21	—	10	—
—	22	Гузицинскій и Сокольскій	10	—
—	23	Сокольскій	10	—
—	24	—	10	—
—	25	—	10	—
—	26	—	10	—
—	27	Сокольскій и Костенскій	10	2
—	28	Гузицинскій и Сокольскій	10	2
—	29	Гузицинскій	10	—
—	30	—	9	2
Іюль.	1	Понадѣнскій		—

1 июля. Ожидается выше Нижняго болѣе медленное пониженіе горизонтовъ воды и на перекатахъ до 9 іюля глубина не менѣе 7 четвертей 1 вершка, ниже Нижняго—сравнительно быстрое пониженіе горизонта воды и до 14 іюля на Борскомъ перекатѣ глубина не менѣе 12 четвертей, на остальныхъ перекатахъ до Казани—не менѣе 13 четвертей.

ТАБЛИЦА 2.

Мѣсяцъ.	Число.	Между Рыбинскомъ и Нижнимъ.		
		Названіе наиболѣе мелкихъ продуктовъ.	Глубина.	
			Четв.	Верш.
Іюль.	1	Попадьинскій	9	—
—	2	Гузицинскій и Попадьинскій	8	3
—	3	Гузицинскій	8	2
—	4	—	8	1
—	5	—	8	—
—	6	Гузицинскій и Попадьинскій	8	—
—	7	—	7	3
—	8	—	7	3
—	9	—	7	3

ТАБЛИЦА 3.

Мѣсяц.	Число.	Между Нижнимъ и Казанью.					
		Названіе наиболѣе мелкихъ перека- товъ (кроме Борскаго).	Глубина.		Борскій.		Глубина
			Чет.	Вер.	Чет.	Вер.	
Юль.	1	Устье Тел. воложки и П. Просѣцкій .	15	—	14	—	
—	2	В. Телячій и Устье Тел. воложки . .	14	2	14	—	
—	3	— — — — —	14	—	13	2	
—	4	— — — — —	13	3	13	—	
—	5	— — — — —	13	2	12	1	
—	6	Устье Телячьей воложки	13	1	11	3	
—	7	— — — — —	12	2	11	2	
—	8	— — — — —	12	1	11	2	
—	9	— — — — —	12	—	11	1	
—	10	— — — — —	12	—	11	1	
—	11	В. Телячій, вол. Тел. и устье Тел. вол. .	12	—	11	—	
—	12	В. Телячій и воложка Телячьяго . .	11	3	10	3	
—	13	В. Телячьяго, Горно-Юринск. и Чебокс.	11	3	10	3	
—	14	— — — — —	11	3	10	3	

Примѣчаніе. На участкѣ внизъ отъ Нижняго въ концѣ двухнедѣльнаго срока, на который было сдѣлано предсказаніе, глубина на перекатахъ, показанныхъ въ таблицѣ, оказалась на 5 вершковъ менѣе предсказанной, вслѣдствіе быстраго паденія воды въ Окѣ (у Муромъ на $\frac{1}{4}$ сажени). Это обстоятельство показало, что для правильнаго предсказанія необходимо знать высоту воды у вышележащихъ пунктовъ на р. Окѣ, почему съ сего времени установлено телеграфное сообщеніе о высотѣ воды изъ Муромъ.

- 9 іюля. Ожидается до 18 іюля на перекатахъ выше Нижняго глубина не менѣе 7 четвертей 2 вершковъ.
- 16 іюля. Ожидается до 1 августа на перекатахъ выше Нижняго глубина не менѣе 7 четвертей 2 вершковъ, между Нижнимъ и Казанью—мало перемѣнъ и глубина не менѣе 10 четвертей 2 вершковъ.
- 23 іюля. Вслѣдствіе значительной прибыли въ Рыбинскѣ, глубина на перекатахъ до Нижняго дойдетъ постепенно вездѣ въ теченіе 10 дней до 12 четвертей. На Борскомъ дойдетъ къ третьему, на остальныхъ до Казани—къ 6 августа до 13 четвертей 2 вершковъ.

ТАБЛИЦА 4.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣ мелкихъ перека- товъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ.	Глубина.	
			Четв.	Верш.
Іюль.	9	Гузицинскій и Сокольскій	7	3
—	10	Наволоцкій, Солдогскій и Сокольскій.	7	3
—	11	— — —	7	3
—	12	Сокольскій	7	3
—	13	—	8	—
—	14	—	8	1
—	15	Сокольскій и Ячменскій	8	2
—	16	Сокольскія	9	—

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣе мелкихъ перека- товъ между Рыбннскомъ и Нижнимъ.	Глубина.	
			Четв.	Верх.
Іюль.	17	Сокольскій	9	—
—	18	—	9	2
—	19	Сокольскій и Переломскій	9	2
—	20	Сокольскій	9	1
—	21	Сокольскій и Переломскій	9	1
—	22	Переломскій	9	1
—	23	—	9	2
—	24	Сокольскій, Ячменскій и Переломскій	10	1
—	25	Сормовскій	10	3
—	26	—	11	3
—	27	Переломскій	12	1
—	28	—	12	2
—	29	Сокольскій и Переломскій	12	2
—	30	Сокольскій	12	—
—	31	Переломскій	11	2
Августъ.	1	Сокольскій	11	1

ТАБЛИЦА 5.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣе мелкихъ перека- товъ отъ Нижняго до Казани.	Глубина.	
			Четв.	Верп.
Іюль.	16	Чебоксарскій	11	2
—	17	—	11	1
—	18	—	11	1
—	19	—	11	2
—	20	—	11	2
—	21	—	11	2
—	22	—	11	3
—	23	—	11	3
—	24	—	11	2
—	25	—	11	2
—	26	—	11	2
—	27	—	11	3
—	28	—	12	—
—	29	—	12	1
—	30	—	12	3
—	31	—	13	—
Августъ.	1	Чебоксарскій и Ураковскій	13	2

ТАБЛИЦА 6.

[illegible]

4 августа. Ожидается въ теченіе недѣли выше Юрьевца не менѣе 9 четв., выше Нижняго не менѣе 8 четв., отъ Нижняго до Казани не менѣе 11 четв. 2 верш., выше Богородска не менѣе 13 четв., въ Саратовѣ мало перемѣнъ, въ верховьяхъ Камы сравнительно быстрое пониженіе горизонта.

ТАБЛИЦА 7.

Мѣ- сяцъ.	Ч и с л о .	В ы ш е Ю р ь е в ц а .			В ы ш е Н и ж н я г о .		
		Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ.	Глу- бина.		Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ.	Глу- бина.	
			Четв.	Верш.		Четв.	Верш.
Авгус.	4	Попадвинскій . . .	10	—	Ячменскій и Перел. .	10	1
—	5	— . . .	10	—	Сокольскій и Перел. .	9	2
—	6	— . . .	10	—	Переломскій	9	—
—	7	— . . .	10	1	Сокольскій и Перел. .	9	—
—	8	— . . .	10	1	— —	9	—
—	9	Гузид. и Попадвин. .	10	1	— —	9	—
—	10	— — .	9	3	— —	9	—
—	11	— — .	9	1	— —	9	—

ТАБЛИЦА 8.

Мѣсяцъ.	Число.	Отъ Нижняго до Казапп.				Выше Богородска.			
		Названіе наиболѣ мелкихъ продуктовъ.	Глу- бина.			Названіе наиболѣ мелкихъ перекатовъ.	Глу- бина.		
			Четв.	Верш.			Четв.	Верш.	
Авгус.	4	Н.-Просѣцкій . . .	13	—		Н.-Шеланговск. . .	13	3	
—	5	— . .	12	3		— . . .	14	1	
—	6	— . .	12	2		— . . .	14	1	
—	7	— . . .	12	—		— . . .	14	—	
—	8	— . . .	11	2		— . . .	14	—	
—	9	— . . .	11	1		— . . .	14	—	
—	10	Н.-Прос. и Чебокс. .	11	1		— . . .	13	2	
—	11	— —	11	—		— . . .	13	—	

ТАБЛИЦА 9.

Мѣсяцъ.	Число.	Саратовъ.	Пермь.
		Высота воды.	
		С	О Т К И.
Августъ.	4	138	65
—	5	136	62
—	6	136	58
—	7	136	56
—	8	138	52
—	9	139	48
—	10	141	44
—	11	142	40

12 августа. Ожидается до 20 августа въ Рыбинскѣ медленное пониженіе горизонта, на наиболѣе мелкихъ перекатахъ выше Нижняго не менѣе 7 четв., ниже Васяля до Казани не менѣе 8 четв. 2 верш., выше Камы не менѣе 10 четв. 2 верш. Въ Саратовѣ на перекатахъ пониженіе не болѣе 7 верш. Въ Камѣ и Бѣлой послѣ сравнительно быстрого пониженія горизонта—замедленіе убыли.

ТАБЛИЦА 10.

Мѣсяцъ.	Число.	Наиболѣе мелкіе порекаты отъ Рыбиска до Нижняго.	Глубина.	
			Четв.	Верш.
Августъ.	12	Гузицянскій	8	3
—	13	—	8	2
—	14	Гузицянскій и Сокольскій	8	1
—	15	Сокольскій	8	—
—	16	Сокольскій и Переломскій	8	—
—	17	— —	8	—
—	18	Сокольскій, Переломск. и Сормовск. .	8	—
—	19	Сормовскій	8	—
—	20	—	8	—

ТАБЛИЦА 11.

Мѣсяцъ.	Число.	Наиболѣе мелкіе перекаты отъ Васяля до Казани.	Глубина.		Наиболѣе мелкіе перекаты отъ Казани до Камы.	Глубина.	
			Чет.	Вер.		Чет.	Вер.
Авгус.	12	Чебоксарскій . .	10	3	Н.-Шеланговскій . .	12	2
—	13	— . . .	10	2	— . . .	12	2
—	14	— . . .	10	1	— . . .	12	—
—	15	— . . .	10	1	— . .	12	—
—	16	— . . .	10	—	— . .	11	2
—	17	— . . .	9	3	— . . .	11	—
—	18	— . . .	9	2	— . . .	11	—
—	19	— . . .	9	2	— . . .	11	—
—	20	— . . .	9	2	— . . .	10	12

19 августа. Ожидается вслѣдствіе обильныхъ дождей значительная прибыль: въ Волгѣ выше Нижняго, въ Камѣ и Вяткѣ. Глубина на наиболѣе мелкихъ, перекатахъ послѣ прибыли дойдетъ выше Нижняго до 8 четв. не ранѣе 5 сентября, ниже Нижняго до 9 четв. 2 верш., не ранѣе 8 сентября. Въ Саратовѣ увеличеніе убыли до $2\frac{1}{2}$ вер. въ сутки.

ПРИМѢЧАНІЕ. Вслѣдствіе обильныхъ дождей по второй половинѣ августа и первой половинѣ сентября, въ Рыбинскѣ съ 16 августа вода прибывала почти непрерывно по 13 сентября: всего прибыло воды болѣе $1\frac{1}{2}$ саж., вслѣдствіе чего глубина на всѣхъ перекатахъ выше Нижняго перешла къ срединѣ сентября за 18 четв. и ниже Нижняго за 17 четвертей.

16 сентября. Ожидается до 30 сентября на перекатах между Рыбинскомъ и Камой глубина не менѣе 15 четвертей.

ТАБЛИЦА 13.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣе мелкихъ порекатовъ между Рыбинскомъ и Камой.	Глубина.	
			Четв.	Верш.
Сентябрь.	16	Н.-Шеланговскій	15	—
—	17	—	15	2
—	18	—	15	3
—	19	—	16	2
—	20	Н.-Шеланговск. и Н.-Осельскій . . .	17	—
—	21	— — . . .	17	—
—	22	— — . . .	17	—
—	23	— — . . .	17	—
—	24	— — . . .	17	—
—	25	Н.-Осельскій	16	2
—	26	—	16	—
—	27	Сокольскій	15	3
—	28	—	15	1
—	29	—	15	—
—	30	Сокольскій и Катунки	14	2

1895 годъ.

19 мая. Глубина болѣе 15 четв. на Борскомъ и Телячьемъ перекатахъ, вѣроятно, продержится не далѣе 26 мая.

ТАБЛИЦА 1.

Мѣсяцъ.	Число.	Борскій.	Телячій.		
		Г л у б и н а.			
		Четв.	Верш.	Четв.	Верш.
Мая.	19	—	—	—	—
—	20	—	—	—	—
—	21	—	—	—	—
—	22	—	—	—	—
—	23	23	1	29	2
—	24	19	3	25	2
—	25	16	3	22	2
—	26	15	3	20	2
—	27	14	—	18	2

Примчаніе. Разстояніе между Борскимъ и Телячь мъ перекатомъ составляетъ 9 верстъ.

24 Мая. Ожидается напняхъ въ Рыбинскѣ прибывъ воды.

Къ 23-му мая у Твери и Весьегонска горизонтъ воды остановился, а въ Череповцѣ появилась небольшая прибывъ, вѣроятно, подъ влияніемъ дождей, о которыхъ Обсерваторія извѣстила телеграммой отъ 23 мая, полученной въ Округъ 24 мая: «Верхней Волгѣ дождь». Сообщенію телеграммы было неправильно истолковано въ томъ смыслѣ, что дождь продолжается, между тѣмъ какъ оно относилось, повидимому, къ дождямъ, уже вызвавшимъ остановку воды на трехъ верхнихъ постахъ, какъ видно, изъ нижеслѣдующей таблицы

ТАБЛИЦА 2.

Мѣсяцъ.	Число.	Высота воды въ сотыхъ доляхъ саж.			
		Тверь.	Весьегонскъ.	Череповецъ.	Рыбинскъ.
Май.	17	17	64	83	125
—	18	16	62	82	110
—	19	15	60	82	100
—	20	13	60	83	94
—	21	12	59	84	90
—	22	13	58	85	8
—	23	12	58	85	82
—	24	12	57	85	80
—	25	12	56	84	79
—	26	11	54	82	78
—	27	13	51	81	77
—	28	12	48	80	74
—	29	11	46	79	71
—	30	8	45	76	68
—	31	8	44	75	66

5 Юня. Ожидается: въ теченіи недѣли постепенная убыль, и на перекатахъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ глубина не менѣе 6 четв. 3 верш., до 12 Юня на Борскомъ перекатѣ не менѣе 9 четв., до 20—не менѣе 8 четв.

ТАБЛИЦА 3.

Мѣсяцъ.	Число.	Высота воды въ соткахъ.		Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ плеса. Рыбинскъ-Нижній.	Глубина.		Борскій перек.			
		Рыбинскъ.	Ниж.		Четв.	Верш.	Старый ходъ.		Новый ходъ.	
							Г л у б и н а.			
							Ч.	Вер.	Ч.	Вер.
— Юнь.	5	54	78	Гузицкиск. и Переломскій	8	1	10	1		
—	6	51	75	— — —	8	—	10	1		
—	7	48	72	— и Селищенскій.	7	3	10	1		
—	8	46	70	Грузинц., Селищен. и Перел.	7	3	10	—		
—	9	45	66	— — —	7	2	9	2		
—	10	44	63	— — —	7	2	8	1		
—	11	42	61	— — —	7	1	8	2		
—	12	40	58	Солищенскій и Перелом.	7	—	8	1		
—	13	39	56	Селищенскій	6	2	8	1	9	—
—	14	37	53	—	6	2	8	1	9	—
—	15	36	50	—	6	1	8	1	9	—
—	16	35	48	Селищенск. и Переломск.	6	1	8	1	9	—
—	17	35	48	—	6	—	8	—	8	3
—	18	35	48	—	6	1	8	—	8	2
—	19	34	44	—	6	—	7	3	8	2
—	20	33	44	—	—	—	7	3	8	2
—	21	33	42	—	—	—	—	—		
—	22	33*)	42	—	6	—	—	—		
—	23	37	42	—	6	—	—	—		
—	24	36	42	Гузинц., Ячмен., Перелом.	6	2	—	—		

*) Вѣчеромъ—34.

16 июня. Ожидается между Рыбинскомъ и Нижнимъ небольшое пониженіе горизонта воды, и глубина на перекатахъ не менѣе 5 честв. 2 верш. до 24 июня, между Нижнимъ и Камой на перекатахъ глубина не менѣе 9 честв. до 24 июня, и—не менѣе 8 честв. до 1 июля, за исключеніемъ Борскаго и Безводнинскаго перекатовъ, гдѣ производится землечерпаніе.

ТАБЛИЦА 4.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ между Нижнимъ и Камой (кромя Борскаго и Безводнинскаго.	Глубина.	
			Честв.	Верш.
Іюнь.	16	Воложка Телячьяго	9	1
—	17	—	9	—
—	18	—	9	—
—	19	—	9	—
—	20	—	9	—
—	21	—	9	—
—	22	Вол. Телячьяго, Кстовскъ и Чебоксарск.	9	1
—	23	Кстовскій	9	—
—	24	Кстовскій и Чебоксарскій	9	—
—	25	—	9	—
—	26	Чебоксарскій	8	3
—	27	—	8	3
—	28	—	8	3
—	29	—	8	3
—	30	—	8	3
Іюль.	1	—	8	3

26 июня. Вслѣдствіе прибыли въ Рыбинскъ глубина на перекатахъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ подняхъ дойдетъ до 8 четв.; между Нижнимъ и Камою дойдетъ до 9 четв. 2 вершк.; на Борскомъ и Безводнинскомъ—къ 4-му, на Чебоксарскомъ—къ 8-му июля.

ТАБЛИЦА 5.

Мѣсяцъ.	Число.	Плесь-Рыбинскъ-Нижній.								Плесь Нижній-Кама.							
		Селп-щенск.		Серг-іевск.		Яч-мөн-скій.		Пара-шин-скій.		Ниж-ній.	Бор-скій.	Без-вод-нинск.	Чебокс-сар-скій.				
		г л у б и н а.								Выс. воды.	Г л у б и н а.						
		Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Сотн	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	
Іюнь.	26	7	1	7	—	6	3	7	1	42	8	2	9	—	8	3	
—	27	8	2	7	3	6	3	7	1	42	8	2	8	3	8	3	
—	28	9	—	8	1	7	—	7	2	42	8	2	8	3	8	3	
—	29	9	—	8	2	7	2	7	2	44	8	2	8	3	8	3	
—	30		8	8	3	8	—	7	3	46	8	3	9	—	8	3	
Іюль.	1		8		8	—	7	2	49	9	1	9	1	8		3	
—	2		8		8	—	7	3	51	9	1	9	2	9	—		
—	3				8	—	7	3	52	9	1	9	8	9	—		
—	4				7	3	8	—	52	9	1	9	8	9	1		
—	5					8	1		51	9	1	9	8	9	1		
—	6					8	2		51	9	1	9	8	9	1		
—	7					8	8		52	9	1	9	8	9	1		
—	8					9	—		54	9	1	10	—	9	2		
—	9					{Мак-сим. 16}				57	9	2	10	1	9	2	
—	10					іюля 12 8				62	9	2	11	—	8	2	

Примѣчаніе. Борскій перекачь отстоитъ отъ Нижегородскаго водомѣрнаго поста на 1 версту.

8 іюля. Глубина из всѣхъ перекатахъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ дойдетъ послѣдовательно въ теченіе 6 дней до 10 четв. 2 верш.; на перекатахъ между Нижнимъ и Камой глубина дойдетъ до 11 четв. 2 вершк.; на Борекомъ и Безводнинскомъ—къ 15, на остальныхъ къ 20-му іюля.

ТАБЛИЦА 6.

Июль.	Число.	Плесь Рыбинскъ-Нижній.						Плесь Нижний-Кама.							
		Под-сос-няжн.		Со-коль-скій.		Ич-мен-скій.		Бор-скій.		Без-вод-нинск.		Н.-Осель-скій.		Н.Ше-дан-говск.	
		Г л у б и н а.													
		Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.	Четв.	Верш.
Июль.	8	9	3	9	2	8	2	9	1	10	—	10	1	10	3
—	9	10	2	10	1	9	1	9	2	10	1	10	1	10	3
—	10	11	—	10	3	9	3	9	2	11	—	10	1	10	3
—	11	11	1	11	1	10	—	10	—	11	3	10	2	10	3
—	12	11	2	11	2	10	2	10	2	12	1	10	3	10	3
—	13	11	2	11	2	10	2	11	—	12	2	11	—	11	—
—	14	11	2	11	2	10	2	11	1	13	—	11	1	11	—
—	15	11	2	11	2	10	2	11	2	13	1	11	2	11	3
—	16	11	1	11	2	10	2	11	2	13	1	11	3	11	2
								ма	кс	и	м	у	ж	у	мѣ
—	17			11	1	10	1	11	2	13	1	12	—	12	—

14 іюля. Ожидается на перекатахъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ по 23 іюля глубина не менѣе 8 четв. 2 верш.; между Нижнимъ и Камой мало перемѣнъ, на Борскомъ перекатѣ 21 іюля 11 четв., 26 іюля 9 четв. 2 верш.; на остальныхъ перекатахъ больше.

ТАБЛИЦА 7.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе перекатовъ плеса Рыбинскъ-Нижній.	Глубина.		Названіе перекатовъ плеса Нижний-Кама.	Глубина.	
			Четв.	Верш.		Четв.	Верш.
Іюль.	14	Ячменскій и Перелом.	10	2	Н.-Шеланговскій . .	11	—
—	15	— —	10	2	Борскій и Н.-Осельск.	11	2
—	16	— —	10	2	Борскій	11	2
—	17	— —	10	1	—	11	2
—	18	Гузицинск. и Ячмен.	10	—	—	11	2
—	19	Селищевскій . . .	9	1	—	11	2
—	20	Гузицинскій	9	—	—	11	2
—	21	—	8	1	—	11	2
—	22	—	7	3	—	11	1
—	23	—	7	1	—	10	3
—	24				—	10	—
—	25				—	9	3
—	26				—	9	1

21 июля. Ожидается: между Рыбинскомъ и Нижнимъ постепенное замедленіе убыли воды, и глубина на перекатахъ не менѣе 7 четв. до 1 августа, между Нижнимъ и Камой—на Борскомъ перекатѣ, глубина 8 четв. 2 верш. къ 1 августа, а на остальныхъ—больше Борскаго.

ТАБЛИЦА 8.

Мѣсяцъ.	Число.	Высота воды въ соткахъ.		Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ плеса Рыбинскъ-Нижній.	Глубина.	
		Рыбинскъ.	Нижній.		Четв.	Верш.
Іюль.	21	50	71	Гузицинскій	8	1
—	22	46	68	—	7	3
—	23	43	64	—	7	1
—	24	43	60	—	7	—
—	25	43	56	—	6	3
—	26	40	52	Гузицин. и Переломскій	6	3
—	27	36	49	— —	6	2
—	28	32	46	— —	6	1
—	29	30	43	Переломскій	6	—
—	30	29	41	—	5	3
—	31	27	39	—	5	3
Авг.	1	25	38	Селищенскій	5	2

Т А Б Л И Ц А 9.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣ мелкихъ перекатовъ плеса Нижній- Кама.	Г л у б и н а.	
			Четв.	Верш.
Іюль.	21	Борскій	11	2
—	22	—	11	1
—	23	—	10	3
—	24	—	10	—
—	25	—	9	3
—	26	—	9	1
—	27	—	8	2
—	28	—	8	1
—	29	—	8	—
—	30	—	7	3
—	31	—	7	3
Августъ.	1	—	7	3

30-го июля. Въ случаѣ отсутствія дождей, глубина на перекатахъ между Рыбинскомъ и Нижнимъ можетъ упасть до 5 четв. къ 9 августа; между Нижнимъ и Камою ожидается къ 10-му августа наименьшая глубина на Телячемъ 7 четв. 2 верш., на остальныхъ больше, кромѣ Борскаго и Безводнинскаго перекатовъ, гдѣ производится землечерпаніе.

Т А Б Л И Ц А 10.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ плеса Рыбинскъ-Нижній.	Глубина.		Вол. Теляч. Устье.	Остальные перекаты плеса Нижн.-Кама.	Глубина.	
			Ч.	В.			Ч.	В.
Июль	30	Переломскій	5	3	10 3	Н. Шеланговскій . .	9	1
—	31	—	5	3	10 1	— . .	9	—
Авг.	1	Селищенскій	5	2	10 —	— . .	8	2
—	2	—	5	1	9 2	— . .	8	—
—	3	—	5	1	8 3	— . .	7	2
—	4	—	5	—	8 1	— . .	6	3
—	5	—	4	3	8 1	— . .	6	3
—	6	—	4	2	8 1	— . .	6	2
—	7	—	4	2	8 —	— . .	6	2
—	8	—	4	2	8 —	— . .	6	2
—	9	—	4	2	9 —	— . .	6	3
—	10	—	4	2	7 3	— . .	7	2

8 августа. Вслѣдствіе прибыли въ Камѣ, на Климовскомъ перекатѣ можно ожидать увеличеніе глубины черезъ 4 дня.

ТАБЛИЦА 11.

Мѣсяцъ.	Число.	КЛИМОВСКІЙ.	
		Г л у б и н а.	
		Четв.	Верш.
Августъ	7	10	2
—	8	10	2
—	9	10	3
—	10	10	3
—	11	11	—
—	12	11	—
—	13	11	—
—	14	11	2

- 12 августа. Значительных переменъ на верхнемъ плесѣ Волги пока ожидать нельзя, также на среднемъ—до Казани.
- 16 августа. На верхнемъ и среднемъ плесѣ Волги ожидать скорой прибыли пока нельзя.
- 23 августа. Существеннаго измѣненія къ лучшему низкаго уровня Волги отъ Рыбинска до Казани скоро ожидать нельзя.
- 29 августа. Ожидается въ будущемъ продолженіе начавшейся въ Нижнемъ небольшой прибыли, размѣръ котораго выяснится надпяхъ; на плесѣ Рыбинскъ-Нижній прибыль ограничится пока незначительнымъ размѣромъ *),
- 5 сентября. Ожидать скорой прибыли въ Волгѣ выше Камы нельзя и ниже Камы надпяхъ ожидается новая небольшая прибыль.
- 7 сентябр. Ожидается въ Рыбинскѣ въ послѣдующіе дни продолженіе начавшейся незначительной прибыли.

ТАБЛИЦА 12.

Мѣсяцъ.	Число.	Высота воды въ соткахъ.			Мѣсяцъ.	Число.	Высота воды въ соткахъ.			
		Ры-бинск.	Ниж-ній.	В.-Ус-ловъ.			Ры-бинск.	Ниж-ній.	В. Ус-ловъ.	Тетю-ши.
А в г у с т ь.	12	20	25	26	А в г у с т ь.	27	20	24	27	
	13	22	24	26		28	20	25	26	
	14	23	23	27		29	19	28	26	
	15	24	23	27		30	19	26	26	
	16	24	23	27		31	19	25	26	
	17	23	23	26		1	20	25	25	
	18	22	24	25		2	21	26	25	
	19	21	24	25		3	22	25	25	
	20	22	24	27		4	23	25	25	
	21	22	24	27	С е н т я б р ь.	5	23	25	25	77
	22	21	25	27		6	23	25	26	76
	23	19	26	26		7	24	25	27	76
	24	19	25	26		8	23	26	27	76
	25	20	25	27		9	25	27	28	77
	26	20	24	27		10	26	28	28	79

*) Предсказаніе отъ 29 августа сдѣлано на основаніи ошибочной телеграммы изъ Рязани (вм. «—76» передано „—29“).

- 9 сентября. Ожидается въ будущемъ продолженіе медленной прибыви въ Рыбинскѣ; вѣроятное постепенное увеличеніе глубины выяснится надпяхъ.
- 11 сентября. Ожидается къ 20-му сентября на перекатахъ плеса Рыбинскъ-Нижній глубина не менѣе $6\frac{1}{2}$ четв.; на плесѣ Нижний-Кама впродолженіе недѣли значительныхъ перемѣнъ не предвидится.
- 16 сентября. Ожидается въ будущемъ постепенное по всей Волгѣ увеличеніе глубины, которая будетъ отъ Рыбинска до Нижняго къ 28 сентября не менѣе $8\frac{1}{2}$ четв.; отъ Нижняго до Камы къ 1 октября не менѣе $10\frac{1}{2}$ четв.
- 19 сентября. Ожидается на плесѣ Рыбинскъ-Нижній глубина не менѣе $8\frac{1}{2}$ четв. съ 23 по 29 сентября, послѣ чего, вѣроятно, начнется убыль; внизъ отъ Нижняго согласно сдѣланному 16 сентября предупрежденію, глубина не менѣе $10\frac{1}{2}$ четв. къ 1-му октября.
- 29 сентября. Ожидается постепенное пониженіе уровня и на перекатахъ плеса Рыбинскъ-Нижній не менѣе 7 четв. къ 6 октября; внизъ отъ Нижняго до Камы не менѣе 9 четв. къ 12 октября.
- 4 октября. Ожидается надпяхъ въ Рыбинскѣ смѣна убыли на незначительную прибыль.
- 16 октября. Ожид. въ Рыбинскѣ новая небольш. прибыль къ 19 окт.

ТАБЛИЦА 13.

Мѣсяцъ.	Число.	Выс. воды въ сотк. Рыбинскъ	Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ плеса Рыбинскъ- Нижній.	Глуб.		Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ плеса Нижний-Кама	Глуб.	
				Четв.	Верш.		Четв.	Верш.
Сент.	9	25	Гузыцин. и Сокольск.	5	3	Н.-Просѣцкій . .	8	
—	10	26	— —	6	—	— . .	8	1
—	11	26	— —	6	—	— .	8	1
—	12	29	— —	6	—	— .	8	2
—	13	32	Сокольскій	6	—	— . .	8	2
—	14	35	— —	6	—	— . .	8	2
—	15	40	— —	6	—	— . .	8	2
—	16	47	— —	6	1	— . .	8	2
—	17	51	— —	6	2	— . .	8	3
—	18	57	— —	7	—	Везводнинскій . .	9	—
—	19	62	Сокол. и Ячменск.	7	2	Везводи. и Урак. .	9	1
—	20	65	— —	8	—	Ураковскій . . .	9	1

ТАБЛИЦА 13.

Мѣсяцъ	число.	Названіе перекатовъ плеса Рыбинскъ-Ниж- ній.	Глу- бина.		Названіе перекатовъ плеса Нижний-Кама.	Глу- бина.	
			Четв.	Верш.		Четв.	Верш.
ент.	21	Сокольскій	8	1	Н.-Осоляскій	9	2
—	22	Сормовскій	8	1	—	9	2
—	23	—	8	2	—	0	3
—	24	—	8	3	Н.-Керж. и Н.-Оселск.	10	—
—	25	Гузицинскій	9	—	Юрк.Н.-Керж.п Н.-Ос.	10	1
—	26	—	8	3	Н.-Керженскій	10	1
—	27	—	8	2	Юркинскій и Н.-Керж.	10	2
—	28	—	8	1	— —	10	3

ТАБЛИЦА 13.

Мѣсяцъ.	Число.	Высота воды въ соткахъ.	Названіе наи- болѣе мелкихъ перекатовъ плеса Рыбинскъ-Ниж- ній.	Глу- бина.		Названіе наи- болѣе мелкихъ перекатовъ плеса Нижній-Ры- бинскъ.	Глу- бина.	
		Рыбинскъ.		Четв.	Вз. ш.		Четв.	Верш.
Сент.	29	48	Гузидинскій .	8	1	Юрк. и Н.-Кер.	11	—
—	30	46	— .	7	3	— —	11	—
Окт.	1	45	— .	7	2	— —	11	—
—	2	45	— .	7	2	— —	11	—
—	3	43	— .	7	2	Юркинскій .	10	3
—	4	41	— .	7	2	— . .	10	3
—	5	40	— .	7	1	— . .	10	3
—	6	40	— .	7	1	— . .	10	3
—	7	42	— .	7	1	— . .	11	—
—	8	44	— .	7	1	— . .	11	—
—	9	47	— .	7	1	— . .	11	1
—	10	48	— .	7	1	Вол. Тер. и Юр.	11	2
—	11	49				— — —	11	2
—	12	50				Воложка Тел.	11	2
—	16	50						
—	17	50						
—	18	61						
—	19	88						

19 октября. Ожидается глубина не менее 15 четв. на перекатахъ выше Нижняго къ 26 октября, внизъ отъ Нижняго до Камы къ 31 октября.

ТАБЛИЦА 14.

Мѣсяцъ.	Число.	Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ плеса Рыбинско-Нижній.	Глубина.		Названіе наиболѣе мелкихъ перекатовъ плеса Нижній-Камы.	Глубина.	
			Четв.	Верш.		Четв.	Верш.
Октяб.	19	Верхне-Богоявленскій	10	1	Нижно-Керженскій	12	2
—	20	Сокольск. и Ячмен.	11	1	—	12	3
—	21	—	11	3	—	12	3
—	22	—	12	2	—	12	
—	23	—	14	—	—	13	—
—	24	—	15	3	—	13	1
—	25	—	17	2	—	13	2
—	26	—	18	2	—	14	1
—	27	—			—	14	3
—	28	—			—	15	1
—	29	—			—	15	3
—	30	—			Верхне Макарьевскій	16	—
—	31	—			—	16	—

Зб р о ж е к ъ .

Мм. Гг. Мы выслушали докладъ чрезвычайно интересный не только по своему содержанію и тѣмъ результатамъ, которые достигнуты дѣятельностью, описанною докладчикомъ, но еще и въ томъ отношеніи, что дѣятельность эта возникла по собственной инициативѣ мѣстнаго учрежденія—Казанскаго Округа Путей Сообщенія, и ей не предшествовали никакія особыя распоряженія центральнаго управленія, никакія узаконенія и инструкціи. Я не могу не отмѣнить еще одно весьма интересное обстоятельство: вопросъ о предсказаніяхъ уровня воды на Волгѣ въ цѣляхъ судоходныхъ интересовалъ, между прочимъ, нашу Академію Наукъ и она вопла по этому поводу въ сношенія съ Министерствомъ Путей Сообщенія; изъ выслушаннаго нами оказывается, что эти предсказанія въ Казанскомъ Округѣ уже организованы, и намъ весьма пріятно, что мы можемъ отвѣтить Академіи Наукъ относительно интересующаго ее вопроса, что существуетъ уже извѣстная организація, которая и начала свою дѣятельность въ данномъ направленіи. Обращаясь затѣмъ къ изложенному здѣсь способу наблюденій и предсказаній, я, съ своей стороны, могу заявить, что едва-ли относительно его могутъ быть какія либо сомнѣнія, потому что онъ уже имѣетъ прекрасную провѣрку въ самыхъ результатахъ предсказаній. Мы слышали, что при помощи этого способа достигнуты прекрасные результаты, которые наглядно свидѣтельствуютъ о достоинствѣ самаго способа. Можетъ быть, результаты эти зависятъ отъ точности пріемовъ и ихъ рациональности, можетъ быть, они зависятъ также отъ простоты тѣхъ явленій, которыя приходится наблюдать на Волгѣ, но какъ-бы то ни было, изъ тѣхъ фактовъ, которые были сообщены относительно успѣшности предсказаній, можно придти къ тому заключенію, что примѣненіе данныхъ способовъ оказывается вполне рациональнымъ и соответствующимъ совершенно мѣстнымъ условіямъ. Несомнѣнно, что этотъ трудъ русскихъ инженеровъ, существующій притомъ и созданный по собственной инициативѣ и безъ всякаго покро-

вительства высшаго начальства заслуживаетъ особеннаго вниманія и особенной благодарности, и я бы находилъ необходимымъ въ дополненіе къ тому постановленію, которое сдѣлано Съѣздомъ по докладу инженера Квицинскаго относительно напечатанія этого доклада не только въ Трудахъ Съѣзда, но и отдѣльно брошюрою для ознакомленія лицъ, интересующихся этимъ вопросомъ, точно также постановить и о напечатаніи выслушаннаго нами сегодня доклада инженера Клейбера. Это будетъ прекраснѣйшій матеріалъ для разработки вопроса, который уже затронуть въ докладѣ Лукьяна Игнатьевича и который даже съ особенной стороны можетъ интересовать Министерство Путей Сообщенія. Заграничныя работы направляются, главнымъ образомъ, на разрѣшеніе вопроса относительно предсказанія наводненій, между тѣмъ насъ гораздо болѣе интересуеетъ вопросъ о предсказаніи судоходной глубины и вообще навигаціонныхъ условій рѣки; поэтому работы Казанскаго Округа съ нашей русской точки зрѣнія, съ точки зрѣнія судоходства въ Россіи, представляютъ особенно важное значеніе.

(Оживленныя рукоплесканія).

Предсѣдатель.

Въ основаніе постановленія по настоящему докладу должно войти предложеніе, сдѣланное Федоромъ Григорьевичемъ о томъ, чтобы докладъ, только что нами выслушанный, былъ напечатанъ не только въ Трудахъ Съѣзда, но и отдѣльною брошюрою также какъ и докладъ Лукьяна Игнатьевича, для ознакомленія съ нимъ всѣхъ интересующихся этимъ вопросомъ.

Но, кромѣ этого постановленія, я считаю своимъ долгомъ сдѣлать слѣдующее предложеніе, спеціально касающееся прочитаннаго сегодня доклада, а именно 1) не мѣняя принятаго постановленія по докладу Лукьяна Игнатьевича, заявить со стороны Съѣзда, что предпринятый въ Казанскомъ Округѣ опытъ предсказаній колебаній горизонта воды и глубинъ на перекатахъ далъ блестящіе результаты и 2) постановить, что Съѣздъ находитъ полезнымъ, чтобы Министерство Путей Со-

общенія поддержало этотъ начинъ и изыскало средства для распространенія его и на другія наши рѣки, гдѣ надобность въ предсказаніяхъ вызывается нуждами судоходства. Мнѣ казалось, что настоящій примѣръ предсказаній положительно заслуживаетъ подражанія, такъ какъ наши болѣе значительныя рѣки по своему значенію для судоходства вполне заслуживаютъ такой же организаціи, какая осуществлена въ Казанскомъ Округѣ.

Угодно согласиться, чтобы эти предложенія внесены были въ постановленія Съѣзда?

Гимоновъ.

Я лично вполне присоединяюсь къ тѣмъ предложеніямъ, которыя сдѣланы Вами, но мнѣ кажется, что было-бы, быть можетъ, не совсѣмъ осторожно выразиться такъ, что Казанскія работы дали блестящіе результаты, чтобы не подать повода къ такимъ заключеніямъ, что мы, пользуясь отсутствіемъ на Съѣздѣ представителей судоходства, начали воздавать хвалы самимъ себѣ, поэтому я бы полагалъ въ видахъ корпоративной скромности смягчить это выраженіе; такимъ образомъ, можно было-бы, высказавши оба Ваши предложенія въ одномъ пунктѣ, оставить оцѣнку Казанскихъ работъ до будущаго Съѣзда, когда здѣсь будутъ и представители судоходства.

Фадѣевъ.

Мнѣ кажется, что представители судоходства въ этомъ вопросѣ некомпетентны. Они могутъ сказать намъ, что то, что мы дѣлаемъ, оказывается для нихъ полезнымъ или бесполезнымъ, примѣнимымъ или непримѣнимымъ, но они не могутъ судить о томъ, какъ мы дѣлаемъ, — худо или хорошо, пригоденъ ли принятый нами способъ наблюденій или непригоденъ. Это лежитъ внѣ предѣловъ ихъ компетентности, потому что это вопросъ техническій, а въ техническихъ вопросахъ мы сами вполне можемъ быть судьями и вотъ, если мы находимъ съ технической стороны, что примѣняемый нами способъ наблюденій оправдывается опытомъ, то сказать, что опытъ вполне

подтверждаетъ то, чего мы хотѣли и чего ожидали, вовсе не будетъ нескромнымъ. Я самъ держусь скромности, но въ такихъ случаяхъ, гдѣ мы можемъ быть вполне дѣятелями, большая скромность непригодна.

Предсѣдатель.

Если другихъ возраженій нѣтъ, то слѣдуетъ признать постановленія принятыми.

Затѣмъ я полагаю, что докладъ, намъ прочитанный и выслушанный всѣми съ большимъ интересомъ, заслуживаетъ вниманія Съѣзда въ томъ отношеніи, что этотъ первый опытъ предсказаній на такой рѣкѣ какъ Волга, предпринять исключительно по инициативѣ мѣстнаго управленія, поэтому я бы предложилъ выразить благодарность организатору этого дѣла, присутствующему здѣсь Начальнику Казанскаго Округа Владиміру Михайловичу Лохтину.

(Рукоплесканія).

Лохтинъ.

Позвольте мнѣ, съ своей стороны, поблагодарить Съѣздъ за вниманіе къ нашему скромному дѣлу.

Предсѣдатель.

Теперь позвольте перейти къ слѣдующему докладу Вильгельма Генриховича Клейбера „о планѣ землечерпательныхъ работъ въ руслѣ р. Волги въ связи съ организованнымъ въ Казанскомъ Округѣ доставленіемъ свѣдѣній о состояніи судоходнаго пути“.

ВАЖНѢЙШІЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	Строка.	Напечатано:	Должно быть:
12	10 сверху	вСа	вУ _А
"	19 "	вСа	вУ _А
"	2 снизу	вСа=вУ _А =	вУ _А =сУ _А =
30	14 сверху	вСа	в(А)
31	12 снизу	732	22
37	2 "	Обозначенная	(Обозначая
38	16 "	А и В и двухъ	А и В двухъ
"	2 "	γ ₂	α.
39	7 сверху	Ф (С) с=с	Ф ₂ (С)с=св
—	14 "	Ф ₂ (Са)	Ф ₂ (Са)
43	3 "	d ² Q _А	d ² Q _А
—	"	$\frac{dA}{dB}$	$\frac{dA^2}{dB^2}$
—	3 "	d ² Q _В	d ² Q _В
47	10 "	Сав и найдется	Сав . Саве найдется
—	6 снизу	Bj+	Bj r-1
48	2 "	случаѣ	случаѣ,
52	12 "	притоки	притока
53	5 сверху	744	34
54	7 "	С	Св
55	14 "	въ одной	въ бассейнахъ одной
57	4 снизу	постотъ	постотъ.
59	8 "	лишь	лишь дан
63	5 сверху	744	34
66	9 "	водомѣрный	Водомѣрный
—	16 "	интерполированіемъ.	интерполированіемъ.
—	15 снизу	Ю	Ю ₄
—	11 "	Р	Р ₁
69	7 сверху	поднялся	поднялся
—	9 "	Весьегонска	Весьегонскаго
—	"	поста	постовъ
79	14 "	вСа	вСа
—	15 "	ниже для	ниже чѣмъ для
81	1 снизу	взистой	взято
97	1 "	—	9 —
127	9 сверху	отмѣнить	отмѣтить.

На листахъ чертежей.

Богородское 1894 г.
Чебоксары.

Б в =
вычисл.

формулы вСу.ч.=
соответственный Нижегород-
скому.

Верхній-Услонъ.