

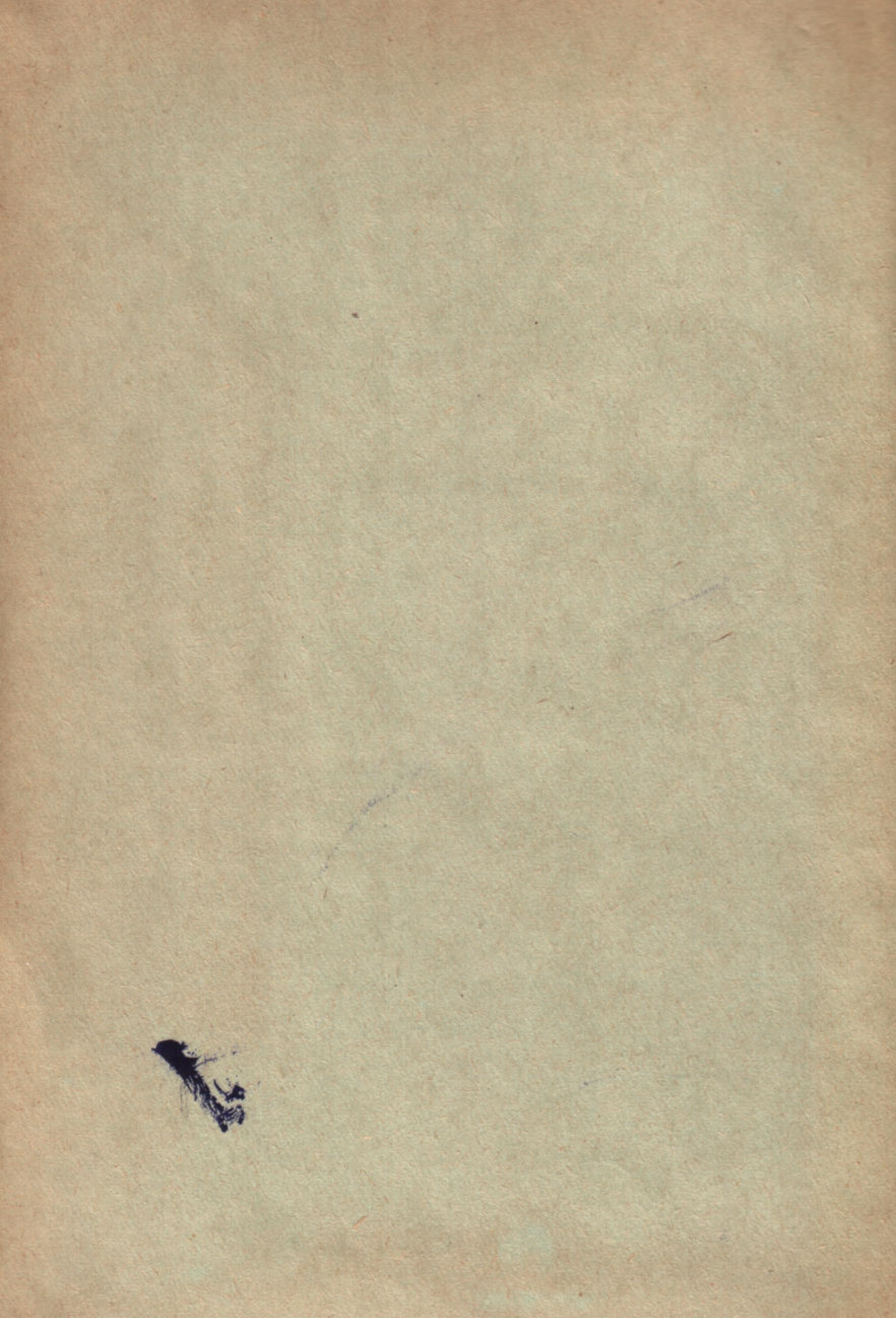
551.3

III 17

Максимович  
Условия образования  
ледяного покрова  
на наших реках.

1949





581.3

М-17

Максимович

У

1948

✓

сра

сверено  
1968

## УСЛОВІЯ ОБРАЗОВАНІЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА НА НАШИХЪ РѢКАХЪ

въ связи съ мѣрами къ уменьшенію препятствій, причиняемыхъ этимъ явленіемъ судоходству.

(По наблюденіямъ на р. Днѣпръ у г. Кіева).

(Съ чертежами на особыхъ листахъ и 2 политипажами, помѣщенными въ текстѣ).

Въ числѣ многихъ естественныхъ недостатковъ, присущихъ внутреннимъ воднымъ путямъ Россіи, едва ли не первое мѣсто занимаетъ продолжительное сковываніе нашихъ водъ льдами, дѣлающее ихъ совершенно непригодными для навигаціонныхъ цѣлей въ теченіе весьма значительнаго времени. Это мертвое время составляетъ, для рѣкъ Европейской Россіи, отъ 3-хъ мѣсяцевъ до полугода, а на дальнемъ сѣверѣ и въ Сибири и того болѣе. Столь неблагоприятное условіе, которому подчинены наши водные пути, очень мало знакомо въ западной части материка Европы и ставитъ водные пути нашихъ сосѣдей въ несравненно болѣе благоприятныя условія. Для сравненія укажемъ, напримѣръ, на р. Рейнъ, находящуюся между тѣми же географическими широтами, какъ и средняя часть Днѣпра. Продолжительность ледостава на Рейнѣ, высчитанная по 40-лѣтнимъ наблюденіямъ у Бингена, достигаетъ едва 3 дней въ году, а продолжительность дней ледохода едва 16; у насъ, для средней части Днѣпра, продолжительность ледостава достигаетъ 102 дней, а продолжительность ледохода 22 дней. Въ то время, какъ на многихъ рѣкахъ Западной Европы судоходы почти не знаютъ прекращенія навигаціи отъ ледостава, у насъ кривая средней продолжительности ледостава, сковывающаго рѣки 5 мѣсяцевъ въ году, проходитъ нѣсколько сѣвернѣе водораздѣла Днѣпра, прибли-

зительно через Новгородъ, Ярославль, направляясь къ востоку на Нижній и Казань. Кривая *6-тимѣсячнаго* пребыванія рѣкъ въ оковахъ льда проходитъ нѣсколько сѣвернѣе Петербурга, захватывая низовья Сѣверной Двины и все теченіе Печоры.

Въ еще болѣе неблагопріятномъ положеніи находятся низовые участки рѣкъ Сибири, покрытые льдомъ 7, 8 и даже болѣе мѣсяцевъ въ году. Такъ, устье Лены освобождается отъ льдовъ иногда только къ концу іюня и уже нерѣдко въ сентябрѣ покрывается льдомъ. По описаніямъ путешественниковъ, изучавшихъ сѣверные берега Сибири и побережье Ледовитаго океана, напримѣръ, Врангеля и Миддендорфа, можно предполагать, что подъ  $75^{\circ}$  сѣверной широты возможны въ Сибири случаи, когда ледяной покровъ, особенно на малыхъ рѣчкахъ, можетъ „перелѣтовать“, и такимъ образомъ навигація можетъ не открыться ни на одинъ день въ году. Конечно, при огромныхъ пространствахъ Россіи, доходящихъ на югъ до  $36^{\circ}$  широты, есть у насъ рѣчки, которыя почти никогда не покрываются льдомъ, или, если и покрываются, то въ исключительные годы и то на нѣсколько дней, какъ Аму-Дарья, Кубань и другія.

Замерзаніе и вскрытіе водъ вполнѣ подчинено температурѣ воздуха, а потому продолжительность ледостава зависитъ, прежде всего, отъ среднихъ изотермъ года. Благодаря обширному метеорологическому матеріалу, относящемуся до климата Россіи, собранному нашей Главной Физической Обсерваторіей, и еще болѣе благодаря научной обработкѣ этого матеріала въ превосходныхъ трудахъ академиковъ Вильда, Веселовскаго и профессора Воейкова, а въ частности, по интересующему насъ вопросу,—въ трудѣ академика Рыкачева „Вскрытіе и замерзаніе водъ въ Россійской Имперіи“, мы имѣемъ возможность видѣть на картѣ Россіи (черт. 1) весьма интересныя кривыя одновременнаго замерзанія рѣкъ, также какъ и кривыя одновременнаго ихъ вскрытія. Первые кривыя одновременнаго замерзанія рѣкъ названы академикомъ Рыкачевымъ „изопектиками“, отъ греческаго „исось“—равный и „пекто“—отвердѣваю, а вторыя, линіи одновременнаго вскрытія, названы „изотаками“, отъ греческаго „такос“—плавлю. Оба рода упомянутыхъ кривыхъ, вычисленныхъ для Россіи, приведены въ упомянутомъ трудѣ академика Рыкачева \*), и по нимъ возможно наглядно прослѣдить, какъ съ наступленіемъ морозовъ образуется постепенно ледяной покровъ

\*) Также и въ новомъ, изданномъ Главной Физической Обсерваторіей въ 1899 году, Климатологическомъ атласѣ Россійской Имперіи.

сначала на рѣкахъ сѣвера Россіи и какъ онъ затѣмъ, мало-по-малу распространяясь на югъ, охватываетъ всю Россію. Точно также можно прослѣдить въ обратномъ порядкѣ, какъ съ наступленіемъ весенняго тепла происходитъ вскрытіе рѣкъ, начинаясь съ юго-запада и подвигаясь постепенно къ сѣверо-востоку.

Необходимымъ условіемъ для образованія льда на рѣкѣ является пониженіе температуры воздуха ниже  $0^{\circ}$ . Если таковое пониженіе продолжительно, то черезъ нѣкоторое время рѣки начинаютъ покрываться льдомъ; но обыкновенно для этого нужно довольно продолжительное время, находящееся въ зависимости отъ многихъ физико-географическихъ причинъ. Если нанести на карту Россіи параллельно изопетикамъ и изотакамъ соотвѣтственныя кривыя тѣхъ дней, когда средняя температура воздуха въ данномъ мѣстѣ по среднему годовому ходу переходитъ черезъ нуль, какъ осенью передъ замерзаніемъ рѣкъ, такъ и весною передъ ихъ вскрытіемъ, то, рассматривая одновременно оба рода кривыхъ, можно видѣть, въ какихъ мѣстахъ и насколько опаздываютъ замерзанія и вскрытія водъ послѣ перехода температуры воздуха черезъ  $0^{\circ}$ . Такъ оказывается, что въ среднемъ выводѣ замерзаютъ:

1) каналы, послѣ наступленія температуры воздуха, равной нулю, черезъ 12 дней; 2) малыя рѣчки—черезъ 17 дней; 3) большія рѣчки—черезъ 23 дня, и, наконецъ, 4) озера—черезъ 16 дней.

Вскрытіе рѣкъ наступаетъ послѣ перехода температуры воздуха черезъ  $0^{\circ}$ , въ среднемъ: 1) каналы — черезъ 12 дней; 2) малыя рѣчки — черезъ 12 дней; 3) большія рѣчки — черезъ 13 дней, и 4) озера—только черезъ 29 дней.

Эти разности, выраженные въ дняхъ, а также постепенность въ распространеніи замерзанія рѣкъ отъ сѣвера къ югу, вмѣстѣ съ нѣкоторыми другими наблюденіями и поправками, о которыхъ будетъ сказано ниже, могутъ послужить для гидротехниковъ важными данными для предсказанія на рѣкахъ времени появленія сплошного льда и окончанія навигаціи. Между тѣмъ въ настоящее время иногда случайное появленіе на южныхъ участкахъ рѣкъ сала еще въ октябрѣ заставляетъ судоходцевъ спѣшить съ судами въ затоны и раснащаться на зимовку, хотя бы температура воды еще имѣла нѣсколько градусовъ тепла, а одно случайное появленіе сала и даже мелкаго льда на рѣкѣ, какъ мы увидимъ ниже, далеко еще не обозначаетъ близкаго ледостава.

Въ общемъ слѣдуетъ сказать, что линіи одновременныхъ вскрытій и замерзаній текучихъ водъ Россіи въ своихъ очертаніяхъ близко

слѣдуютъ за направленіями линій одновременнаго наступленія температуры нуля (см. таблица А). Обѣ системы линій имѣютъ почти одинаковое направленіе и одинаковый наклонъ къ параллелямъ, именно, онѣ приподняты на западѣ и имѣютъ паденіе къ низу по мѣрѣ передвиженія на востокъ.

Таблица А.

Среднія эпохи вскрытій и замерзаній и дни перехода температуры въ годовомъ ходѣ черезъ 0.

По М. Рыкачеву.

Названіе рѣкъ и мѣстъ наблюденій.	Широта сѣверная.	Долгота восточная отъ Гринвича.	Высота надъ уровнемъ моря въ метрахъ.	Среднія числа		Дни, въ которые температура = 0°.		Разности между		Среднее число свободнаго отъ льда дней.	Число дней отъ дни 0° весною до дни 0° осенью.
				вскрытій.	замерзаній.	Весною.	Осенью.	днемъ вскрытій и днемъ, когда температура = 0°.	днемъ замерзанія и днемъ, когда температура = 0°.		
<b>р. Днѣпръ.</b>											
у Орши . . .	54°31'	30°27'	149	IV 5	XII 1	III 26	XI 10	+ 10	+ 21	240	229
„ Могилева . . .	53°54'	30°21'	139	IV 4	XII 1	III 21	XI 11	+ 11	+ 20	241	232
„ Рогачева . . .	53° 4'	30° 6'	124	IV 5	XII 3	III 22	XI 12	+ 14	+ 21	242	235
„ Лоева . . .	51°57'	30°49'	107	III 31	XII 8	III 20	XI 18	+ 11	+ 20	252	243
„ Кіева . . . . .	50°27'	30°30'	88	III 27	XII 19	III 17	XI 22	+ 10	+ 27	267	250
„ Черкасъ . . .	49°27'	32° 5'	74	III 25	XII 14	III 16	XI 23	+ 9	+ 21	264	252
„ Кременчуга . . .	49° 4'	33°25'	60	III 23	XII 16	III 16	XI 25	+ 7	+ 21	268	264
„ Екатеринослава	48°27'	35° 4'	42	III 24	XII 21	III 16	XI 26	+ 8	+ 25	272	255
„ Лоцманской Каменки . . . . .	46°48'	33°23'	30	III 20	XII 24	III 2	XII 8	+ 18	+ 16	279	281
„ Херсона . . . .	46°38'	32°37'	2	III 11	XII 16	III 3	XII 6	+ 8	+ 10	280	278

Весьма понятно, что въ частности, по годамъ, время вскрытій и замерзанія рѣкъ колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ. Такъ, Днѣпръ у Кіева покрывается иногда льдомъ только въ концѣ



января, какъ это имѣло мѣсто, напр., въ зиму 1824—1825 гг., когда ледоставъ былъ 29 января; наоборотъ, какъ примѣръ особенно ранняго ледостава рѣки у г. Кіева можно привести зиму 1887 г., когда Днѣпръ покрылся льдомъ уже 27 октября. Вычисленный нормальный средній день ледостава у Кіева, по Рыкачеву, падаетъ на 19 декабря. Крайнія вскрытія рѣки у Кіева наблюдались:

Самое раннее—7 февраля 1843 г., и самое позднее—23 апрѣля 1805 г. Вычисленное нормальное среднее—27 марта. Изъ приведенныхъ данныхъ видно, какъ велики частныя уклоненія отъ среднихъ данныхъ, въ особенности для времени замерзанія рѣки.

Однако, необходимо оговориться, что матеріалъ, послужившій для вычисленія упомянутыхъ кривыхъ, могъ быть добытъ Главной Физической Обсерваторіей, особенно за старое время, верѣдко не изъ точныхъ записей метеорологическихъ станцій, а весьма часто отъ случайныхъ наблюдателей, и потому, при всѣхъ возможныхъ поправкахъ и критикѣ этого матеріала, онъ все же не можетъ представлять точныхъ и основательныхъ данныхъ для упомянутыхъ вычисленій и требуетъ дальнѣйшихъ пополненій по новому, болѣе современному и болѣе точно собираемому матеріалу. Мнѣ лично, при работѣ въ послѣднее время надъ собираніемъ разныхъ матеріаловъ, касающихся (составляемаго мною) гидрологическаго описанія рѣки Днѣпра, пришлось натолкнуться на весьма разнообразныя и противорѣчивыя печатныя данныя, приводимыя относительно одного и того же событія на Днѣпрѣ. Такъ, для ближайшаго примѣра, укажу:

### Вскрытіе рѣки Днѣпра у г. Кіева:

п о к а з а п о:

	Въ старинномъ описаніи Кіева г. Берлинскаго.	Въ статистическомъ описаніи Кіевской губ. Фундуклея.	По Рыкачеву*
1) для 1814 г.	25 марта	20 марта	6 апрѣля.
2) для 1833 г.	18 марта	13 марта	30 марта.

### З а м е р з а н і е:

3) для 1816 г.	30 ноября	20 ноября	12 декабря.
----------------	-----------	-----------	-------------

\*) Данныя, обработанныя академикомъ Рыкачевымъ, заканчиваются 1879 годомъ.

Такія противорѣчивыя показанія легко объясняются тѣмъ, что фактически установить день ледостава иногда трудно для посторонняго наблюдателя, не живущаго при рѣкѣ. Точно также при наблюденіи весною поверхности рѣки съ какого-либо пункта легко можно ошибиться, привявъ мѣстную подвижку льда за вскрытіе рѣки. Эти данныя у насъ въ Россіи только въ послѣднюю четверть столѣтія правильно собираются и точно устанавливаются, благодаря учрежденнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія водомѣрнымъ постамъ. Благодаря организаціи сѣти водомѣрныхъ постовъ, мы въ настоящее время обладаемъ весьма цѣннымъ матеріаломъ по изученію нашихъ рѣкъ. Матеріаль этотъ имѣется относительно многихъ главныхъ рѣкъ за время до 25 лѣтъ. Поэтому нѣкоторые средніе выводы изъ этого матеріала могутъ уже имѣть самостоятельную, большую цѣнность и практическое значеніе. Тѣмъ болѣе, что въ извѣстной степени періоды суровыхъ и мягкихъ годовыхъ температуръ, обиліе и недостатокъ атмосферныхъ осадковъ и др. метеорологическіе факторы мѣняются въ теченіе столѣтій, въ зависимости отъ неизученныхъ еще измѣненій въ нашей атмосферѣ, и потому, для практичности среднихъ выводовъ, этотъ, особенно близкій къ нашему времени, матеріаль можетъ представляться вполне полезнымъ.

Въ подтвержденіе этого вывода укажу на представленный здѣсь для примѣра, собранный на водомѣрномъ посту Министерства Путей Сообщенія на р. Днѣпрѣ у г. Кіева, за 20 слишкомъ лѣтъ матеріаль, касающійся времени вскрытія и замерзанія рѣки (таблица Б). Этотъ матеріаль даетъ намъ средній день вскрытія 16 марта и средній день замерзанія 27 ноября, въ то время какъ изъ многолѣтнихъ выводовъ, по Рыкачеву, эти среднія, вычисленные по 1878 г., получились для Днѣпра у Кіева: 27 марта, т. е. на 11 дней позднеѣе, и 19 декабря, т. е. на 22 дня позднеѣе, и, слѣдовательно, значительно разнятся отъ среднихъ 20 лѣтнихъ выводовъ нашего водомѣрнаго поста. Подобныя же, вѣроятно, разницы получатся при обработкѣ данныхъ нашихъ водомѣрныхъ постовъ и для другихъ рѣкъ.

Тѣмъ не менѣе мы, гидротехники, не можемъ не отнестись съ глубочайшей благодарностью къ почтенному, научному и интересному труду академика Рыкачева о вскрытіи и замерзаніи водъ Россіи, положившему первое прочное основаніе изученію вопроса объ образованіи ледяного покрова на нашихъ рѣкахъ.

## Таблица В.

Днѣпръ у Кіева.

Водомѣрный постъ у Николаевского цѣпного моста.

$$G = 50^{\circ} 27', H = 88,40 \text{ метра, } \lambda = 30^{\circ} 30'$$

Г о д ы.	Ледъ тронулся.	Рѣка очистилась.	Число дней весенняго ледохода.	Появилось сало.	Ледоставъ.	Число дней осенняго ледохода.	Число дней свободныхъ отъ льда.	Число дней ледохода и ледостава.	% отношенія дней ледохода къ числу дней свободныхъ отъ льда.	ПРИМѢЧАНІЕ.
1877	—	III 18	—	XI 24	XII 7 14	264	101	5,3		
1878	—	III 12	—	XII 4	XII 12 8	267	98	3,0		
1879	—	II 17	6	XI 15	XI 18 3	271	94	1,1		
1880	III 27	IV 2	11	XI 22	XI 25 3	233	132	1,3		
1881	III 22	IV 2		X 20	X 24 4	218	147	1,6		
				X 31		2 35				
				XI 2						
			5	XI 20	XI 25 5					
1882	II 19	II 24		XI 4		11	256	109	6,0	
				XI 15			16			
				XI 13	XI 20 2					
1883	III 30	IV 4	5	XI 24	XI 28 4	233	132	1,6		
1884	III 14	III 22	8	XI 8	XI 11 3	235	130	2,3		
				XI 29		18 53				
				XII 17						
				XII 20	XII 31 11					
1885	III 9	III 16	7	XI 9	XII 1 22	238	97	9,2		
1886	III 27	III 30	3	XII 12		11	260	105	8,5	
				XII 23		22				
				XII 27	Небыль I 3.					

Г о д м.	Ледь тронулся. с	Рѣка очистилась.	Число дней весеннего ледохода.	Появилось сало.	Ледоставъ.	Число дней осеннего ледохода.	Число дней свободныхъ отъ льда.	Число дней ледохода и ледостава.	% отношения дней ледохода къ числу дней свободныхъ отъ льда.	ПРИМѢЧАНІЕ.
1887	III 15	III 23	8	XI 5		5	250	115	1,8	
				XI 10		45				
				XII 8	XII 20	17				
1888	III 18	III 21	3	X 25	X 31	6	231	134	1,1	
				XI 9		3				
				XI 12		37				
				XI 24		5				
				XI 29		2				
				XI 30	XII 2	2				
1889	III 25	III 28	3	XI 24	XII 11	17	241	124	7,0	
1890	III 11	III 16	5	XI 9	XI 15	6	238	127	2,5	
1891	III 10	III 13	3	X 26	XI 2	7	227	138	1,9	
				XI 25	XII 2	14	43			
1892	III 15	III 22	7	XI 12	XI 16	4	235	130	1,7	
1893		III 5		XI 16		4				
	III 6	III 13		XI 20		35				
	III 15	III 22	7	XI 22	XII 21	30	244	121	1,4	
1894	II 28	III 8	8	XI 16	XII 7	21	253	112	8,3	
1895	III 24	III 29	5	XI 18	XII 8	20	234	131	8,9	
1896	III 19	III 28	9	XI 2	XI 13	11	219	146	5,0	
1897	II 22	III 10	16	X 29	XI 28	30	231	134	1,2	
	III 12	III 14	2		Σ 31					
	III 16				XI 27	21,4	242		3,8	

Но въ дѣлѣ изученія условій образованія ледяного покрова на нашихъ рѣкахъ, гидротехниковъ, кромѣ времени и продолжительности ледостава, должны интересоваться также, представляющіе большую практическую важность, вопросы о продолжительности и высотѣ ледохода, объ измѣненіяхъ температуры воды передъ появленіемъ льда, о толщинѣ самаго ледяного покрова и нѣкоторые другіе. Разумѣется, такіа даннѣя мы можемъ собрать только сами, путемъ специальныхъ наблюденій или на гидротехническихъ станціяхъ, или на усиленныхъ водомѣрныхъ постахъ Министерства Путей Сообщенія. Для того, чтобы эти даннѣя имѣли научную цѣнность, необходимо, чтобы они собирались по опредѣленной программѣ, чтобы наблюденія производились одинаковыми приборами и были между собою легко сравнимы.

Перехожу теперь къ изложенію нашихъ частныхъ наблюденій и изслѣдованій надъ образованіемъ ледяного покрова на Днѣпрѣ у Кіева.

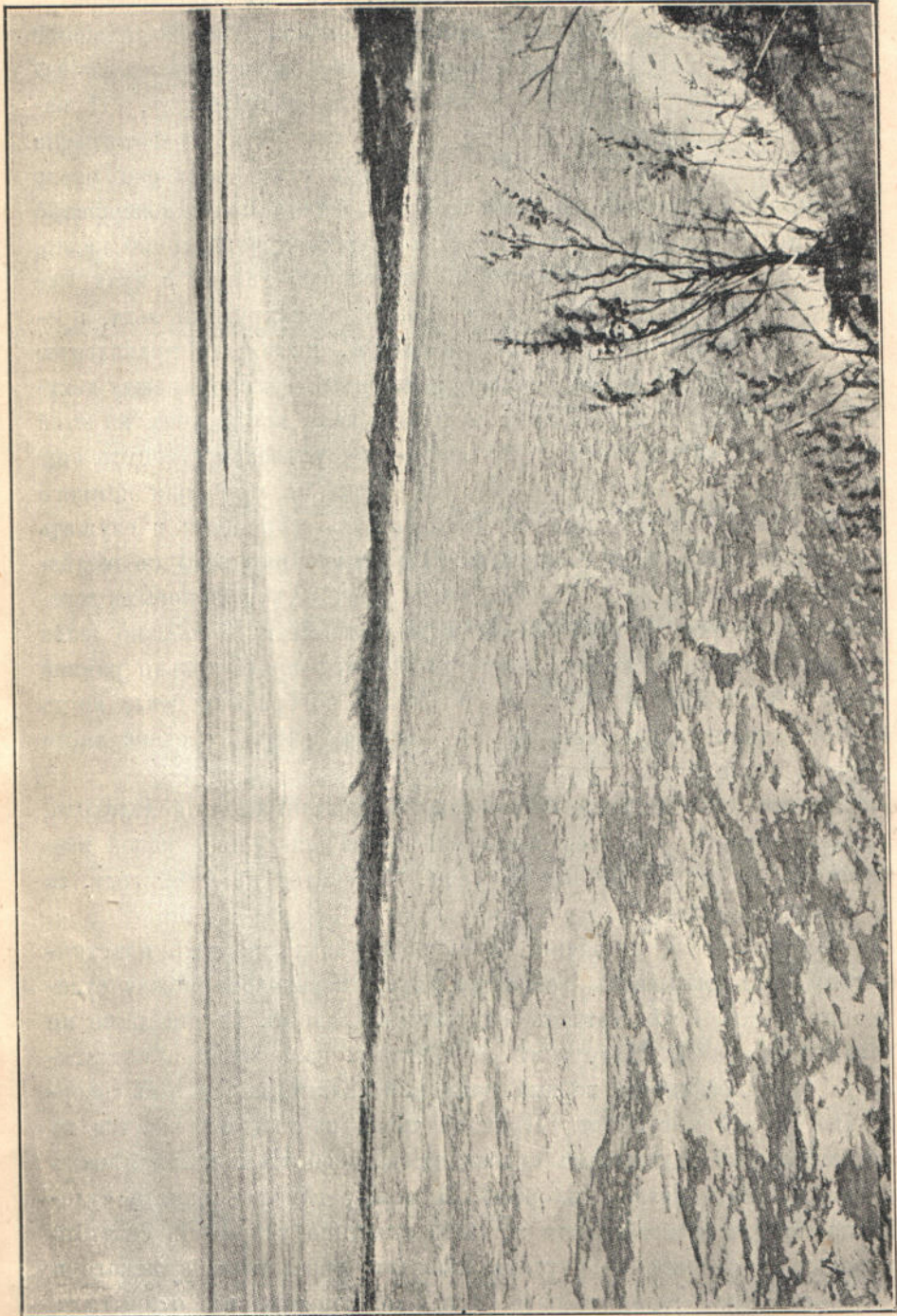
Выше было уже упоминаемо, что для образованія на поверхности текучихъ водъ льда необходимо, чтобы температура воздуха опустилась ниже нуля. Однако, если такое пониженіе незначительно, а текучая вода имѣетъ еще температуру на нѣсколько градусовъ выше нуля, то образованіе льда наступаетъ не скоро. Такъ, въ среднемъ выводѣ, какъ мы видѣли, для большихъ рѣкъ послѣ перехода температуры воздуха черезъ нуль градусовъ необходимо около 23 дней, чтобы на поверхности ихъ образовался ледоставъ. Причина этого явленія заключается въ томъ, что вода обладаетъ большою теплоемкостью и, слѣдовательно, очень медленно охлаждается. Притомъ вода имѣетъ, какъ извѣстно, наибольшую плотность при  $+4^{\circ}$  Ц. Слѣдовательно, частицы воды, успѣвшія охладиться до этой температуры, какъ болѣе тяжелыя, опускаются въ нижніе слои и замѣщаются другими, болѣе легкими и теплыми. Холодный воздухъ, отнимая теплоту объ ближайшихъ частицъ воды, не можетъ обратить ихъ въ ледъ, такъ какъ на смѣну охлажденнымъ у поверхности частицамъ воды быстро движутся снизу другія, болѣе теплыя, которыя не позволяютъ поверхности воды охладиться раньше, чѣмъ вся масса воды отдастъ воздуху свою теплоту. Это подтверждается измѣреніями температуры текучей воды на разныхъ глубинахъ. Какъ въ Днѣпрѣ у Кіева, такъ и на другихъ рѣкахъ, вездѣ, относительно текучихъ водъ, констатированъ тотъ фактъ, что на различныхъ глубинахъ температура одинакова и притомъ безразлично какъ лѣтомъ, такъ и зимою. Это явленіе

равенства температуръ на разныхъ глубинахъ вытекаетъ изъ условій движенія и скрещенія между собою отдѣльныхъ струекъ воды внутри воднаго потока. Эти струйки, какъ мы знаемъ, не двигаются равномерно и параллельно другъ другу, а обладаютъ разными направленіями и скоростями и, вслѣдствіе неправильнаго вихревого движенія, постоянно смѣшиваются между собою, выравнивая при этомъ могущую быть между ними разницу температуръ.

Образованіе льда начинается всегда у береговъ, гдѣ слои воды имѣютъ наименьшую толщину и меньшую скорость движенія. <sup>307</sup>Образованіе кристалловъ льда происходитъ здѣсь не только на паружной поверхности воды, но и въ мѣстахъ соприкосновенія частицъ воды съ охлажденнымъ песчанымъ или каменистымъ дномъ, отнимающимъ отъ частицъ воды ихъ теплоту и заставляющимъ эти частицы всплывать кверху въ видѣ снѣжинокъ или мелкихъ иглолочекъ, такъ называемаго, грунтоваго льда. При продолжающемся стояніи температуры воздуха ниже нуля отдѣльныя ледяныя кристаллики начинаютъ спаиваться въ большія или меньшія группы, которыя у береговъ задерживаются, образуя пленку льда, утолщающуюся и крѣпнущую; другія же будучи увлечены теченіемъ, сталкиваясь и ударяясь другъ о друга, обсыпаются, смерзаются и дѣлаются видными на рѣкѣ въ формѣ небольшихъ пластинокъ съ обломанными въ видѣ снѣжинокъ краями.

Это явленіе, предшествующее настоящему ледоходу, называютъ появленіемъ „сала“. Соединеніе кристалликовъ льда въ пластинки большаго размѣра происходитъ быстрѣе въ боковыхъ запруженныхъ рукавахъ, въ заливахъ, а также и въ тиховодахъ, между выправительными сооруженіями. Въ глубокихъ и быстрыхъ частяхъ рѣки, благодаря тренію частицъ воды другъ о друга и о дно, благодаря быстротѣ теченія и запасу тепла въ большой массѣ воднаго потока, происходитъ медленное и слабое приращеніе движущихся пластинокъ льда. Но по мѣрѣ увеличенія размѣровъ плывущихъ по рѣкѣ пластинокъ льда, онѣ увлекаются струями на фарватеръ. Мѣсто наиболѣе густого движенія ихъ на поверхности рѣки обыкновенно вполне соотвѣтствуетъ направленію фарватернаго теченія, если нѣтъ вліянія бокового вѣтра.

На воспроизводимой здѣсь (фиг. 1) фотографіи осенняго ледохода на р. Днѣпрѣ, близъ Кіевской пристани, можно наглядно видѣть образованіе и положеніе плывущаго льда. Эта фотографія снята 3 дня спустя послѣ появленія на рѣкѣ сала. На фотографіи виденъ рядъ полузапрудъ у вогнутаго лѣваго берега рѣки, противъ



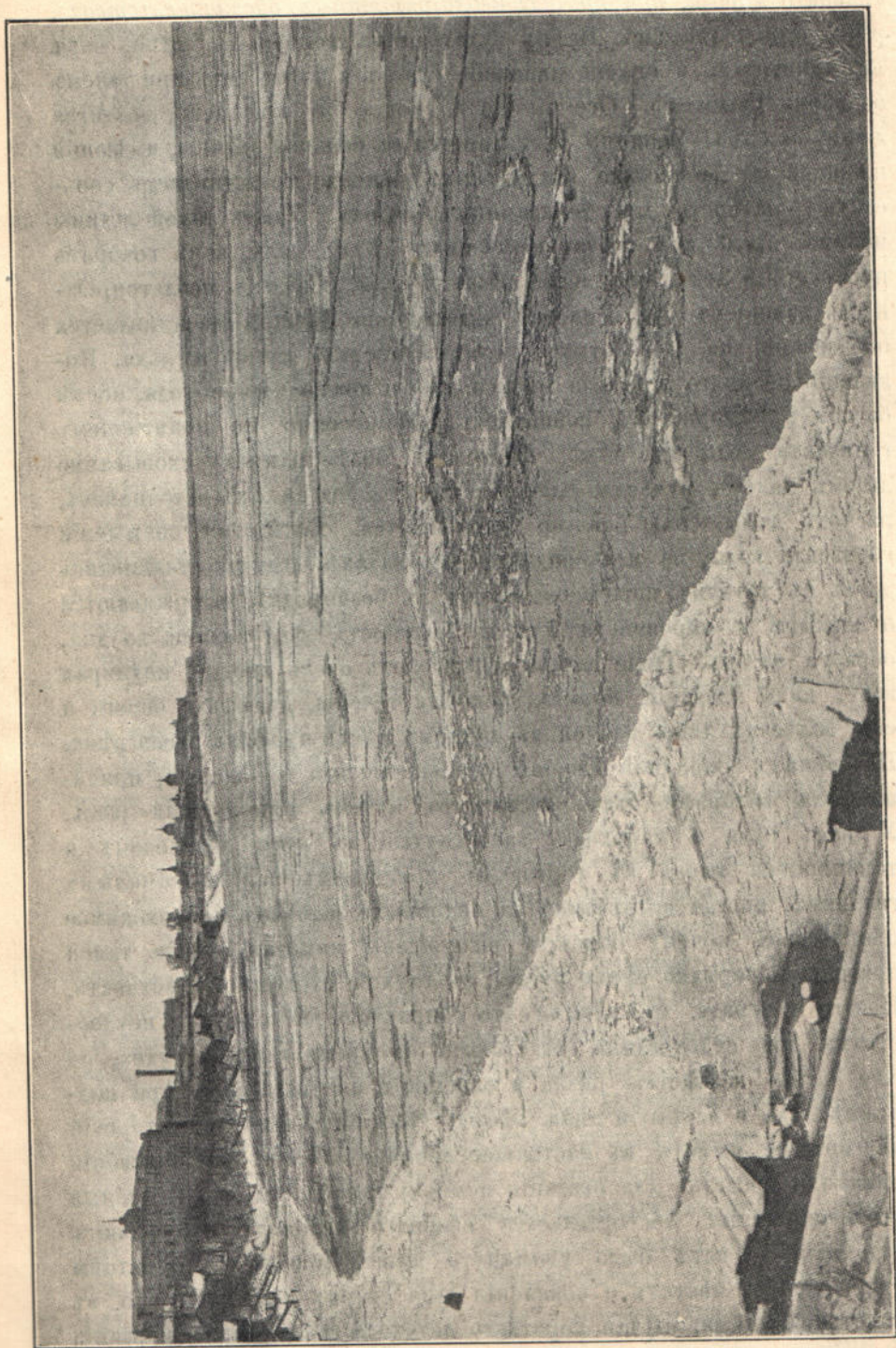
Фиг. 1. Начало осеннего ледохода на р. Днѣпрѣ у г. Кіепа.

Киевской пристани. Между полузапрудами, въ образовавшихся тиховодахъ, виденъ удерживающійся на мѣстѣ тонкій сплошной ледъ, ровный на поверхности и по большей части образовавшійся на мѣстѣ. По линіи, близкой къ головамъ полузапрудъ, гдѣ направляется фарватерное теченіе, можно замѣтить на фотографіи полосу плывущихъ по рѣкѣ льдинъ. Въ тоже время еще около  $\frac{2}{3}$  ширины рѣки со стороны праваго берега почти совершенно свободны отъ льда. На этой фотографіи весьма характерно видно, какъ отъ тренія и обламыванія плывущихъ льдинъ о края уже установившагося въ тиховодахъ между полузапрудами льда, происходитъ образованіе обломочнаго валика, имѣющаго правильную кривизну, отлично обрисовывающую на рѣкѣ границу между текучей и стоячей водою. Такой ледоходъ, какъ изображенъ на этой фотографіи, когда толщина льдинокъ не успѣла достигнуть еще 1-го дюйма и температура воздуха близка къ нулю или немного ниже нуля, еще не можетъ представлять опасности и служить причиной прекращенія навигаціи. Не только пароходы съ желѣзными корпусами, но и большая часть прочныхъ и здоровыхъ деревянныхъ судовъ могутъ продолжать навигацію, особенно если подобный ледоходъ имѣетъ мѣсто на Днѣпрѣ сравнительно ранней осенью, въ концѣ октября или въ началѣ ноября мѣсяцевъ, когда средняя температура воздуха въ нашемъ районѣ средней части Днѣпра выше нуля.

Другое дѣло сплошной и сильный поздній осенній ледоходъ, представляющій уже серьезную опасность для судовъ, какой изображенъ на второй фотографіи (фиг. 2), снятой въ 1899 году, за 2 дня до ледостава.

Къ сожалѣнію, появленіе на нашихъ рѣкахъ перваго пластинчатого льда вызываетъ всегда огромный переполохъ между судоходцами; всѣ суда тотчасъ спѣшатъ въ затоны, иногда даже не заканчивая рейса съ грузомъ до пристани назначенія, а подтягиваясь въ какой-нибудь первый попутный заливъ, нерѣдко въ совершенно глухой мѣстности. Причина такой паники заключается въ невозможности отдѣльнымъ судоходцамъ разобраться въ размѣрахъ и силѣ даннаго явленія на рѣкѣ. А между тѣмъ въ памяти судоходца всегда остается, что когда-то внезапно ударившій сильный морозъ, въ теченіи 2-3 сутокъ вызвалъ образованіе крѣпкаго и опаснаго льда, задержавшаго суда ледоставомъ въ открытыхъ мѣстахъ рѣки. Дѣйствительно, возможны и бывали случаи на Днѣпрѣ, когда на третій день послѣ внезапно наступившаго





Фиг. 2. Сплошной осенний ледоход на р. Дибрѣ у г. Кіова.

сильнаго мороза, при прочих неблагоприятныхъ обстоятельствахъ, рѣка останавливалась. Всѣмъ судоходцамъ хорошо извѣстно, какъ затруднительно и опасно движеніе судовъ и пароходовъ при такомъ сильномъ ледоходѣ. Осенній ледъ, когда онъ крѣпнетъ, достигая дюйма и болѣе толщины, и спаивается въ большія льдины, имѣющія площадь въ нѣсколько квадратныхъ саженъ, представляетъ серьезную опасность для деревянныхъ судовъ. Ударъ такой льдины можетъ проломить досчатую обшивку судна, или, какъ говорятъ про осенній ледъ, онъ легко рѣжетъ суда. Самымъ неблагоприятнымъ явленіемъ при осеннемъ ледоходѣ на Днѣпрѣ представляется образованіе на нѣкоторыхъ мелкихъ мѣстахъ заторовъ льда. Появленіе осенняго ледохода въ холодное и позднее время года, послѣ бывшихъ заморозковъ, совпадаетъ обыкновенно съ пониженіемъ горизонта воды въ рѣкѣ. Благодаря болѣе раннему скрыванію льдомъ малыхъ ручьевъ, ключей и иногда подземныхъ источниковъ, расходъ воды сразу сильно уменьшается. Вслѣдствіе пониженія горизонта воды, на мелководныхъ перекатахъ льдины, сталкиваясь другъ съ другомъ, перекасовываются въ безпорядкѣ, задерживаются о шалыги и неровности дна и забиваютъ рѣку сплошь до дна, образуя заторъ. Такіе заторы дѣйствуютъ очень вредно, подпирая воду, какъ плотины, вызывая боковыя теченія, подмывая берега и еще болѣе ухудшая плохой въ данномъ мѣстѣ профиль русла рѣки. На рѣкахъ Западной Европы уменьшеніе зла и бѣдствій, причиняемыхъ заторами льда, достигнуто путемъ выправленія рѣкъ. У насъ суда и пароходы, застигнутые въ пути ледоходомъ и торопящіеся внизъ къ торговымъ приставямъ, или зимовочнымъ гаванямъ, иногда встрѣчаютъ въ подобныхъ заторахъ непроходимое препятствіе, почему бывають вынуждены зимовать выше такой преграды, нерѣдко среди русла, въ глухой пустынной мѣстности. Нечего говорить, съ какими это сопряжено расходами и неудобствами для судохозяина не только на время зимовки судна, но еще болѣе вслѣдствіе риска и опасности аварии весною при подвижкѣ льда и вскрытіи рѣки. Между тѣмъ судоходно-инспекторскій надзоръ не имѣетъ въ настоящее время въ своемъ распоряженіи никакихъ средствъ для оказанія помощи такимъ судамъ. Подобныя неблагоприятныя обстоятельства осенняго ледохода побуждаютъ судоходцевъ, какъ было упомянуто выше, прятаться въ затоны при первыхъ вѣстяхъ о появленіи льда сверху рѣки. Однако, въ дѣйствительности, случаи короткаго ледохода и быстрого замерзанія рѣки Днѣпра относительно рѣдки. Вычисленная средняя продолжи-

тельность осенняго ледохода на Днѣпрѣ, по наблюденіямъ у Кіева, составляетъ почти 22 дня. Изъ приведенной выше таблицы ледоходовъ у Кіева, между прочимъ, видно, что во многіе годы осенній ледоходъ появляется на рѣкѣ въ нѣсколько пріемовъ, иногда ледъ на короткое время даже останавливается и образуетъ короткій случайный ледоставъ, который вскорѣ затѣмъ расходится, и навигація можетъ возобновиться, да и возобновлялась иногда фактически для тѣхъ судовъ, которыя остановились на пути по причинѣ предыдущаго неожиданнаго ледохода или заторовъ льда на мелкихъ мѣстахъ. Если къ продолжительности ледостава, обнимающаго въ средней части Днѣпра періодъ 102 дней, прибавить время осенняго и весенняго ледоходовъ, составляющихъ почти 25 дней, то получается въ суммѣ 127 дней, пропадающихъ для навигаціи, что составляетъ почти 34% годового періода службы рѣки. Возможное сокращеніе этого мертваго періода составляетъ одну изъ важныхъ и серьезныхъ задачъ улучшенія условій судоходства на нашихъ рѣкахъ, какъ въ настоящее время, такъ и особенно въ будущемъ, когда отъ нашихъ рѣкъ потребуется еще большая служба. Устройство удобныхъ гаваней, связанныхъ съ рельсовыми путями и благоустроенными дорогами, можетъ въ значительной степени сократить или, лучше сказать, уменьшить зло мертваго времени ледостава, ибо какъ нагрузка, такъ и выгрузка, судовъ можетъ продолжаться въ такихъ пунктахъ и во время ледостава. Съ другой стороны, и время отъ перваго появленія осенняго льда до замерзанія рѣки, составляющее для средней части Днѣпра около 22 дней, обидно считать всецѣло потеряннымъ для навигаціи потому только, что мы не имѣемъ данныхъ и наблюденій, чтобы предсказать время замерзанія рѣки, и не имѣемъ никакихъ активныхъ средствъ для борьбы съ ледоходомъ и для оказанія помощи судамъ, застигнутымъ въ пути ледоходомъ. Особенно обидно считать часть осенняго времени навигаціи потерянною для нашихъ южныхъ рѣкъ, ибо нашъ хлѣбный урожай собирается и подвозится къ рѣкамъ осенью, и продленіе въ это время навигаціи даже на 2 недѣли, для возможности отправки хлѣба воднымъ путемъ къ нашимъ южнымъ портамъ, представлялось бы сущимъ благодѣяніемъ.

Наши западные сосѣди издавна практикуютъ разные способы для разрѣзки и поломки льда, съ цѣлью продлить время навигаціи осенью и ускорить открытіе навигаціи весною. Голландцы въ своихъ каналахъ и внутреннихъ портахъ помощью пароходовъ-ледоколовъ поддерживаютъ сообщеніе съ моремъ всю зиму. Нѣмцы въ

портахъ Сѣвернаго и Балтійскаго морей, въ устьяхъ рѣкъ Эльбы, Одера, Вислы и другихъ точно также пользуются услугами ледоколовъ. У насъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Россіи, не смотря на болѣе неблагоприятныя условія зимы и большую толщину льда, примѣнялись и примѣняются также ледокольные работы съ цѣлью поддержанія навигаціи. Чуть ли не одни изъ первыхъ были у насъ частныя ледоколы купца Бритнева, поддерживавшіе правильное сообщеніе зимою между Кронштадтомъ и Ораніенбаумомъ. Затѣмъ начали въ послѣднее время строить и казенныя пароходы-ледоколы, особенно съ тѣхъ поръ, какъ въ послѣднее десятилѣтіе получило сильный толчекъ дѣло развитія и улучшенія нашихъ портовъ. На одномъ изъ сѣздовъ гидротехниковъ, въ 1896 г., начальникъ работъ Николаевскаго порта, инженеръ Л. К. Юстусъ, въ своемъ интересномъ докладѣ сообщилъ о полезной дѣятельности ледокола Николаевскаго порта, поддерживавшаго навигацію въ устьѣ р. Буга, и констатировалъ, насколько ледоколы достигаютъ важной цѣли продленія навигаціи \*). Въ послѣднее время мы замѣчаемъ у насъ въ Россіи, несомнѣнно все болѣе и болѣе возрастающій интересъ къ этому предмету, увѣнчавшійся недавно постройкой такого сильнаго ледокола, какъ „Ермакъ“.

До сихъ поръ, однако, остается подъ сомнѣніемъ, могутъ ли быть ледоколы примѣнимы съ цѣлью продленія навигаціи на внутреннихъ участкахъ нашихъ рѣкъ, гдѣ часто осенній ледоходъ бываетъ очень силенъ, между тѣмъ какъ рѣчныя суда и пароходы имѣютъ въ большинствѣ слабую конструкцію. Такой вопросъ, конечно, нельзя рѣшить въ общемъ смыслѣ для всѣхъ русскихъ рѣкъ. Но въ частности, для рѣкъ южной полосы Россіи и особенно для небольшихъ участковъ этихъ рѣкъ близъ устьевъ, вопросъ этотъ, при надлежащемъ изслѣдованіи и собраніи необходимаго матеріала, можетъ быть, по моему убѣжденію, рѣшенъ въ благоприятномъ смыслѣ. Такъ, если бы вопросъ объ осуществленіи въ Херсонѣ морскаго порта получилъ благоприятное разрѣшеніе, то обслуживаніе ледоколомъ участка рѣчнаго пути между Херсономъ и лиманомъ и затѣмъ далѣе по лиману до моря, вѣроятно, оказалось бы возможнымъ. Уже упоминалось мной, что Николаевскій портъ на р. Южномъ Бугѣ съ большимъ успѣхомъ обслуживается ледоколомъ. На Днѣстрѣ, между Бендерами и устьемъ, и на Дону

\*) См. Журналъ Министерства Путей Сообщенія 1896 г., кн. 8, ст. илл. Л. К. Юстуса: „Ледоколъ Николаевскаго порта“.

между Ростовомъ и Азовскимъ моремъ, ледоколы, вѣроятно, могли бы принести также большую пользу, какъ для продленія осенней навигаціи, такъ и для ускоренія открытія весенней навигаціи. Мы имѣемъ также у себя въ Россіи примѣры удачнаго примѣненія ледоколовъ на внутреннихъ водныхъ путяхъ не только въ южной, но въ средней и сѣверной полосахъ. Такъ, для зимней паромной переправы черезъ Волгу, у сел. „Увѣкъ“, Общество Рязанско-уральской желѣзной дороги имѣетъ весьма сильный ледоколъ, поддерживающій навигацію во льду. Еще болѣе сильный типъ ледокола построены въ послѣднее время для переправы черезъ Байкальское озеро. О работѣ этого ледокола извѣстно, что онъ успѣшно рѣзалъ ледъ въ 42 дюйма толщиною. Вопросъ о возможности, при помощи ледоколовъ, поддержанія зимою навигаціи во льду на короткихъ протяженіяхъ и особенно на нашихъ южныхъ рѣкахъ, какъ ~~кажется~~, *можетъ во многихъ частныхъ случаяхъ получить рѣшительное утвердительное.*

Но мы коснулись вопроса о ледоколахъ не только для той цѣли, чтобы рекомендовать примѣненіе ихъ для поддержанія зимней навигаціи на рѣкахъ, но также и для того, чтобы обратить вниманіе на являющуюся иногда необходимость оказанія помощи на рѣкахъ частнымъ судамъ, застигнутымъ въ пути осеннимъ ледоходомъ и находящимся поэтому въ опасности, а также въ виду необходимости, во время образованія заторовъ льда на мелкихъ мѣстахъ, подойти на ~~близкомъ~~ паровомъ суднѣ къ такимъ мѣстамъ, съ цѣлью уничтоженія упомянутыхъ заторовъ и выпуска изъ подобныхъ ловушекъ запертыхъ ими пароходовъ и судовъ. Нерѣдко также, при равныхъ осеннихъ ледоходахъ, когда тонкій и еще непрочный ледъ, при наступленіи теплой погоды, таетъ и исчезаетъ на значительныхъ протяженіяхъ рѣкъ, остаются на нѣкоторыхъ мелкихъ или тиховодныхъ мѣстахъ, иногда на весьма небольшомъ протяженіи, сплошныя ледяныя поля, раздѣляющія такимъ образомъ рѣку на отдѣльные участки, свободные для судоходства и прерываемые затѣмъ мѣстными скопленіями льда. Такія преграды тоже не трудно уничтожить, если нѣкоторые изъ казенныхъ пароходовъ Министерства Путей Сообщенія могли бы имѣть спеціальное крѣпленіе носовой части, или приспособленіе для ломанія льда. Заторы льда на Днѣпрѣ бывають исключительно осенью; весенній же ледоходъ никогда не образуетъ скопленій и заторовъ, никогда не натирается сплошь до дна, благодаря обычно высокому подъему воды

передъ вскрытіемъ и направленію теченія на югъ,—а низовья рѣки вскрываются всегда раньше.

Изученіе условій ледохода должно дать намъ важныя данныя не только для развивающейся судоходной дѣятельности, но и для проектированія искусственныхъ сооружений на рѣкахъ. Ледоходъ является однимъ изъ самыхъ опасныхъ враговъ для нашихъ набережныхъ, береговыхъ обдѣлокъ, плотинъ, также какъ и для многочисленныхъ пока у насъ мостовъ на деревянныхъ свайныхъ основаніяхъ черезъ судоходныя рѣки. Для того, чтобы знать сферу дѣйствія этого врага, необходимо имѣть наблюденія надъ высотой, продолжительностью ледохода и его силою. Что касается до первыхъ двухъ данныхъ, то Министерство Путей Сообщенія на сѣти своихъ водомѣрныхъ постовъ имѣетъ записи наблюденій о всѣхъ фазахъ ледохода совмѣстно съ отмѣтками горизонта воды, при которомъ происходитъ движеніе льда. Благодаря такимъ наблюденіямъ, можно построить для каждаго мѣста графикъ, изображающій предѣлы движенія льда. Такъ, для примѣра, на чертежѣ 2-мъ мы изобразили графически верхній и нижній предѣлы какъ весенняго, такъ и осенняго ледоходовъ на Днѣпрѣ у Кіева за 20 лѣтъ; здѣсь нанесены линіи среднихъ горизонтовъ обоихъ ледоходовъ. Средній горизонтъ осенняго ледохода оказывается почти на  $\frac{3}{4}$  сажени (0,745 сажень) ниже весенняго. Предѣлы горизонтовъ яендвиг льда составляютъ: низшій—0,75 саж. ниже нуля водомѣрной рейки и верхній—1,35 саж. выше. Слѣдовательно, высота полосы движенія и ударовъ льда занимаетъ по рейкѣ 2,10 саж. Для характеристики силы ледохода, полезно было бы имѣть еще одну важную данную—это среднюю и наибольшую толщины льда. Удары отъ льда, претерпѣваемые поверхностями искусственныхъ сооружений, пропорціональны массѣ льдинъ и квадрату ихъ скорости. Но для опредѣленія массы льдины и живой силы удара не достааетъ у насъ свѣдѣній о толщинѣ льда. Между тѣмъ нельзя не признать, что такія свѣдѣнія весьма важно имѣть. Это тѣмъ болѣе важно, что толщина ледяного покрова находится въ одинаковыхъ условіяхъ съ толщиной промерзанія грунта и эти обѣ данности, одна другую дополняющія, весьма важны въ строительной практикѣ. Измѣренія и записи толщины льда на рѣкахъ, какъ мнѣ кажется, могли бы быть дѣлаемы на нѣкоторыхъ нашихъ усиленныхъ водомѣрныхъ постахъ перваго разряда. Но такъ какъ толщина льда растеть отъ времени осенняго ледостава и до времени весенняго вскрытія, то такія измѣренія толщины льда должны быть дѣлаемы

не рѣже, какъ каждую недѣлю, и притомъ во весь періодъ ледостава. Если бы было признано полезнымъ ввести такія записи на нѣкоторыхъ водомѣрныхъ постахъ, то необходимо, чтобы, кромѣ толщины льда въ главномъ руслѣ рѣки, опредѣлялась также параллельно и толщина льда въ спокойныхъ заливахъ или глухихъ рукавахъ, гдѣ ледяная кора образуется на мѣстѣ. Это тѣмъ болѣе важно, что суда на зимовку становятся въ заливы и гавани, и такъ какъ въ заливахъ ледъ обыкновенно крѣпче и толще, чѣмъ на рѣкѣ, то многіе заливы весною освобождаются отъ льда нерѣдко значительно позднѣе, чѣмъ рѣка. Для выпуска судовъ изъ затоновъ на рѣку приходится ломать ледъ искусственными мѣрами, или вырубать каналъ во льду для выхода на рѣку. И въ этомъ случаѣ большую пользу могли бы принести ледокольные приспособленія при казенныхъ пароходахъ, которымъ, въ силу этическихъ причинъ, было бы прилично первымъ дѣлать дорогу для выпуска другихъ судовъ, также какъ послѣдними оканчивать навигацію, послѣ благополучнаго захода всѣхъ другихъ судовъ на зимовку.

Я упомянулъ въ началѣ моей статьи, какъ важно знать температуру воды, чтобы предсказать возможность болѣе или менѣе близкаго наступленія ледохода. Къ сожалѣнію, у насъ на рѣкахъ до сихъ поръ нѣтъ никакихъ станцій, гдѣ бы измѣрялась температура текучихъ водъ. Между тѣмъ на рѣкахъ Западной Европы, гдѣ этотъ вопросъ имѣетъ меньшее практическое значеніе, имѣются многочисленные и систематическіе, за довольно долгій періодъ, наблюденія надъ температурою текучихъ водъ. Въ 1894 году докторомъ Форстеромъ въ Вѣнѣ издано подробное изслѣдованіе о температурѣ текучихъ водъ средней Европы. Наблюденія надъ годовымъ ходомъ температуръ воздуха и воды въ разныхъ рѣкахъ Европы, какъ объясняетъ Форстеръ, повсемѣстно показали, что между этими двумя температурами существуетъ полная связь, исключая времени, когда рѣки покрыты льдомъ, ибо тогда текучая подъ льдомъ вода имѣетъ температуру почти постоянную, между тѣмъ какъ температура наружнаго воздуха подвергается большимъ колебаніямъ. Несомнѣнно, что кромѣ температуры воздуха, зависящей отъ солнечной теплоты, на температуру текучихъ водъ вліяютъ еще нѣкоторые побочные факторы, какъ температура родниковыхъ водъ, свойства дна и береговъ бассейна рѣки и нѣкоторые другіе. На основаніи многочисленныхъ приводимыхъ Форстеромъ таблицъ и графическаго построенія кривыхъ температуры воздуха и параллельно температуры текучихъ водъ видно, что среднія мѣстныя температуры воды и воз-

духа разнятся въ зависимости отъ естественнаго быта рѣкъ. Суммируя эти признаки, Форстеръ дѣлитъ въ этомъ отношеніи рѣки Европы на четыре главныхъ типа: 1) ледниковыя рѣки, 2) родниковыя рѣки, 3) горныя рѣки и 4) равнинныя рѣки. Для каждой изъ указанныхъ группъ рѣкъ взаимное положеніе кривыхъ различно по времени года. Такъ, напримѣръ, для ледниковыхъ рѣкъ, въ лѣтніе мѣсяцы средняя температура воздуха гораздо выше, чѣмъ воды (до 8°) и, наоборотъ, въ зимніе мѣсяцы температура текучихъ водъ выше, чѣмъ воздуха (до 5°).

Типичнымъ представителемъ равнинныхъ рѣкъ Западной Европы, наиболѣе подходящимъ къ нашимъ русскимъ условіямъ, Форстеръ приводитъ р. Одеръ, для котораго средній выводъ изъ 15-лѣтнихъ наблюденій въ Бреславлѣ даетъ кривыя годоваго хода температуръ воды и воздуха, представленныя на чертежѣ 3. Изъ этого графическаго построенія видно, что кривая средней температуры воды за годъ выше кривой температуры воздуха. Подобныя же кривыя получаются, вѣроятно, и для нашихъ равнинныхъ рѣкъ, какъ Днѣпръ, Донъ и Волга, если возможно будетъ намъ собрать для нихъ соотвѣтственный матеріалъ. Въ частности, какъ можно предвидѣть, для упомянутыхъ рѣкъ измѣнится нижняя часть кривой температуры воздуха въ зимніе мѣсяцы, такъ какъ, чѣмъ далѣе къ востоку, тѣмъ средняя температура зимы ниже, и наша кривая температуры воздуха должна пройти ниже нуля градусовъ, тогда какъ температура воды зимою останется близкой къ  $+ \frac{1}{2}^{\circ}$  Цельсія.

Для р. Днѣпра у Кіева имѣются случайныя одновременныя наблюденія температуры воды и воздуха за 1890 г., сдѣланныя бывшимъ завѣдывающимъ метеорологическою обсерваторіей Кіевскаго университета г. Жукомъ. Эти наблюденія представлены графически на чертежѣ 4. Здѣсь сплошною тонкою линіей изображена линія годового хода температуры воздуха, а пунктиромъ температуры воды въ р. Днѣпрѣ. Для соображеній, мною на этотъ же графикъ нанесена болѣе толстою чертою кривая колебанія горизонтовъ воды въ рѣкѣ. Изъ разсмотрѣнія этихъ данныхъ видно, что линія годового хода температуры воды Днѣпра весьма близко слѣдуетъ за температурой воздуха, исключая зимніе мѣсяцы, когда рѣка покрыта льдомъ, а температура воды остается постоянно отъ 0 до  $+ \frac{1}{2}^{\circ}$  Цельсія, независимо отъ колебаній температуры воздуха.

Заинтересовавшись въ 1899 году вопросомъ о ходѣ температуры воды передъ замерзаніемъ рѣки, я дѣлалъ тоже, начиная съ октября мѣсяца, ежедневныя наблюденія какъ на самой рѣкѣ у Кіева, такъ



равно и въ новой, открытой для судоходства въ 1899 г. Кіевской гавани. Измѣренія производились одинъ разъ въ день въ полдень, на глубинахъ въ 0,25 саж. отъ поверхности, затѣмъ въ 1,00 саж. и, наконецъ, у дна. Разницы между температурами воды на различныхъ глубинахъ или вовсе не обнаруживалось, или она не превышала  $\frac{1}{2}$  градуса и при обыкновенномъ, служившемъ для этихъ наблюдений, термометрѣ такая разница не могла быть отсчитываема. На графикѣ черт. 5 представлены результаты этихъ наблюдений, вычерченныя для наглядности въ нѣсколько большемъ масштабѣ, чѣмъ предыдущій графикъ, о которомъ я уже упоминалъ. Въ общемъ, изъ этихъ наблюдений можно видѣть: 1) что температура воды въ гавани осенью удерживалась отъ  $\frac{1}{2}^{\circ}$  и до  $1^{\circ}$  выше, чѣмъ въ открытой рѣкѣ; 2) что первое появленіе льда у береговъ въ гавани и сала на рѣкѣ произошло 11 дней спустя послѣ перехода температуры воздуха черезъ  $0^{\circ}$ , а ледоставъ послѣ того же періода черезъ 20 дней. Наконецъ, измѣреніе температуры воды послѣ ледостава показало, что какъ въ гавани, такъ и въ рѣкѣ, температура воды сохраняла все время въ теченіе декабря мѣсяца около  $+ \frac{1}{2}^{\circ}$ , оставаясь неизмѣнной на этой высотѣ, не смотря на морозы, колебавшіеся отъ  $3^{\circ}$  и до  $12^{\circ}$  Ц.

Эти мои отрывочныя наблюденія не имѣютъ, конечно, большой цѣны, такъ какъ, хотя они и производились очень аккуратнымъ и добросовѣстнымъ наблюдателемъ, багермейстеромъ казенной землечерпательной машины, г. Липскимъ, но производились они одинъ разъ въ день, минимальная въ теченіе сутокъ температура воздуха близъ поверхности рѣки не опредѣлялась и, наконецъ, инструментъ для измѣреній температуры былъ лишь грубой точности и чувствительности. Надо надѣяться, что если подобнымъ наблюденіямъ будетъ придано подобающее имъ значеніе, то будутъ изготовлены и болѣе точные приборы. Здѣсь кстати будетъ, въ заключеніе, упомянуть еще, что Форстеръ, приведя въ своемъ сочиненіи литературу предмета по изученію температуры текучихъ водъ въ Европѣ, говоритъ, что первыя систематическія наблюденія надъ температурою текучихъ водъ въ связи съ температурою воздуха были произведены у насъ въ Россіи, а именно въ Петербургѣ г. Вайтбрехтомъ, съ 1734 по 1739 г. Этотъ наблюдатель каждый годъ, начиная съ февраля и по сентябрь, производилъ по три раза въ день измѣренія температуры воздуха и воды въ Невѣ. Руководствуясь только своими наблюденіями, Вайтбрехтъ уже смогъ въ то время вывести заключеніе о природѣ и свойствахъ рѣчной теплоты, о зависимости ея отъ

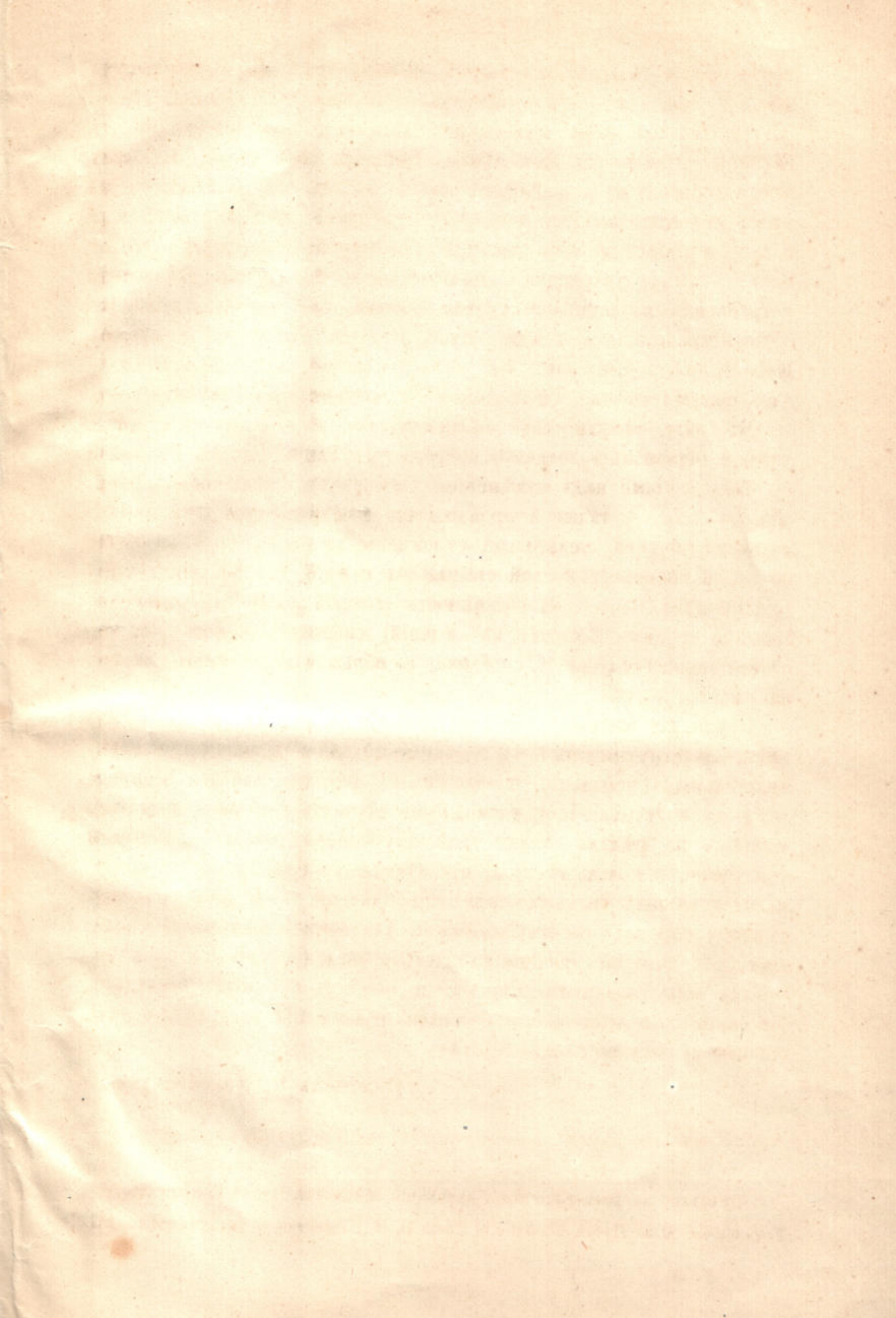
температуры воздуха, отъ ливней, выпадающихъ въ вышележащей области, также какъ онъ установилъ, что дневныя колебанія температуры текучей воды совершенно незначительны, независимо отъ глубины. Однако, къ сожалѣнію, Форстеръ отмѣчаетъ, что рядъ этихъ подробныхъ и добросовѣстныхъ наблюдений Вайтбрехта не пригоденъ для обработки, потому что измѣренія температуры воздуха и воды дѣлались имъ по какой-то необыкновенной скалѣ чуть ли не имъ самимъ устроеннаго термометра, и потому эти наблюденья потребовали бы длинныхъ перевычислений, для приведенія ихъ къ общеупотребительной теперь скалѣ Цельсія. Тѣмъ не менѣе, въ Европѣ только слишкомъ 100 лѣтъ спустя послѣ Вайтбрехта начались систематическія наблюденья надъ температурою текучихъ водъ.

Въ виду практической важности подробнаго изученія всѣхъ условій образованія ледяного покрова на рѣкахъ Россіи, въ связи съ наблюденьями надъ измѣненіемъ температуры воды передъ появленіемъ льда, а также и производства измѣреній толщины самаго ледяного покрова, желательно учрежденіе, на первое время, хотя бы по одной гидрометрической станціи на каждой изъ большихъ судоходныхъ рѣкъ Россіи, на обязанность которой было бы возложено (помимо другихъ важныхъ наблюдень) собираніе и печатаніе соотвѣтственнаго матеріала, касающагося образованія ледяного покрова на рѣкахъ.

Признавая важнымъ оказаніе помощи на рѣкахъ частнымъ судамъ, застигнутымъ въ пути осеннимъ ледоходомъ, равно признавая желательнымъ продленіе навигаціи въ періоды слабого осенняго ледохода и устраненіе въ возможныхъ случаяхъ вредныхъ ледяныхъ заторовъ на рѣкахъ, также какъ и ускореніе открытія навигаціи при весенней подвижкѣ льда, представляется полезнымъ для обслуживания нашихъ большихъ рѣкъ пріобрѣтеніе по одному сильному рѣчному пароходу съ необходимыми для ломки льда приспособленіями. До того же времени желательно введеніе хотя бы на нѣкоторыхъ изъ казенныхъ пароходовъ особыхъ съемныхъ стальныхъ башмаковъ, для возможности безопаснаго движенія во льду и подачи помощи судамъ во время ледохода.

Инженеръ Н. Максимовичъ.

*(Извлечено изъ Журн. Министерства Путей Сообщенія, кн. 3, 1901 г.).*





Черт. 1.

**КАРТА  
ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ**

съ показаніемъ линій одно-  
временнаго вскрытія и  
замерзанія водъ по  
**М. Рыкачеву.**

Условные знаки:

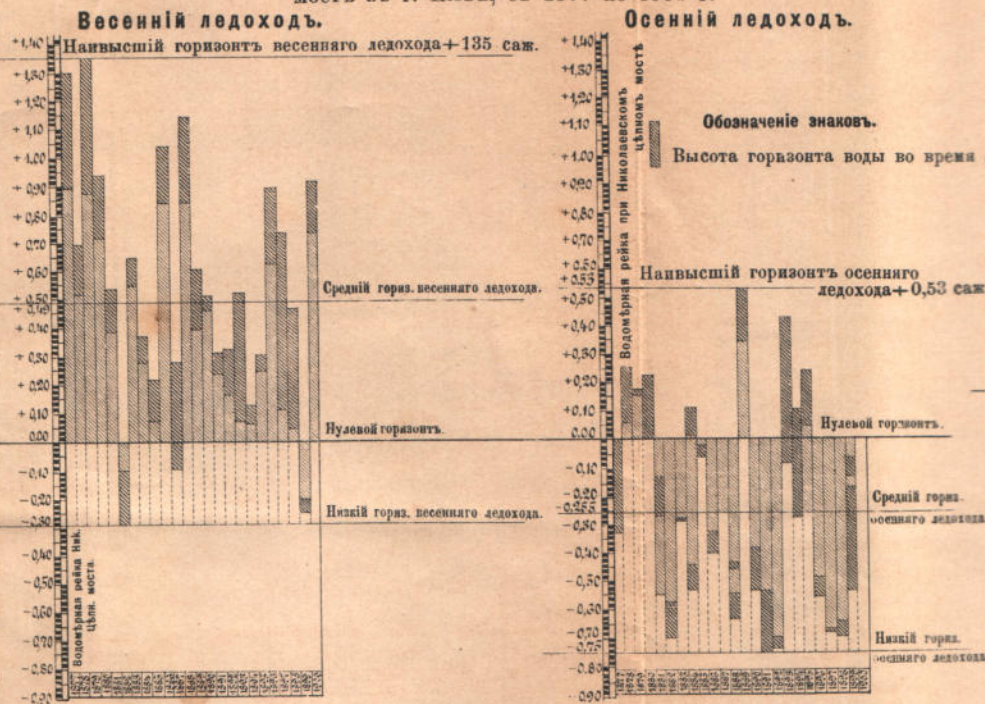
- Линіи одновременныхъ замерзаній (изопектики).
- - - Линіи одновременныхъ вскрытія (изотакти).

Масштабъ.

0 100 200 300 400

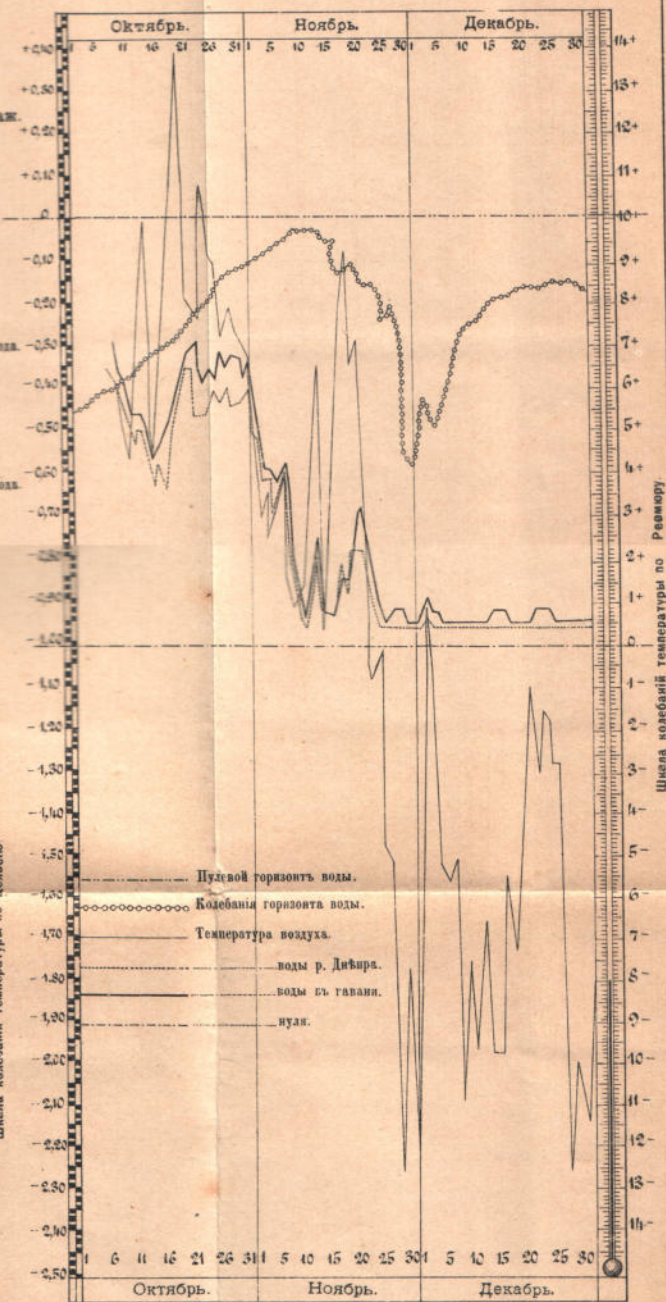


Черт. 2. Графикъ высотъ весенняго и осенняго ледоходовъ на р. Днѣпрѣ по водомѣрной рейкѣ поста 1-го разряда при Николаевскомъ цѣпномъ мостѣ въ г. Киевѣ, съ 1877 по 1900 г.

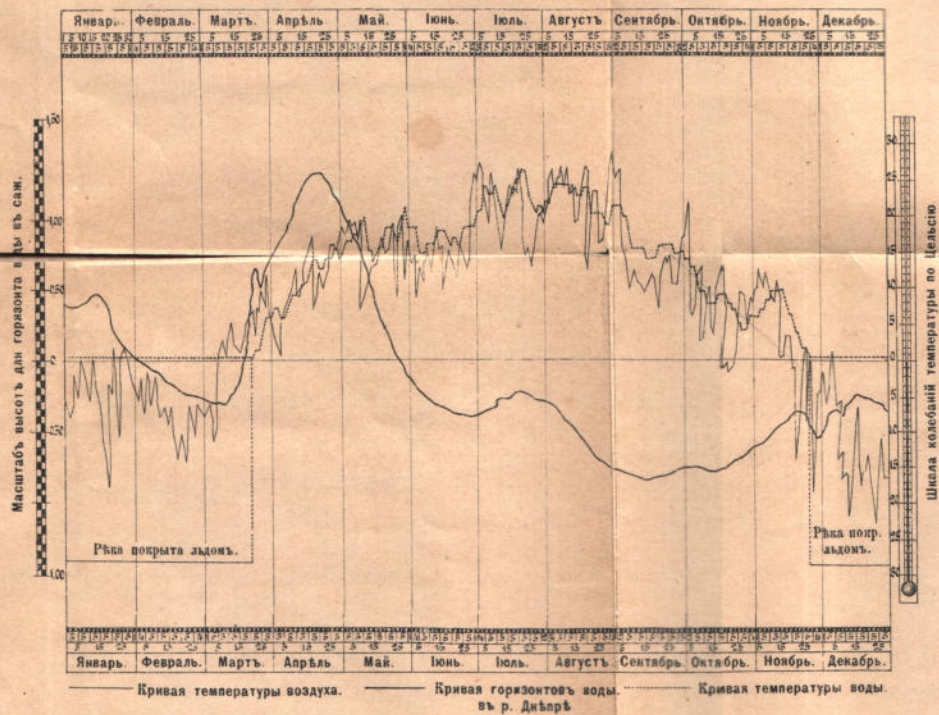


Черт. 5. Графикъ колебанія суточныхъ температуръ воздуха и воды въ р. Днѣпрѣ у гор. Киева передъ замерзаніемъ рѣки въ 1899 году.

Примѣчаніе: Кривыя температуръ воды показаны по наблюденіямъ, ваятымъ на глубинѣ 0,50 саж. отъ поверхности воды.



Черт. 4. Графикъ колебаній температуръ воды рѣки Днѣпра и воздуха въ 1890 году у города Киева, а также горизонтовъ воды р. Днѣпра за тотъ же годъ.



Черт. 3. Графикъ средняго годоваго хода температуръ воздуха и воды въ р. Одерѣ у гор. Бреслава, по Форетеру.

