

55815
C-81
УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ НАУК

ПРАЦІ ІНСТИТУТУ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА, ВИП. 4

UKRAINISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ARBEITEN DES INSTITUTS FÜR WASSERWIRTSCHAFT, LIEF. 4

СТІК ТА ФАКТОРИ СТОКУ

ЗБІРНИК З ПИТАНЬ ГІДРОЛОГІЇ

DER ABFLUSS UND DIE ABFLUSSFAKTOREN

SAMMLUNG VON ARBEITEN ÜBER FRAGEN DER HYDROLOGIE

9339
O II
ВИДАВНИЦТВО УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ НАУК

КИЇВ — 1936 — KIEV

UNIVERSITÄT AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
FACHBEREICH INGENIEURWISSENSCHAFTEN

ABFLUSS-UND ABFLUSSFAKTOREN

SAMMELBAND VON ABFLUSS UND ABFLUSSFAKTOREN

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ING. WILHELM MÖLLER

VERLAG DER UNIVERSITÄT AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

BERLIN 1954

✓

UKRAINISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ARBEITEN DES INSTITUTS FÜR WASSERWIRTSCHAFT, LIEF. 4

DER ABFLUSS UND DIE ABFLUSSFAKTOREN

SAMMLUNG VON ARBEITEN ÜBER FRAGEN DER HYDROLOGIE

HERAUSGEGEBEN
VON PROF. A. W. O G I E W S K Y

VERLAG DER UKRAINISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
KIEW — 1936

П

5565 у 551.78
С81 С-81

У К Р А Ї Н С Ь К А А К А Д Е М І Я Н А У К
П РА Ц І І Н С Т И Т У Т У В О Д Н О Г О Г О С П О Д А Р С Т В А , В И П . 4

СТІК ТА ФАКТОРИ СТОКУ

ЗБІРНИК З ПИТАНЬ ГІДРОЛОГІЇ

ПІД РЕДАКЦІЄЮ
ПРОФ. А. В. ОГІЄВСЬКОГО

2339

с/а

✓

перевірено
1966 г.

o W

ВИДАВНИЦТВО УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
КИЇВ — 1936

18-2 185

Бібліографічний опис цього видання
вміщено в „Літопису українського друку“,
„Картковому резервуарі“ та інших покаж-
чиках Української книжкової палати

Відповідальний ред. проф. *А. В. Огієвський*
Літредактор і техредактор *Б. Є. Козловський*
Учений коректор *О. К. Чернова*
Техкер *Є. Ц. Каганов*

Друкується з розпорядження Української Академії Наук
Неодмінний секретар академік *О. В. Палладін*

1333

Проф. А. В. Огієвський

Про обґрунтування обчислень зимового стоку (за новими даними)

Розділ I

Вступ

§ 1. Мета дослідження

Робота ця має на увазі дати нові міркування і нові дані з питань про обґрунтування обчислень зимового стоку. Ряд дуже докладних розробок цього питання виконаний був автором цієї роботи, починаючи в 1929 року¹⁾. Автором було запропоновано кілька власних оригінальних підходів до раціонального розв'язання розглядуваної складнішої проблеми, які базуються на врахуванні гідрометеорологічних факторів. Підходи ці дістали ряд дуже сприятливих відгуків від деяких фахівців, що працюють над такого роду дослідженнями²⁾. В той самий час в пресі були опубліковані і дуже різко сформульовані, з виразно виявленим полемічним характером, статті одного з представників гідравлічного напрямку в розв'язанні даної задачі, докладно розгляненого і оціненого автором в попередніх його роботах³⁾.

Дискусія, що виникла таким чином в спеціальній пресі, перенесена на сторінки двох союзних керівних центральних видань („Известия ГГИ“ в Ленінграді і „Журнал геофизики“ в Москві), — формально може вважатись тепер закінченою.

Проте, для остаточного ідейного завершення результатів згаданої дискусії і остаточного закріплення висунутих мною положень, було б зовсім не зайвим, в зв'язку з дуже значною складністю питання, розширити дослідницьку базу, що послужила основою для виконаних мною раніше теоретичних побудовань, з охопленням можливо ширшої амплітуди природних характеристик розглядуваних водних об'єктів.

З цією метою я провів збирання відповідних гідрологічних і гідрометеорологічних матеріалів, що мало на увазі не тільки ріки України і зокрема р. Дніпро (на матеріалах, по якому ґрунтувались всі мої попередні побудовання), а й ряд рік центральних і північних районів Союзу.

Вдалося, кінець-кінцем, зібрати деякий, і при тому досить багатий, як на цей час, матеріал, без сумніву дуже різнохарактерний і тому дуже

¹⁾ Проф. А. Р. Огневский, Режим стока Верхнего и Среднего Днепра, изд. НИВХ в Днепропетрове, Киев, 1932; Dipl. Ing. A. W. Ogievsky, Hydrometeorologische Methode der Berechnung der Winterabflussmengen, „Вісті, Н-д IBGV“, т IV, ч. I, Київ, 1930.

²⁾ Див., напр., K. Debsky, Wasserabfluss im Winter „Bulletin de la Société géophysique de Varsovie“, fasc. 2—3, Varsovie 1931; Prof. S. Kolupaïla, Ueber die Bestimmung des Winterabflusses bei veränderlichem Flussbette, Warszawa, 1930.

³⁾ Див. мої роботи: 1) Режим стока Верхнего и Среднего Днепра, Киев, 1932; 2) Еще о методах вычисления зимних расходов, Известия ГГИ, вып. 60, Ленинград, 1933; 3) О „критических замечаниях“ Ф. И. Быдина, Журнал Геофизики, т. IV, вып. 2, Москва, 1934.

придатний для поставленої задачі перевірки загальності висунутих раніше теоретичних побудовань.

Узагальнення результатів відповідних обробок за зібраними матеріалами, з побіжним виявленням можливих нових моментів і в, отже, кінцевою метою цього дослідження.

Попереду ми вважаємо за доцільне зупинитися на деяких моментах загального характеру.

§ 2. Практичне значення питання про обчислення зимових витрат

У питаннях обчислення стоку сучасна гідрометрія стоїть перед рядом випадків, коли нормальна точність визначення стоку не може бути досягнена при застосуванні розрахункових побудовань і обчислень, які практикуються з успіхом для звичайних нормальних умов. Такі випадки: мінливого русла, наявності змінного підпору, наявності водної рослинності і, нарешті, випадки наявності льоду. Тим часом, як перші з перелічених вище випадків мають місце лиш іноді для деяких особливих, хоч і досить численних, умов гідрометричних досліджень, питання про обчислення витрат при наявності льоду, тобто про обчислення витрат для зимових періодів, в умовах режиму рік СРСР набуває особливого значення; з цим питанням доводиться мати справу при обчисленні стоку по будь-якій з наших рік, крім дуже небагатьох випадків для крайнього півдня. Тим часом, як відомо, крім рідких винятків, криву витрат $Q=f(H)$ для зимових вимірів побудувати з такою ж точністю, як для вимірів при чистій воді, неможливо і доводиться або ставати на шлях дуже наближених обчислень, або вишукувати і застосовувати спеціальні способи і шляхи.

Таким чином для кожного річного циклу, в загальному випадку, ми маємо характеристики стоку по суті більш-менш нерівноцінні: більш точні дані для періоду, коли немає льоду, і далеко менше точні дані обчислень стоку — для зимового періоду. Практичне значення цього останнього положення в різних випадках, очевидно, буде різне.

Дані обробок, виконаних по ряду пунктів системи р. Дніпра, по р. Волзі, р. Волхову та ін., — показують, що при найпростіших підходах до питання про обчислення зимового стоку, які ґрунтуються або на побудованні наближеної зимової кривої або на інших наближених підходах, — можливі похибки в обчисленнях зимового стоку можуть доходити дуже значних величин; маючи на увазі середні умови, ці похибки можна оцінити цифрами порядку в 25—50% і навіть більше. При цьому, звичайно, на протязі зимового періоду знак похибки змінюється, переходячи з плюсових значень на початку зими (перебільшення) у від'ємні значення наприкінці зими (зменшення).

З цього погляду неточності, що бувають в обчисленнях зимового стоку, без сумніву, повинні дуже несприятливо відбитись на тих обчисленнях, метою яких є величини стоку, взяті для коротких інтервалів, як, наприклад, декада або навіть місяць; величини стоку, взяті за такі періоди, можуть бути різко зменшені або збільшені на досить значні величини зазначеного вище порядку.

Для цілого зимового сезону, очевидно, результати спрощених обчислень повинні бути значно ближчі до істини.

Табл. 1 дає порівняння помісячних і посезонних величин зимового стоку, обчисленого для р. Дніпра коло с. Лоцманської Кам'янки для 1920—1926 рр., за даними обчислень: 1) наближених, що виходять з середньої зимової кривої витрат для стійкого льодоставу і інтерполяційних побудовань для початку й кінця льодоставу (другий варіант управління головного інже-

при проектуванні Дніпровської гідроелектростанції¹⁾ 1), 2) за уточненими обчисленнями, виконаними за гідрометеорологічним методом автора.

Таблиця 1

Рік	XI	XII	I	II	III	IV	Весь зимов. стік	Середні величини зимового стоку за зимовий сезон	Примітки
1920/21	106	54	-62	-168	-58	0,0	-26	419	Абс. різн. (2)-(1)
	45,1	19,0	-13,7	-27,5	-7,3	0,0	—	—	Те ж у %
1921/22	48	119	3,0	5,0	-58	0,0	+20	265	Абс. різн. (2)-(1)
	14,8	68,4	1,0	1,8	-7,3	0,0	—	—	Те ж у %
1922/23	—	15,0	-24	57	-20	0,0	7	1070	Абс. різн. (2)-(1)
	—	1,7	-1,9	5,5	-0,9	0,0	—	—	Те ж у %
1923/24	—	10	205	-31	24	—	14	980	Абс. різн. (2)-(1)
	—	0,7	27,4	-2,9	3,3	—	—	—	Те ж у %
1924/25	7	123	-33	-53	—	—	11	592	Абс. різн. (2)-(1)
	1,1	31,6	-6,6	-6,6	—	—	—	—	Те ж у %
1925/26	—	60	-216	-30	-32	—	-54	956	Абс. різн. (2)-(1)
	—	10,8	-18,6	-2,6	-2,3	—	—	—	Те ж у %

Як бачимо, у середньо-сезонних результатах похибки чимало згладжуються. Ще більше, очевидно, повинні згладжуватись звичайні неточності обчислень зимового стоку у величинах стоку, взятих в порічних результатах.

У загальному вигляді можливу похибку річного стоку залежно від похибок обчислень стоку за зимовий сезон можна виразити так:

$$\delta = \pm \frac{\mu \cdot A_{\text{зим}}}{A_{\text{річ}}} \quad (1)$$

де: μ — похибка обчислення стоку за зимовий сезон, виражена в процентах; $A_{\text{зим}}$ і $A_{\text{річ}}$ — відповідно сезонний зимовий і річний стік (в м.м.).

Величину відношення $\frac{A_{\text{зим}}}{A_{\text{річ}}}$, відповідно до звичайних характеристик наших рівнинних рік, можна оцінити приблизно в 0,10 — 0,25; якщо взяти границі можливих коливань величини μ , рівні 0,10 — 0,50, то для величини δ одержимо ймовірні границі її коливань, рівні 1 — 7,5%, а в середньому, очевидно, величину δ можна оцінити як близьку до 2—3%.

До обчислень середньо-річних багатолітніх величин стоку похибка від неточностей обчислення зимового стоку повинна входити, очевидно, в розмірах, що в жодному разі не перевищують наведених вище величин для порічного стоку, а в ряді випадків похибка може навіть цілком компенсуватись коштом різних знаків її для різних років.

¹⁾ Проф. Н. Г. Александров, Днепрострой, т. I, Исследования, Москва, 1929.

Усе наведене вище дає підставу схарактеризувати практичне значення питання про обчислення зимового стоку так:

1. Можливі неточності в обчисленні зимового стоку можуть грати істотну роль в розрахункових проектних побудованнях, які ґрунтуються на характеристиках стоку, взятих за окремі короткі інтервали, як наприклад, п'ятиденки, декади, місяці; такі, наприклад, випадки водного господарських розрахунків при проектуванні водосховищ, споруджуваних з метою використати гідроенергію або для водопостачання, розрахунки по обчисленню потужності гідростанцій.

2. Можливі неточності в обчисленні зимового стоку досить істотно можуть відбиватись на величинах сезонних характеристик стоку, що може спричинитись до неточностей в розрахунках, які мають на увазі сезонне регулювання стоку.

3. Можливі неточності в обчисленні зимового стоку відбиваються практично неістотно на річних величинах стоку як для окремих років, так і в середньо-багаторічних результатах.

Зрозуміло, що питання про уточнення обчислень зимового стоку має особливо важливе значення з погляду наукових досліджень; з зимовим періодом безпосередньо зв'язано питання про поглиблене дослідження процесу підземного живлення рік; зимовий період характеризує акумулюючу здатність басейну і динаміку водовіддачі як із водоносних шарів басейну, так і з ґрунтів річних заплавл.

§ 3. Основні труднощі розв'язання питання

Співвідношення $Q = f(H)$, встановлене для умов будьякого конкретного пункту, при наявності льоду порушується. Це порушення має місце в силу того, що лід в тому або іншому його вигляді, тобто поверхневий, або підводний (довний і шуга), робить ряд різних впливів на умови переміщення витрат у ріці. До таких впливів треба залічити такі, цілком очевидні: 1) зміна площі живого перерізу, 2) зміна похилів, 3) зміна характеристик шореткості русла.

Сумарний ефект усіх зазначених впливів найпростіше характеризується двояким способом:

1) Коефіцієнтом $K = \frac{Q_{\text{зим}}}{Q_{\text{літ}}}$, де $Q_{\text{зим}}$ — витрата при наявності льоду, а $Q_{\text{літ}}$ — витрата при відсутності льоду, але при рівні, що відповідає $Q_{\text{зим}}$;

2) величиною сумарного „підпору“ від впливу льоду — ΔH , при чому $\Delta H = H_{\text{зим}} - H_{\text{літ}}$, де $H_{\text{зим}}$ — рівень, що відповідає $Q_{\text{зим}}$, а $H_{\text{літ}}$ — рівень, що відповідає величині $Q_{\text{літ}} = Q_{\text{зим}}$, тобто взятий для даного $Q_{\text{зим}}$ за літньою кривою витрат.

Якщо рівняння кривої витрат для періоду відсутності льоду виразити в такому вигляді:

$$Q = a(b + H)^n, \quad (2)$$

то для умов наявності льоду матимемо¹⁾:

$$Q_{\text{зим}} = K \cdot Q_{\text{літ}} = K \cdot a(b + H_3)^n \quad (3)$$

$$\Delta H = (b + H_3)(1 - \sqrt[n]{K}) \quad (3a)$$

Очевидно, що питання про встановлення залежності зимових витрат від рівнів розв'язувалось би дуже просто, якби значення K (або ΔH) були б

¹⁾ Проф. А. В. Огневский, Режим стока Верхнего и Среднего Днепра, Киев, 1932, сс. 79—80.

або практично постійні, або виявляли б цілком закономірні зміни протягом зими. Проте, насамперед, значення K (або ΔH) можуть мінятися в дуже широких границях як для одного якогонебудь пункта — в часі, так і для різних пунктів — по території.

Мінливість значень K (або ΔH) цілком визначається тим або іншим ходом явищ льду як щодо якісних характеристик останнього, так і щодо його кількостей.

Ще в 1929 р. мною було зазначено¹⁾, що всі головніші фактори, які впливають на хід зимового режиму, можна звести в такі три характерні групи:

1) Метеорологічні фактори — температура повітря, інсоляція, сніговий покрив та ін.

2) Гідралічні умови ділянки — характеристики подовжнього і поперечного перерізів ділянки і її морфології.

3) Гідрологічні умови ділянки — живлення її ґрунтовими водами, термічний режим ґрунтових вод і т. ін.

Таким чином значення K (або ΔH) в функцію від усіх перелічених вище елементів, з яких до групи першої віднесені наймінливіші загалом і протягом зимового періоду зокрема, а дві останні групи об'єднують елементи, різні для різних рік і різних ділянок тієї самої ріки, але більш-менш сталі в часі.

Зазначене положення можна ілюструвати також міркуваннями, що випливають з розгляду природи процесів льодоутворення.

Режим льодових утворень у текучих водоймах, за новішими дослідженнями проф. В. Н. Гончарова²⁾, визначається тим або іншим ходом таких явищ:

1) віддаванням тепла, променюванням і випаровуванням — тепловитратами;

2) поповненням тепловтрат, з одного боку, віддаванням захованої теплоти замерзання, а з другого — перетворенням механічної роботи внутрішніх і зовнішніх опорів потоку на теплову. Величини тепловтрат, за В. Н. Гончаровим, можуть бути виражені так:

$$w = 2760 + 580t + 0,0222(50 - t)^3 \quad (4)$$

де t — температура повітря.

Величина роботи опорів виражається так:

$$w_1 = 202\,000 Q \cdot i \text{ (вел. калорій)}, \quad (5)$$

де:

Q — витрата потоку в $m^3/сек$;

i — похил його.

У тих випадках, коли теплоти, яку одержує потік від перетворення механічної роботи опорів, не досить для поповнення тепловтрат, виникаючий дефіцит тепла покривається коштом виділення захованої теплоти льодоутворення, тобто в потоці починає утворюватись лід. При цьому льодоутворення може мати своїм результатом формування тільки підводного льоду або як підводного, так і поверхневого.

Рівняння стану потоку в цьому випадку може бути написано в такому вигляді:

$$b [2760 + 580t + 0,0222(50 - t)^3] = 202000 Q \cdot i + 80k \cdot z \quad (6)$$

де

z — кількість густого льоду, що утворюється (в кг);

¹⁾ *op. cit.*; також: А. В. Огневский, Гидрометеорологический метод учета зимних расходов, „Вестник ирригации“, № 5, 1930, Ташкент.

²⁾ Проф В. М. Гончаров, Тепловой режим турбулентного водотока, „Записки Гос. гидролог. ин-та,“ т. X, Ленинград, 1933.

k — коефіцієнт кількості льоду в грудці донного льоду (від 0,20 до 1,00);
 b — ширина живого перерізу.

Відзначимо, що наведене вище співвідношення зовсім не враховує такого важливого фактора, як підземне живлення ріки, що без сумніву, безпосередньо впливає на режим тепловтрат і тепловіддавання.

Наведені вище міркування і співвідношення вказують на те, що режим льодоутворення повинен бути різним не тільки на різних ріках, розташованих в різних кліматичних районах, але навіть на тій самій річці і в тому самому кліматичному районі, якщо тільки морфометричні (b, z) і гідрологічні (підземне живлення) характеристики даної і якоїнебудь ближчої сусідньої ділянки ріки досить істотно різні.

Отже, величини K і ΔH щодо розгляненої суті явищ льодоутворення повинні бути функцією багатьох змінних, дійсне взамовідношення яких і хід не надається покищо теоретичному врахуванню. Немає покищо хоч трохи загальних емпіричних залежностей для окремого врахування формування поверхневого і підводного льоду в текучих потоках. Зовсім не надаються врахуванню зміни похилів і шореткостей в руслі, що їх спричиняють явища льоду.

В цьому полягають основні труднощі розв'язання розглядуваного питання.

Розділ II

Практиковані підходи

§ 4. Застосовувані спрощені практичні підходи для обчислення зимових витрат

Способи, що їх можна застосувати для встановлення розрахункових зв'язків між рівнями і витратами при наявності льоду, докладно розглянені мною в ряді моїх робіт¹⁾. В загальних рисах способи ці сходять до таких двох головних груп:

- 1) способи, придатні для інтерполяційних обчислень;
- 2) способи, що мають на увазі екстраполяційні побудування.

До чисто інтерполяційних способів можна залічити 1) спосіб Ноут-а, 2) спосіб інтерполяцій за обчисленими на основі дійсних вимірів величинами ΔH , 3) пропозицію С. І. Коллупайло.

В розрізі виконуваного дослідження такі способи не становлять для нас інтересу.

До способів, що мають на увазі можливість екстраполяційних обчислень, тобто обчислень для періодів, для яких жодних зимових вимірювань витрат не провадилось, можна залічити:

1) Спосіб побудування зимової осередненої (середньої) кривої витрат; спосіб цей можна застосувати тільки при наявності таких окремих умов: а) практична відсутність підводного льоду, б) наявність умов, при яких мають місце повільні і при тому незначні зміни товщини поверхневого льоду.

2) Гідравлічні способи (докладніше на них я спинюсь далі).

3) Гідрометеорологічні підходи (запропоновані мною).

Ось такі способи, в основу яких покладені ті або інші теоретичні обґрунтування і міркування, що мають на увазі хоча б наближено врахувати всю складну різноманітність діючих факторів.

Як третю групу практично використовуваних способів можна виділити групу найбільш спрощених підходів, досить широко застосовуваних на практиці, замість зазначених вище спеціальних способів.

¹⁾ Див., напр., мої роботи: Режим стока Верхнього і Среднього Дняпра, сс. 57—117; Гидрометрия и производство гидрометрических работ, Энергоиздат, Москва, 1934, сс. 432—468.

особливо в тих, на жаль, частих в нашій практиці випадках, коли не провадиться будьяких вимірювань зимових витрат.

До цієї групи способів треба залічити такі:

1) Обчислення зимових витрат за літньою кривою, без введення до розрахунку будьяких поправок. Цей примітивний підхід вживається тепер порівнюючи рідко.

2) Обчислення зимових витрат за літньою кривою $Q = f(H)$ з дальшим введенням в результати досліджень поправок на значення K , однакові для всіх років обчислень і для всього періоду наявності льоду.

Значення K в цих випадках звичайно беруть з міркувань, за обчисленнями за дійсними вимірами величинами K для інших пунктів даної ріки або навіть сусідніх рік; довільність і необгрунтованість такого припущення очевидна.

3) Прийняття для зимових періодів будьяких років сталої шкали значень K , одержуваних як середні арифметичні з наявних даних спостережень по пункту розрахунку, без будьякого аналізу цих останніх і маючи на увазі той або інший розподіл значень K протягом зимового сезону; найчастіше в цьому випадку корективи на прийнятті градації величин K вводяться безпосередньо в результативні помісячні величини витрат, обчислених за літньою кривою.

Отже наведені три основні спрощені підходи, відповідно до здійсненого вище порядку їх викладу, мають на увазі дедалі більше деталізоване, і, очевидно, дедалі ближче до істини врахування тих своєрідних особливостей зимового режиму, які без сумніву можуть бути різні в різні гідрометеорологічними умовами роки.

Як приклади до вищенаведеного, наведемо деякі дані, що ілюструють практично застосовувані підходи.

Проф. С. І. Коллупайло при обчисленні стоку р. Немана, за період 1812—1932 рр.¹⁾ прийняв сталі значення коефіцієнтів K , рівні 0,40—0,60; при цьому він виходив з урахування „стрибка“ рівня при льодоставі, зрізаючи його до рівня води перед льодоставом, а в особливо сумнівних випадках орієнтувався на низькі літні витрати.

Інж. В. А. Назаров, при обчисленні зимового стоку р. Вовчої коло м. Павлограда, приймав тверді значення K для всіх років обчислень, але з деякими варіаціями для різних зимових місяців; у першому варіанті цих його обчислень (1929 р.) зимові витрати визначались ним наближено, в зв'язку з наближеністю літньої кривої, без жодних поправок за літньою кривою²⁾.

При обчисленні стоку р. Півн. Дінця коло м. Ізюма інж. М. А. Агальцов³⁾ брав для всіх років редуційний коефіцієнт K рівний 0,70, за аналогію з даними вимірювань на Півн. Дінці коло хут. Світличного.

Інж. Д. Л. Соколовський в роботі „Сток в Донецьком басейні“⁴⁾ для р. Півн. Дінця обчислює зимовий стік коло Лисичанського (1923—1931), і Світличного (1892—1930), прийнявши K в 0,66, а коло Кам'янської (1881—1909) і Краснодонецької (1896—1912) прийнявши $K = 0,70$, при чому величини цих коефіцієнтів бере на основі даних дійсних вимірів, так само як і попередній автор, коло хут. Світличного. В тому, що такий самий

¹⁾ С. И. Коллупайло, Учет стока реки Немана за 1812—1932 годы, „Труды IV гидрологической конференции балтийских стран“, Ленинград, сентябрь 1933 г.

²⁾ Инж. В. Назаров, Гидрологический очерк р. Волчьей, „Вісті Н.-д інст. водного господарства України“, т. IV, ч. II, Київ, 1931.

³⁾ Инж. М. Агальцов, Гидрологичний нарис річки Південного Дінця до м. Ізюма. „Вісник гідрології та гідрології“, вип. 4, 1929, Київ.

⁴⁾ Записки Государственного гидрологического института, т. XII, под редакцией Л. С. Берга, Ленинград, 1934.

коефіцієнт має місце для р. Дона коло Калача (за Поляковим), інж. Д. Соколовський бачить ствердження стійкості його для великих басейнів південних широт.

Той самий автор для р. Казенного Торця коло м. Слав'янська (1925—1930) бере $K=0,40$, за аналогію з вимірами по р. Лугані.¹⁾ Для цієї ж останньої ріки сталий коефіцієнт $K=0,40$ взято за аналогію з зимовими вимірами по р. Півн. Дінцю 1929—1930 р. та зовсім необгрунтовано „с некоторым их уменьшением в связи с меньшей площадью водосбора“. По р. Кам'янці (1928—1930) Д. Л. Соколовський, на основі зимових вимірювань коло трьох різних пунктів цієї ріки, числом 20, обчислює зимовий стік за побудованими хронологічними графіками значень K . Середнє значення із згаданих визначень — $K=0,30$ — було взято для обчислень зимового стоку для ряду сусідніх рік Донбаса, де зимових вимірювань не було зовсім, і „близких по характеру реке Б. Каменке“, як наприклад, р. Міус коло Матвієва Кургана (1923—1930), р. Самара коло Кохановського (1929—1930).

Для р. Кринки коло Зуївки зимовий стік для трьох років (1928—1930) той самий автор обчислює за зимовою кривою, побудованою за вісьмома вимірами. По р. Кринці коло Новоселівки й Амвросієвки, по р. Булавин коло Замківки, по р. Садки коло хут. Старопетровського, по р. Корсуні коло с. Корсунь і по р. Харцизькій коло с. Алексієва-Орлова — для всіх цих малих рік Донбаса, на 1929—1930 р. Д. Л. Соколовський визначає зимовий стік, виходячи із значення $K=0,15-0,20$ „по аналогії с даними по другим рекам Донбасса, но с учетом меньших площадей водосбора“, що не можна вважати за обгрунтоване. По р. Кальміус коло с. Сартани Д. Л. Соколовський обчислює зимовий стік, виходячи з сталого значення $K=0,40$. Для р. Вовчої коло Павлограда (1923—1930) взято $K=0,50$.

Інж. Б. Д. Зайков¹⁾ у своїй роботі „Сток на території Якутської АССР“ повідомляє про такі застосовані способи обчислення зимового стоку. Для р. Алдан коло м. Томмота зимовий стік для 1925—1926 р. підраховувався за хронологічним графіком значень K , побудованим за даними 16 однорічних вимірів; в середньому виявилось $K=0,34$; але автор при цьому відзначає, що виконаний підрахунок, оснований на застосуванні побудованої зимової кривої, дав ті самі результати. Виходячи з цього, обчислення для інших років виконані були за зимовою кривою. Для р. Вілюй коло с. Сунжара була використана крива зимових витрат, одержана, за Б. Д. Зайковим, цілком задовільною для амплітуди 0,90—2,90 м; при вищих горизонтах, весною, користувались коефіцієнтом K (як саме, на жаль, не сказано).

При обчисленні зимового стоку по р. Колимі коло Середнь-Колімиська для одного з років застосований був графік залежності $K=f(H)$, встановлений за кривими витрати; значення K коливались в границях від 0,65 (горизонт 10,8 м) до 0,23 (горизонт 8,8 м).

В перехідні періоди витрати інтерполювались за плавною кривою, що об'єднує зимову і літню вітки гідрографа, а затори, що були в цей час, попереду зрізались.

Для р. Вітім коло Бодайбо єдину вимірену зимову витрату прийнято за дійсну однакою для всіх зимових місяців (XI—IV) усіх років (1912—1930).

Для рік, які промерзають до дна (напр. р. Індігірка), значення K для періоду промерзання приймалось рівним 0, а далі поступово збільшувалось (напр. для 1931 р.: з 1. XI по 17. V — $K=0$; 24. V — $K=0,55$; 1. VI — $K=1$).

Інж. Б. І. Скачков у своїй роботі „Сток рек Северного края“²⁾ щодо способів, застосованих для обчислення зимового стоку ряду північних

¹⁾ Ibidem. ²⁾ Ibidem

Інтересно відзначити, що при обчисленні зимового стоку р. Уси в першому наближенні, на основі одного тільки виміру, зимовий стік прийнято сталим і рівним $46 \text{ м}^3/\text{сек}$. Для р. Ілич коло с. Максимова, на основі чотирилітніх вимірювань, для періоду від осені до 1 січня взято $K=0,30$, а для зими з 1. І до початку весняного піднесення — було прийнято сталу витрату води, рівну середньо-місячній лютневій витраті, при $K=0,25$; нарешті, у передвесняний період взято $K=0,40$. Для р. Печори коло Якші були взяті перехідні коефіцієнти: до 1. І — $K=0,4$; до передвесняного піднесення $K=0,3$ і для передвесняного періоду $K=0,5$; коефіцієнти ці були взяті на основі чотирилітніх вимірювань.

Для Печори коло Троїцько-Печерського (1914—1931) було взято: для початку зими $K=0,30$, з 1. І до передвесняного піднесення $K=0,30$ і для передвесняного піднесення $K=0,4$.

Нарешті, для Печори коло Нижнього Зауголка було взято: до 1. І — $K=0,40$, далі, до передвесняного піднесення — $K=0,35$ і в період передвесняного піднесення до кригоплаву — $K=0,50$.

Для р. Дона, коло хут. Грем'ячого обчислення зимових витрат за даними В. В. Полякова¹⁾ виконано за спеціальною формулою інж. Ф. І. Бидіна, на якій докладніше спинимось пізніше.

За даними того самого автора, зимовий стік р. Медведиці коло хут. Арчадинського одержано було через застосування сталого коефіцієнта $K=0,20$, що відповідає побудованій сталій зимовій кривій витрат.

За даними П. П. Пивареліса²⁾, для ряду рік Західного Сибіру (басейн р. Обі) зимові витрати обчислювались або за інтерполяцією між наявними вимірами, або, при відсутності зимових вимірювань, — орієнтовно за аналогією з сусідніми дослідженими ріками, або навіть за водністю попереднього сезону.

Інтересно звести усі наведені вище дані в одну загальну таблицю, яка, очевидно, дуже наочно може охарактеризувати всю різноманітність застосовуваних значень перехідних коефіцієнтів K .

Таке зведення дано нижче в табл. 2. (див. табл. 2 на стор. 15 і 16).

Наведені в табл. 2 дані дуже наочно ілюструють той значний діапазон значень K , який застосовується в практичних обчисленнях. Дуже характерно, що там, де є дані дійсних вимірів, застосовуються різні шкали розрахункових значень K навіть для різних пунктів тої самої ріки, не кажучи вже про ріки близьких районів (див. напр., в табл. 2 № 2 і 3, № 8 і 9); в той самий час, при відсутності даних вимірів, цілком необгрунтовано, (як вже відзначалось), вважають за можливе виходити з більш ніж проблематичних аналогій.

Звертає на себе увагу те, що тим часом як для північних рік мають місце значення K порядку $0,25—0,40$, — ще нижчі розрахункові значення K маємо ми для ряду південних рік, як, наприклад, $K=0,15—0,20$ для № 23—27.

З особливих способів, що застосовуються на практиці (і відбилися в літературі), можна відзначити побудування розрахункової функції $K=f(H)$ (випадок № 13).

Отже, ми бачимо, що у вживаних на практиці підходах є дуже велика різноманітність; часто мають місце елементи індивідуальної самоволі і навіть запевно нелогічні підходи і способи, особливо, коли даних дійсних вимірів або зовсім немає, або ж вони є дуже в обмеженій кількості.

¹⁾ В. В. Поляков, Сток в басейне р. Дона, „Записки Гос. гидрологического института“, т. XII, Ленинград, 1934.

²⁾ П. П. Пивареліс, Сток в басейне р. Оби, „Записки Гос. гидрологического института“, т. XII, Ленинград, 1934.

Таблиця 2

№	Район	Назва ріки і пункту	Способи обчислення зимових витрат і застосування градації коефіцієнтів K						Обґрунтування	
			Осін. зимов	I міс. льодост.			II міс. льодоставу	III міс. льодоставу		Весняне піднесення до „чисто“
1	I. Північний край Европ. част. СРСР	р. Онега коло м. Каргополя	0,95	1 дек. 0,90	2 дек. 0,80	3 дек. 0,70	0,60	0,50	0,50—1,0	Дійсні виміри
2		р. Вичегда коло с. Парч	Початк. період 0,75	XII 0,50	I 0,40	II, III, IV 0,30				„
3		р. Вичегда коло с. Левовського і коло с. Владовського	Через 15 дб після льодоставу 0,50	Через 30 дб 0,40		Ще через 30 дб і до весняного піднес. 0,35		Від піднес. до „чисто“ 0,35—1,0		„
4		р. Пінєга коло с. Кулагори	$K = 0,25$; для перехідних періодів — інтерполяція						За дійсними вимірами $K = 0,19 — 0,44$	
5		р. Півн. Двіна коло Абрамкова	Перехідний період 0,75	XII 0,50	I 0,40	II, III, IV до весняного піднесення 0,35			Дійсні виміри	
6		р. Півн. Двіна коло Усть-Півєги	Те саме, що й вище						За дійсними вимірами і за аналогією з п. 5	
7		р. Ілч коло с. Максимова	Осінь — I 0,30	I, II, III і т. д. до весняного піднес. $0,25 \times Q$ лют.			Передвесняний період до кригоплаву 0,40		Дійсні виміри	
8		р. Печора коло Якші	До 1. I 0,40	I, II, III до почат. весняного підн. $0,30 \times Q$ лют.			Передвесн. період до кригоплаву 0,50		„	
9		р. Печора коло Троїцько-Печерського	До 1. I 0,30	з 1. I до передвесняного піднес. $\approx 0,30$;			Передвесняне піднесення до кригоплаву 0,40		„	
10		р. Печора коло Ниж. Зауголка	До 1. I 0,40	Від 1. I до передвесняного піднес. 0,35			Передвесн. піднесення до кригопл. 0,50		„	
11		Якутська СРСР	р. Алдан коло Томмота	За зимовою кривою						Дійсні виміри
12			р. Вілюй коло с. Сунтара	За зимовою кривою і K для високих горизонтів						„
13			р. Коліма коло Середньо-Колімська	За залежністю $K = f(H)$						„

№	Район	Назва ріки і пункту	Способи обчислення зимових витрат і застосовувані градації коефіцієнтів K	Обґрунтування
14	Якутська СРСР	р. Вітім коло Бодайбо	$Q_{зим} = const$	За єдиним виміром
15	III. Зах. Сибір	Ріки басейну Обі	За інтерполяцією між наявними вимірами або за аналогією витрат з сусідніми ріками	"
16	IV. р. Дон і Донбас	р. Медведіца коло хут. Арчадинського	За зимовою кривою ($K = 0,20$)	За дійсними вимірами
17		р. Півн. Донець коло Лисичанського і коло Світличного	$K = 0,66$	Одиничні виміри коло хут. Світличного
18		Півн. Донець коло Кам'янської, Краснодонецької і Ізюма	$K = 0,70$	"
19		р. Казенний Торець коло Слав'янська	$K = 0,40$	За аналогією з вимірами на р. Півн. Дінці
20		р. Міус коло Матвієва Кургана	$K = 0,30$	За аналогією з р. Кам'янською
21		р. Самара коло Кохановського	$K = 0,30$	Теж
22		р. Кринка коло Зуївки	За зимовою кривою	За дійсними вимірами числом 8
23—27		р. Кринка коло Новоселівки, коло Амвросіївки, р. Булавин коло Замковки, р. Садки, коло Старопетровського, р. Корсунь коло Корсуні, р. Харцизька коло Алексієво-Орлова	$K = 0,15 - 0,20$	За аналогією з іншими ріками, після зменшення відповідно до малих площ басейну
28		р. Кальміусь коло с. Сартани	$K = 0,40$	} Обґрунтування невідомі
29		р. Вовча коло м. Павлограда	$K = 0,50$	

§ 5. Короткий аналіз запропонованих теоретичних обґрунтувань

Запропоновані для обчислення зимових витрат теоретичні схеми розглядалися мною докладно в ряді попередніх моїх робіт¹⁾. Тому тут спираюся тільки на деяких основних висновках.

Із співвідношення для зимових і літніх витрат (при тому самому рівні) можна одержати такий теоретичний вираз для K

$$K = 0,63 \left(1 - \frac{E}{H}\right)^{1,667} \frac{n_{\text{літ}}}{n_{\text{зим}}} \left(\frac{i_{\text{зим}}}{i_{\text{літ}}}\right)^{0,5}, \quad (8)$$

де:

$E = e_n + e_x$, при чому e_n — товщина поверхневого льоду, e_x — товщина зведеного до ширини ріки шару льоду підводного (донного і плавучого); $n_{\text{літ}}$ і $n_{\text{зим}}$ — коефіцієнти шорсткості відповідно для літніх і зимових умов; $i_{\text{зим}}$ і $i_{\text{літ}}$ — похилі води — зимові і літні.

Запропоновані гідравлічні способи в побудуваннях своїх виходять по суті з наведеного вище виразу (8), дістаючи його тільки в трохи іншій, більш спрощеній інтерпретації.

Перша така пропозиція належить інж. В. Н. Гончарову (1928 р.).

Інж. Ф. І. Бидін (1929 р.) пропонує обчислювати значення K за таким виразом:

$$K = 0,63 \delta \left(1 - \frac{Z}{H}\right)^{5/3} \sqrt{\frac{i_{\text{зим}}}{i_{\text{літ}}}}, \quad (9)$$

де:

Z — глибина занурення поверхневого льоду;

коефіцієнт $\delta = \frac{Q_{\text{дійсн}}}{Q_{\text{теор}}}$ при чому $Q_{\text{дійсн}}$ — дійсно вимірена зимова витрата, $Q_{\text{теор}}$ теоретична зимова витрата, обчислена за співвідношенням (9)

з виразу $Q_{\text{теор}} = K \cdot Q_{\text{літ}}$, де $Q_{\text{літ}}$ — витрата, що відповідає зимовому рівню, але взята за літньою кривою;

H — середня глибина ріки на створі.

В основу виводу виразу (9) покладено невірне припущення про рівність значень шорсткості (у формулі Маннінга) для літніх і зимових умов; наявність підводного льоду у формулі (9) безпосередньо не враховується. Коефіцієнт δ , за Бидіним, може коливатися в деяких, досить значних межах, і для цього коефіцієнта повинна бути знайдена спеціальна залежність його від величини зимових деформацій рівнів, порівнюючи з мінімальними рівнями перед льодоставом; при наявності зимових поведей, а також перед скресом ріки, Ф. І. Бидін рекомендує приймати $\delta = 1$.

Іншим шляхом в шуканнях способу обчислення зимових витрат пішов польський дослідник інж. К. Дембський (1930—1933 рр.). На основі обробки досить численних даних зимових вимірів (158 вимірів), що стосуються різних рік, він пропонує для обчислення зимових витрат такий емпіричний вираз для середньої швидкості течії під льодом:

$$v_z = 4,26 \cdot \varphi \cdot i^{0,31} \cdot i_z^{0,62} \quad (10)$$

де:

i — похил води;

i_z — середня глибина живого перерізу ріки під льодом;

φ — коефіцієнт, рівний відношенню середніх швидкостей в живому перерізі, обчислених за даними дійсних вимірів і обчислених за формулою (10).

¹⁾ Див., напр., літературу, зазначену у виносці до с. 5.

Значення φ коливаються, за Дембським, в границях від 0,23 до 2,44, мало змінюючись в той самий час у середньому виводі для одного і того самого перерізу; осереднені значення цих коефіцієнтів, окремо для періоду зимового льодоставу і періоду весняного (періоду танення), для ряду пунктів обробки містяться у величезній більшості випадків в границях $0,5 < \varphi_{ж} < 1,5$. К. Дембський дає ряд міркувань про можливість районування $\varphi_{ж}$ відповідно до орогідрографічних характеристик районів, при чому він вважає, що величина φ досить тісно зв'язана з термічними властивостями рік, із формою річного русла в поперечному і подовжньому напрямках; величина φ , мало змінюючись протягом зими, збільшується в період танення.

Для полегшення вибору значень φ К. Дембський дає такий додатковий перевірючий спосіб: за співвідношенням $Q_{зим}$ і $Q_{літ}$ знаходять $K =$

$= \frac{Q_{зим}}{Q_{літ}}$; користуючись формулою Форхгеймера, можна одержати

$$K = \frac{4,26}{C \cdot t^{0,19} \cdot t^{0,08}} \varphi, \quad (11)$$

де C — коефіцієнт формули.

Якщо обчислене за формулою (11) значення K збігається, при вибраному значенні φ , з значенням K , визначеним безпосередньо за співвідношенням зимової і літньої витрат, то, за Дембським, можна вважати величину φ вибраною правильно.

Саме обчислення зимових витрат К. Дембський рекомендує робити, користуючись наведеними вище виразами, розчленовуючи зимовий сезон на окремі періоди¹⁾, визначаючи кінцеві і початкові величини витрат для цих періодів і застосовуючи далі метод графічного інтерполювання. Для зимових періодів, для яких немає спостережень над товщиною поверхневого льоду, ймовірна товщина його, за Дембським, може бути визначена за пропонованими ним наближеними формулами.

Основною труднощі при застосуванні способу К. Дембського, очевидно, треба вважати правильне призначення величини φ ; ця характеристика, без сумніву, повинна змінюватись не тільки для різних рік, а й для того самого створу, якщо мати на увазі не осереднені по періодах, а одиничні величини цього коефіцієнта.

Зазначеними пропозиціями вичерпуються опубліковані гідравлічні способи.

Необхідно підкреслити принципові хиби і необгрунтовані місця цих способів.

Пропозиція К. Дембського, на нашу думку, має в собі корінний дефект, який позбавляє цей спосіб практичного інтересу.

Справді, К. Дембський став на шлях побудування емпіричної формули по суті такої самої будови, як існуючі численні формули для обчислення середньої швидкості потоку при відкритому руслі, типу Матакевича, Ліндбюе, Грегора, Зідека та інших.

Відомо, що навіть для умов відкритого русла доводиться вважати питання про теоретичне обчислення середніх швидкостей течії практично для цілей гідрометрії ще далеко не розв'язаним; жодна з запропонованих формул не гарантує точності, що може бути поставлена на рівні з результатами дійсних вимірів. Зрозуміло, що в умовах наявності льоду, і не тільки поверхневого, але й підводного, шукати узагальненої формули для середньої швидкості — задача майже безнадійна. Це враховується і самою структурою формули К. Дембського. До неї входить коефіцієнт

¹⁾ Цілком у згоді з нашими пропозиціями.

в границі коливань якого, за Дембським, є в границях 0,23 до 2,44, тобто в кілька раз перевищують границі можливих коливань коефіцієнта K (від 0,10—0,20 до 1,00).

Інакше кажучи, вся суть при застосуванні формули К. Дембського полягає в правильному призначенні величини φ , яка, очевидно, повинна врахувати і дефекти побудування основної формули. Дуже проблематично, чи є рація шукати закономірності і диференціювати їх за тими або іншими ознаками для коефіцієнта φ , якщо коливання останнього в кілька разів перевищують коливання простішої характеристики, що безпосередньо визначає величину зимової витрати (за зимовим рівнем і літньою кривою витрати), а саме — величини K . Очевидно, що чекати особливих наслідків від таких досліджень навряд чи можна.

Щодо формули Ф. І. Бидіна, то, як це було вже відзначено мною, вона, поперше, не враховує безпосередньо підводного льоду (донного і шуги) і, подруге, припускає рівність $n_{зим} = n_{літ}$. Тому і в цьому випадку центр ваги лежить у встановленні можливих закономірностей для ходу поправочного коефіцієнта формули δ . Цю закономірність Ф. І. Бидін, як відзначалось, рекомендує знаходити для кожного конкретного випадку окремо, у вигляді залежності, що зв'язує значення δ з величинами зимових підвищень рівнів порівнюючи з мінімальними рівнями перед льодоставом.

Отже, формула Ф. І. Бидіна зовсім не має загального значення, вона вимагає індивідуалізації її поправочного коефіцієнта, відповідно до конкретних умов тих або інших конкретних випадків. У формулу Ф. І. Бидіна входить величина Z — глибина занурення поверхневого льоду; ця величина для років без вимірів зимових витрат невідома, і її можна пробувати дуже наближено визначати тільки за дуже недосконалими формулами з числа досі запронованих. Нарешті співвідношення $\frac{n_{літ}}{n_{зим}}$ ніколи не можна обчислити для минулих років спостережень і лише дуже рідко — для нових років; через це останнє співвідношення практично виводиться зовсім не розглядати.

Отже, якщо відкинути у виразі Ф. І. Бидіна його невизначений коефіцієнт δ , то дістанемо нове співвідношення (8) при

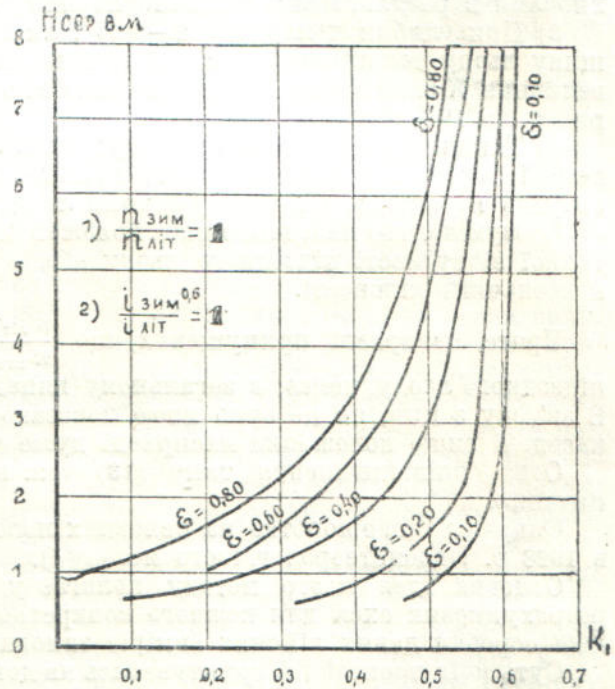


Рис. 1. Залежність $K = f(H, e_n)$.

$$\frac{n_{літ}}{n_{зим}} = 1 \text{ і } \frac{i_{зим}}{i_{літ}} = 1, \quad (12)$$

тобто:

$$K = 0,63 \left(1 - \frac{e_n}{H} \right)^{1,667} \quad (13)$$

Графічне це співвідношення показано на рис. 1⁴⁾. Як видно з рисунка, для тих випадків, коли товщина льоду не перевищує 0,80 м (тобто для досить численних випадків), можна констатувати, щодо закономірностей, які відповідають рівнянню (13), такі положення:

1) При глибинах, більших за 5 м, значення K дуже близькі до величини 0,55, незалежно від товщини льоду (до $e_n = 0,80$ м).

2) При глибинах в границях 3—5 м, значення K близькі до величини 0,50, також незалежно від товщини льоду і з можливими граничними похибками в результатах обчислень порядку до 20—25 %.

3) При глибинах порядку 2—3 м і якщо обмежити максимальну товщину льоду товщиною 0,40 м (заболочені ріки Європейських СРР), середня величина K близька до 0,52, з можливістю максимальних відхилень порядку до 18—20 %.

4) Тільки при глибинах, менших за 2,0 м, в умовах середньої і південної смуги Європейських СРР, можна чекати досить істотних коливань значень K залежно від змін товщини льоду.

Зрозуміло, що наведені вище положення мають на увазі випадки практичної відсутності підводного льоду або, в усякому разі, наявність його в незначній кількості.

Проте, насправді припущення, що $\frac{n_{\text{літ}}}{n_{\text{зим}}} = 1$ і $\frac{i_{\text{зим}}}{i_{\text{літ}}} = 1$, а також, що підводного льоду немає, в загальному випадку не відповідають дійсності. В зв'язку з цим, як це було мною показано в попередніх моїх роботах¹⁾, наведені вище положення насправді дуже часто порушуються.

Отже, співвідношення типу (13) теж не дає загального розв'язання питання.

Спинюся тепер коротко на основних положеннях запропонованого мною в 1928 р. гідрометеорологічного методу²⁾.

Основна ідея цього методу полягає у встановленні індивідуальних розрахункових схем для кожного конкретного пункту, на основі відповідної обробки даних дійсних вимірів зимових витрат.

Суть моїх пропозицій ґрунтувалась на доведеній мною, здається уперше, фактичній можливості дати для перехідного коефіцієнта K для конкретних випадків конкретний вираз вигляду:

$$K = f(\Sigma t, N, T, H),$$

де:

Σt — сума додатних або сума додатних і від'ємних накопичень температури повітря (при чому значення від'ємних температур можуть вводитись до розрахунку з відліком їх не від 0, а від іншого значення t_0 , названого мною „критичним“);

T — фаза явища (кригоплав, льодостав);

N — число днів від початку даної фази;

H — зимовий рівень.

Цим залежностям можна надати або графічного, або табличного вигляду; ряд таких побудовань я успішно застосував. Встановлення конкретного вигляду таких залежностей на основі відповідного аналізу даних

¹⁾ Див. мою роботу „Режим стока Верхнього и Среднього Дняпра“.

²⁾ Див., напр., „Режим стока Верхнього и Среднього Дняпра“.

дійсних вимірів є основною частиною задачі; загальні шляхи і схеми такого аналізу були мною дуже докладно показані і конкретизовані на семи прикладах для різних пунктів системи р. Дніпра. Однією з найістотніших обставин виявилось встановлення наявності для кожного конкретного пункту певних природних періодів у ході значень K , які відповідають фізико-гідрологічним умовам конкретних створів і рік. Само собою зрозуміло, що та або інша форма обробок і співвідношень може варіюватись відповідно до окремих особливостей окремих випадків і суті методу такі варіації у формах можливих зіставлень не змінюють.

Виконані на основі гідрометеорологічного методу обчислення зимового стоку для семи різних пунктів системи р. Дніпра показали подвійне і навіть потрійне поліпшення результатів обчислень щодо зменшення відхилень теоретично обчислених витрат від дійсних вимірених, порівнюючи з обчисленнями за середньою кривою $Q=f(H)$ для всіх тих періодів, для яких були виконані виміри витрат.

Загальний характер прийнятих побудовань дав змогу поширити одержувані на основі вимірів залежності на ті роки, для яких жодних вимірювань зимових витрат або льодових характеристик не робилось. Отже, основна мета поставленого завдання — дати розрахункові схеми для обчислень за роками, для яких вимірів зимових витрат і характеристик льоду немає, — була досягнута, здається вперше, через пов'язання характеристик K з відомими для всіх років характеристиками (незалежно від наявності зимових вимірів витрат і льодових характеристик), а саме t — температури повітря, T — природні періоди, що визначаються за фазами льодових явищ і за ходом температур повітря, і N — число днів від початку даного природного періоду. Само собою зрозуміло, що успіх складання розрахункових схем повинен цілком визначатись кількістю і якістю наявних вихідних даних — зимових вимірів витрат; ці останні виміри повинні охоплювати ряд зим з різними характеристиками ходу температур повітря, що відповідали б, по змові, всім можливим варіаціям кліматичних характеристик, властивих даному району; з другого боку, зимові виміри повинні давати вихідні характеристики K для всіх природних періодів окремих зим.

Як показав досвід, екстраполяційні побудування, що йдуть за границі амплітуди коливань кліматичних елементів, покладених в основу вихідних побудовань, можуть іноді приводити до істотних похибок для відповідних випадків обчислень (значно більш суворі зими, значно більш м'які зими, ніж зими, для яких зроблено виміри, покладені в основу вихідних розрахункових побудовань). Так, наприклад, неохоплення вихідними даними випадків дуже суворих зим, що спричинилось до не зовсім вдалої екстраполяції в розрахунковій системі для р. Дніпра коло м. Орші, дало значне зменшення стоку для окремих місяців деяких дуже суворих зим (що було встановлено на основі нових додаткових даних).

Само собою зрозуміло, що загальну правильність запропонованої мною схеми тільки що відзначені мною можливі випадки в жодному разі не порушують, бо суть методу полягає, як відзначалось, в знаходженні стійкого зв'язку $K=f(\Sigma t, T, N, H)$ і при тому такого, який відповідав би всім можливим варіаціям Σt і H відповідно до дійсних фактичних вимірів.

У процесі виконаних мною досліджень я також встановив¹⁾, що для розглянутих мною випадків має місце інтересна залежність для величини порушення зимових рівнів H_3 коштом явищ льоду $\Delta H = H_3 - H_1$, де H_1 — рівні, що відповідають даній зимовій витраті за літньою кривою; величина ΔH залежить від таких елементів: 1) зимові рівні H_3 , 2) число днів від початку льодоставу N_1 і 3) число днів від кінця льодоставу N_2 .

¹⁾ Див. „Режим стока Верхнього и Среднего Днепра“.

Наприклад, для р. Дніпра коло Лоцманської Кам'янки одержано:

$$H = 0,4 H_3 - 0,19 N_1 + 0,167 N_2 + 35,2 \quad (14)$$

або, за другим варіантом:

$$H = 0,41 H_3 - 0,244 N_1 + 0,468 N_2 + 52,5. \quad (15)$$

Рівнянню (14) відповідає коефіцієнт кореляції $R = 0,85 \pm 0,012$, а рівняння (15) має $R = 0,933 \pm 0,011$.

Величини ΔH безпосередньо зв'язані з величиною K , отже наведені залежності, очевидно, повинні бути дійсні і для величин K .

§ 6. Оцінка нових пропозицій

Останнього часу опубліковано друком кілька нових способів обчислення зимових витрат, які інтересно більш докладно розглянути.

В статті Б. В. Полякова „Сток в басейне р. Дона“¹⁾, як вже відзначалось, наведені дані про застосування для обчислення зимових витрат формули інж. Ф. І. Бидіна, спеціально виведеної останнім для умов р. Дона коло хут. Грем'ячого. Ця формула має такий вигляд:

$$K = 0,775 \left(1 - \frac{2 \sqrt{\Sigma t}}{K_0} \right)^{1,67}, \quad (16)$$

де:

Σt — сума середньодобових температур повітря за період льодоутворення;

K_0 — середня глибина профілю, віднесена до рівня води в лунці.

При цьому для розрахунків була побудована сім'я кривих $K = f(H, \Sigma t)$; застосування коефіцієнта K починалось з дня накопичення суми від'ємних температур 30° і закінчувалось весною напередодні першого посування льоду.

Як бачимо з порівняння цієї формули з раніше наведеною формулою Ф. І. Бидіна (9), даний вираз (16), без сумніву, має на меті врахувати специфічні місцеві особливості, тобто особливості суто місцевого значення.

В цьому ми бачимо дуже важливе ствердження загальних наших ідей: автор тут, без сумніву, сам відмовився від свого виразу (9), яке претендує на загальність.

Дані, що ілюструють збіжність наведеної вище формули (16) з дійсністю, подаються Б. Д. Поляковим у таблиці: (див. табл. 3, с. 23).

Як бачимо, збіжність з дійсністю — добра. Звертає на себе увагу, що в розглянуту формулу входять суми температур повітря, тобто фактор, який не фігурує в звичайних гідравлічних співвідношеннях і вперше введений в розрахункові схеми мною.

Для з'ясування реального змісту виразу (16) я побудував графік $K = f(\Sigma t)$, що відповідає моїй схемі розрахунку; цей графік подано на рис. 2. Результат вийшов дуже інтересний і дуже показовий. Як бачимо з рис. 2, зв'язок $K = f(\Sigma t)$ вийшов такий же тісний, як зв'язок, що його дає формула (16) Бидіна.

¹⁾ Записки Гос. гидрологического института, Под редакцией Л. С. Берга, т. XII, Ленинград, 1934.

Таблиця 3

№	№ витрат	Дати вимі- рених вит- рат	Гориз. води по Грем'я- чому	Σ по Конь— Колодязю	К обчисло- не	Q_0 за літ- ньою кри- вою	$Q_a = K \cdot Q_0$	Q_d дійс- на витрата	Розбіж- ність в %
1929/1930 р.									
1	8	17. XII 1929	85,06	— 65	0,71	120	85	73	+16,4
2	9	26. XII	85,24	—186	0,65	137	90	93	— 3,3
3	10	4. I 1930	85,12	—296	0,62	127	79	88	—10,2
4	11	13. I	85,11	—332	0,61	125	76	84	— 9,6
5	12	21. I	85,19	—397	0,59	132	78	84	— 7,1
6	13	29. I	85,17	—436	0,58	130	76	84	— 9,6
7	14	3. II	85,22	—488	0,57	138	79	83	— 3,6
8	15	12. II	85,14	—649	0,54	130	70	64	+ 9,4
9	16	20. II	85,27	—704	0,53	142	76	80	— 5,0
10	16a	20. II	85,29	—704	—	143	76	78	— 2,5
11	17	26. II	85,38	—733	—	153	81	87	— 6,9
12	18	4. III	85,41	—759	—	155	83	89	— 6,7
13	18a	4. III	85,41	—	—	155	83	81	+ 2,5
14	19	13. III	85,72	—759	0,56	188	106	130	—18,8
Середнє арифметичне з плюсом + 9,4 Середнє — 7,2%									
" " з мінусом — 7,6									
1930/1931 р.									
1	65	12. XII 1930	85,01	— 73	0,70	117	82	99	—17,7
2	66	20. XII	85,10	— 172	0,65	125	81	67	+21,0
3	67	31. XII	85,15	— 318	0,61	130	79	76	+ 3,9
4	68	9. I 1931	85,05	— 438	0,58	120	70	69	+ 1,1
5	69	19. I	35,06	— 506	0,56	120	68	75	— 9,3
6	70	25. I	85,17	— 576	0,55	130	72	74	— 2,7
7	71	5. II	85,21	— 770	0,52	135	70	70	0,0
8	72	14. II	85,19	— 994	0,50	135	68	74	— 8,1
9	73	24. II	85,18	—1086	0,48	133	64	71	— 9,9
10	74	2. III	85,24	—1145	0,47	140	66	76	—13,1
11	75	11. II	85,43	—1193	0,48	157	76	76	0,0
12	76	23. II	85,56	—1252	0,48	170	182	85	— 3,5
13	77	23. III	85,86	—1252	0,54	320	173	194	—10,8
Середнє арифметичне з плюсом +8,8 Середнє —9,2									
з мінусом—9,3									

Справді, в нижчеподаній таблиці дано похибки окремих вимірів, що відповідають побудованому графіку $K=f(\Sigma t)$, відповідно до нумерації витрат (порядковій) з попередньої таблиці 3.

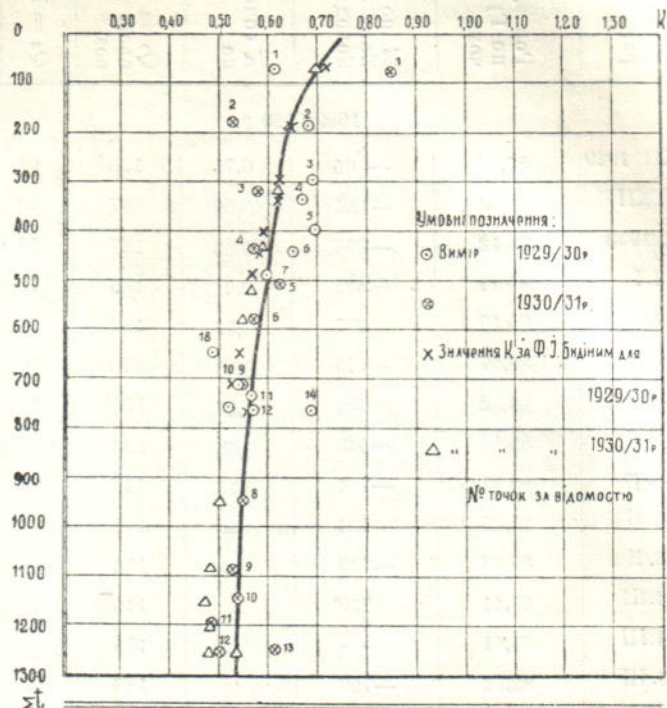


Рис. 2. Залежність $K=f(\Sigma t)$ для р. Дова коло хут. Грем'ячого.

Таблиця 4

№ витрат	Значення K		Похибки		№ витрат	Значення K		Похибки	
	дійсні	за $K=f(\Sigma t)$	абс.	в %		дійсні	за $K=f(\Sigma t)$	абс.	в %
1929/1930 р.					1930/1931 р.				
1	0,61	0,69	+ 0,08	+ 13,1	1	0,85	0,69	- 0,16	- 18,8
2	0,68	0,64	- 0,04	- 5,9	2	0,53	0,64	+ 0,11	+ 20,7
3	0,69	0,62	- 0,07	- 10,1	3	0,58	0,62	+ 0,04	+ 6,6
4	0,67	0,615	- 0,055	- 8,2	4	0,57	0,60	+ 0,03	+ 5,25
5	0,69	0,61	- 0,08	- 11,6	5	0,62	0,59	- 0,03	- 4,8
6	0,65	0,60	- 0,05	- 7,7	6	0,57	0,585	+ 0,015	+ 2,6
7	0,595	0,595	0	0	7	0,52	0,56	+ 0,04	+ 7,7
8	0,49	0,57	+ 0,08	+ 16,3	8	0,55	0,55	0	0
9	0,55	0,565	+ 0,015	+ 2,7	9	0,53	0,54	+ 0,01	+ 1,9
10	0,54	0,565	+ 0,025	+ 4,6	10	0,54	0,54	0	0
11	0,57	0,56	+ 0,01	+ 1,75	11	0,485	0,54	+ 0,055	+ 11,4
12	0,57	0,56	- 0,01	- 1,75	12	0,50	0,54	+ 0,04	+ 8,0
13	0,52	0,56	+ 0,04	+ 7,7	13	0,61	0,54	- 0,07	- 11,4
14	0,69	0,56	- 0,13	- 18,8					

З порівняння результатів попередньої таблиці з результатами, які дає формула (16), видно, що залежність $K = f(\Sigma t)$ дає такий самий збіг з дійсністю, як і формула (16), похибок менше 5% маємо в обох способах розрахунку в 11 випадках; похибок більше 16% — в 4 випадках; максимальні похибки за першим способом (формула 16) — 21,0%, 18,8%, 17,2%, 16,4%, а за залежністю $K = f(\Sigma t)$ — 20,7%, 18,8%, 18,8%, 16,3%.

Якщо взяти на увагу, що з діючих факторів, які звичайно пропонується враховувати в моїй розрахунковій схемі, я в розглядуваному випадку (за відсутністю потрібних вихідних даних)¹⁾ ввів до розрахунку тільки Σt , і при тому в наявній вже обчисленій комбінації, то стають ясні такі висновки:

1) Дані для р. Дона коло хут. Грем'ячого дуже добре вкладаються в запропоновану мною розрахункову схему;

2) Виведена для розглядуваного випадку гідравліко-метеорологічна формула (16) Ф. І. Бидіна враховує дійсний хід значень K тільки введеним у неї температурним компонентом (аналогічно моїй розрахунковій схемі), решта ж компонентів формули жодного реального значення не мають і їх можна з успіхом відкинути. Інакше кажучи, розглядуване співвідношення (16) Ф. І. Бидіна цілком рівнозначне такому:

$$K = f(\Sigma t),$$

яке відповідає мову графікові 2, тобто далеко простішому, і який в той самий час дійсно враховує існуючі співвідношення.

Отже прийнята Ф. І. Бидіним форма співвідношення занадто складна і має зайві неактивні компоненти.

Для повноти викладу спинімося далі коротко на недавно опублікованих нових пропозиціях Ф. І. Бидіна²⁾.

В 1933 р. Ф. І. Бидін вперше опублікував запропоновані ним „гідрометеорологічні“ способи обчислення зимових витрат. Пропонований ним „перший“ гідрометеорологічний метод ґрунтується на заміні в його формулі (9) значень e_n (або z) емпіричним виразом для обчислення товщин льоду, на основі обчислення сумарного накопичення температур повітря. Метод цей, звичайно, жодного практичного значення мати не може, тому що, коли немає вимірених товщин льоду (які в цьому методі пропонується обчислювати за температурами), то тим більше не буде і величин зимових похилів, без яких основна формула Ф. І. Бидіна принципово не може бути застосована (незалежно від інших її дефектів).

Ми не будемо спинятися тут на другому „гідрометеорологічному“ способі інж. Ф. І. Бидіна, основаному на обчисленнях витрат води на льодоутворення; пропозиція ця, основана на помилкових гідрологічних інтерпретаціях явища, вже розглянена нами докладно в іншому місці³⁾.

Третій метод, що його пропонує Ф. І. Бидін, в основній своїй частині повторює, тільки в іншому графічному зображенні і в механічній інтерпретації, запропонований мною гідрометеорологічний спосіб.

Дуже шкода, що автор не вважає за потрібне це відзначити. Тут фігурують: 1) від'ємні суми середньо-добових температур повітря (у мене накопичення, тобто суми додатних і від'ємних температур в комбінації, призначеній виходячи з даних відповідного аналізу) і 2) число днів з дня переходу температур повітря через 0 в бік від'ємних (у мене число днів

¹⁾ Спроби одержати відповідний сирій матеріал позитивних наслідків не дали.

²⁾ Инж. Ф. И. Бидин, Зимний режим рек и методы его изучения. Под редакцией В. М. Родевича. Изд. Гос. гидрологического института, Ленинград 1933.

³⁾ Див. Проф. А. В. Огневский, Еще о методах вычисления зимних расходов, „Известия Гос. гидрологического института“, Ленинград, вып. 60, 1933.

від початку даної природної фази льодового режиму — кригоплаву і льодоставу). Очевидно, саме в наслідок відзначеної „механізації“ в призначенні розрахункових виразів для наведених характеристик, результат у автора вийшов такий, що названі два фактори дають йому змогу виконувати розрахунки тільки „для середніх умовий замерзання, или для середини зими“.

Нарешті, в четвертому методі, що його пропонує Ф. І. Бидін, є спроба зв'язати величину K з зимовим перекрученням рівнів (ΔH) і з числом днів від початку льодоставу (N — за моїм позначенням); ця спроба має певні підстави, як це, ще раніше за інж. Ф. І. Бидіна, було показано мною (про що Ф. І. Бидін також не згадує) і, як це видно, наприклад, з моїх наведених вище рівнянь типу (14) і (15). Немає сумніву, що по зазначеній залежності повинні бути великі похибки для випадків зим з відлигами, коли величини ΔH і число N можуть бути такі самі, як і в зими, суворі, а коефіцієнти K — різні для суворих і теплих зим.

Далі — відповідно до спостережаного ходу зимових рівнів для кінця зими величина ΔH , в інтерпретації її за Ф. І. Бидіним, може бути близька до 0, або навіть може бути від'ємною (приклад цього див. в моєму „Режиме стока“, с. 176, рис. 87), тобто в цих випадках значення K виходитимуть або більше одиниці, або ж — уявні (такі випадки повинні спостерігатися для більшості малих річок, в першу чергу — заболочених).

Оскільки значення ΔH є результат чисто місцевих умов (див. „Режим стока“, с. 68), звичайно, жодного загального значення розглядуване співвідношення мати не може.

Отже, розгляд нових пропозицій Ф. І. Бидіна приводить до таких очевидних висновків:

1) З висунутих Ф. І. Бидіним дійсно нових пропозицій не можна застосувати жодної для хоч трохи певного обчислення зимового стоку за ті роки, для яких не провадилось вимірів елементів зимового режиму $Q_{зим}$, e_x , e_n , $i_{зим}$; інакше, констатоване мною (в друку) ще в 1930 р. має місце і тепер.

2) Запропоновані Ф. І. Бидіним нові підходи викликають серйозні теоретичні заперечення, які в усякому разі показують, що всі його пропозиції жодного загального значення не мають¹⁾.

Спинімося тепер ще на способах, застосованих інж. Ф. І. Бидіним в його нещодавно опублікованих (1933 р.) нових розробках по р. Волзі²⁾, які ґрунтуються на даних головно по Тетюшам (для використання їх для обчислення зимового стоку коло м. Самари).

Відповідно до своїх основних пропозицій, Ф. І. Бидін і тут пробує виходити з своєї загальної формули (9), але, як побачимо далі, — і на цей раз тільки формально.

Відходячи від раніше висунутих ним настановлень, Ф. І. Бидін, цілком згідно з моїми розробками (про що він, звичайно, за властивою йому звичкою, навіть не згадує), вводить тут ряд таких нових для нього моментів:

І. Зимовий сезон розбивається на п'ять природних періодів, а саме: 1) до вершини кригоплавної западини, 2) до вершини льодоставного піднесення на початку зими (точка А), 3) до початку передвесняного піднесення (В), 4) до максимуму весняного кригоплаву (С), 5) до моменту „чисто“ (див. рис. 3).

¹⁾ Див. докладніше мою роботу „Еще о методах вычисления зимних расходов“, „Известия Гос. гидрологического института“, № 60, Ленинград, 1933.

²⁾ Ф. І. Бидін, Некоторые характеристики летнего и зимнего режима р. Волги, Исследования рек СССР, вып. VI, под ред. В. М. Родевича, вид. Гос. гидрологического института, Ленинград, 1933.

II. У його виразі (9) приймається:

$$i_{\text{зим}} = i_{\text{літ}}$$

III. Для точки *B* (див. вище) приймається тверде значення: $K = 0,50$.

IV. Для точки *C* (див. вище) приймається тверде значення $K = 0,70$.

V. Між точками *B* і *C* приймається лінійна інтерполяція значень K між наведеними вище граничними значеннями їх.

При цьому за його формулою визначаються значення K тільки для точки *A* (і іноді для точки *B*), зведенням до розрахунку окремо введених для даного випадку значень δ ; за знайденими витратами в точках *A* і *B* будується інтерполяційна крива $Q_{\text{зим}} = f(H)$ (тобто її початкові і кінцеві точки, сполучені прямою), за якою і відшукуються далі проміжні витрати для періоду *AB*.

До сталої величини значення K для точки *B* Ф. І. Бидін, очевидно, праходить беручи на увагу констатований їм самим (див. с. 67, ор. cit.), малий вплив на результати тих або інших значень e_n при даних значеннях K ; він пише: „момент погруження льда на глибоких реках (свыше 3—4 м) столь мало отражается на соотношении расходов, что такого рода ошибки вообще несущественны“.

Так, наприклад, за його таки обчисленнями маємо:

$$H = 5 \text{ м} \begin{cases} e_n = 0,50; & K = 0,52 \\ e_n = 0,60; & K = 0,51 \end{cases}$$

$$H = 7 \text{ м} \begin{cases} e_n = 0,50; & K = 0,55 \\ e_n = 0,60; & K = 0,54 \end{cases}$$

З його ж розрахункового графіка виходить, що при H в границях 5—8 м (що, очевидно, відповідає звичайним коливанням цієї величини в розглядуваних умовах), значення співмножника A його формули [де $A = 0,63 \left(1 - \frac{e_n}{H}\right)^{1,67}$], коливаються для $e_n = 0,10 - 0,80$ (тобто теж для звичайних границь e_n), в границях 0,48—0,60, тобто відхиляються від своєї середини — 0,54 — до 12,5%, — отже менше можливої точності обчислень.

Звідси можна зробити важливий висновок: єдине визначення опорного для періоду II розрахункового значення K , що виконується Ф. І. Бидіним в розглядуваному випадку за його формулою — практично зовсім зайве і є фікція формального порядку.

Отже, у розглядуваному випадку вся прийнята Ф. І. Бидіним розрахункова схема фактично ігнорує його загальну теоретичну формулу і сходиться до: 1) поділу всієї зими на характерні періоди, 2) визначення для переламних точок зими значень K за твердою шкалою, 3) побудування щорічних інтерполяційних кривих $Q_{\text{зим}} = f(H)$ для періоду стійкого льодоставу (за мовою термінологією), 4) інтерполяційних обчислень (за твердою шкалою) для інших періодів.

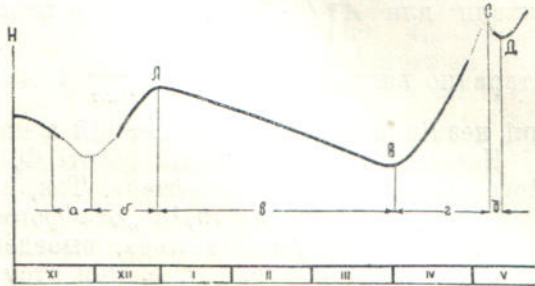


Рис. 3. Розбивка зимового сезону для обрахунків по р. Волзі коло с. Тетюші.

Загальна ж теоретична схема Ф. І. Бидіна, яка докладно розглядається їм в аналізованій його роботі як обґрунтування до описаних вище обчислень, по суті в його обчисленнях в даному випадку зовсім не використовується (або, вірніше, може не використовуватись) і автор наводить її, за властивим йому звичаєм, просто, очевидно, щоб затемнити виклад суті справи і надати їй більшого зовнішнього ефекту (характерно, що в наведеному Ф. І. Бидіним розрахунковому графіку, не зважаючи на застереження автора, що $i_{зим} = i_{літ}$ — все таки фігурують зовсім непотрібні шкали для $A\sqrt{\frac{i_{зим}}{i_{літ}}}$; так само в наведеній ним розрахунковій таблиці

старанно виписані дві графі: $\frac{i_{зим}}{i_{літ}}$ і $A = \sqrt{\frac{i_{зим}^e}{i_{літ}}}$, із значеннями $\frac{i_{зим}}{i_{літ}} = 1$,

які незмінно фігурують у першій з них).

Нарешті в розглядуваній роботі Ф. І. Бидіна інтересно відзначити ряд його узагальнюючих зауважень. Так, поперше, Ф. І. Бидін так характеризує тут свою формулу (9)¹⁾: „Эта формула (без коэффициента δ — *A. O.*), где h_n среднее погружение льда, выведена из условий среднего значения сопротивлений в русле, т. е. при отсутствии в сечении шуги и существенных неровностей льда. Обычно такого рода условия создаются к середине зимы или ближе к весне“ (підкреслено мною — *A. O.*).

Другий важливий момент в той, що Ф. І. Бидін констатує²⁾: „Элемент времени (розрядка Ф. І. Бидіна — *A. O.*) имеет весьма существенное значение для учета соотношений в зимних расходах“, — тобто доходить того самого висновку, який сформульований мною ще в 1930 р. (відповідного посилання на мої роботи, на жаль, немає).

Третій момент: Ф. І. Бидін констатує необхідність коректування одержаних ним гідрографів на основі цілого ряду побічних міркувань; він пише: „Учитывая сложность работы по зимнему режиму (а тем более при недостатке данных), в затруднительных случаях, помимо применения формулы, в расчет принимались также метеорологические элементы (ход температуры, осадки), — а искажение уровней сравнивалось не по одному, а по двум-трем водомерным постам...“ (підкреслено мною — *A. O.*).

Отже, наведений розгляд нової роботи Ф. І. Бидіна показує, що, поперше, Ф. І. Бидін фактично сам відмовився від узагальненого тлумачення своєї формули (9). Подруге, Ф. І. Бидін ствердив правильність ряду основних моментів мого розрахункової схеми, ввівши їх в описувані ним розрахунки, а саме: 1) поділ зими на періоди; 2) введення в розрахунок фактора часу; 3) можливість прийняття твердих значень K для деяких зламних моментів; 4) можливість прямолінійної інтерполяції між вибраними опорними точками. Треба ще раз особливо відзначити, що використовуючи мої положення, Ф. І. Бидін зовсім не посилався на мої роботи (як це звичайно треба робити в наукових роботах). Потретьє, нарешті, прийнята Ф. І. Бидіним форма викладу лиш затемнює дійсну суть фактично опрацьованої і прийнятої ним розрахункової схеми, яка має для даного випадку цілком індивідуальний характер і тому зовсім не пов'язується з його загальними (і загалом неправильними) побудованнями, на які, проте, він уперто (але принципово і фактично неправильно) посилався.

¹⁾ Op. cit., с. 60.

²⁾ Op. cit., с. 58

Нарешті спинімося на способах обробки зимових витрат, застосованих до обчислення зимового стоку інж. Д. Л. Соколовським для таких пунктів р. Волги: 1) Ярославль, 2) Тетюші, 3) Вязові¹⁾.

Інж. Д. Л. Соколовський, на основі вивчення матеріалу по згаданих пунктах, вважає за можливе констатувати майже повну відсутність зв'язку значень K з ходом температур повітря²⁾; далі в § 9, ми покажемо, що насправді такий цілком виразний зв'язок для двох із розглядуваних випадків є.

Для ствердження згадуваного вище свого положення Д. Л. Соколовський наводить побудований ним графік зіставлення значень K і сум температур повітря, взятих від початку льодоставу (див. рис. 4). Якщо звернутись до положень, висунутих мною при обґрунтуванні мого гідрометеорологічного методу, то легко бачити, що Д. Л. Соколовський підійшов в даному випадку до розглядуваного питання по суті зовсім неправильно. Справді, в моїх положеннях незмінно фігурує вказівка на те, що вигляд залежності $K = f(\Sigma t)$ повинен обов'язково визначатись на основі спеціально виконуваного аналізу (за поданими мною правилами) даного конкретного матеріалу, при чому в розрахунок повинні вводитись не механічно взяті суми температур повітря, а або самі додатні температури, (Київ, Лодманська Кам'янка), або додатні температури плюс різні ці від'ємні температур і певної сталої від'ємної температури, прийнятої за „критичну“ (як це зроблено було напр., для Орші, Речиці, Мозиря); при цьому вводити в розрахунок, загалом кажучи, треба ще: 1) рівні, 2) фактор тривалості даної льодової фази (число днів від початку льодоставу); нарешті, в ряді випадків я встановив необхідність виключення з таких побудовань точок, що належать до початкового періоду льодоставу, як незалежних від ходу температур повітря.

Отже, побудування Д. Л. Соколовського, наведене мною на рис. 4, зовсім не доводить виставленого ним положення, оскільки це побудування не обґрунтовується попереднім належним аналізом і виконано всупереч з загальними моїми настановами. Проте, і на графіку рис. 4 можна бачити досить виражену закономірність для точок Ярославля, що відповідає прозеденій мною грубій пунктирній лінії (відкреслену точку треба зовсім не розглядати, бо вона стосується періоду початкового льодоставу); ця крива $K = f(\Sigma t)$ дає варіації значень K від 0,77 до 0,51, тобто з амплітудою до 0,26. Точки вимірів для кол. Твері, через відсутність вихідних матеріалів, я, на жаль, проаналізувати не мав змоги; якщо відкинути в цьому випадку кілька сумнівних випадків, то і тут, при вже підкресленому вище чисто формальному підході, все таки можна виявити певну закономірність (див. рис. 4).

Д. Л. Соколовський мотивує висунуте ним положення тим, що в умовах більш південного басейну р. Дніпра майже кожної зими бувають відлиги, які збільшують значення коефіцієнтів K і тим визначають можливість зв'язку $K = f(\Sigma t)$; при цьому він вважає, що і в цьому останньому випадку залежності $K = f(\Sigma t)$ мають слабо виявлений характер, „так как значения коэффициентов колеблется, например, для Днeпра и его притоков в небольших пределах 0,40—0,60, а значения Σt — в очень больших пределах (что видно из соответствующих графиков А. В. Огиевского)“. Це

¹⁾ Дані ці ласкаво передані мені інж. Д. Л. Соколовським ще в рукопису: „Методы подсчета зимнего стока и зимний режим р. Волги“, Гидроэлектропроект; користуючись нагодою, складала йому тут свою особливу щирю подяку.

²⁾ Згадаємо, що Д. Л. Соколовський в названій записці, очевидно, помилково вважав за неможливість застосувати мій гідрометеорологічний метод для обчислення зимового стоку для тих років, для яких немає дійсних спостережень (нарівні з способами Колдувайло і Вадіна), тим часом як саме в цьому (тобто в можливості обчислення зимового стоку за рік без вимірювань) полягає головний зміст і основна задача моєї пропозиції 1930 року.

зауваження Д. Л. Соколовського не відповідає фактичному станові речей; справді¹⁾, ми маємо для р. Дніпра і його приток, наприклад, такі коливання значень K : 1) Київ — 0,40—0,73; 2) Лоцманська Кам'янка — 0,28—0,85; 3) Мозир — 0,33—0,73; 4) Речиця —

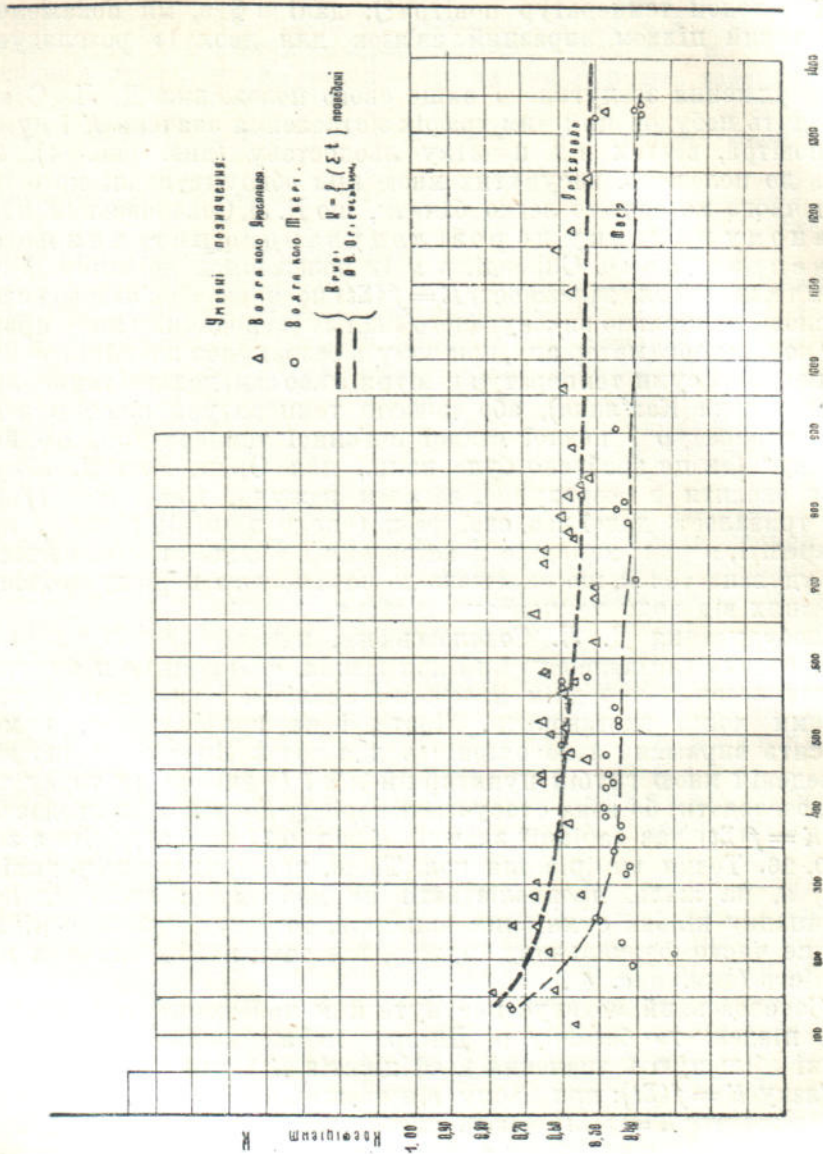


Рис. 4. Залежність $K = f(\Sigma t)$ за Соколовським для р. Волги коло Твері та Ярославля.

0,44—0,75; 5) Орша — 0,28—0,67; 6) Гомель — 0,40—0,77 (для періодів льодоставу).

З другого боку, розрахункові значення розрахункових величин Σt коливаються, наприклад, для Орші в границях усього тільки від -12° до $+28^\circ$; для Речиці — від -20° до $+180^\circ$; для Мозиря — від -70° до $+80^\circ$; для Лоцманської Кам'янки — від 0° до $+32^\circ$; для Києва — від 0° до $+52^\circ$.

¹⁾ Див. „Режим стока Верхнього и Среднього Днепра“.

Якщо ми зіставимо наведені цифри з побудуваннями самого Д. Л. Соколовського, які фігурують в розглядуваній його роботі (по встановленню зв'язку між глибиною занурення льоду і сумами щоденних температур повітря), де фігурують Σt в границях від 0° до $+1500^\circ$ (і навіть більше) при мінливості другого параметра всього тільки в границях $0-100$ або $0-90$ см, то наведене вище заперечення Д. Л. Соколовського стає ще більше незрозумілим.

Прийнявши розглянуте вище положення, Д. Л. Соколовський виконує далі детальний і докладний аналіз ходу значень K для кожної зими. Аналіз цей приводить його до таких основних висновків: 1) значення K для розглядуваних пунктів змінюється протягом зими дуже мало; 2) на величини K впливають: а) хід замерзання, б) рівні в передзимовий період і на початку зими, в) зимові поводи (для дуже рідких випадків).

Виходячи з виконаного ним аналізу, Д. Л. Соколовський кінець-кінцем приймає такі варіанти робочих розрахункових схем:

1) Поділ усіх зим на три типи: а) нормальний (короткий період замерзання в 2—3 дні, невисокі горизонти в перші дні льодоставу); б) зажорний (тривалість періоду замерзання; зміни кригоплаву і льодоставу при замерзанні; високі рівні на початку льодоставу) і в) повідневий (перехідний тип від нормальної зими до зажорної), з призначенням для кожного з цих типів зим свого середнього розрахункового значення K (для Ярославля — для типу (а) — K рівне 0,50—0,60, для типу (б) — $K=0,40$; для типу (в) — $K=0,63$; для Тетюшів і Вязових — для типу (а) — 0,50 (для інших зим градації K не наведені).

2) Визначення осередненого для кожної зими значення K за складеними ним залежностями вигляду:

$$K = a + \alpha \cdot t + \beta \cdot \Delta H, \quad (17)$$

де:

a — постійний параметр (для Ярославля $a=0,60$; для Вязових $a=0,58$; для Тетюшів $a=0,68$);

t — середня температура за листопад і грудень;

ΔH — відхилення горизонту перших десятих днів льодоставу від середнього багатолітнього;

α і β — сталі коефіцієнти (для Ярославля $\alpha=0,02$; $\beta=0,10$; для Вязових $\alpha=0,01$; $\beta=0,04$; для Тетюшів $\alpha=0,024$, $\beta=0,07$).

Оцінку цих співвідношень ми зробимо далі, в § 9; там ми покажемо, що одне з цих співвідношень треба визнати за фіктивне (для Вязових), решта ж загалом добре погоджується з дійсністю, але з успіхом можуть бути замінені більш простими і не менш точними.

За формулами типу (17) були визначені осереднені для кожної зими величини K і за цими останніми обчислені зимові витрати для трьох місяців: січень, лютий і березень.

Обчислені таким способом витрати коректувались взаємним зіставленням результатів обчислень за балансом стоку для ряду пунктів (Волга — Кама — Волга).

Далі, за типом формул (17) були складені трохи інші формули, а саме замість величини ΔH були введені в розрахунок середні витрати, обчислені за літньою кривою, для періоду від мінімуму горизонту при осінньому кригоплаві до максимуму горизонту при піднесенні в початковому льодоставному періоді. Відхилення від дійсності, що їх дають ці останні співвідношення, виявились трохи менші, ніж за співвідношеннями типу (17).

3) Нарешті, для Волги коло Ярославля була складена ще залежність між мінімальною зимовою витратою і середньою витратою за період попередніх місяців VI—XI⁴⁾. Виявилось, що ця залежність існує тільки для мінімальних зимових витрат, менших за 250—300 м³/сек (37 випадків з 48), а для Тетюшів і Вязових її зовсім немає; проте Д. Л. Соколовський вважає за можливе застосувати її як третій контроль виконаних обчислень зимових витрат.

Зазначені дві перші схеми мають на увазі визначення тільки середнього для зими значення K . Можливі варіації значень K протягом зими Д. Л. Соколовський вважає за можливе наближено обчислювати на основі ряду таких якісних характеристик (наводимо формулювання Д. Л. Соколовського):

1) „Кoeffициенты K несколько повышаются на зимних паводках.

2) В конце зимы, если перед весенним подъемом заметно понижение горизонтов, коoeffициенты также несколько понижаются.

3) Если зима относится к типу зажорному, то низкий коoeffициент в начале зимы к концу зимы несколько повышается, очевидно, в связи с вымыванием шуги и уменьшением сопротивления в русле прохождению расхода.

4) В некоторые годы наблюдается пониженное значение коoeffициента в начале зимы после ледостава“.

Як бачимо, наведені формулювання в значній мірі суб'єктивні і мають чисто якісний характер, що виключає можливість хоч трохи чіткого їх застосування; при цьому деякі положення виходять з простої констатації по суті одиничних фактів (напр. положення 2), тобто не мають належного обґрунтування для їх узагальнення, а формулювання (4) настільки непевне, що, звичайно, практично використати його не можна.

Нарешті, для перехідних періодів (осінньо-зимового і зимово-весняного, включаючи кригоплави), Д. Л. Соколовський, за аналогією з моїми дослідженнями (а також іншими), приймає лінійний хід значень K ; яких-небудь вказівок щодо конкретного виконання цих інтерполяцій, проте, він не наводить.

В розглянутих розрахункових побудованнях можна констатувати, поперше, наявність цілком правильної загальної установки: шукати доцільного розв'язання на основі аналізу як ходу значень K , так і характерних особливостей ходу зимового режиму в окремі роки з метою виявити можливий зв'язок між ходом обох цих характеристик.

Подруге, має місце інтересна спроба пов'язати осереднені значення K з деякими попередніми гідрометеорологічними характеристиками; цей шлях, при наявності у автора розглядуваного дослідження такого трактування, запропонованого мною гідрометеорологічного способу, яке не відповідає дійсності — не тільки виявився складнішим, ніж шлях, що виходить, з трохи інших передумов (як це буде мною показано докладніше в § 9), але і явно не обґрунтованим в одному з розглядуваних випадків (для Вязових, див. § 9).

Як хибу пропозицій Д. Л. Соколовського доводиться відзначити відсутність хоч трохи конкретної регламентації ходу значень K протягом зими і в передвесняний період; це зовсім позбавляє схему закінченого вигляду.

⁴⁾ Ми вважаємо, що вжитий Д. Л. Соколовським для цієї залежності термін „гидрометеорологическая зависимость (метод)“ зовсім невдалий, бо в цій залежності гідрометеорологічних факторів саме і немає; вдаліше було б вжити тут термін „гідрологічна залежність“.

Розгляд нових матеріалів

§ 7. Загальна характеристика нових матеріалів і виконаних за ними первинних обробок

Вже наведені вище дані (§ 4—6) характеризують досить широке коло різних випадків обчислень зимових витрат, починаючи від південних рік УСРР і кінчаючи ріками крайньої півночі, включаючи навіть обшир вічної мерзлоти.

З метою розширити можливості щодо виконання поглибленішого аналізу розглядуваних питань, я зібрав наявні на цей час і придатні для відповідної проробки матеріали щодо зимових витрат рік СРСР.

При цьому поставлена була вимога, щоб наявний цикл зимових вимірювань охоплював не менше 3—4 зимових сезонів, при розподілі окремих вимірювань приблизно протягом усієї зими і при наявності надійної літньої кривої витрат.

На жаль, деякі з матеріалів, про існування яких мені відомо, з тих, або інших причин дістати не вдалось; не вдалось також дістати для ряду пунктів потрібних даних про хід температур повітря (за ближчими метеорологічними станціями). З другого боку, ряд одержаних матеріалів довелось забракувати через повну ненадійність або літньої кривої, або навіть самих зимових вимірювань (напр. для ряду українських малих річок; значення K в ряді випадків тут більші за одиницю і навіть доходять до 2—2,5).

Кінець-кінцем для дальшої обробки виявилось можливим використати матеріали схарактеризовані поданою далі табл. 5. (див. табл. 5 на с. 34).

Як бачимо, знову зібрані матеріали стосуються до ряду рік району північної смуги, центрального району і району УСРР, включаючи південну його частину.

Більшість нових даних охоплюють понад три роки вимірювань, маючи значну кількість зимових витрат. На жаль, для дуже малих річок зібрані матеріали щодо зимових витрат виявились для виконання детального аналізу зовсім недостатні. Особливо треба відзначити новий матеріал для пунктів, по яких обробка зимових витрат (за запропонованим мною гідрометеорологічним методом) була виконана раніше, на основі передніших вимірювань, а саме по пунктах: Київ, Чернігів та Мозир; нові матеріали в цих випадках дуже інтересні для перевірки раніших розрахункових схем.

Усі описані вище матеріали зимових вимірів піддано було такій первинній обробці:

1) Для кожного з пунктів обробки були побудовані:

а) криві літніх витрат (якщо вони не були дані відповідною установою);

б) залежності $Q_{\text{зим}} = f(N_{\text{зим}})$.

в) графіки ходу зимових рівнів.

2) По всіх пунктах обробки були обчислені:

а) значення $K = \frac{Q_{\text{зим}}}{Q_{\text{літ}}}$,

б) значення N_1 — число днів від початку льодоставу.

3) Нарешті, для всіх пунктів обробки були побудовані:

а) графіки $K = f(N_1)$;

б) графіки $t = f(N_1)$, тобто графіки ходу температур повітря, суміщені з ходом значень K на графіках $K = f(N_1)$.

Отже, первинні обробки мали на меті дати наочну картину мінливості значень K для всіх пунктів обробки, в зіставленні з ходом як щоденних

Таблиця 5

№	Район	Ріка	Пункт	Роки вимірювань зимових витрат	Число років вимірювань	Число зимових витрат	Примітка
1	I Північний Край	Печора	Якшинська пристань	1927—1931	4	193	Одержано від ГГІ
2	"	Колва	п. Подбобики	1927—1931	4	160	Те ж
3	"	Кама	м. Перм	1930—1933	3	37	Те ж
4	II. Середня смуга Европейської част. СРСР	Свір	с. Піркінічі	1926—1933	7	195	Одержано від Упр. Свірбуду без 1931—32 р., для яких немає відомостей про льодові фази
5	"	Волга	Ярославль	1906—1913	8	111	Одержано з Гідроелектропроекту через інж. Д. Л. Соколовського
6	"	"	Тетюші	1903—1914	10	101	
7	"	"	Вязові	1903—1915	11	62	Те ж
8	III. Півд. смуга Европ. част. СРСР	Дніпро	Київ	1934	1	9	Нові витрати, одержані з УЕГМС УСРР
9	"	Десна	Чернігів	1927—1934	6	89	Частина витрат (20) — старі; нові одержані з УЕГМС УСРР
10	"	Прип'ять	Мозир	1932—1933	2	10	Нові витрати УЕГМС
11	"	Дніпро	Кременчук	1931—1933	2	53	Нові витрати, одержані з УЕГМС УСРР.
12	"	"	Іллінське	1927—1929	3	17	Одержано з кол. Упр. Нижнього Дніпра
13	"	Сейм	Мутно	1928—1932	4	20	Одержано з УЕГМС УСРР
14	"	Сула	с. Галицьке	1930—1933	3	8	Те ж
				Разом . . .		1085	

температур повітря (за найближчими метстанціями), так і з загальним розміщенням точок зимових вимірів на графіках $Q_{\text{зим}} = f(H_{\text{зим}})$ і ходом зимових рівнів на їх графіках.

§ 8. Перевірка за новими матеріалами побудованих раніше розрахункових схем (Київ, Чернігів, Мозир)

Аналіз нових матеріалів, охарактеризованих вище, виконаний був у таких відношеннях.

Поперше, досліджено було питання про стійкість раніше складених розрахункових схем (за гідрометеорологічним способом) для р. Дніпра

коло м. Києва, для р. Десни коло м. Чернігова, для р. Прип'яті коло м. Мозиря.

Подруге, на основі зазначених раніше побудовань по кожному з інших пунктів (з достатніми вихідними даними) докладно був проаналізований хід обчислених значень K в зіставленні з ходом температур повітря і ходом рівнів, для встановлення, головню, факту наявності зв'язку між ходом K і ходом температур повітря, цим найголовнішим компонентом діючих факторів, а також з метою виявлення загальних закономірностей в ході значень K .

Перевірка виведених раніше розрахункових співвідношень для Києва, Чернігова та Мозиря виявила таке¹⁾.

По Києву прийнята робоча розрахункова схема²⁾ була побудована за даними 35 зимових вимірювань, що стосуються до 1914/15, 1915/16, 1916/17 і 1925/26 рр. В 1934 р. вимірено було 9 нових зимових витрат, за період з 5. I до 8. III, при значеннях K від 0,52 до 0,70.

При обчисленні зимових витрат, виконаних за переднішою розрахунковою схемою, тобто виходячи з зимових рівнів, накопичень додатних температур повітря і числа днів від початку льодоставу, були одержані такі розходження з дійсно виміреними витратами.

Границі похибок (в %)	Число випадків	% всіх випадків
0—5	3	33
6—10	6	67

тобто максимальні похибки, як виявилось, не виходять за межі 10%.

Як бачимо, стійкість раніше складеної розрахункової схеми даними зимових вимірів 1934 р. ствердилась цілком і при тому дуже добре. Дані, що ілюструють збіжність результатів нових вимірювань з переднішими схемами, подані на рис. 5 і 6.

По Чернігову початкова розрахункова схема була побудована (в 1931 р.) за далеко недостатніми даними, а саме, лиш за 20 зимовими вимірами (1927/28—12, 1928/29—5 і 1920/30—3 виміри³⁾). Через те що всі зазначені вище виміри стосувались при тому тільки періоду, починаючи приблизно від середини зими, розрахунковій схемі надано було спрощено-наближеного характеру, а саме: 1) для всього зимового періоду (не рахуючи періодів зригоплавів) прийнято було тільки п'ять різних градацій значень K (0,65; 0,60; 0,55; 0,50 і 0,45); 2) розрахункові значення K визначали, виходячи з таких ознак: а) період або підперіод зимового сезону (усього чотири підперіоди); б) ті або інші прийняті градації висот зимових рівнів (усього три градації), в) той або інший тип зими, з намічених

¹⁾ Відзначмо, що нові матеріали щодо зимових вимірів є також, як мені відомо, по р. Дніпру коло Орші і коло Речиці. Повних даних для виконання відповідних детальних розрахунків по цих пунктах до часу закінчення цієї роботи в нашому розпорядженні не було. На основі наявних даних можна тільки констатувати, що для Речиці нові виміри досить задовільно вкладаються в переднішу розрахункову схему, складену раніше за вимірами 1912—1922 рр. (7 років). Щодо Орші, то, як уже відзначалося, в зв'язку з недостатністю вихідних даних для побудовання передньої розрахункової схеми (три роки вимірювань, що включають 31 зимову витрату), виявилось, що передніша розрахункова схема не обіймає умов, які відповідають вимірам дуже суворої зими 1932 р.; точки вимірів для цієї зими на графіку $K=f(\Sigma t)$ лягли далеко за границями розрахункового рисунка; виконані приблизні підрахунки показали легко досягну можливість такого нового побудовання розрахункової схеми, при якому і нові виміри добре в неї вкладаються поруч із старими. Схоже для розглядуваного випадку нові дані ствердили тільки необхідність мати для виконання подібних побудовань дійсні виміри за таке число років, яке охоплювало б усі можливі варіації зими гідрометеорологічних факторів для умов даного району.

²⁾ Див. „Режим стока Верхнього и Среднього Днепра“, Київ, 1932, с. 129.

³⁾ Див. op. cit., с. 163.

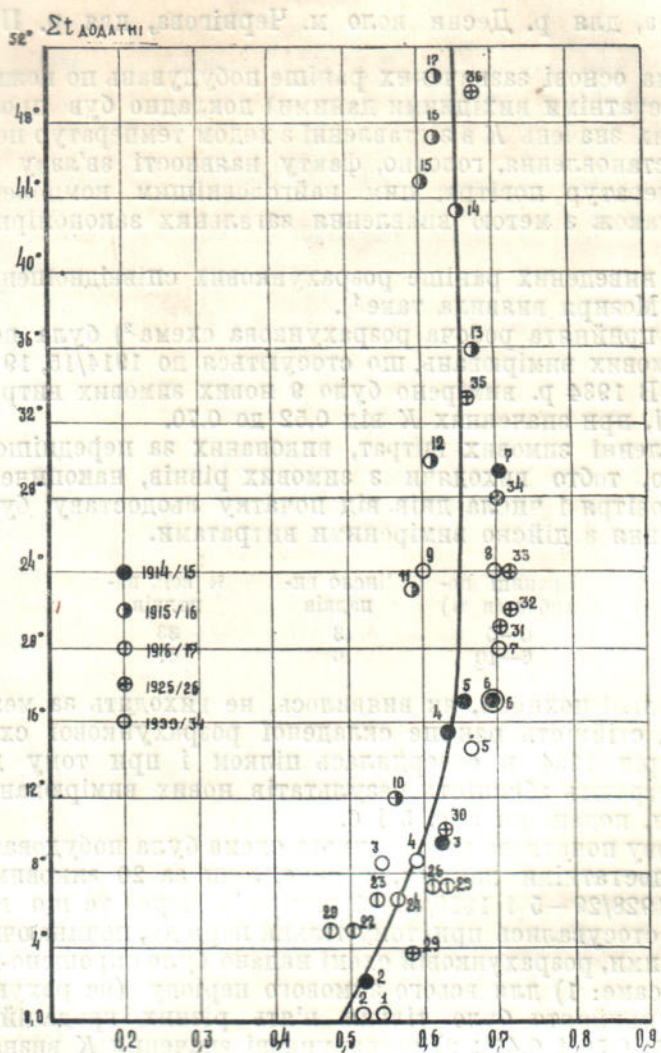


Рис. 5. Залежність $k=f(\Sigma t)$ для р. Дніпра коло Києва (з нанесенням нових даних).

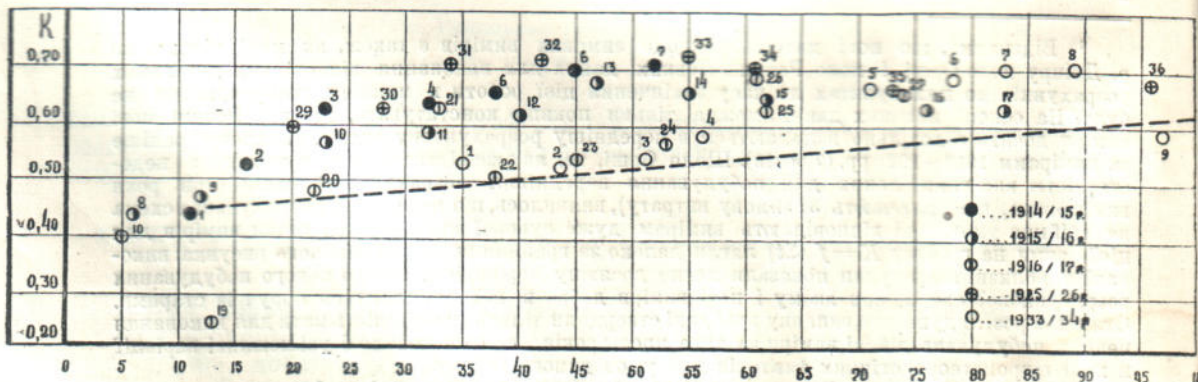


Рис. 6. $K=f(N)$ для р. Дніпра коло Києва.

двох: тип (1) — сума щодених температур повітря, взята від 25-ої по 60-у добу льодоставу (додатні плюс від'ємні, не нижчі як -16°), більша за нуль і тип (2) — ця сама сума, менша за нуль.

Нові матеріали охопили: 47 зимових вимірів 1931/32 р., 8 вимірів 1932/33 р., 14 вимірів 1933/34 р., тобто всього 69 вимірів.

Загальний хід графіків $K=f(N)$ (див. рис. 7) і $t=f(N)$ добре ствердив загальну правильність встановлених раніше закономірностей. При цьому виявилось, що мають місце такі похибки, якщо користуватись встановленою раніше розрахунковою схемою:

Для 1931/32 р. (47 випадків вимірів):

Границі похибок (%)	Число випадків	% всіх випадків
$\pm (10-14)$	6	13
$< \pm 10$	41	87

Для 1932/33 рр. (8 вимірів) — усі похибки не перевищують 7%.

Для 1933/34 рр. (14 вимірів):

Границі похибок (%)	Число випадків	% всіх випадків
$\pm (10-13)$	4	28
$< \pm 10$	6	65

Крім того — одна похибка (для одиничної, що випадає, витрати № 78) дорівнює 22% (7% всіх випадків).

Для всіх трьох нових років (1931—1934) загальний розподіл похибок по окремих категоріях виявився такий:

Границі похибок (%)	Число випадків	% всіх випадків
0—10	58	84
10—15	10	14,5

Крім того — одно відхилення обчисленої витрати від виміреної в 22% (1,5% усього числа випадків).

Для всіх 6 років вимірів одержано такі показники збігання з дійсністю:

Границі похибок (%)	Число випадків	% всіх випадків
0—10	78	87,5
10—15	10	11,3

Крім того — одно відхилення в 22% (тобто 1,2% від всього числа випадків).

Отже, виявилось, що початкова розрахункова схема, при вже відзначеній недостатності даних для належного її побудування і при змушеній її наблизженості (відзначеній при її побудуванні), дуже добре відповідає новим вимірам зимових витрат, які виконані в останні роки і, отже, не звійшли до числа вихідних для її побудування. Відзначмо, що нові дані давали б змогу побудувати для Чернігова уточнену схему розрахунків; для потреб нашого дослідження тут, проте, це зайво.

Нарешті, щодо нових даних вимірів по р. Прип'яті коло м. Мозиря можна констатувати таке. Передніша розрахункова схема побудована за даними вимірів 1912—1915, 1916—1917 і 1925—1927 рр., в кількості 62 витрат. Нові виміри зимових витрат (числом 10—1932 і 1933 рр.) дали таку відповідність до переднішої розрахункової схеми: 7 витрат (70% усього числа) дають похибки до 16%; 2 витрати дають похибки в 27% і одна витрата — в 37%, при чому ця остання витрата — явно сумнівна (вона випадає з загального ряду).

Отже, результати виконання першої частини дослідження, наміченого на основі нових матеріалів, приводять до такого важливого для нас висновку: нові виміри витрат досить добре вкладаються в раніше складені (не беручи на увагу цих витрат) розра-

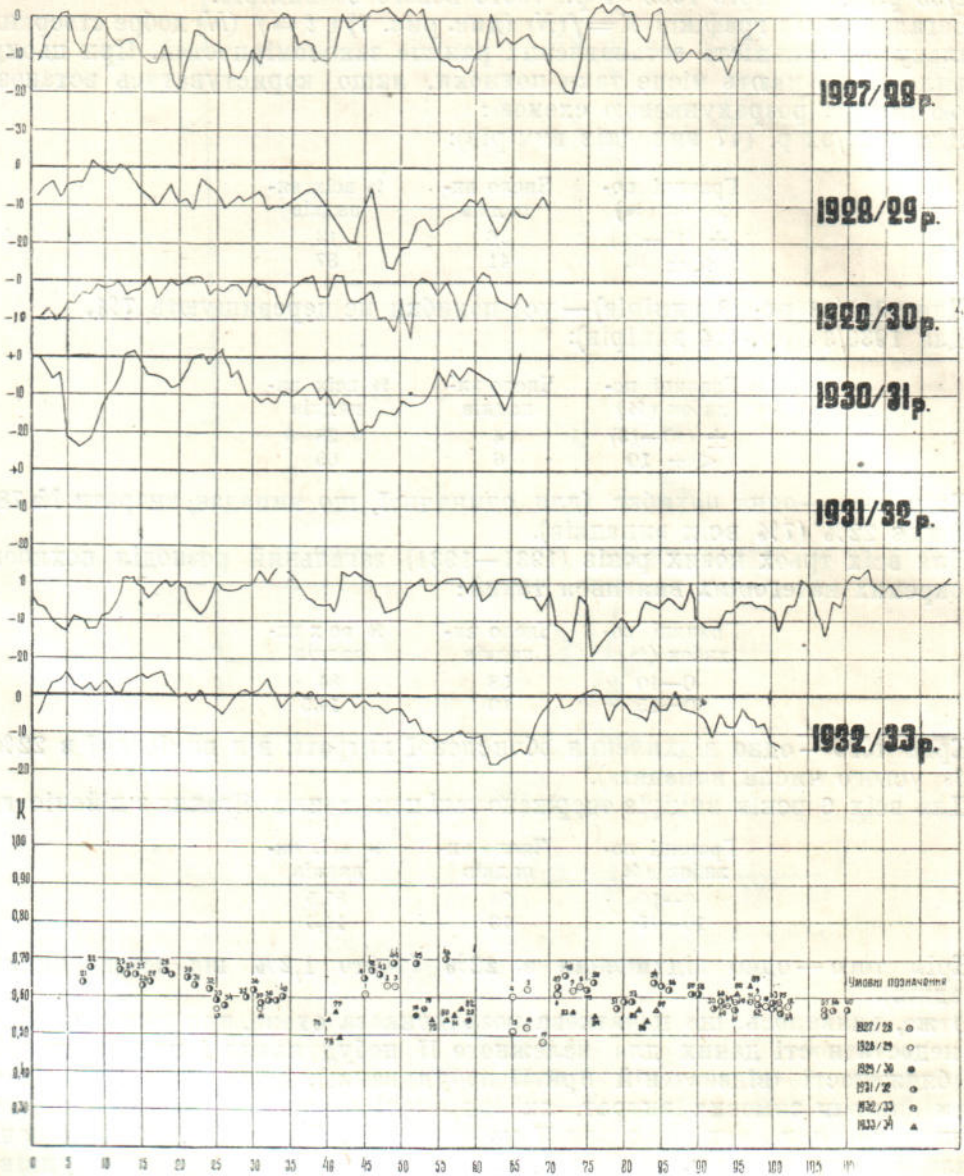


Рис. 7. Хід щоденних температур та $K=f(N)$ для р. Десни коло Чернігова.

хункові схеми, що відповідають запропонованому мною гідрометеорологічному способу обчислень зимових витрат; обчислені за переднішими розрахунковими схемами по Києву й по Чернігову відхилення від дійсності для нових вимірів не виходять за границі 10—15% і у величезній більшості випадків (для Києва—100%, для Чернігова—84%) не перевищують $\pm 10\%$; по Мозирю в трьох випадках (з 10) маємо значніші похибки. Все це може ствердити:

1) принципову і фактичну правильність побудованих раніше за нашим гідрометеорологічним способом розрахункових схем;

2) досить добру стійкість розрахункових схем і обгрунтовану можливість, що впливає звідси, застосування їх до тих років, для яких жодних зимових вимірів витрат не провадилося.

§ 9. Аналіз матеріалів по нових пунктах досліджень

Виклад результатів аналізу матеріалів по нових пунктах досліджень будемо вести в порядку, що відповідає наведеній в § 7 табл. 5.

І. Р. Печора коло с. Якшинської пристані. Значення величин K коливаються в границях від 0,18 до 0,55.

Розкиданість точок зимових витрат на рисунку $Q_3 = f(H_3)$ доходить 60—70%, при рівнях в границях 26—128 см (і в одиничному випадку з $H = 186$ см) (див. рис. 8).

Хід значень K , як це видно з рис. 9, виявляє цілком стійке розміщення приблизно до 100-ої доби від початку льодоставу; на протязі цього періоду значення K для чотирьох різних років відхиляються від осередненої лінії $K = f(N)$ на величини, не більші 12—14%. Починаючи з 100-ої доби від початку льодоставу, загальну картину порушують значення K , що стосуються 1930/31 р., які досить різко виходять вгору з відхиленнями порядку до 30%; цікаво відзначити, що виміри цього року відповідають найбільш низьким зимовим рівням, порівнюючи з вимірами інших років (приблизно на 20—40 см), тобто теоретично (див. графік I) тут треба було б чекати саме менших значень K , ніж для інших років, або, інакше кажучи, картину, протилежну тій, яку маємо фактично; з аналізу ходу щоденних температур (див. рис. 9 наприкінці статті) не виявляється будь-яких передумов для зазначеного, що відхиляється від загального, ходу значень K для 1930/31 р.: в цьому році ми не маємо таких значних додатних температур повітря, як наприклад, для 1929/30 р., для якого точки K лежать значно нижче (майже на 0,10), ніж у 1930/31 р., або навіть для 1927/28 р., хід значень K якого близько збігається з ходом значень для 1929/30 р.

Число випадків з відхиленнями порядку до 15—30% для розглядуваного періоду льодоставу (до періоду передвесняного піднесення) доходить 12, що дає від загального числа вимірів усього тільки 6,2% усіх випадків.

Виразний зв'язок з ходом температур повітря (як це ствердили прирірні побудовання), виявляють значення K , що відповідають періоду передвесняного піднесення; проте, поступовий ріст значень K для цього періоду майже ідентичний для всіх років спостережень і тому може бути легко стандартизований і без введення в розрахунок температур повітря.

Отже, в розглядуваному випадку прийняття для розрахунку стандартної кривої $K = f(N)$ (з виділенням окремо передвесняного періоду) може загалом дати результати з цілком припустимими відхиленнями від дійсності, які не виходять в 94% усіх випадків за границі 12—14% і тільки в 6,2% вкладаються в границі 15—30%.

Очевидно, в цьому випадку шукати якихнебудь уточнень, вводючи в розрахунок, наприклад, температури повітря, навряд чи доцільно.

Поліпшення від зазначеного способу розрахунку, порівнюючи з способом користування осередненою кривою $Q_3 = f(H_3)$ будуть, як видно з висловленого, досить істотні.

В розглядуваному випадку треба відзначити ще спосіб, прийнятий для обчислення стоку по цій ріці за даними інж. Б. І. Скачкова, згаданими в § 4.

Діаг. С. С. - (19) Інж. Б. Скачкова коло с. Якшинської пристані

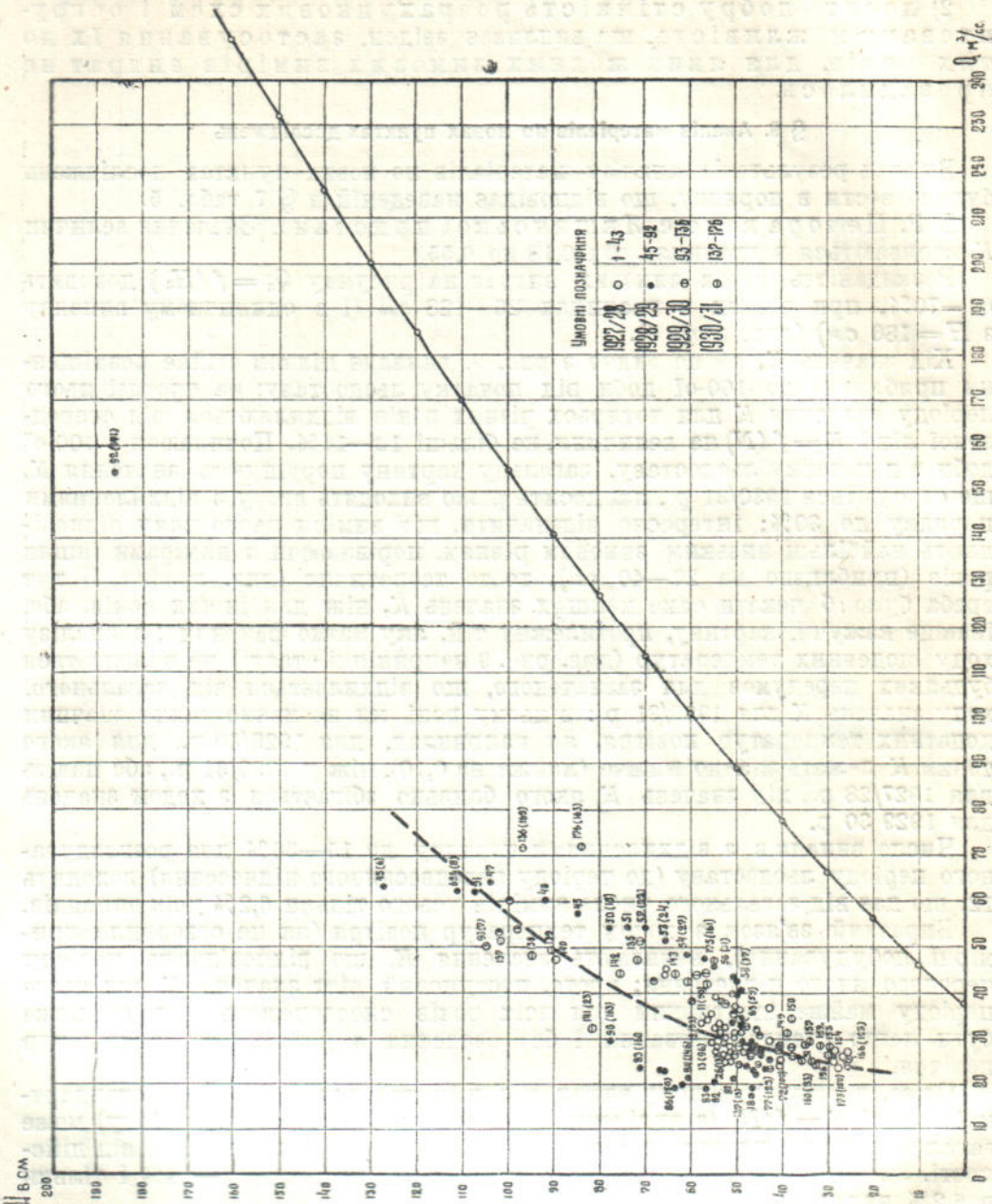


Рис. 8. $Q_2 = f(N_2)$ для р. Печора коло с. Якішинська пристань.

Якщо зіставити прийняті для розрахунків по цій ріці (див. § 4, табл. 2, випадок 8) стандартні значення K з тими значеннями K , які відповідають нашій схемі рис. 9, взявши при цьому на увагу календарні дати (див. рис. 9), то можна бачити, що схематизація значень K відповідно до календарних періодів повинна давати менш близькі до дійсності

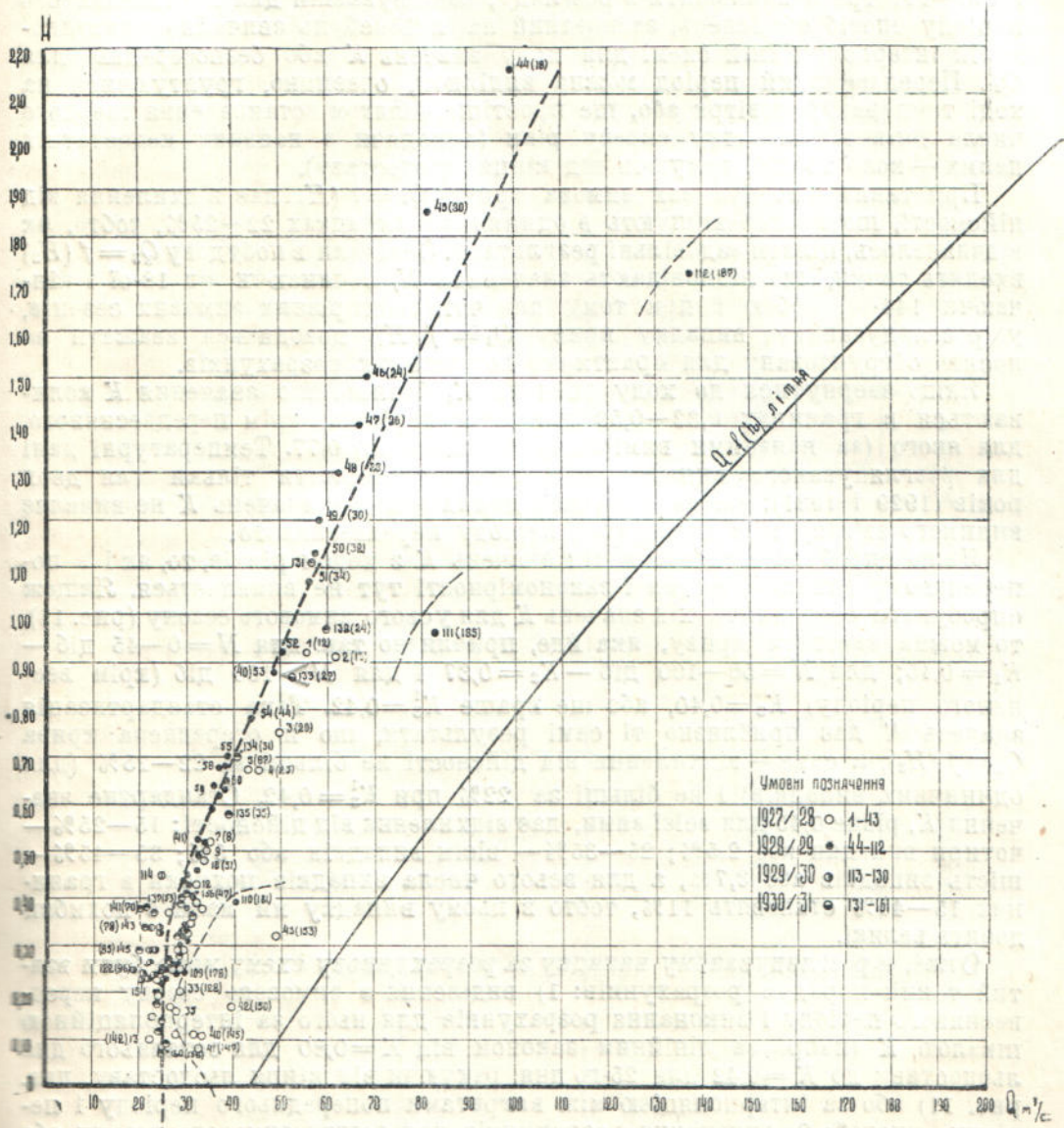


Рис. 10. $O_0 = f(H_3)$ для р. Колви коло п. Подбобики.

результати. Це стає цілком зрозумілим, якщо взяти на увагу, що 1) прийняті за стандартні окремі розрахункові значення K не відповідають фактичному плавному ходові змін значення K відповідно до нашої схеми рис. 9; 2) дати початку льодоставу, тобто дати природного початку зимового періоду в різні роки — різні (1927 р. — 30. X; 1928—21. XI; 1929—21. XI; 1930 р. — 24. XI; 1931 р. — 24. XI) і тому границі календарних періодів не збігаються з природними переламними точками в режимі ріки.

II. Р. Колва коло п. Подбобики. Розкиданість точок вимірів на рис. $Q_3 = f(H_3)$ в даному випадку зовсім невелика (див. рис. 10), якщо тільки вважати, що осереднена зимова крива може бути застосована до всіх періодів зимового сезону, крім періоду передвесняного піднесення; в цьому останньому випадку на рис. $Q_3 = f(H_3)$ точки № 36—43, 109—112 і 160—161 треба виключити з розгляду, застосувавши для передвесняного періоду спосіб обчислень, заснований на якійнебудь звичайно практикованій інтерполяційній схемі для ходу значень K або безпосередньо для Q_3 . Передвесняний період можна виділити, очевидно, грунтуючись на ході температур повітря або, ще простіше, шляхом встановлення твердого числа днів від початку скресу ріки (виходячи з наявних недостатніх даних — коло 25 дів, рахуючи від кінця льодоставу).

При таких передумовах зимова крива $Q_3 = f(H)$ дає відхилення від дійсності, що не перевищують в одиничних випадках 22—25%, тобто, як відзначалось, цілком задовільні результати. Оскільки в побудову $Q_3 = f(H_3)$ входять точки, що відповідають значенням N , починаючи від 18-ої і кінчаючи 144-ою добою і при тому для чотирьох різних зимових сезонів, у розглядуваному випадку криву $Q_3 = f(H_3)$ доводиться вважати за досить обгрунтовану для практично допустимих розрахунків.

Якщо звернутися до ходу значень K , бачимо, що значення K коливаються в границях 0,32—0,53 для всіх періодів, крім передвесняного, для якого (за наявними вимірами) доходять до 0,77. Температурні дані для розглядуваного випадку нам вдалося одержати тільки для двох років (1929 і 1931); зіставлення цих даних з ходом значень K не виявляє видимого зв'язку між ними, крім періоду передвесняного.

Якщо спробувати ув'язати хід значень K з ходом рівнів, то, як і в попередньому випадку, видимої закономірності тут не виявляється. Якщо спробувати осереднити хід значень K для усього зимового сезону (рис. 11), то можна замітити криву, яка йде, приблизно так: для $N=0-45$ дів — $K_1=0,45$; для $N=50-100$ дів — $K_2=0,37$ і для $N>100$ дів (крім весняного періоду) $K_3=0,40$, або ще краще $K_3^1=0,42$. Така стандартизація значень K дає приблизно ті самі результати, що й осереднена крива $Q_3 = f(H_3)$, а саме — відхилення від дійсності не більші за 22—25% (для одиничних випадків) і не більші за 22% при $K_3^1=0,42$. Стандартне значення K , рівне 0,45 для всієї зими, дає відхилення від дійсності: 15—25% — чотири випадки або 2,5%; 25—35% — вісім випадків або 5%; 35—45% — шість випадків або 3,7%, а для всього числа випадків похибки в границях 15—45% становлять 11%, тобто в цьому випадку ми мали б похибки досить великі.

Отже, в розглядуваному випадку за розрахункову схему може бути взятий такий порядок розрахунків: 1) виділення з зимового сезону передвесняного періоду і виконання розрахунків для нього за інтерполяційною шкалою K (напр. за лінійним законом від $K=0,80$ для останнього дня льодоставу до $K=0,42$ для 25-го дня, рахуючи від кінця льодоставу, див. рис. 11) або за інтерполяцією між витратами попереднього періоду і періоду „чисто“; 2) виконання розрахунків для решти зимового сезону або за кривою $Q_3 = f(H_3)$, або за стандартною осередненою кривою.

Треба підкреслити, що відсутність повних температурних даних і недостатність вимірів для початкового і передвесняного періодів льодоставу зобов'язують вважати, що наведені вище вказівки є тільки орієнтовні і що, можливо, вони вимагають відповідних корективів при одержанні повніших даних.

III. Р. Кама коло м. Пермі. Значення величин K коливаються в границях 0,29—0,49. Розкиданість точок зимових витрат порівнюючи невелика (точок вимірів, що стосуються до передвесняного періоду,

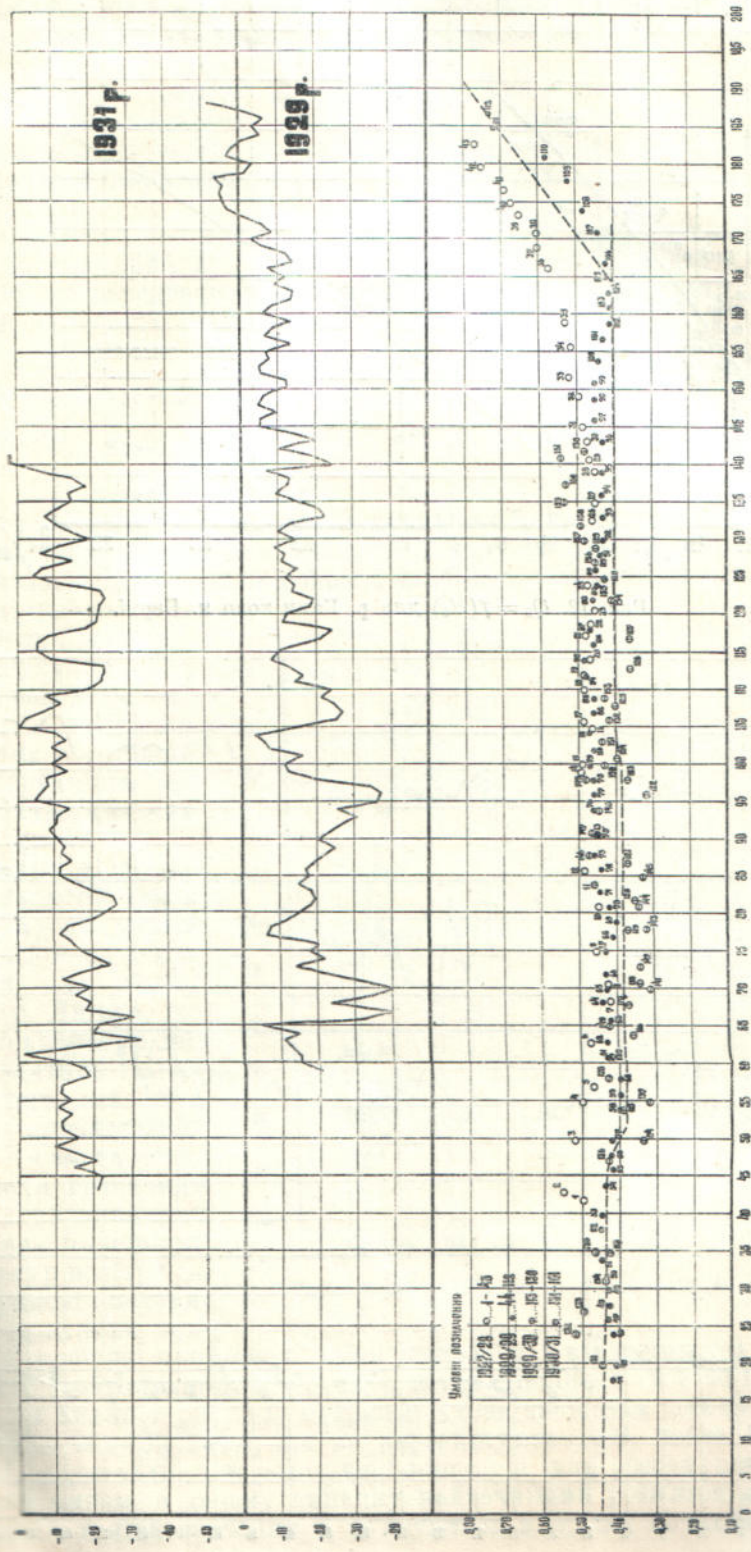


Рис. 11. Щоденні температури та $K=f(N)$ для р. Колви коло п. Подбобки.

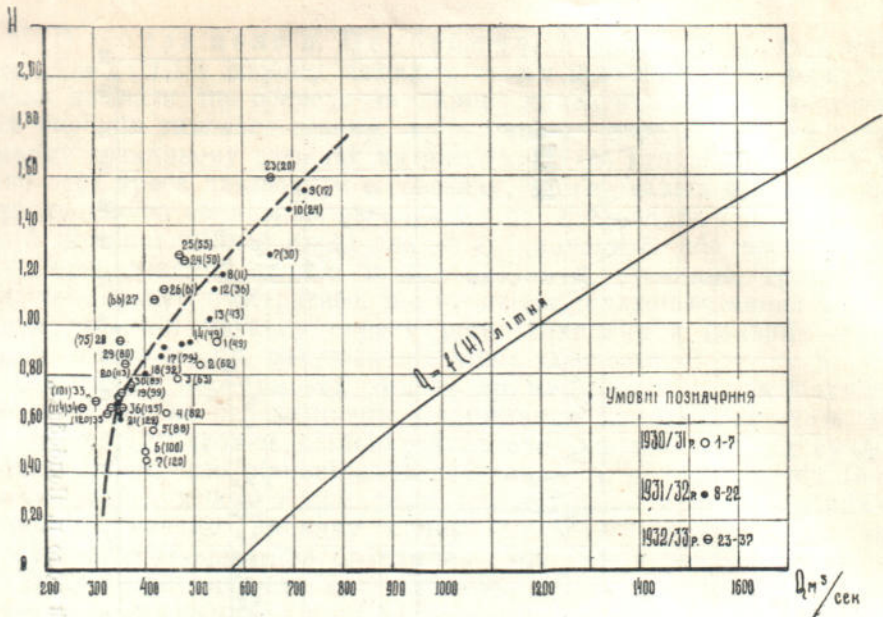


Рис. 12. $Q_3 = f(H_3)$ для р. Ками коло м. Пермі.

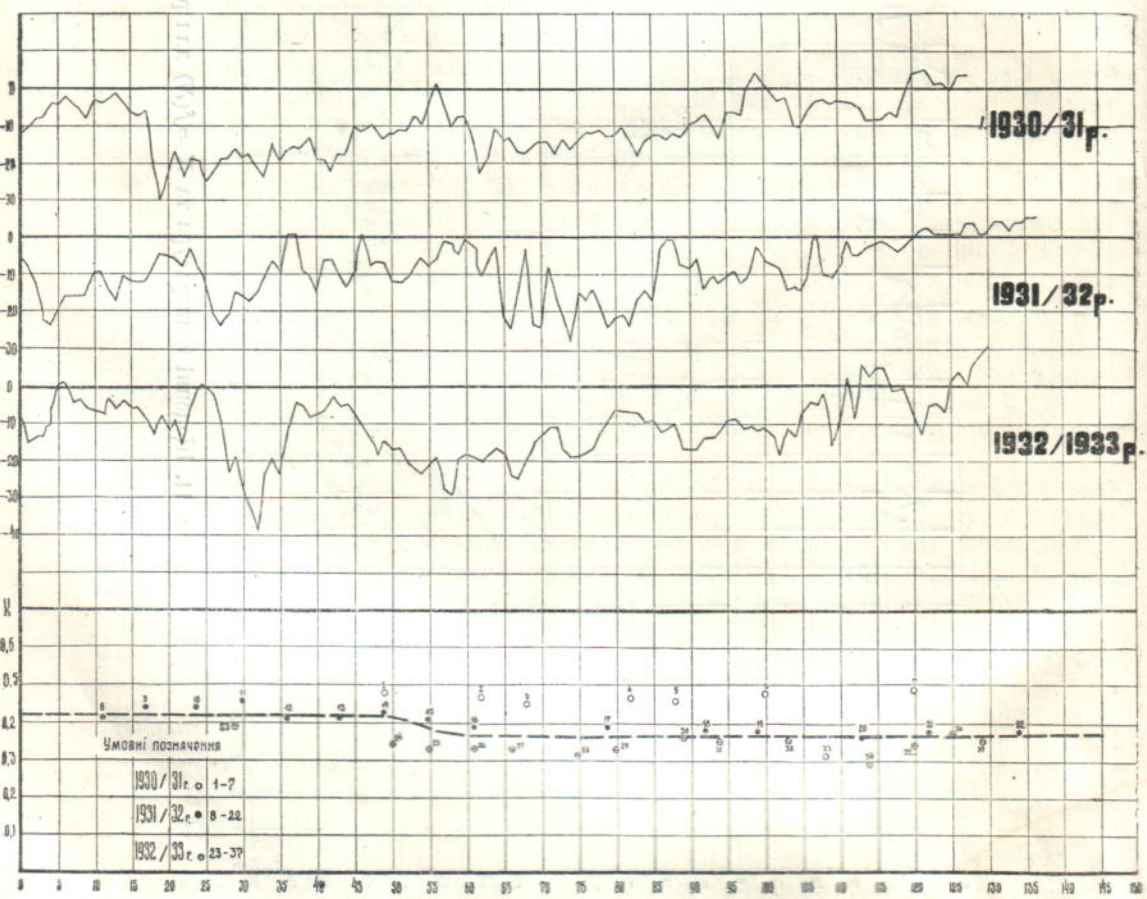


Рис. 13. Щоденні температури та $K = f(N)$ для р. Ками коло м. Пермі.

немає); характерно, що виміри кожного з трьох років (див. рис. 12) розміщуються по окремих, що досить виразно вирисовуються, трьох кривих $Q_3 = f(H_3)$. Максимальні відхилення від осередненої кривої не виходять за границі 25—27%.

Значення K на графіку $K = f(N)$ (див. рис. 13) також розміщуються по трьох цілком виразних окремих кривих (вірніше, прямих), з дуже незначними відхиленнями від одноманітного для кожного року того самого значення K (напр. для 1930/31 р. — $K \cong 0,47$; 1931/32 р. $K = 0,40$; 1932/33 р. $K \cong 0,33-0,34$).

Якщо провести осереднюючу криву $K = f(N)$ для всіх трьох років вимірів, то можна прийняти: при N , рівному від 1 до 50 діб $K = 0,42$; при $N > 55$ діб (до передвесняного періоду) $K = 0,37$. При цьому відхилення від дійсності будуть такі:

Границі похибок %	Число випадків	% всіх випадків
20—25	5	13,5
15—20	4	11
менше 15	27	73

Крім того, один випадок дає похибку в 27,5% (2,7% усіх випадків).

При зіставленні з ходом значень K ходу щоденних температур повітря, виявляється, що 1932/33 рокові з найбільш низькими значеннями K від-

повідає наявність особливо низьких температур, порядку до -37° ; навпаки, рокові 1930/31 з найбільш високими значеннями K — відповідає відсутність таких особливо низьких температур.

Приймаючи (відповідно з наявним ходом значень K) за аналогію з рядом подібних проробок для різних пунктів р. Дніпра, що вплив температур може виявлятися тільки після того, як мине деякий „початковий“ період — в змога легко встановити графічний зв'язок між величинами K і накопиченнями температур повітря. За

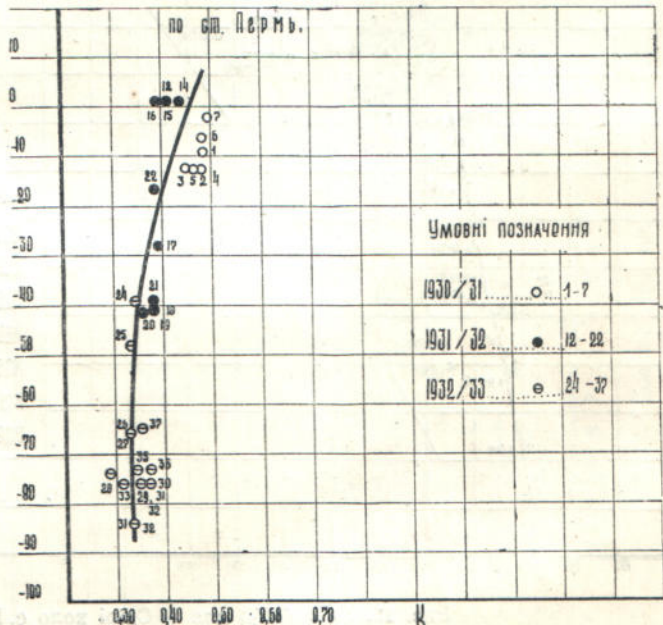


Рис. 14. $K = f(\Sigma t)$ для р. Ками коло м. Пермі.

розрахункові накопичення щоденних температур повітря приймаємо суми додатних і від'ємних температур менше -20° [тобто різниці $t - (-20)$], взятих починаючи з 30-го дня льодоставу. Як видно з рис. 14, одержані співвідношення дають максимальні відхилення від дійсності, що не перевищують 10%, тобто дають значно точніші результати, ніж розглянені вище дві інші розрахункові побудови.

Таким чином, в даному випадку найточніший зв'язок дає розрахунок за стемою, в якій значення K зв'язуються з N (для початкового періоду)

і Σt (для решти зими), тобто схема, яка цілком відповідає нормальним розрахунковим схемам нашого гідрометеорологічного методу в тому його вигляді, в якому він був застосований, наприклад, до р. Дніпра¹⁾ коло м. Орші⁴⁾.

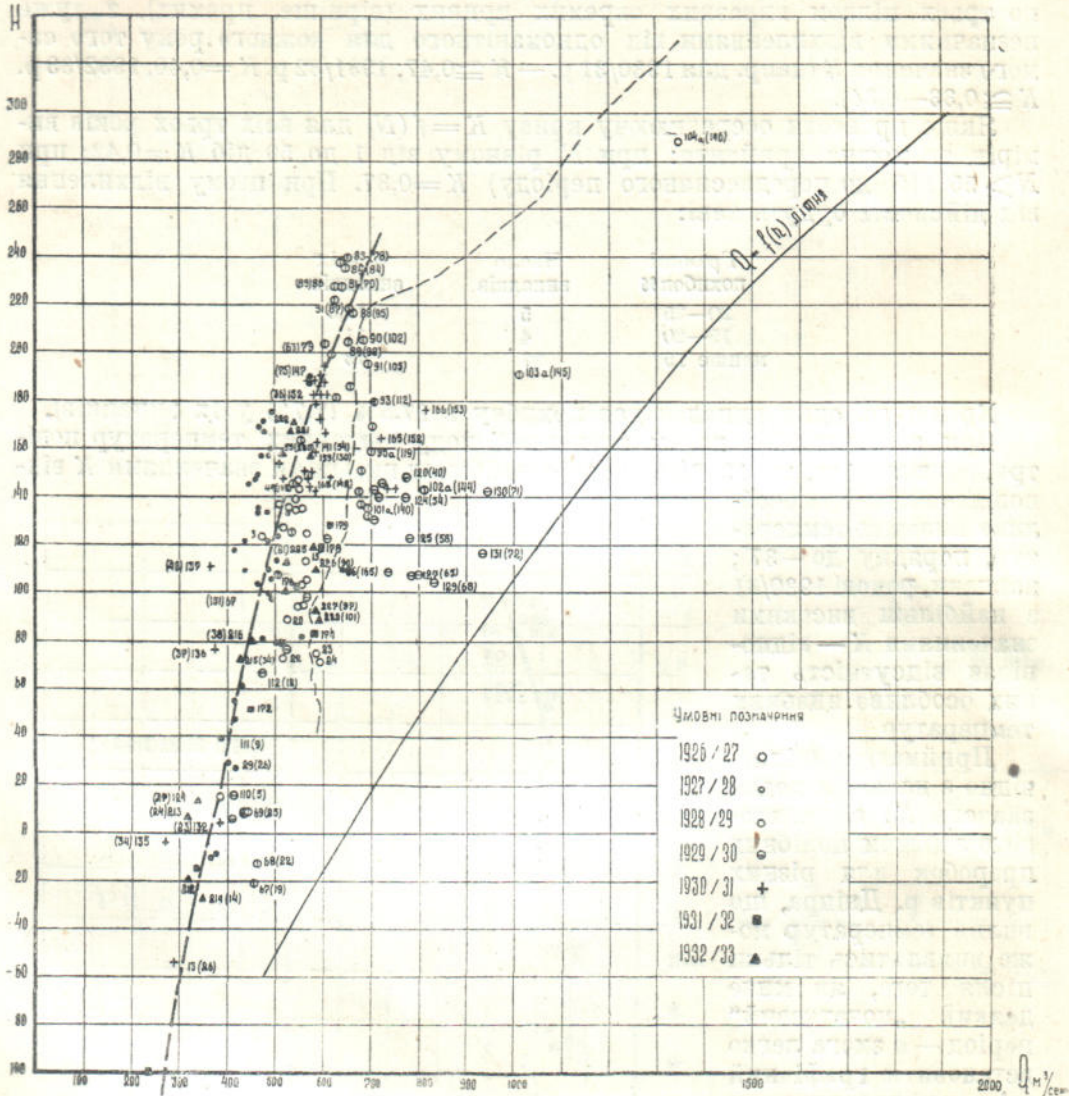


Рис. 15. $Q_3 = f(H_s)$ для р. Свірі коло с. Піркінічі.

На другому місці щодо сподіваної точності результатів треба поставити обчислення за розрахунковою схемою, що відповідає стандартній осередненій кривій $K = f(N)$.

IV. Р. Свір коло с. Піркінічі. Значення K коливаються в границях від 0,38 до 0,84 (у передвесняний період). На графіку $Q_3 = f(H_s)$ звертає увагу дуже закономірне розміщення точок вимірів, яке виражається в тому, що точки всього зимового періоду (включаючи і початковий),

¹⁾ Див. мою книгу „Гидрометрия и производство гидрометрических работ“, Энергоиздат, 1934. сс. 462—466.

Світ Вадимський. в.п. Погода по Лоденюмт Полю.

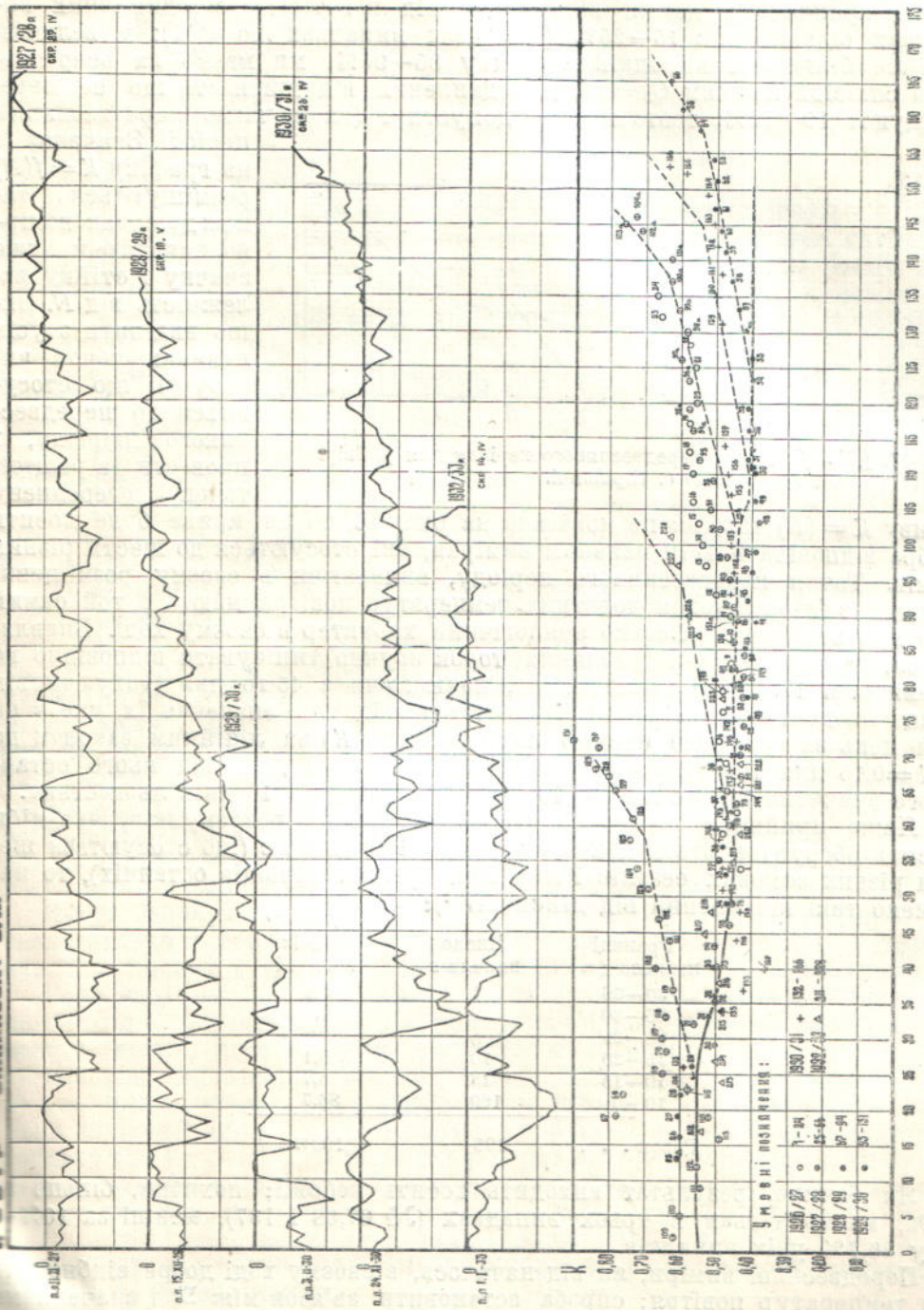


Рис. 16. Щоденні температури та $K = f(N)$ для р. Свіри коло с. Шркінічі.

крім передвесняного, розміщуються, загалом, досить близько до певної середньої кривої (див. рис. 15, де передвесняні витрати відокремлено крапчачком), даючи відхилення від неї тільки в одиничних випадках більші, ніж 15—25% (і в двох випадках до 33%); у величезній же більшості випадків, порядку 80—90%, ми маємо за осередненим співвідношенням $Q_3 = f(H_3)$ відхилення від дійсності, що не перевищують 10—15%, тобто цілком допустимі (виключаємо передвесняний період). Значення K на графіку $K = f(N)$ розміщуються також дуже закономірно, виявляючи дуже значну і стійку залежність від N . Якщо виділити з усіх наявних точок виміру ті, що стосуються до передвесняного періоду, і провести за рештою точок осереднену

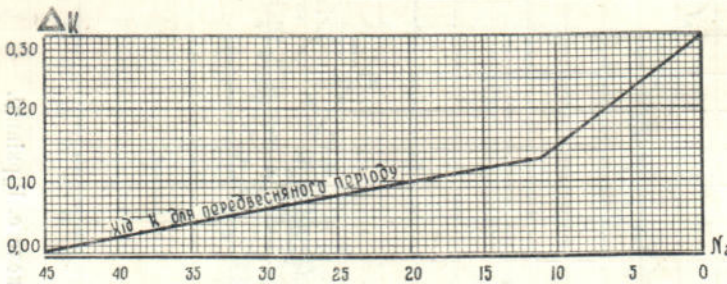


Рис. 17. $\Delta K = f(N_2)$ для передвесняного періоду для р. Свірі коло с. Піркіниці.

криву $K = f(N)$ так, як це показано на рис. 16, то ця крива буде досить добре відповідати всім наявним вимірам, які стосуються до шести різних років. Точки передвесняного періоду, виявляючи в своєму розміщенні прямий зв'язок з ходом додатних температур повітря, мають в той самий час для всіх років близько аналогічний характер в своєму ході. Виявляється, що цей хід передвесняних точок зручно типізувати відповідно до схеми рис. 17, тобто вважати, що, починаючи з 45-го дня (рахуючи від кінця льодоставу), значення K зростають (від того значення їх, яке є на цей день за основною схемою ходу значень K) за лінійним законом до $\Delta K = 0,15$ для 10-го дня від кінця льодоставу і далі від цього останнього значення ще на $\Delta K = 0,15$ протягом останніх 10 днів льодоставу.

Якщо прийняти зазначену стандартну схему розрахунків, яка ніби досить обгрунтовується даними наявних 195 вимірів (що стосуються шести різних зимових сезонів і при тому різних періодів останніх), то матимемо такі відхилення від дійсності ¹⁾:

Границі похибок (%)	Число випадків	% всіх випадків
30—36	1	0,5
25—30	2	1,0
20—25	0	0
15—20	10	5,1
10—15	13	6,7
10—0	169	86,7
Разом . . .	195	100%

Як бачимо, результат виходить досить добрий; похибки, більші за 20%, маємо тільки в трьох випадках (№ 67,68 і 137), менші за 10% — у 86,7% усіх випадків.

Передвесняні виміри, як відзначалось, в своєму ході добре відбивають хід температур повітря; спроба встановити зв'язок між Σt і значеннями

¹⁾ Не включені нами, в обробку через відсутність по основному водомірному посту (коло с. Важинки) даних про льодові фази, дані вимірів 1931-32 рр. характеризуються ходом значень K дуже близьким до прийнятої стандартної кривої $K = f(N)$, з відхиленнями порядку до 10—12%.

K привела до досить чіткої залежності, що намічається між накопиченнями щоденних додатних температур повітря, взятих починаючи з 25-го дня льодоставу, і значеннями ΔK , тобто перевищеннями K над значеннями їх, що відповідають осередненій кривій $K=f(N)$ за рис. 16.

Ця побудова дає максимальні відхилення від дійсності порядку 20—22%, і то в одиничних випадках; у величезній же більшості випадків, похибки не перевищують 10—12%.

Проте, описану раніше стандартну схему за рис. 17, що поступається точністю даних, треба, очевидно, вважати більш зручною і простою і дати їй перевагу при практичних розрахунках.

Отже, дані вимірів зимових витрат по р. Свірі можуть служити прикладом можливого застосування дуже простих розрахункових схем: або просто за осередненою кривою $Q_3=f(H_3)$ для всього зимового сезону, виключаючи передвесняний період, і з інтерполяційними підрахунками для передвесняного періоду; або за стандартним графіком ходу значень K відповідно з схемами рис. 16 і рис. 17.

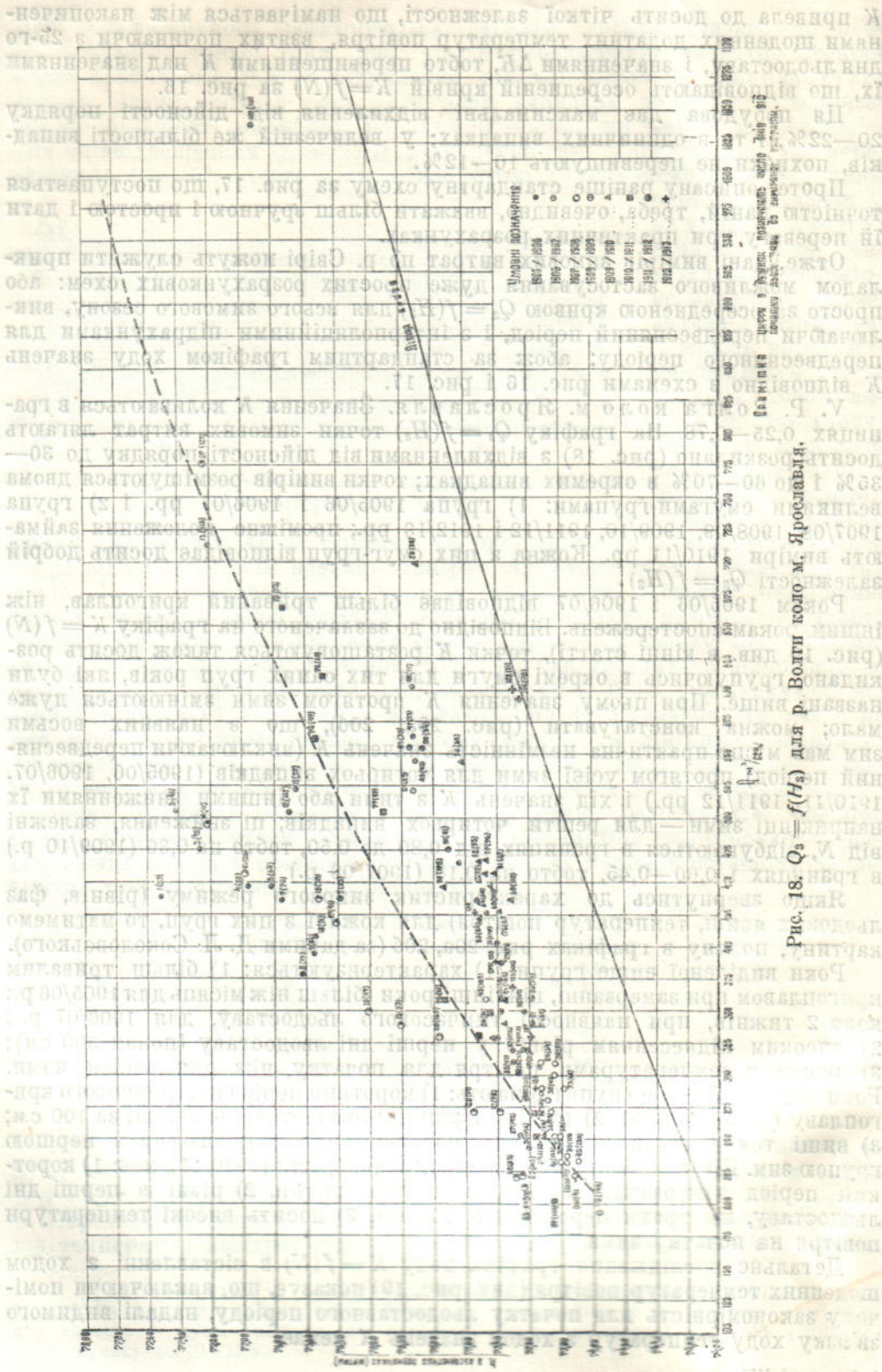
У Р. Волга коло м. Ярославля. Значення K коливаються в границях 0,25—0,78. На графіку $Q_3=f(H_3)$ точки зимових витрат лягають досить розкидано (рис. 18) з відхиленнями від дійсності порядку до 30—35% і до 60—70% в окремих випадках; точки вимірів розміщуються двома великими смугами-групами: 1) група 1905/06 і 1906/07 рр. і 2) група 1907/08, 1908/09, 1909/10, 1911/12 і 1912/13 рр.; проміжне положення займають виміри 1910/11 рр. Кожна з цих смуг-груп відповідає досить добрій залежності $Q_3=f(H_3)$.

Рокам 1905/06 і 1906/07 відповідає більш тривалий кригоплав, ніж іншим рокам спостережень. Відповідно до зазначеного на графіку $K=f(N)$ (рис. 19 див. в кінці статті), точки K розташовуються також досить розкидано, групуючись в окремі смуги для тих самих груп років, які були названі вище. При цьому значення K протягом зими змінюються дуже мало; можна констатувати (рис. 20а, 20б), що з наявних восьми зим має місце практична незмінність значень K (виключаючи передвесняний період) протягом усієї зими для чотирьох випадків (1905/06, 1906/07, 1910/11, 1911/12 рр.) і хід значень K з тими або іншими зниженнями їх наприкінці зими — для решти чотирьох випадків; ці зниження, залежні від N , відбуваються в границях від 0,80 до 0,50, тобто на 0,30 (1909/10 р.) в границях і 0,60—0,45, тобто на 0,15 (1907/08 р.)

Якщо звернутись до характеристик зимового режиму (рівнів, фаз льодових явищ, температур повітря) для кожної з цих груп, то матимемо картину, подану в графіках рис. 20а, 20б (за даними Д. Л. Соколовського).

Роки виділеної вище групи (1) характеризуються: 1) більш тривалим кригоплавом при замерзанні, ніж інші роки (більш ніж місяць для 1905/06 р.; коло 2 тижнів, при наявності тимчасового льодоставу, для 1906/07 р.); 2) високим піднесенням рівнів у перші дні льодоставу (понад 300 см); 3) нижчими температурами повітря для початку, ніж для решти зими. Роки виділеної вище групи (2) мають: 1) короткий період передзимового кригоплаву (до 3—4 днів); 2) рівні в перші дні льодоставу не більші за 100 см; 3) вищі температури повітря на початку зими, порівнюючи з першою групою зим. Рік, залічений мною до проміжної групи (1910/11), має: 1) короткий період замерзання, як і роки другої групи, 2) рівні в перші дні льодоставу, що трохи перевищують 200 см, 3) досить високі температури повітря на початку зими.

Детальне дослідження графіка ходу $K=f(N)$ в зіставленні з ходом щоденних температур повітря (див. рис. 19) показує, що, виключаючи помітну закономірність для початку льодоставного періоду, надалі видимого зв'язку ходу температур з ходом значень K немає.



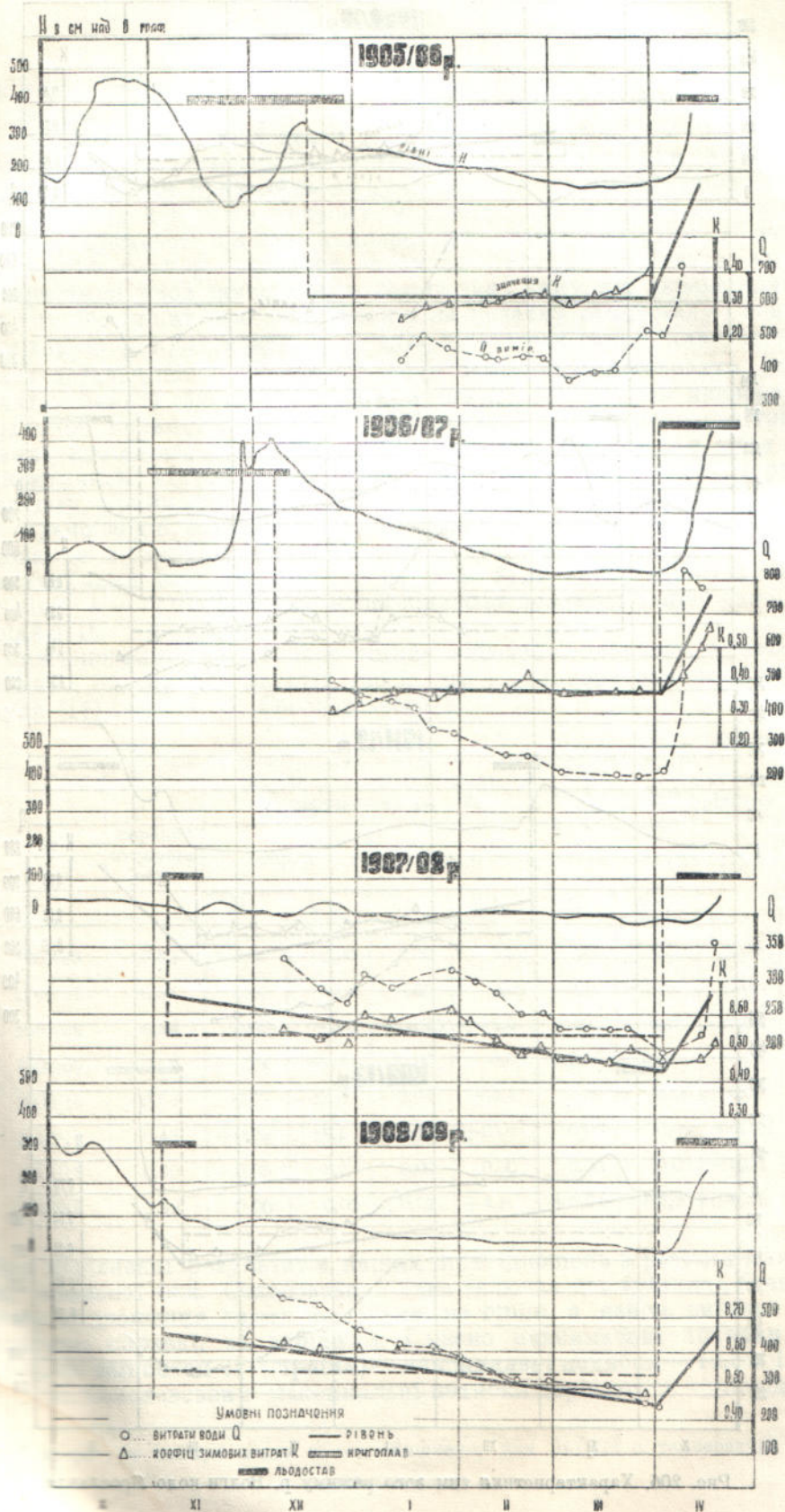


Рис. 26а. Характеристики зимового режиму р. Волги коло Ярославля.

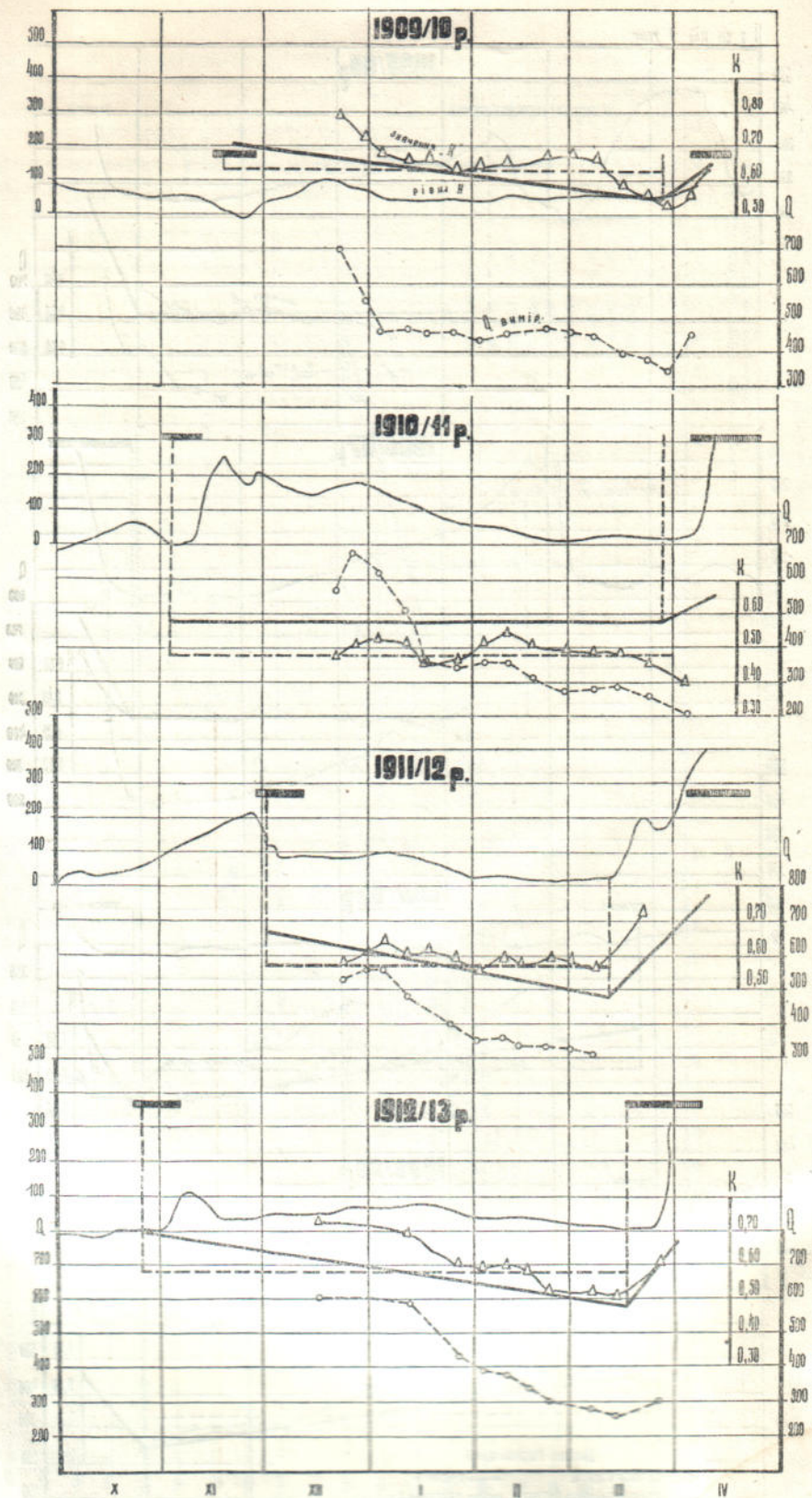


Рис. 206. Характеристики зимового режиму р. Волги коло Ярославля.

Так у 1907/08 р. при N , рівному від 40 до 53 дня, спостерігались значні зниження температур (до -31°), тим часом як для 1906/07 р. таких температур у цей самий період немає, а проте значення K для цього останнього року характеризуються далеко нижчими величинами, ніж для 1907/08 р.

Таким чином, ми приходимо до думки про те, що той або інший загальний хід значень K в кожен окрему зиму, очевидно, повинен стояти в безпосередній залежності від ходу температур повітря на початку льодоставу; цей останній фактор, очевидно, повинен сумарно відбивати загальні характеристики умов замерзання в кожен дану зиму, які окремо виявляються в тих або інших значеннях рівнів на початку льодоставу і тому або іншому характері кригоплаву, як це було відзначено раніш (див. також § 6).

Після детальнішого зіставлення ходу щоденних температур повітря на початку зими і загального ходу значень K , легко дійти висновку, що в розрахунок повинні бути введені як додатні температури повітря, так і від'ємні, але не абсолютні значення останніх, а різниці між ними і певною „критичною“ від'ємною температурою; за таку температуру, в результаті аналізу, приймаємо $t_0 = -10^\circ$; період розрахункового впливу температур беремо 30 діб, рахуючи від початку льодоставу. Результат виконаної побудови, де із схарактеризованими вище значеннями Σt зіставлені середні для кожної зими значення K , дано на рис. 21 в двох варіантах: в першому лінія $K = f(\Sigma t)$ зсунута вліво відносно положення цієї самої лінії у варіанті II.

В нижчеподаній табл. 6 дано оцінку виконаної побудови, а також, для порівняння, оцінку результатів, що їх дає розглянена раніше (див. § 6) формула (17) інж. Д. Л. Соколовського¹⁾

Таблиця 6

№	Рік	K середнє за спостереж.	Відхилення від дійсності за побудовами рис. 21				За формулою Д. Л. Соколовського		За середнім варіантом рис. 21	
			Вар. I		Вар. II		абс.	в %	абс.	в %
			абс.	в %	абс.	в %				
1	1905/06	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	+0,02	+6,2	0,00	0,0
2	1906/07	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,10	-27,0	0,00	0,0
3	1907/08	0,52	0,00	0,00	+0,065	+12,5	-0,03	-5,8	+0,03	+5,6
4	1908/09	0,56	-0,04	-7,1	0,00	0,00	-0,11	-20,0	-0,02	-3,6
5	1909/10	0,64	-0,07	-11,0	-0,04	-6,2	0,00	0,00	-0,05	-7,8
6	1910/11	0,48	+0,09	+18,5	+0,12	+25,0	0,00	0,00	+0,105	+22,0
7	1911/12	0,60	-0,05	-8,3	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-5,0
8	1912/13	0,58	0,00	0,00	+0,02	+4,1	+0,04	+6,9	+0,01	2,1

При порівненні результатів наших співвідношень з результатами формули, виведеної інж. Соколовським (яка включає дві змінних), бачимо, що наші співвідношення дають не тільки не гірші, а навіть виразно кращі результати; справді, за варіантом I маємо максимальні похибки в 11% і 18,5%, за варіантом II (гіршим) — максимальні похибки — 12,5% і 25,0%, а за Д. Л. Соколовським максимальні похибки дорівнюють відповідно 20%

¹⁾ Температури повітря взято по ст. Мишкино; для 1912/13 р. температури взято по ст. Твер.

і 27%; в обох наших варіантах обчислені значення K збіглися з дійсними в трьох випадках, так само, як і у Д. Л. Соколовського.

Виконана побудова, отже, розв'язує питання про спосіб знаходження середніх для всієї зими значень K . Якщо звернутися до питання про введення до розрахунку відзначених раніш варіацій значень K протягом зими, то можна намітити такий шлях, відповідно до сказаного раніше: 1) значення K приймаються для всієї зими рівними середнім, якщо за співвідношенням рис. 21 (за середнім варіантом) одержуються величини $K < 0,45$, або ж якщо на початку льодоставу зимові рівні мають різко виражене піднесення порядку більше 150—200 см; 2) в решті випадків обчислень значення $K_{\text{серед}}$ приймаються для середини льодоставу, а для першої і другої його половини значення K збільшуються (для першої половини зими) або зменшуються (для другої половини зими) до N_2 , рівного 15 добам, де N_2 — число днів від кінця льодоставу, за лінійним законом до ΔK , рівних відповідно $\pm 0,10$.

Нарешті, щодо передвесняного періоду, можна констатувати, що за наявними даними значення K для останніх п'ятьох днів перед скресом коливаються в границях до 0, 55—0,60. Так, у 1906/07 р. для останнього дня льодоставу маємо $K=0, 55$, а в 1907/08 р. навіть $K=0,52$; в 1909/10 р. при $N_2=6$ маємо $K=0,55$; в 1912/13 р. при $N_2=5$ — $K=0,59$. Тільки в 1911/12 р., коли перед весняним піднесенням була передвесняна повідь, величина K досягла значення 0,72, очевидно, незалежно від розгляненого вище звичайного росту значень K за певний невеликий проміжок часу перед скресом.

На основі відповідного аналізу наявних даних (див. рис. 19) приймаємо для передвесняного періоду лінійний закон збільшення K від останнього його значення, взятого при $N_2=15$ добам, до 0,65 в останній день льодоставу; при цьому приймаємо, що для випадків наявності передвесняної повіді збільшення значень K треба виконувати від дати початку піднесення рівнів і приймати, що $K=0,75$ для $N_2=1$, тобто для останнього дня льодоставу.

При цій схемі розрахунку, як це видно з виконаних графічних побудов рис. 20а, 20б, збіжність з дійсністю буде цілком задовільна. Відзначимо тільки, що точки 32—35 (1907/08 р.), очевидно, помилкові, бо ми маємо для цього випадку: 1) значне зниження температур повітря (рис. 19), що повинне викликати не збільшення значень K , як це ми маємо в даному випадку, а їх зменшення; 2) незрозуміле при таких умовах і при стоянні рівнів (рис. 20а) тимчасове збільшення витрат в середині зими.

Для прийнятої схеми розрахунків маємо такі відхилення від дійсності ¹⁾:

Границі похибок (%)	Число випадків	% всіх випадків
25—35	6	5,3
20—25	5	4,5
15—20	14	12,6
10—15	12	10,7
0—10	73	66,9
Разом . . . 100%		

Крім того, один випадок (останній зимовий передвесняного періоду 1910/11 р., що до річі, також великою сумою) має різко випадкове відхилення від дійсності в 51%.

¹⁾ Не маючи для 1912/13 р. температурних даних, зв'язано умовно, що відхилення від дійсності для цього випадку для $K_{\text{серед}}$ дорівнює нулеві.

Отже, відхилення від дійсності, що не перевищують 15%, становлять майже 77% усіх випадків. Найбільше число значніших похибок дає 1910/11 р., для якого наше співвідношення рис. 21 дає таке саме найбільше відхилення від дійсності для величини $K_{сер}$ (за Д. Л. Соколовським такого ж порядку і навіть більші відхилення від дійсності повинні давати два роки: 1906/07 і 1908/09); чверть усіх відхилень, більших ніж 15%, припадає на передвесняний період; роки 1905/06, 1907/08, 1911/12, 1912/13 дають лише одиничні випадки відхилень з величиною $> 15%$; нарешті 1908/09 і 1909/10 р. відхилень, більших як 15—16%, не мають зовсім.

Відзначмо, нарешті, що, очевидно, навряд чи можна було б чекати особливо значного погіршення результатів (порівнюючи з наведеною вище розрахунковою схемою), якщо б за різними градаціями значень K , які відповідають нашому співвідношенню рис. 21, побудувати хоч би три криві $Q_s = f(H_s)$ відповідно до раніше розглянутого природного групування наявних зимових вимірів по окремих групах років; проте, ми не будемо спинятись на цьому варіанті, оскільки не вбачаємо в ньому особливих переваг порівнюючи з наведеною вище схемою.

VI. Р. Волга коло Тетюші. По р. Волзі коло Тетюшів значення K коливається в границях 0,35—0,67. На графіку $Q_s = f(H_s)$ точки зимових вимірів розміщуються розкидано, з відхиленнями від середньої кривої порядку до 45—50% (рис. 22, див. в кінці статті). Якщо звернути увагу на те, як розміщуються точки вимірів для окремих років, можна констатувати досить згідне групування їх для кожного року. Графік $K = f(N)$ (рис. 23, див. в кінці статті) виявляє менш розкидане розміщення значень K , ніж це було по Ярославлю; характерно, що значення K в кожному окремому році (див. також рис. 24) мало змінюються, відхиляючись від якоїсь середньої величини, очевидно не більше, ніж на неминучі похибки вимірів (крім точок передвесняного періоду та випадку передвесняної поводи — див. 1913/14 р.); в одному тільки 1907/08 р. намічається невелика тенденція до зменшення K наприкінці зими.

Зіставлення ходу значень K з ходом температур повітря і характеристиками рівневого і льодового режиму (див. рис. 23 і 24) показує таке: 1) Хід значень K в кожному окремому році залежить від ходу щоденних температур повітря на початку зими, приблизно протягом перших 30 діб. Так, точкам 1902/03 р., що розміщуються нижче решти на рис. 23, відповідає наявність найнижчих температур (порівнюючи з іншими роками), в перший місяць льодоставу, а точкам, наприклад, 1903/04, 1904/05 і 1906/07 рр., що розміщуються на графіку $K = f(N)$ вище за інші — відповідають і найменші від'ємні температури порівнюючи з іншими роками:

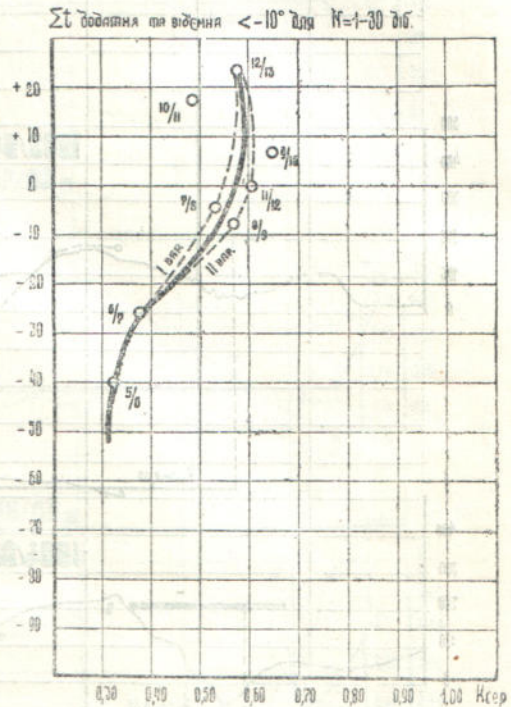


Рис. 21. $K_{сер} = f(\Sigma t)$ для р. Волги коло Ярославля.

Рис. 21. Kсер = f(Sigma t) для р. Волги коло Ярославля. (Умовні позначення див. рис. 20)

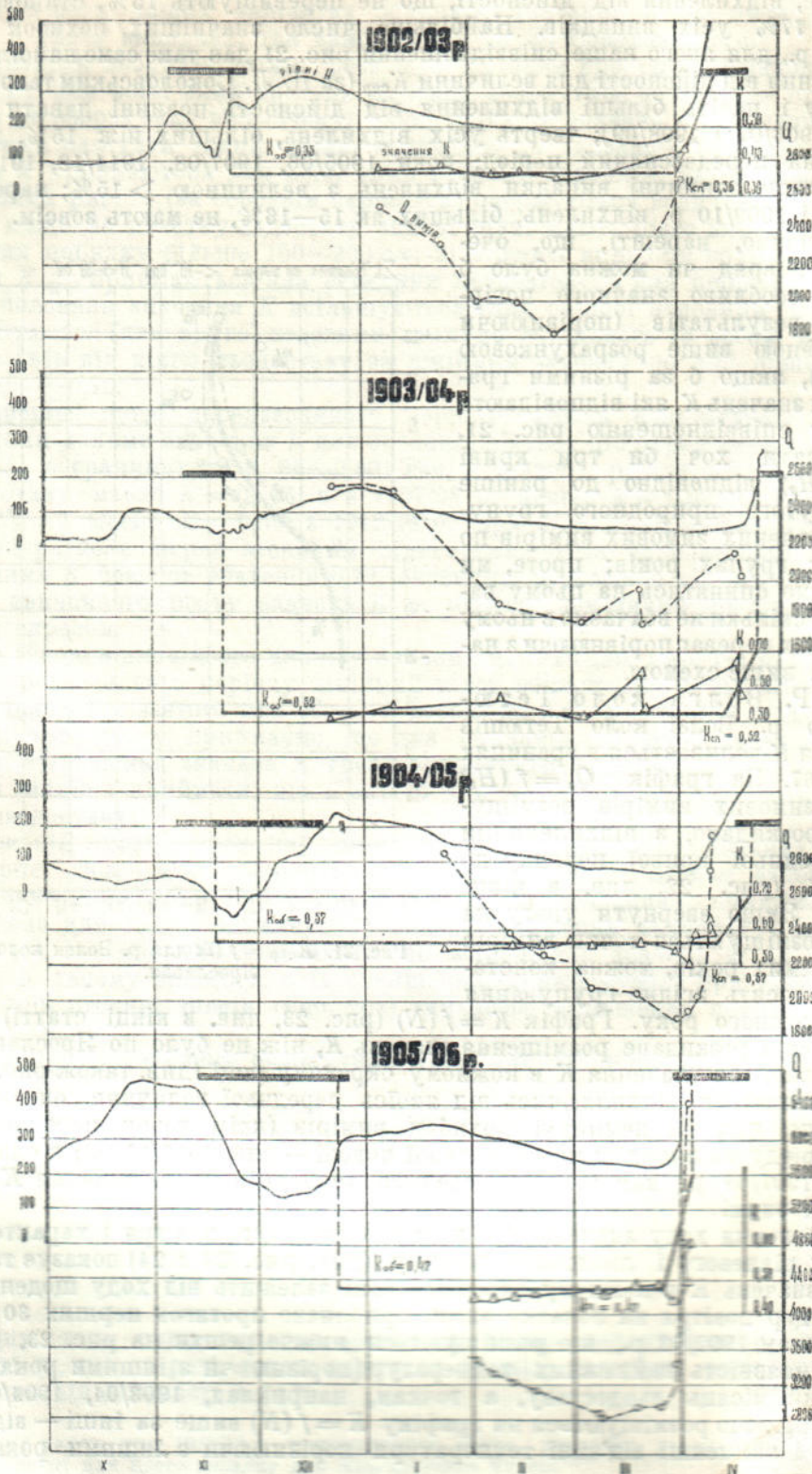


Рис. 24а. Характеристики зимового режиму р. Волги коло с. Тетюші (умовні позначення див. рис. 24с).

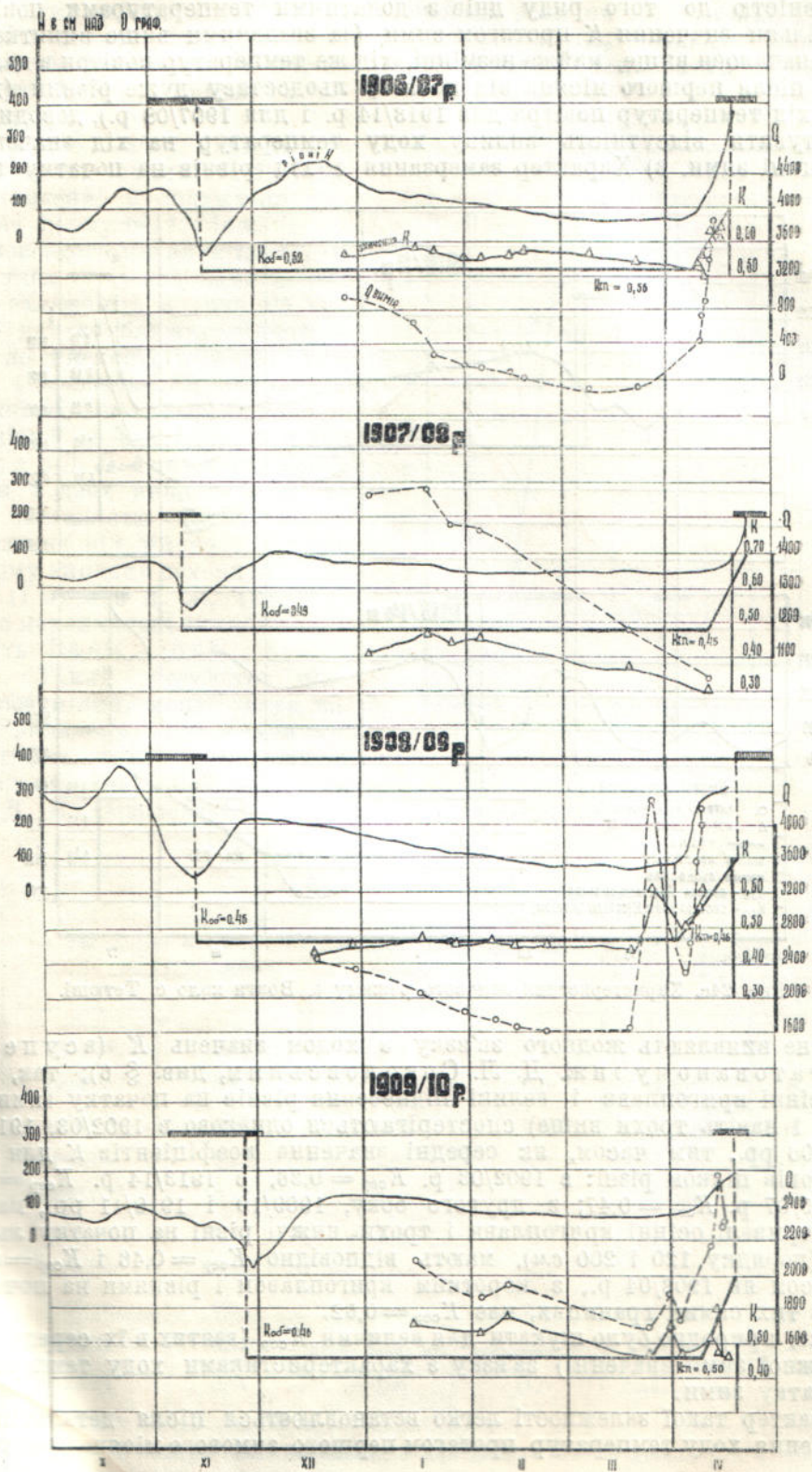


Рис. 246. Характеристики зимового режиму р. Волги коло с. Тетюші (умовні позначення див. рис. 24с).

з наявністю до того ряду днів з додатними температурами повітря. 2) Оскільки значення K протягом зими (за згаданими вище винятками), як відзначалося вище, майже незмінні, хід же температур повітря в дальші місяці після першого місяця від початку льодоставу дуже різний (див., напр., хід температур повітря для 1913/14 р. і для 1907/08 р.), доводиться констатувати відсутність впливу ходу температур на хід значень K в середині зими. 3) Характер замерзання і хід рівнів на початку зими

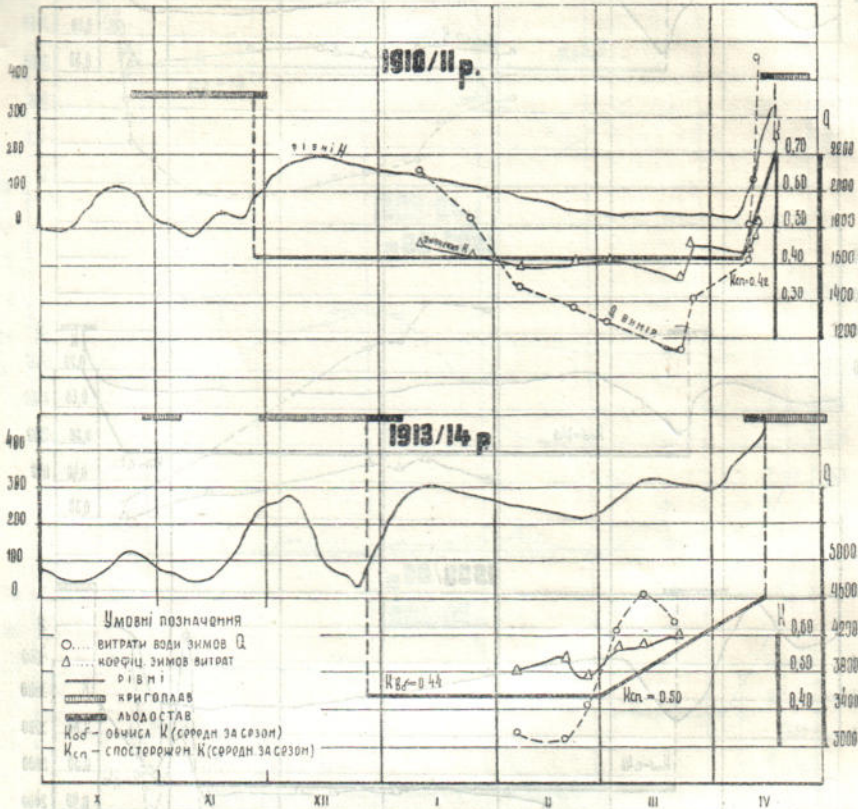


Рис. 24с. Характеристики зимового режиму р. Волги коло с. Тетюші.

також не виявляють жодного зв'язку з ходом значень K (всупереч констатованому інж. Д. Л. Соколовським, див. § 6); так, тривалі осінні кригоплави і великі піднесення рівнів на початку зими (до 300 см і навіть трохи вище) спостерігаються однаково в 1902/03, 1913/14 і 1905/06 рр., тим часом, як середні значення коефіцієнтів K для цих двох років цілком різні: в 1902/03 р. $K_{сер} = 0,36$, в 1913/14 р. $K_{сер} = 0,54$ і в 1905/07 р. $K_{сер} = 0,47$; з другого боку, 1909/10 і 1910/11 рр., маючи також тривалі осінні кригоплави і трохи нижчі рівні на початку льодоставу (порядку 120 і 200 см), мають відповідно $K_{сер} = 0,46$ і $K_{сер} = 0,50$, тим часом як 1903/04 р., з коротким кригоплавом і рівнями на початку зими в тих самих границях, має $K_{сер} = 0,52$.

Отже, природно було шукати для величин $K_{сер}$ (взятих в їх середньому для кожної зими значенні) зв'язку з характеристиками ходу температур на початку зими.

Характер такої залежності легко встановлюється після детальнішого зіставлення ходу температур протягом першого зимового місяця (рахуючи

Характеристики зимового режиму р. Волги коло с. Тетюші. (Згідно з даними інженера Д. Л. Соколова)

від початку льодоставу) і середніх значень величин $K_{сер}$. Конкретну залежність подано на рис. 25; тут з величинами $K_{сер}$ зіставлені суми додатних температур плюс перевищення від'ємних температур над температурою в -15° , прийнятою за „критичну“.

Відхилення від дійсності, які дає знайдена залежність рис. 25, в зіставленні з відхиленнями, які дає формула (17) інж. Д. Л. Соколовського, подані в табл. 7¹⁾,

з табл. 7 легко бачити, що наша залежність за рис. 25 виявляє далеко ближчу відповідність до дійсності, ніж формула Д. Л. Соколовського; за нашою залежністю в чотирьох випадках має місце повний збіг з дійсністю, а в Д. Л. Соколовського — тільки в двох випадках; за нашою залежністю максимальне відхилення від дійсності тільки в одному випадку доходить величини 11%, а в Д. Л. Соколовського максимальні похибки становлять 16,6%, 10,5%, 11,5 і 30,0%. Такий результат цілком зрозумілий, якщо взяти на увагу виявлену вище фактичну відсутність зв'язку між тими факторами, які зіставляються інж. Д. Л. Соколовським в його залежностях.

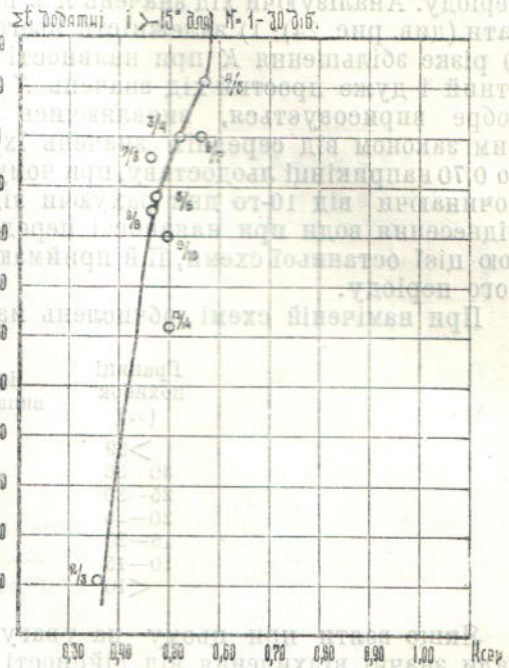


Рис. 25. $K = f(\Sigma t)$ для р. Волги коло с. Тетомі.

Таблиця 7

№	Рік	$K_{сер}$ за спостереженнями	Відхилення від дійсності			
			за залежністю рис. 25		за формулою Д. Л. Соколовського	
			абс.	в %	абс.	в %
1	1902/03	0,36	+0,01	+2,2	+0,06	+16,6
2	1903/04	0,52	0,00	0,0	+0,03	+5,8
3	1904/05	0,57	0,00	0,0	+0,03	+10,5
4	1905/06	0,47	0,00	0,0	-0,03	-6,4
5	1906/07	0,56	-0,04	-7,2	0,00	0,0
6	1907/08	0,46	+0,035	+7,7	+0,04	+8,7
7	1908/09	0,46	0,00	0,0	0,00	0,0
8	1909/10	0,50	-0,04	8,0	+0,15	+30,0
9	1910/11	0,52 ²⁾	Немає даних для температури		+0,06	+11,5
10	1913/14	0,54	-0,06	11,0	Даних немає	

1) Температури повітря взято по Казані, а для 1913/14 р. — по Твері.

Отже, оскільки значення $K_{сер}$ протягом зими лишаються майже без змін (крім передвесняного періоду), описана вище побудова розв'язує задачу про визначення значення K для всього зимового сезону, крім передвесняного періоду. Аналізуючи хід значень K в передвесняний період, легко констатувати (див. рис. 24): 1) залежність цього ходу від ходу температур (рис. 23); 2) різке збільшення K при наявності передвесняних поведій; 3) стандартний і дуже простий хід значень K в передвесняний період, який досить добре виписується, виявляючись в збільшенні значень K за лінійним законом від середніх значень їх, властивих даних зимі (тобто $K_{сер}$), до 0,70 наприкінці льодоставу, при чому це зростання значень K треба брати, починаючи від 10-го дня рахуючи від кінця льодоставу або від початку піднесення води при наявності передвесняної поведі. В зв'язку з простотою цієї останньої схеми, її й приймають як розрахункову для передвесняного періоду.

При наміченій схемі обчислень маємо такі відхилення від дійсності:

Границі похибок (%)	Число випадків	% всіх випадків
>39	1	0,1
30—36	3	3
25—30	3	3
20—25	1	1
15—20	5	5
10—15	8	8
<10	80	79

Якщо взяти при цьому на увагу, що ряд вимірів з числа тих, які дали значні відхилення від дійсності, викликають явний сумнів у тому, наскільки вони відповідають дійсності (напр., вимір № 12 1903/04 р., № 39 і 40 1905/06 р., № 61 1907/08 р., № 70 1908/09 р., № 84 і 85 1909/10 р.— див. рис. 23 і 24), то результати збігання нашої розрахункової схеми з дійсністю треба вважати цілком задовільними. Відзначмо ще, що найбільші похибки дають саме 1905/06 р., 1907/08 і 1909/10 рр., для яких відзначено вище сумнівність виконаних вимірів; роки 1902/03, 1903/04 (крім одного виміру, який можна визнати сумнівним—№ 12), 1904/05, 1906/07 і 1910/11 дають відхилення від дійсності, не більші за 10—13%.

Як і в попередньому випадку майже всі значні відхилення припадають на передвесняний період. Зрозуміло, що наші співвідношення дають далеко ближчий збіг з дійсністю, ніж побудови інж. Д. Л. Соколовського (див. § 6), як через більшу точність нашого співвідношення рис. 25, так і в силу виконаної деталізації розрахунків для передвесняного періоду, якої немає у Д. Л. Соколовського.

VII. Р. Волга коло Вязових. Значення K коливаються в далеко вузьких границях, ніж для попередніх двох пунктів— від 0,43 (не рахуючи одного виміру з $K=0,38$) до 0,60. На графіку $Q_3=f(H_3)$ рис. 26 див. в кінці статті) точки зимових вимірів розміщуються далеко більш закономірно, ніж для Ярославля і Тетюші; максимальні відхилення від середньої кривої не перевищують 25—28%, і то в одиничних випадках, при чому величезна більшість точок вимірів групується коло середньої кривої досить тісно. Графік $K=f(N)$ показує (рис. 27), що значення K розміщуються досить вузькою смугою, при чому для окремих років значення K відхиляються від середнього для всього періоду практично в незначних границях. На жаль, наявні дані повної картини мінливості K не дають; для ряду років є лише нерегулярні виміри (1909/10, 1914/15 рр); неосвітлені вимірами початок зими і передвесняний період (тільки один вимір 1902/03 р.). Зіставлення ходу наявних значень K з ходом температур повітря виконуємо,

використовуючи графіки ходу температур повітря, дані на рис. 23 для Тетюшів (тобто по Казані), через відсутність у нашому розпорядженні температурних даних іншого, ближчого, пункту. Зрозуміло, що при цих зіставленнях треба мати на увазі невідповідність дати початку льодоставу по обох пунктах (щодо цього істотні розходження є тільки для двох років: 1904/05, коли біля Вязових льодостав настав на 9 днів пізніше, — і 1910/11 р.). Це зіставлення (виконане аналогічно тому, як це було зроблено для попередніх випадків) показує, що на хід значень K температури повітря роблять деякий вплив тільки в тих їх значеннях, які стосуються першого місяця льодоставу (аналогічно двом попереднім випадкам); дальший же хід температур на ході значень K не відбивається. Так, в 1905/06 р. спостерігалися менш низькі температури, ніж, наприклад, у 1906/07 і 1907/08 рр., тим часом як значення K для цих останніх років значно вищі, ніж для 1905/06 р.; правда, звертає на себе увагу відповідність найвищих значень K для 1913/14 р. саме найвищим додатним температурам цього року.

Зіставлення ходу значень K з характеристиками рівнів і режимом замерзання (рис. 28а, та с), показує, що і в цьому відношенні жодних закономірностей немає (всупереч твердженням інж. Д. Л. Соколовського). Наприклад, тривалі осінні кригоплави і високі рівні як перед кригоплавом, так і після нього (порядку до 300—500 см) спостерігались у 1905/06 і 1913/14 рр., тим часом як середні значення K для цих зимових сезонів цілком різні: для 1905/06 р. $K = 0,44$, а для 1913/14 р. $K = 0,59—0,60$. Так само при дуже короткому кригоплаві 1907/08 і 1909/10 рр. ми маємо для цих років $K_{сер} = 0,56—0,57$, і це саме значення K маємо для 1910/11 р. з тривалим кригоплавом (рівневий режим в усіх трьох випадках приблизно однаковий); далі, наприклад, для 1911/12 р., з рівнями на початку льодоставу порядку до 200 см і тривалістю осіннього кригоплаву порядку 10—12 діб, маємо $K_{сер} = 48$, тим часом як при трох вищих рівнях і більш тривалому кригоплаві маємо для 1904/05 р. $K = 0,56$, а для 1914/15 р. $K = 0,52$.

Зроблені нами спроби зв'язати величини $K_{сер}$ для кожного сезону з характе-

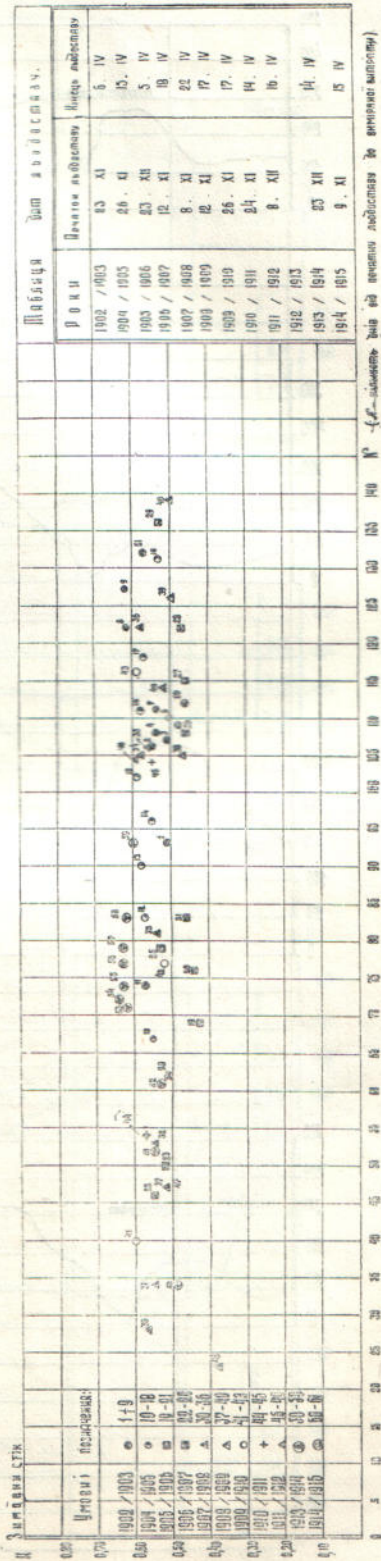


Рис. 27. $K = f(N)$ для р. Волги коло с. Вязових.

Рис. 28а. Режим р. Волги коло с. Вязових

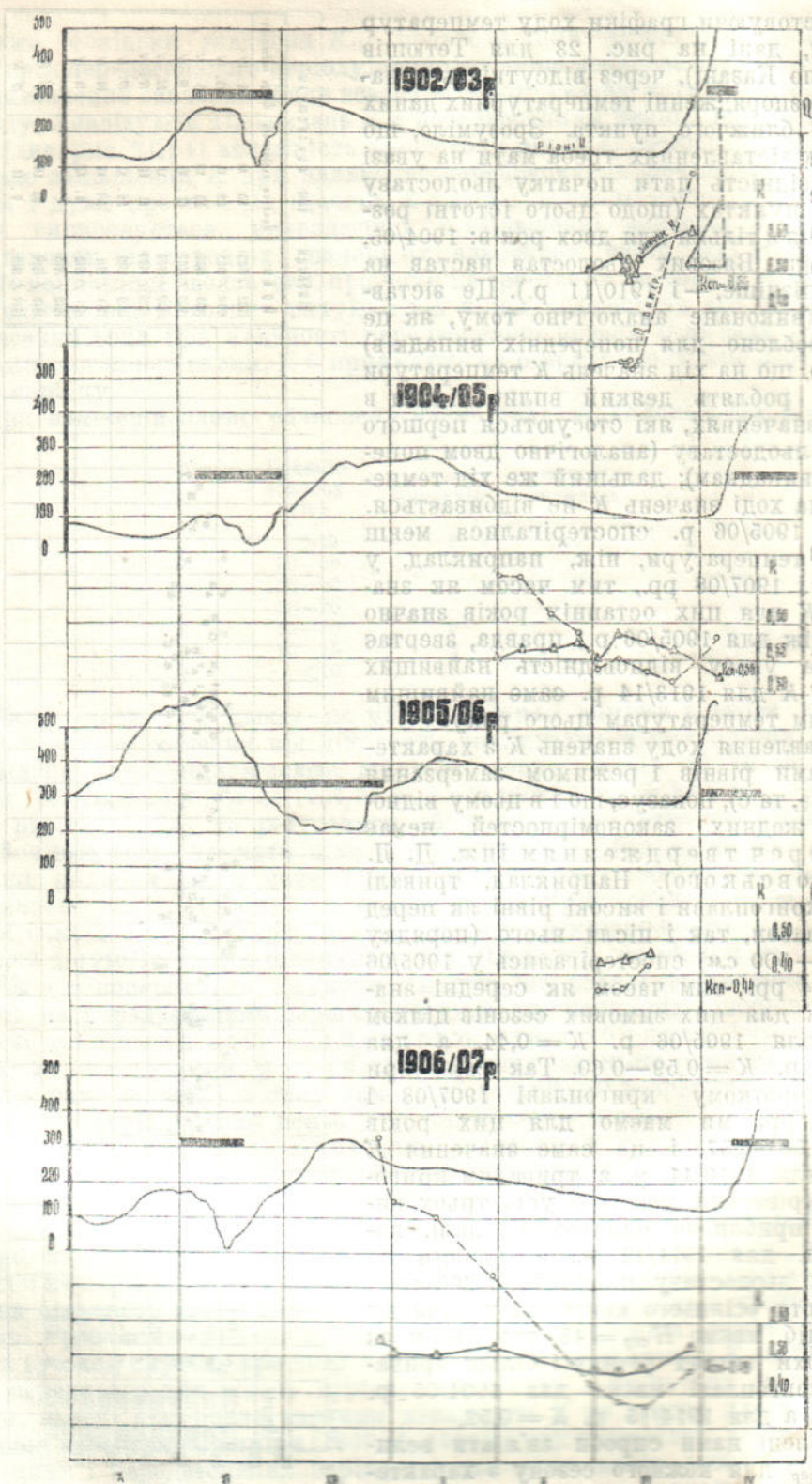


Рис. 28а. Характеристики зимового режиму р. Волги коло с. Вязових (позначення див. рис. 28с).

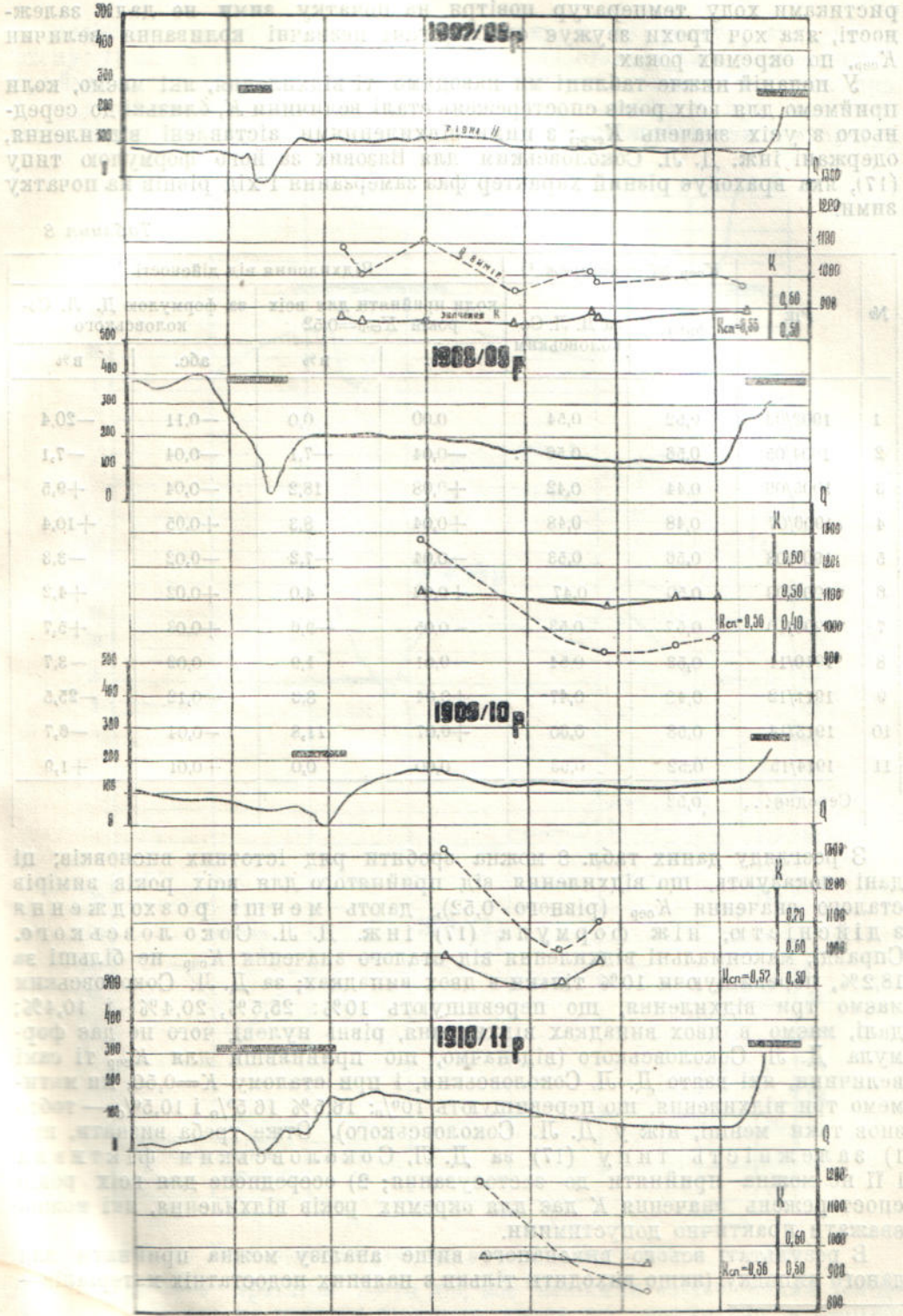


Рис. 286. Характеристики зимового режиму р. Волги коло с. Вязових (позначення див. рис. 28с).

ристиками ходу температур повітря на початку зими не дали залежності, яка хоч трохи звужує спостерегані незначні коливання величин $K_{сер}$, по окремих роках.

У поданій нижче таблиці ми наводимо ті відхилення, які маємо, коли прийємо для всіх років спостережень сталі величини K , близькі до середнього з усіх значень $K_{сер}$; з цими відхиленнями зіставлені відхилення, одержані інж. Д. Л. Соколовським для Вязових за його формулою типу (17), яка враховує різний характер фаз замерзання і хід рівнів на початку зими.

Таблиця 8

№	Рік	$K_{сер}$ за спостереж. ¹⁾		Відхилення від дійсності			
		факт.	за Д. Л. Соколовським	коли прийняті для всіх років $K_{сер}=0,52$		за формулою Д. Л. Соколовського	
				абс.	в %	абс.	в %
1	1902/03	0,52	0,54	0,00	0,0	-0,11	-20,4
2	1904/05	0,56	0,56	-0,04	-7,1	-0,04	-7,1
3	1905/06	0,44	0,42	+0,08	18,2	-0,04	+9,5
4	1906/07	0,48	0,48	+0,04	8,3	+0,05	+10,4
5	1907/08	0,56	0,53	-0,04	-7,2	-0,02	-3,3
6	1908/09	0,50	0,47	+0,02	4,0	+0,02	+4,2
7	1909/10	0,57	0,53	-0,05	-9,6	+0,03	+5,7
8	1910/11	0,53	0,54	-0,01	-1,9	-0,02	-3,7
9	1911/12	0,48	0,47	+0,04	8,3	-0,12	-25,5
10	1913/14	0,58	0,60	+0,07	11,8	-0,04	-6,7
11	1914/15	0,52	0,53	0,00	0,0	+0,01	+1,9
	Середнє . . .	0,52					

З розгляду даних табл. 8 можна зробити ряд істотних висновків; ці дані показують, що відхилення від прийнятого для всіх років вимірів сталого значення $K_{сер}$ (рівного 0,52), дають менші розходження з дійсністю, ніж формула (17) інж. Д. Л. Соколовського. Справді, максимальні відхилення від сталого значення $K_{сер}$ не більші за 18,2%, перевищуючи 10% тільки в двох випадках; за Д. Л. Соколовським маємо три відхилення, що перевищують 10%: 25,5%, 20,4% і 10,4%; далі, маємо в двох випадках відхилення, рівні нулеві, чого не дає формула Д. Л. Соколовського (відзначмо, що прийнявши для $K_{сер}$ ті самі величини, які взято Д. Л. Соколовським, і при сталому $K=0,50$, ми матимемо три відхилення, що перевищують 10%: 16,5% 16,5% і 10,5%. — тобто знов таки менші, ніж у Д. Л. Соколовського). Отже треба визнати, що: 1) залежність типу (17) за Д. Л. Соколовським фіктивна і її не можна прийняти до застосування; 2) осереднене для всіх років спостережень значення K дає для окремих років відхилення, які можна вважати практично допустимими.

В результаті всього виконаного вище аналізу можна прийняти для даного випадку (якщо виходити тільки з наявних недостатніх матеріалів—

¹⁾ Прийняті Д. Л. Соколовським величини $K_{сер}$ не завжди збігаються з фактичними, чим і пояснюється заведення двох граф для $K_{сер}$ спостереженого.

невисвітлений початок зими і її кінець) таку, дуже просту, розрахункову схему: 1) для всіх зимових періодів при льодоставі (крім передвесняного) приймаємо однаково для всіх років (крім різко відлигових періодів, див. п. 2) значення $K_{сер}$, а саме: $K_{сер}=0,50$ (або $K_{сер}=0,52$); 2) при наявності різко відлигових періодів, що характеризуються збільшеннями температур

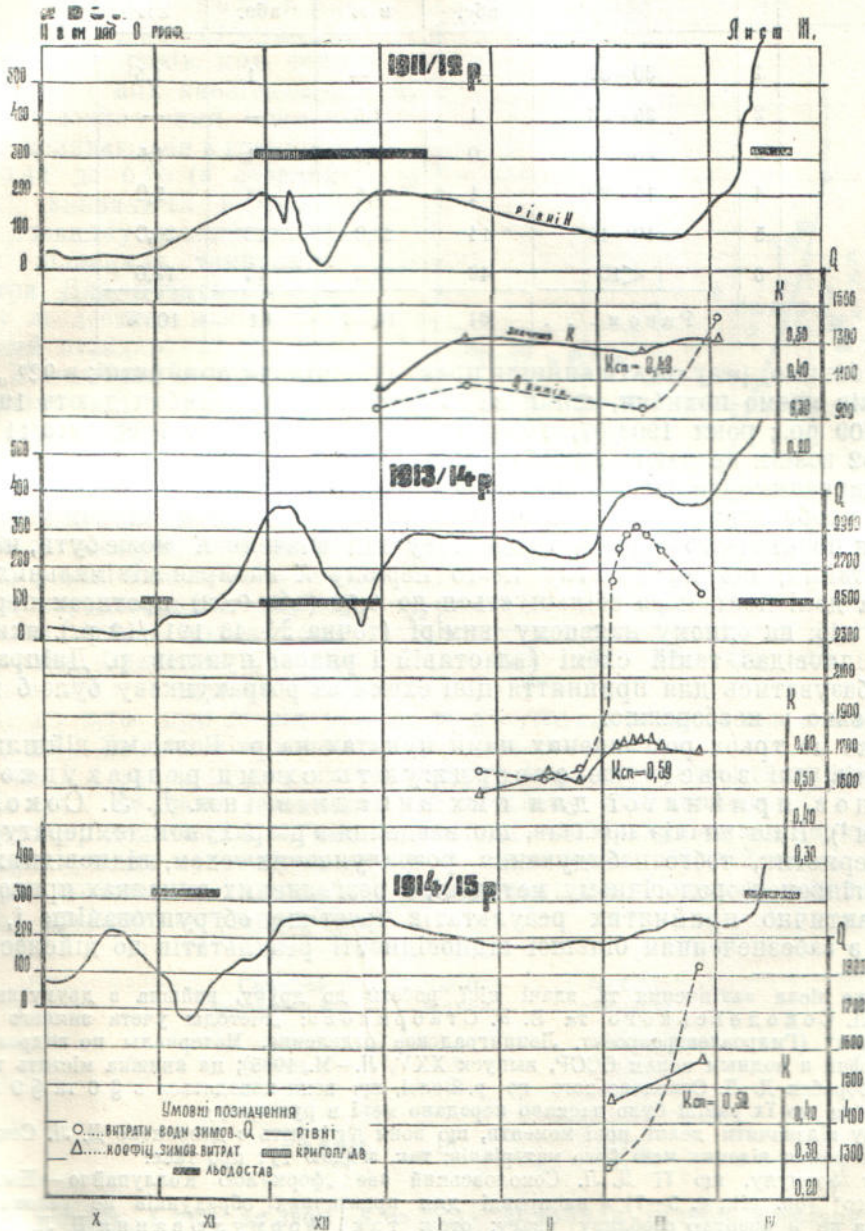


Рис. 28с. Характеристики зимового режиму р. Волги коло с. Вязових.

(денних) до $3-5^{\circ}$ протягом 7—10 діб, або меншими збільшеннями температур ($2-4^{\circ}$), але на протязі більшого числа діб, приймаємо $K_{сер}=0,60$; 3) для передвесняного періоду, а саме, для 10 останніх днів перед початком весняного кригоплаву, приймаємо лінійний хід значень K від середнього для даної зими до 0,70 в останній день перед кригоплавом.

При цій розрахунковій схемі одержуємо такі відхилення від дійсності:

Таблиця 9

№	Границі відхилень в %	При $K=0,50$		При $K=0,52$	
		Число випадків		Число випадків	
		абс.	в %	абс.	в %
1	30—37	—	—	1	1,5
2	25—32	1	1,5	—	—
3	20—25	0	0,0	1	1,5
4	15—20	4	6,5	3	5,0
5	10—15	14	23,0	12	20,0
6	<10	42	69,0	44	72,0
Разом . . .		61	100%	61	100%

Як бачимо, результати вийшли практично цілком прийнятні; в 92% усіх випадків маємо похибки, менші за 15%. Найбільші похибки дають 1905/06 і 1908/09 рр.; роки 1906/07, 1908/09 при $K=0,50$ і 1907/08, 1910/11 при $K=0,52$ зовсім не дають похибок, більших за 10—11%.

Підкреслимо ще раз, що початковий період льодоставу і передвесняний період треба вважати за майже невисвітлені вимірами; цілком можливо, що для початкового періоду льодоставу хід значень K може бути, наприклад, таким, що на початку цього періоду K набирав мінімальних значень, а далі поступово збільшується до 0,50 (або 0,52) протягом перших 15—20 діб; на одному наявному вимірі (точка № 46 1911/12 р.), який до речі відповідає такій схемі (властивій і рядові пунктів р. Дніпра), на жаль, базуватись для прийняття цієї схеми за розрахункову було б необгрунтовано і небережно.

Отже по трьох розглянутих нами пунктах на р. Волзі ми дійшли результатів, які зовсім не стверджують схеми розрахункових побудов, прийнятої для цих випадків інж. Д. Л. Соколовським¹⁾. Наш аналіз показав, що введення в розрахунок температурних характеристик, тобто побудування розрахункових схем, відповідних нашому гідрометеорологічному методу, в розглянутих випадках приводить до практично прийнятих результатів простіше, обгрунтованіше і, очевидно, з забезпеченням більшої відповідності результатів до дійсності.

¹⁾ Вже після закінчення та здачі цієї роботи до друку, вийшла з друку книжка інж. Д. Л. Соколовського та В. К. Стабрикова: „Методи учета зимнего стока реки Волги“ (Гидроэлектротпроект, Ленинградское отделение, Материалы по гидрологии, гидрографии и водным силам СССР, выпуск XXV, Л.—М., 1935); ця книжка містить ті матеріали обробки Д. Л. Соколовського по р. Волзі, що вони наводяться в § 6 та § 9 цього викладу (та що їх раніш було ласкаво передано мені в рукопису).

Мушу відзначити деякі нові моменти, що вони витікають з доповнень Д. Л. Соколовського до раніш відомих мені його матеріалів; так, згадаю тут про таке:

1) ту формулу, що її Д. Л. Соколовський зве „формулою Коллунайло—Быдина-Огневского“ (ор. cit., с. 5—7) я насправді для практичних обрахунків не рекомендую й саме на це й звертаю особливу увагу; отож такі формулювання Д. Л. Соколовського помилкові;

2) цілком погоджуюся з таким положенням Д. Л. Соколовського (с. 8): „вряд ли, думается нам, вообще возможны в этом сложном вопросе какие-либо конкретные схемы, применимые ко всем рекам“; якраз це саме положення було сформульовано мною ще 1929 р. (див., напр., мій „Режим стока Верхнего и Среднего Днепра“, с. 109);

3) Нема підстав вважати за можливе лише територіальне районування коефіцієнтів „ K “; до того ж наведені з цього приводу Д. Л. Соколовським дані по р. Дніпру (с. 35) не відповідають дійсності.

VIII. Уся решта матеріалів з числа зазначених в табл. 5 не можуть бути проаналізовані докладно, зважаючи на їх неповноту або через відсутність для них повних температурних даних. Тому, обмежимося у цьому випадку тільки коротким розглядом ходу значень K і деякими зауваженнями окремого характеру.

1. р. Дніпро коло Кременчука. Дані стосуються тільки двох років, при чому в одному з них висвітлюють лише половину зими. Значення K коливаються в границях від 0,42 до 0,70 (в середині зими), виявляючи в своєму ході очевидну залежність від ходу щоденних температур повітря. Для початкового періоду льодоставу намічається стійкий стандартний хід значень K , подібний до того, який ми маємо для р. Дніпра коло м. Києва і Лоцманської Кам'янки.

2. р. Дніпро коло с. Іллінського. Дані, в кількості 17 вимірів, стосуються трьох років; зовсім невисвітлений передвесняний період; мало висвітлена друга половина зими. Значення K коливаються від 0,51 (для початку зими) до 0,76 (при N від 14 до 26 діб). Зв'язок між ходом значень K і ходом щоденних температур виражений досить виразно.

На рис. 29 дано залежність, встановлену для значень K з сумами температур додатних і від'ємних, менших -14° (рахуючи від першого дня льодоставу); ця залежність дає такі відхилення від дійсності (для 16 вимірів починаючи з 12-го дня льодоставу; хід значень K в початковий період прийнято за стандартний):

Σt (додатні та від'ємні $> -14^\circ$).

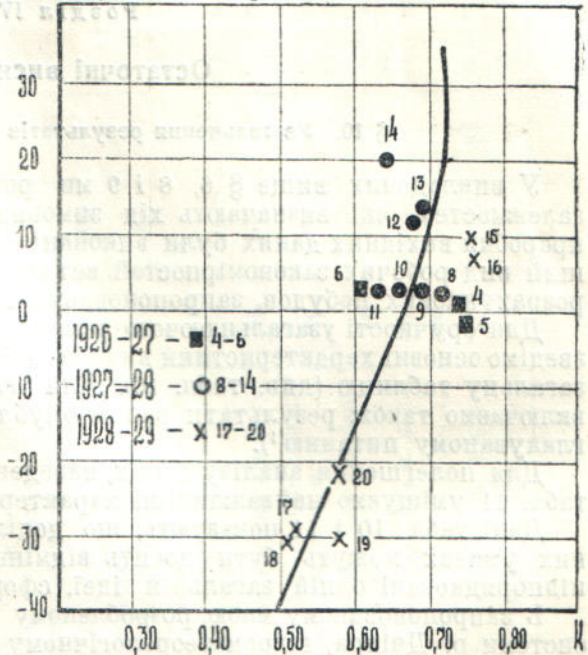


Рис. 29. $K = f(\Sigma t)$ для р. Дніпра коло с. Іллінського.

Границі похибок (%)	Число відхил.	% всіх випадків
< 5	6	37,5
5-10	8	50
10-12	2	12,5

Разом. . . 16 100%

Як бачимо, і тут зв'язок $K = f(\Sigma t)$ виявився цілком реальним; звичайно, дані покладені в основі побудовання цієї залежності, треба вважати недостатніми для обгрунтованого застосування її для інших років.

3. р. Сейм коло м. Мутіна. З наявних 20 зимових вимірів 15 стосуються одного зимового періоду — 1931/32 р.; в 1928/29 і 1929/30 рр. зроблено тільки по одному виміру. Значення K коливаються близько 0,50, в границях $\pm 0,12$, крім трьох явно сумнівних точок ($K = 0,25$; $K = 0,96$ і $K = 0,77$). Початок і кінець зими вимірами зовсім не висвітлені.

р. Сула коло с. Галицького. Русло ріки коло даного пункта трохи заростає водяною рослинністю; зимові витрати мають величини порядку 15—37 м³/сек (за наявними вимірами). Дуже нечисленні значення K розміщуються в границях 0,45—0,63 (крім передвесняного періоду).

Розділ IV

Остаточні висновки

§ 10. Узагальнення результатів виконаних проробок

У викладених вище § 6, 8 і 9 ми розглянули ряд матеріалів щодо залежностей, які визначають хід зимових витрат; в § 8 і 9 спеціальні проробки вихідних даних були виконані нами наново, а в § 6 найдодільніший вид робочих закономірностей встановлювався нами в процесі аналізу розрахункових побудов, запропонованих іншими авторами.

Для зручності узагальнюючого розгляду всього зазначеного матеріалу зведемо основні характеристики виявлених закономірностей і підходів в одну загальну таблицю (див. табл. 10). Для повноти картини, до цієї таблиці включаємо також результати раніш опублікованих моїх розробок по розглядуваному питанню¹⁾.

Для полегшення аналізу даних, наведених в табл. 10, у поданій нижче табл. 11 уміщуємо найважливіші характеристики розглянутих рік.

Дані табл. 10 і 11 показують, що доцільні розрахункові схеми в різних умовах можуть бути досить відмінні, будучи, проте, разом з тим підпорядковані одній загальній ідеї, сформульованій мною ще в 1929 р.

В запропонованому мною, розробленому на матеріалі вимірних постів системи р. Дніпра, гідрометеорологічному методі обчислень зимових витрат, основні положення можна інтерпретувати так:

Поперше, розрахункові робочі схеми для кожного даного конкретного випадку можуть набирати того або іншого вигляду, залежно від властивих даних ділянки ріки конкретних характеристик—гідрологічних, гідравлічних і кліматичних; стандартна розрахункова схема або формула в цьому випадку непридатна.

Подруге, загальний вигляд залежності, що охоплює основний комплекс факторів, які визначають закономірності в ході зимових витрат, відповідає такому виразу: $K = (\Sigma t, N, T, H)$; в тих або інших конкретних умовах практично помітну роль можуть грати тільки деякі з чотирьох факторів, що входять в наведений вище загальний вираз для K : або фактор N —тривалість даної фази T (кригоплав, льодостав), або фактор Σt —накопичення щоденних температур повітря, додатних або додатних плюс деякі різниці між спостереженими від'ємними температурами і граничною від'ємною температурою, що не впливає, яка названа мною „критичною“; абож, нарешті, фактор H —висота рівня (в окремому випадку це може привести до можливості побудування $Q_s = f(H_s)$).

Нарешті, третій момент, який особливо підкреслювався мною в моїх передніших формулюваннях гідрометеорологічного методу і який прямо і безпосередньо впливає з перших двох положень, має на увазі обов'язкову необхідність виконання відповідного детального аналізу вихідних даних, які повинні задовольняти ряд певних умов (охоплення вимірюваннями не менше 3—4 зимових сезонів; розподіл вимірювань більш-менш рівномірно на протязі всього зимового періоду).

¹⁾ Див. „Режим стока Верхнього и Среднего Днепра“.

Таблиця 10

№	Річка	Пункт	Число зимових років вимірів	Число зимових вимірів витрат	Доцільна розрахункова схема	Число похибок в % від усього числа випадків			
						за середньою кривою $Q_a = f(H_a)$			
						< 10%	< 15%	< 20%	< 10%
1	Дніпро	Лок. Кам'янка	11	76	$K = f(\Sigma t, N, NT)$ (гідрометрово-гучний спосіб)	74	91	94	—
2	"	Київ	5	49	Те ж	82	100	—	32
3	"	Речія	8	77	Те ж	93	97	100	53
4	"	Орша	3	31	Те ж	74	87	100	29
5	Прип'ять	Мозир	12	74	Те ж	93	100	—	58
6	Десна	Чернігів	6	89	$K = f(\Sigma t, H, N, T)$ (спрощена схема для трьох типів зим)	100	—	—	100
7	Сож	Гомель	5	68	$K = f \Sigma t, N, T$	97	100	—	87
8	Дон	х. Грем'ячий	2	27	$K = f(\Sigma t)$ (спрощена схема гідромет. способу)	67	85	96	93
9	Волга	Самара	Витрати перенесені з інших створів	Витрати перенесені з інших створів					Відомостей немає
10	"	Тетюші	10	101	$K_{сер} = f(\Sigma t)$, стандарт для п. п. 1)	79	87	92	до 45—50%
11	"	Вязові	11	62	$K_1 = 0,50 (0,52)$ і $K_2 = 0,60$ для відлг. стандарт для п. п.	69	82	88,5	до 25—27%
12	"	Ярославль	8	111	$K = f(\Sigma t)$ (стандарт для варіацій „К“ і для п. п.)	66	77	90	до 60—70%
13	Свір	Піркинічі	7	195	$K = f(N, T)$, стандарт для п. п.	86,7	93,4	98,5	до 33%
14	Кама	Перм	3	37	$K = f(\Sigma t, N, T)$	100	—	—	до 25—27%
15	Колва	Підбоярки	4	160	$K = f(N, T)$, стандарт для п. п.	—	—	97	до 25% (без Q для п. п.)
16	Печора	Якшинська пр.	4	193	$K = f(N, T)$, стандарт для п. п.	—	94	—	до 60—70%
		Разом		1350					

1) Літерами п. п. п. позначено період передвесняного піднесення.

Таблиця 11

№	Ріка	Пункт	Район ¹⁾	Граніці величин вимірених зимових витрат (в м ³ /сек)	Середні глибини в границях (в м)	Швидкості течії в м/сек в границях (за вимірами витрат)	Наявність підводного льоду (шуги)	Граніці коливань „К“ (без п. п. п.)
1	Дніпро	Люд. Кам'янка . . .	I	235—1700	2,5 — 3,8	0,11—0,56	Чимало	0,27—0,85
2	"	Київ	I	280—1400	2,7 — 4,5	1,27—0,65	"	0,40—0,72
3	"	Речина	II	80—400	1,8 — 3,8	0,31—0,64	Мало	0,48—0,75
4	"	Орша	II	23—240	1,20—3,30	0,22—0,86	"	0,28—0,67
5	Прип'ять	Мозир	I	60—650	1,80—4,10	0,14—0,40	Майже немає	0,33—0,73
6	Десна	Чернігів	II	80—180			Мало	0,48—0,63
7	Сож	Гомель	II	57—163	1,50—1,90	0,30—0,52	"	0,46—0,70
8	Дон	х. Грем'ячий . . .	I	67—194	Д а н и х н е м а є		"	0,48—0,85
9	Волга	Тетюші	II	1100—6500	9,10—12,80	0,14—0,50	Відомост. немає	0,35—0,67
10	"	Вязові	II	940—3000	6,60—8,10	0,22—0,48	"	0,38—0,63
11	"	Ярославль	II	200—1000	2,0—4,4	0,17—0,42	Чимало	0,25—0,78
12	Свір	Шркілчи	II	220—1400	4,20—6,00	0,21—0,74	Мало	0,38—0,66
13	Кама	Перм	III	280—750	2,40—3,40	0,18—0,30	"	0,29—0,49
14	Колва	Підбобини	III	20—130	1,20—3,40	0,26—0,50	"	0,31—0,55
15	Печора	Якшиньська прист. .	III	18—154	0,70—2,14	0,19—0,53	"	0,32—0,58

¹⁾ I — південна смуга СРСР, II — середня смуга СРСР, III — північний край.

Сформульовані вище загальні ідеї цілком стверджуються тими результатами, які одержані нами на основі виконаних в цьому викладі розробок.

З розгляненого матеріалу, зведеного в табл. 10, видно, що тим часом як в ряді одних випадків до розрахункових схем входять як основний діючий фактор температури повітря — в ряді інших випадків практично прийнятні результати одержуємо при введенні в розрахунок тільки факторів N і T , а в одному випадку (р. Волга коло Вязових) виявляється цілком допустимим прийняти для розрахунків навіть осереднене стандартне значення K для всіх років спостережень (виділяючи окремо тільки різко відлигові періоди для дуже незначної кількості випадків).

Інтересно відзначити, що з 16 детально розглянутих випадків в десяти випадках встановлена доцільність введення до розрахунку конкретних числових показників фактора температурних характеристик (крім інших факторів). В п'ятьох випадках головним діючим фактором був фактор тривалості N даної льодової фази (T), при чому в одному з цих випадків (для Вязових) цей фактор виявився неістотним для льодоставного періоду (крім передвесняної його частини), зберігаючи свою роль для періодів кригоплавів. Нарешті, в одному випадку поряд з N (для різних T) виявляється дуже істотна роль фактора рівнів H (для Чернігова).

Якщо спробувати зіставити той або інший вигляд встановлених нами розрахункових схем з деякими з основних характеристик розглянутих рік, зведених в табл. 11, можна констатувати таке.

1) Активна роль температурних факторів загалом не визначається цілком ні географічною широтою розміщення розглядуваного пункта, ні величиною ріки. Так, поряд з Доном і Дніпром коло Лодманської Кам'янки, Києва, Речиці і Орші, ми маємо доцільне застосування числових характеристик цього фактора і для р. Ками коло Пермі і Волги коло Ярославля і Тетюші; правда, логічно припустити, що в умовах безвідлигових суворих зим півночі, при стійкому, порівнюючому одноманітному режимі льоду (що характеризується малими коливаннями значень K протягом різних зим) температурний фактор не повинен грати особливо істотної ролі, поступаючись іншим факторам; це ніби і стверджують випадки рр. Печори і Колви.

2) Інтересно далі, що введенням в розрахунок факторів по температурних характеристиках і по тривалості фази вдається цілком добре врахувати переключення режиму, зв'язані з наявністю в живому перерізі великих кількостей підводного льоду — шуги; такі, наприклад, випадки для р. Дніпра коло Лодманської Кам'янки і коло Києва, р. Волги коло Ярославля.

3) Можна констатувати цілковиту невідповідність фактичної мінливості значень K тим теоретичним передумовам, які випливають з чисто гідравлічної інтерпретації явища, про які ми говорили раніше в § 5 (при необхідному припущенні, що $i_{\text{зим}} = i_{\text{літ}}$ і $c_{\text{зим}} = c_{\text{літ}}$ і при введенні в розрахунок товщини тільки поверхневого льоду). Так, за фактичними даними для Волги коло Тетюші при середніх глибинах в границях 9,10—12,80 маємо $K = 0,35—0,67$; а для Волги коло Вязових при середніх глибинах в границях 6,60—8,10 — теж $K = 0,38—0,63$; тим часом в обох цих випадках за нашим графіком рис. 1 значення K повинні були б практично вкладатися¹⁾ в границі 0,50—0,60. Так само для Печори коло Якшинської пристані при середніх глибинах порядку від 0,70 до 2,14 м за теоретичним графіком рис. 1 значення K повинні були б коливатися в

¹⁾ Як у цьому, так і в дальших випадках припускаємо звичайні варіації товщини льоду — від 0,10 до 0,90—1,00 м.

границях від 0,15—0,20 до 0,60, а насправді, тобто за фактичними вимірами, значення K не виходять за границі 0,32—0,53. Висновки ці цілком зрозумілі, бо, крім умовності припущення рівностей $i_{\text{зим}} = i_{\text{літ}}$ і $c_{\text{зим}} = c_{\text{літ}}$, цілком неправильно, звичайно, включати в розрахунок лише товщину шару поверхневого льоду (як таку, що легше піддається вимірам) і цілком ігнорувати лід підводний (донний і шугу).

Як висновок, що стоїть трохи осторонь від викладеного вище, варто особливо підкреслити надзвичайну простоту і цілком достатню для практичних розрахунків точність розрахункової схеми, одержаної нами для р. Свірі. Посилання на дані по цій ріці (саме коло с. Піркіничі) (без опублікування самих даних) особливо часто наводяться інж. Ф. І. Бидіним для ствердження теоретичної правильності і практичної доцільності застосування розгляненої нами у § 5 його пропозиції обчислювати зимові витрати за висунутою ним формулою. Виконаний нами аналіз матеріалів по р. Свірі коло с. Піркіничі показує, що застосування складної і необгрунтованої схеми Ф. І. Бидіна тут зовсім зайве; просто дивним вважаємо ми те, що цей автор, оцінюючи збіжність з дійсністю результатів, одержуваних за його способом при застосуванні його формули, в границях в середньому 10—15% і в рідких випадках¹⁾ 15—25%, і працюючи над цим матеріалом по Свірі цілий ряд років²⁾, не побачив тих, в багато разів простіших закономірностей, які встановлені нами.

Таке саме уялювання простіших співвідношень, які зовсім не вкладаються насправді в схеми Ф. І. Бидіна, ми констатували у цього автора в § 6 для р. Дона біля хут. Грем'ячого і для р. Волги біля кол. Самари. Це ніби дає нам право особливо відтінити відзначену вище особливу „своєрідність“ методів підходу до розглядуваного питання згадуваного автора, які не можна, на нашу думку, в жодній мірі визнати за корисні для справи.

§ 11. Найраціональніші розрахункові схеми

Підсумовуючи все сказане вище, можна зробити такі висновки, які трохи розширюють і доповнюють мої попередніші формулювання з даного питання. Наш аналіз охопив, через відсутність відповідних даних, матеріали по ріках тільки великих і середніх, з зимовими витратами в границях від 20—130 м³/сек до 1100—6500 м³/сек; малі і дуже малі ріки, яких у нас особливо багато, — в нашому викладі не розглядалися.

Ми вважаємо, все таки, що закономірності і співвідношення, дійсні для середніх і великих рік, повинні загалом зберегти свій характер і для рік малих; в цьому останньому випадку ускладнюючими моментами для ряду рік можуть служити тільки такі явища, які для багатьох наших малих річок нерідко можна визнати специфічними: явища мінливості русла; явища змінного підпору від різних вододіючих установок; явища заростання водною рослинністю (влітку).

Ми встановили на початку цієї роботи, що ті або інші розрахункові схеми для обчислення зимових витрат повинні вибиратись, поперше, відповідно до того або іншого цільового призначення характеристик стоку і, подруге, відповідно до тієї або іншої наявності вихідних даних—даних вимірів зимових витрат.

Для одержання сумарних порічних значень стоку і тим більше норми стоку цілком допустимим можна вважати застосування найпростіших

¹⁾ Див., напр., інж. Ф. И. Бидина, Некоторые характеристики летнего и зимнего режима р. Волги. Исследование рек СССР, Изд. ГГИ, Ленинград, 1933.

²⁾ Як зав. гідрометеорологічної станції на р. Свірі, коло с. Піркіничі протягом багатьох років.

з підходів, названих нами в § 4 „спрощеними“, тобто обчислень за літньою кривою витрат $Q_s = f(H)$, з дальшим введенням в розрахунок вибраного за даними наявних вимірів осередненого для всіх років значення K .

Такий самий спрощений підхід ми мусимо допустити при відсутності достатнього числа виконаних зимових вимірів витрат; треба тільки застерегти від ілюзій щодо можливості широкого використання в цих випадках аналогій з сусідніми ріками або пунктами вимірів, бо об'єктивних підстав до обґрунтування такого роду аналогій ми покищо не маємо.

Само собою зрозуміло, що наближеність таких розрахунків повинна бути відповідно оговорена і як для інших розрахункових цілей, так і при наявності достатніх вихідних даних, виконані спочатку наближені підрахунки повинні бути уточнені.

Виключаючи відзначені вище випадки, побудування раціональної розрахункової схеми для обчислень зимових витрат обов'язково повинне базуватись на належно виконаному докладному аналізі даних вимірів. Аналіз цей зручно виконувати в такому порядку:

1) Повинна бути складена відомість основних характеристик вимірів зимових витрат; її зручно складати за такою приблизно формою:

Таблиця 12

№	Фази льодових явищ		Величина виміреної витрати Q_s в м ³ /сек	Рівень вимірений за водостом H_s в см	Витрата за літньою кривою, що відповідає $H_s - Q_s$ в м ³ /сек	$K = \frac{Q_s}{Q_s}$	N_1 - число днів від початку фази льодових явищ	N_2 - число днів від кінця фази льодових явищ (тільки для льодоставу)
	Дати вимірювань	Відмітки про дати початку і кінця кригоплаву і льодоставу						
		Фази, що відповідають вимірам витрат						

2) Далі повинні бути побудовані:

а) графік співвідношень $Q_s = f(H_s)$, на якому повинна бути нанесена $Q = f(H)$ для чистої води;

б) графіки $K = f(N)$ — для періодів льодоставу і окремо, у випадку наявності відповідних даних, для осіннього кригоплаву і для весняного кригоплаву; на графіку $K = f(N)$, що стосується до періодів льодоставу, повинні бути наведені сумішені з шкалою для K криві ходу щоденних температур повітря за ближчою метеорологічною станцією, за період днів за 10 до початку льодоставу і кінчаючи останнім днем льодоставу;

в) графіки ходу щоденних зимових рівнів для років вимірювань, з зазначенням фаз льодових явищ і дат вимірювань зимових витрат.

На всіх вищезазначених графіках для точок зимових вимірів витрат повинні бути вибрані однакові умовні позначення, різні для різних гідрологічних років і нумерація, що відповідає нумерації вихідної відомості табл. 12.

Аналіз зручно починати із з'ясування ступеня розкиданості точок вимірів на графіку $Q_s = f(H_s)$, виділяючи при цьому окремо на графіку точки, що стосуються передвесняного періоду; оцінку цієї розкиданості зручно виконувати після попереднього побудування певної осередненої кривої $Q_s = f(H_s)$.

Дальший аналіз повинен бути виконаний відповідно до тих детальних вказівок, які я вже багато разів формулював, викладаючи запропонований мною гідрометеорологічний метод¹⁾.

¹⁾ Див., напр., проф. А. В. Огневский, Гидрометрия и производство гидрометрических работ, Энергоиздат, Москва 1934, див. с. 451—452 і дальші, або проф. А. В. Огневский, Режим стока Верхнего и Среднего Днепра, Киев 1932, див. с. 109 і дальші.

В результаті виконання детального аналізу одержаних характеристик зимових вимірів можна прийти до різних розрахункових схем, які включають різні комбінації розрахункових компонентів Σt , N , H і T . Якщо ж мати на увазі закономірності тільки для основної фази льодових явищ, тобто для льодоставу, то цим виключається четвертий компонент нашого загального співвідношення $K = f(\Sigma t, N, H, T)$, тобто фаза льодових явищ T і лишаються можливі комбінації тільки з трьох основних компонентів Σt , N і H . Для фаз кригоплаву, як осінньо-зимового, так і весняного, ми з необхідності (через відсутність з цього питання належних матеріалів), змушені приймати майже завжди інтерполяційну схему значень K за лінійним законом, тобто від 1,0 до значення K в перший день льодоставу для передльодоставного кригоплаву і від значення K в останній день льодоставу (наприкінці зими) до $K=1$ в перший день „чисто“ для весняного кригоплаву; для фаз кригоплаву в середині зими доводиться звичайно приймати в тій або іншій мірі умовні стандартні шкали $K = f(N)$, які базуються або на звичайно випадкових і одиничних вимірах, або на міркуваннях, аналогічних формульованим вище положенням для передзимового і передвесняного кригоплавів.

Оскільки, як ми бачимо, розрахунки для кригоплавних періодів обґрунтовуються практично в усіх випадках однаково ¹⁾, доцільно виключити ці фази з розгляду при диференціації розрахункових схем відповідно до різних конкретних умов і мати на увазі, таким чином, тільки льодоставний період.

Тоді, відповідно до сказаного вище, можна намітити такі можливі типи розрахункових схем:

I тип:	$K = f(\Sigma t, N, H)$	}	(18)
II "	$K = f(\Sigma t, N)$		
III "	$K = f(\Sigma t, H)$		
IV "	$K = f(N, H)$		
V "	$K = f(\Sigma t)$		
VI "	$K = f(N)$		
VII "	$K = f(H)$		
VIII "	$K = \text{const}$		

Нарешті, як окремий випадок типів VII і VIII, треба згадати відзначене раніше можливе застосування залежності $Q_a = f(H_a)$.

В усіх зазначених виразах для K компонент Σt має на увазі ті або інші числові характеристики різних комбінацій ходу щоденних температур повітря за ближчою метстанцією, взяті в тому їх тлумаченні, яке наведено раніше, на с. 69 цього дослідження; ці числові характеристики можна брати або для всього періоду льодоставу (як, напр. по Києву або Орші), або для частини його (як, напр., по Мозирю або по Ярославлю); в загальному випадку зв'язок компонента (Σt) з ходом значень K повинен виражатися спеціально побудованою для даних умов графічною залежністю, а в окремих випадках і простішими співвідношеннями (див., як приклад, розрахункову схему по Чернігову). Вплив фактора N — тривалості льодоставу, в загальному випадку може виявлятися протягом усього періоду льодоставу, як, наприклад, для Києва або для Ярославля, або тільки для частини його (напр., тільки для передвесняного періоду, як от для р. Свірі, для р. Волги коло с. Тютюші і коло Вязових та ін.).

Фактор H (рівні) може впливати на хід значень K в таких самих різних формах, як і фактор N . Щодо суті впливу на хід значень K факторів Σt , N і H , то причини і форма цього впливу зрозумілі з тих загальних

¹⁾ Саме з цієї причини ми не торкались цього питання в усьому попередньому викладі.

передумов і положень, які мною не один раз формулювались при викладі того гідрометеорологічного методу.

Найскладніший вигляд повинні мати розрахункові схеми типу I; прикладом спрощеної інтерпретації цієї схеми (щодо компоненту Σt) може служити наша розрахункова схема по р. Десні коло м. Чернігова. Очевидно, схема може бути придатна при порівнюючи невеликих глибинах ріки, а в інших випадках — для випадків зимових повідневих горизонтів.

Тип II застосований був у значній кількості випадків: для р. Дніпра коло Києва, коло Лоцманської Кам'янки, Речиці і Орші; для р. Прип'яті коло Мозиря, для р. Сожа коло м. Гомеля, для р. Волги коло Тетюші, коло Ярославля¹⁾, для р. Ками коло м. Пермі; можна вважати, що цей тип залежності був застосований в дуже спрощеній інтерпретації також до р. Волги коло Вязових.

Прикладом застосування залежностей типу III можуть служити описані в § 6 підходи інж. Д. Л. Соколовського для р. Волги коло Ярославля і Тетюші. Цей тип залежності, як це було показано мною вище, може бути замінений типом II.

Тип IV в практиці відомих мені розрахунків не траплявся.

Тип V застосовано мною (див. § 6) з цілком задовільними результатами для р. Дона коло хут. Грем'ячого.

Тип VI має добрий вираз в нашій розрахунковій схемі для р. Свірі коло с. Піркіничі, а також для р. Колви коли с. Підбобики і для р. Печори коло Якшинської пристані.

Для типу VII, відповідно з даними § 4, прикладом може служити розрахункова схема по р. Колимі коло м. Середне — Колимська (див. вище табл. 2, № 13).

Тип VIII, коли $K = \text{const}$, можна інтерпретувати також як окремий випадок наявності залежності $Q_{\text{зим}} = f(H_{\text{зим}})$ [бо умова $K = \text{const}$ не обов'язкова для наявності залежності $Q_s = f(H_s)$]. Очевидно, цей тип у чистому його вигляді навряд чи можливий, хоч би через те, що зміни значень K завжди мають місце в передвесняний період, навіть при практичній їх сталості протягом решти частини періоду льодоставу (як, напр., для Волги коло Вязових). Цей тип, нерідко в неправильній його інтерпретації, має застосування в практиці спрощених підходів, розглянутих мною в § 4.

Отже, з встановлених нами восьми можливих основних типів розрахункових схем, тільки два типи (IV і VIII) не знайшли обґрунтованого відбиття в наявних і відомих нам матеріалах відповідних побудов; з решти шести типів, очевидно, найзагальнішим є тип II, що цілком ув'язується з очевидною найбільш ефективною роллю в закономірностях, яким підлягає хід зимових витрат, компонентів (Σt) і (N).

Щодо можливих міркувань про ті або інші зовнішні ознаки, які відповідають доцільності застосування одного з зазначених восьми типів співвідношень для даного конкретного випадку, то такі ознаки покищо формулювати важко; комплекс умов, які визначають даний тип співвідношення, як уже відзначалось, повинен бути виявлений аналізом даних вимірів. Можна вважати, що типи I і II повинні мати особливо широке застосування в умовах півдня і середньої смуги; тип V, мабуть, більше придатний для рік півдня, де можна ждати особливо сильного впливу температур повітря, що значно превалює над можливим впливом інших

¹⁾ Мається на увазі розрахункові схеми, побудовані мною замість запропонованих для цих випадків інж. Д. Л. Соколовським, більш складних, менше певних і менше обґрунтованих, як це показано мною вище в § 9.

факторів. Тип VI властивий, очевидно, рікам півночі, з спокійною течією, а також озерним рікам з багатоводним живленням; в першому випадку малий вплив як правило тільки від'ємних температур повітря на хід зимового режиму ріки, вкритої льодом, зрозумілий без особливих пояснень; в другому випадку вплив на лід (поверхневий і підводний), що виявляється в часі, значних мас води, які надходять з озера, може також виявитись сильніший, ніж вплив ходу температур повітря.

Отже, найраціональніша розрахункова схема для обчислень зимового стоку повинна визначатись як конкретною установкою і умовами цих розрахунків, так, головню (при наявності відповідних вихідних даних), результатами відповідно виконаного аналізу вихідних даних. Цей аналіз повинен встановити сумарні підсумки складного і своєрідного в кожному окремому випадку взаємодіяння всіх основних діючих факторів — гідрологічних, гідравлічних і гідрометеорологічних — і дати найраціональнішу розрахункову схему, що відповідає одному з восьми можливих типів наведених вище окремих співвідношень (18), що є окремими випадками загального співвідношення, запропонованого мною ще в 1929 р.

На закінчення спинімося ще на важливому питанні про способи обчислення зимових витрат при відсутності будь-яких даних зимових вимірів.

Очевидно, задачу цю можна розв'язати тільки так само грубо наближено, як і задачу побудування звичайної (літньої) кривої витрат без будь-яких дійсних вимірів по літніх витратах; інакше кажучи, в розглядуваному випадку мова може бути лише про дуже грубе наближення до дійсності, що аж ніяк не виключає можливості дуже значних похибок в остаточних обчисленнях.

Як ми вже бачили вище, фактичний територіальний розподіл величин перехідних коефіцієнтів K не дає підстав до їх географічного районування, хоча б у їх середньому виводі.

Із сказаного раніш очевидно, що деякі грубі закономірності в ході величин K можна намітити тільки по основному комплексу головних діючих факторів, які відповідно до зробленого нами аналізу визначають той чи інший хід значень K . Таким комплексом можна вважати: 1) гідравлічні характеристики дільниці створа, найголовнішими з яких є глибини і швидкості течії; 2) гідрологічні характеристики дільниці створа, а саме — характер живлення, зокрема розміри і режим підземного живлення; 3) кліматичні характеристики району, які визначають головню хід зимових температур повітря.

Стосовно до трьох зазначених головних груп діючих факторів і виходячи з тих даних, що є у нас, можна як перше грубе наближення, яке, безперечно, потребує ряду дальших істотних корективів, дати таблицю ймовірних величин осереднених значень K , що її наведено на с. 77 (див. табл. 13).

Наведена таблиця не може не мати сугубо орієнтовного характеру не тільки в зв'язку з відсутністю достатньої кількості даних щодо співвідношень для зимових витрат, але значною мірою й через те, що значення коефіцієнта K (як те ми бачили в попередньому викладі) звичайно варіюють у дуже широких границях не тільки в різні роки, а й протягом окремих зимових сезонів.

Отже користування наведеною схемою допустиме тільки для виконання грубо орієнтовних обчислень зимового стоку при повній відсутності даних дійсних вимірів.

Таблиця 13

№	Середнє значення K	Комплекс діючих факторів			Приклади
		Глибини і швидкості течії	Умови живлення і літні мінімуми	Кліматичний район	
1	0—0,20	1) Незначні глибини (до 1,0—1,5 м) і швидкості. 2) Значні глибини і швидкості.	1) Літні мінімуми незначні, включно до нуля (пересихання). 2) Літні мінімуми можуть бути дуже значні.	1) Південна смуга Європейської частини СРСР. 2) Північні райони Азіатської частини СРСР.	рр. Єнісей, Яна.
2	0,20—0,40	Незначні глибини — до 1,0—1,5 м, швидкості — порядку 0,30—0,40 м ² /сек.	Літні мінімуми — порядку одиниць м ² /сек, пересихання немає.	Європ. частина СРСР.	рр. Медведица, Кринка.
3	0,30—0,50	Глибини — порядку 1,0—3,0 м, швидкості — порядку 0,20—0,50 м ² /сек.	1) Літні мінімуми — порядку десятків і сотень м ² /сек. 2) Літні мінімуми — порядку одиниць і десятків м ² /сек.	1) Північний край Європ. частини СРСР. 2) Середня й південна смуги Європ. частини СРСР.	рр. Кама, Колва, Печора. рр. Твер, Унжа, Кам'янка.
4	0,40—0,60	Глибини — порядку 2,0—6,0 м, та більше швидкості — порядку 0,20—0,50 м ² /сек.	1) Озерне живлення. 2) Літні мінімуми — порядку сотень і тисяч м ² /сек.	Середня смуга Європ. частини СРСР. Середня й південна смуги Європ. СРСР.	р. Свір. р. Волга коло Ярославля, Тютюші, Вязових.
5	0,50—0,60	Глибини — порядку 1,50—4,0 м, швидкості — порядку 0,30—0,60 м ² /сек.	Літні мінімуми — порядку десятків і сотень м ² /сек.	Середня й південна смуга Європ. частини СРСР.	рр. Десна коло Чернігова, Сож коло Гомеля, Дніпро коло Речиці, Дон коло Калача.
6	0,60—0,80	1) Глибини — порядку до 1,0—1,5 м, швидкості — порядку 0,10—0,20 м ² /сек 2) Глибини — до 2—4 м.	1) Заболочений басейн і долина ріки. 2) Озерні басейни.	Середня й південна смуга СРСР. Середня й північна смуги Європ. частини СРСР.	рр. Ніва, Виг.

Об обоснованиях вычислений зимнего стока (по новым данным)

Резюме

Работа имеет целью дать новые соображения и новые данные по вопросу обоснования вычислений зимнего стока, главным образом, в разрезе основных установок предложенного автором еще в 1929 г. гидрометеорологического метода.

Работа распадается на четыре главы.

В первой вступительной главе формулируются цели исследования, рассматривается практическое значение вопроса и подчеркиваются основные трудности его решения. Автор приходит к выводу, что разные целевые установки по использованию данных о стоке определяют практическую целесообразность той или иной степени точности исчисления такового.

В главе II излагаются основные характеристики практикуемых подходов к вычислению зимнего стока и рассматриваются обоснования этих подходов. Автор особо выделяет при этом, во-первых, практикуемые упрощенные подходы и, во-вторых, те приемы, которые построены на тех или иных специальных теоретических обоснованиях.

Собранные автором данные по практикуемым упрощенным подходам суммируют довольно обширный материал, относящийся к 29 различным рекам Союза, начиная от рек крайнего севера и Якутской ССР и кончая реками юга УССР; этот материал (сведенный в таблицу 2) весьма наглядно иллюстрирует как большое разнообразие применяемых упрощенных подходов, так и частую совершенную их необоснованность.

Последний раздел главы II посвящен оценке и анализу новейших предложений по способам вычисления зимних расходов. Автор устанавливает здесь необоснованность и совершенную искусственность ряда прежних и новых схем инж. Ф. И. Быдина и констатирует, на ряде выполненных последним разработок, фактическое признание им ряда исходных положений гидрометеорологического способа автора. Рассмотрены также подходы инж. Д. Л. Соколовского, примененные им при вычислениях зимнего стока по ряду пунктов р. Волги.

Глава III посвящена анализу новых материалов, специально собранных автором для выполнения настоящей работы. Эти материалы включают в себя около 1100 зимних измерений по рекам: Печора, Колва, Кама, Свирь, Волга (у Ярославля, у Тетюшей и у Вязовых), Днепр (новые измерения у Киева, измерения у Кременчуга и измерения у с. Ильинского на Нижнем Днепре), Десна (новые измерения у Чернигова), Припять (новые измерения у Мозыря), р. Сула. Новые измерения у Киева (Днепр), у Чернигова (Десна) и у Мозыря (Припять) используются автором для проверки ранее разработанных им для этих пунктов (на основе старых материалов) расчетных схем, отвечающих гидрометеорологическому методу автора.

Проверка эта целиком подтверждает устойчивость названных расчетных схем и их весьма близкое соответствие действительности (по Киеву новые данные дают отклонения до 10% в 100% случаев новых измерений, по Чернигову — в 84% случаев, не выходя вообще за пределы 15%, кроме Мозыря).

Новые обширные материалы по измерениям у пунктов по р.р. Печора, Колва, Кама, Свирь и Волга подвергнуты автором детальному анализу, на основе коего автором разработаны рациональные рабочие расчетные схемы, с выполнением детальной оценки соответствия таковых действительности. Автор устанавливает при этом целесообразность различного варьирования в расчетных схемах основных компонентов, влияющих на

ход зимних расходов, т. е. числовых характеристик температурного режима зимы (Σt), фактора продолжительности различных ледовых фаз (N) и значений зимних уровней (H). При этом для ряда пунктов р. Волги автором предлагаются иные, более простые, более точные и конкретные схемы, чем предложенные инж. Д. Л. Соколовским; для р. Свири у с. Пиркиничи установлена практически достаточно точная расчетная схема, во много раз более простая, чем предлагаемая инж. Ф. И. Быдиным и исходящая из учета совершенно иных факторов чем те, которые обычно фигурируют у последнего; автором в тоже время доказана совершенная фиктивность ряда расчетных соотношений, предложенных в последнее время для конкретных случаев (р. Дон у хут. Гремячего, р. Волга) инж. Ф. И. Быдиным и показана ошибочность некоторых общих утверждений и конкретных построений (относящихся к исчислениям зимнего стока по р. Волге) инж. Д. Л. Соколовского, в частности некоторых его замечаний по поводу условий применения метода автора.

Глава IV посвящена заключительным выводам и разбита на две части: 1) обобщение результатов выполненных проработок и 2) выяснение вопроса о наиболее рациональных расчетных схемах. Сводные данные о полученных результатах даны в двух таблицах № 10 и № 11. Автор констатирует, что из 16 детально рассмотренных им случаев в десяти случаях температурный фактор оказался наиболее активным, включая случаи, как главным образом рек юга, так и средней полосы и даже севера; этим фактором хорошо учитывается также зажорность рек в начале зимы;

в пяти случаях наибольшее влияние на ход коэффициента „ K “ ($K = \frac{Q_a}{Q_n}$) выявилося у фактора продолжительности данной ледовой фазы.

Во второй части автор дает новое обобщение рациональных зависимостей для установления закономерностей в ходе значений „ K “, в виде восьми характерных типов (см. соотношения 18), возможных в тех или иных конкретных условиях; типы этих закономерностей для отдельных конкретных случаев должны выясняться из соответствующим образом выполняемого анализа исходных данных. Эти типы зависимостей отвечают различным вариациям трех основных действующих факторов, входящих в общее выражение для „ K “, предложенное автором еще в 1929 г.: $K = f(\Sigma t, N, H)$.

В конце изложения автор дает ряд соображений о приближенном определении значений K для совсем неизученных рек; результативная схема, учитывающая главнейший комплекс действующих факторов, т. е. основные гидравлические, гидрологические и климатические характеристики рек, — приводится в таблице 13; схема эта, конечно, может иметь только сугубо ориентировочный характер.

Таким образом, настоящая работа вновь подтверждает правильность и общность предложенного автором гидрометеорологического метода вычисления зимних расходов, одновременно еще более его конкретизируя и развивая на базе новых материалов, гораздо более обширных, чем имевшиеся у автора ранее, и обнимающих ряд разнообразных по своему режиму рек южной, средней и северной полосы СССР.

The foundations of the calculation of the winter flow
(according to new data)

Summary

This work aims to give new considerations and new data concerning the foundations of the calculation of the winter flow, mainly from the standpoint of the basic trend of the hydrometeorological method offered by the author in 1929.

The paper is divided into four chapters.

In the first introductory chapter the object of the investigation is formulated, the practical significance of the problem considered, and the basic difficulties of its solution laid stress on. The author comes to the conclusion that the different objects in the application of the flow data, determine the practical expediency of such or other accuracy in the calculation of the flow.

In chapter II the basic characteristics of the methods for calculating the winter flow now in use are given, and the foundations of these methods considered. The author singles out, first, the simplified methods and, secondly, those which are based on these or other special theoretical foundations.

The data concerning the simplified methods in use collected by the author, present a summary of a sufficiently large amount of material embracing 29 different rivers of the Soviet Union, beginning with the farthest northern and the Yakutian SSR rivers and up to the southern rivers of the Ukrainian SSR. This material clearly illustrates both the large variety of the simplified methods applied and their frequently absolute fallaciousness.

The last section of Chapter II contains the appraisal and analysis of the modern methods offered for calculating the winter flow. The author establishes herein the fallaciousness and absolute artificialness of a number of old and new schemes worked out by F. E. Bydin, eng., and, by considering a series of diggings carried out by F. E. Bydin, proves a number of starting points of the author's hydrometeorological method to have been acknowledged by the latter. The methods used by D. L. Sokolovsky in calculating the winter flow in a number of Volga river spots are also considered here.

In Chapter III the new materials collected by the author for the special aim of this investigation are analyzed. These materials contain about 1100 measurements in rivers: Pechora, Kolva, Kama, Svyr, Volga (near to Iaroslavl, Tetiushi, and Viazzy), Dnieper (new measurements around Kiev, Kremenchug, and Ilinsky village on the Lower Dnieper), Desna (new measurements around Tchernigov), Sula. New measurements around Kiev (Dniepr), Tchernigov (Desna) are used by the author for checking up calculation schemes, worked out formerly (on the basis of old materials) corresponding to the author's hydrometeorological method. In this process the stability of the calculation schemes above is completely proved as well as their close agreement with reality (the Kiev data show a deviation not exceeding 10 per cent in all the new measurements, while Chernigov data show a disagreement up to 15 per cent in 84 per cent of the cases considered).

New large material comprising measurements of spots around Pechora, Kolva, Kama, Svyr and Volga rivers are given full consideration here and on the basis thereof rational working schemes are developed by the author along with a detailed evaluation of their agreement with reality. The author shows the expediency of varying such basic components of the calculation schemes as influence the process of winter flow, i. e. the numerical characteristics of the thermal winter régime (Σt), the duration factor of

different glacial phases (N), and the values of winter levels (H). The author suggests for a number of spots on the Volga river more accurate, simple, and concrete schemes than those offered by D. L. Sokolovsky. For Svyr river near Pirkinichi village a practical, sufficiently accurate calculation scheme is worked out which is much simpler as compared with that of F. E. Bydin and based on the consideration of factors completely different from those used by the latter.

Chapter IV contains final conclusions and is made up of two parts: 1) generalization of the work carried out, and 2) elucidation of the problem concerning the most rational calculation schemes. The data of the results obtained are summarized in tables 10 and 11. The author states that in ten out of the 16 cases considered in detail the thermal factor proved the most active including such cases as involve mainly the rivers of the South, the middle zone, and even the North. This factor takes as well into account the accumulation of water in the river at the beginning of winter. In 5 cases the duration factor of the given glacial phase has shown the greatest influence upon the factor $K \left(K = \frac{Q_a}{Q_n} \right)$, where Q_a —winter discharge and Q_n —discharge when there is no ice on the river at the same level.

In the second part a new generalization is presented by the author of the rational relations determining the law of the variation of K by means of eight characteristic types of relation (18) possible under some or other concrete conditions. The type of these variations in particular concrete cases should be determined by an analysis of initial data properly carried out. These relations correspond to different variations of the three fundamental factors combined in the general expression for K suggested by the author in 1929:

$$K = f(\Sigma t, N, H).$$

Thus, the present investigation is again corroborative of the accuracy and generality of the hydrometeorological method of winter flow calculation worked out by the author. Moreover this method is further developed herein on the basis of new materials broader in scope and involving a number of rivers of the South, middle zone and North, different with regard to their régime.

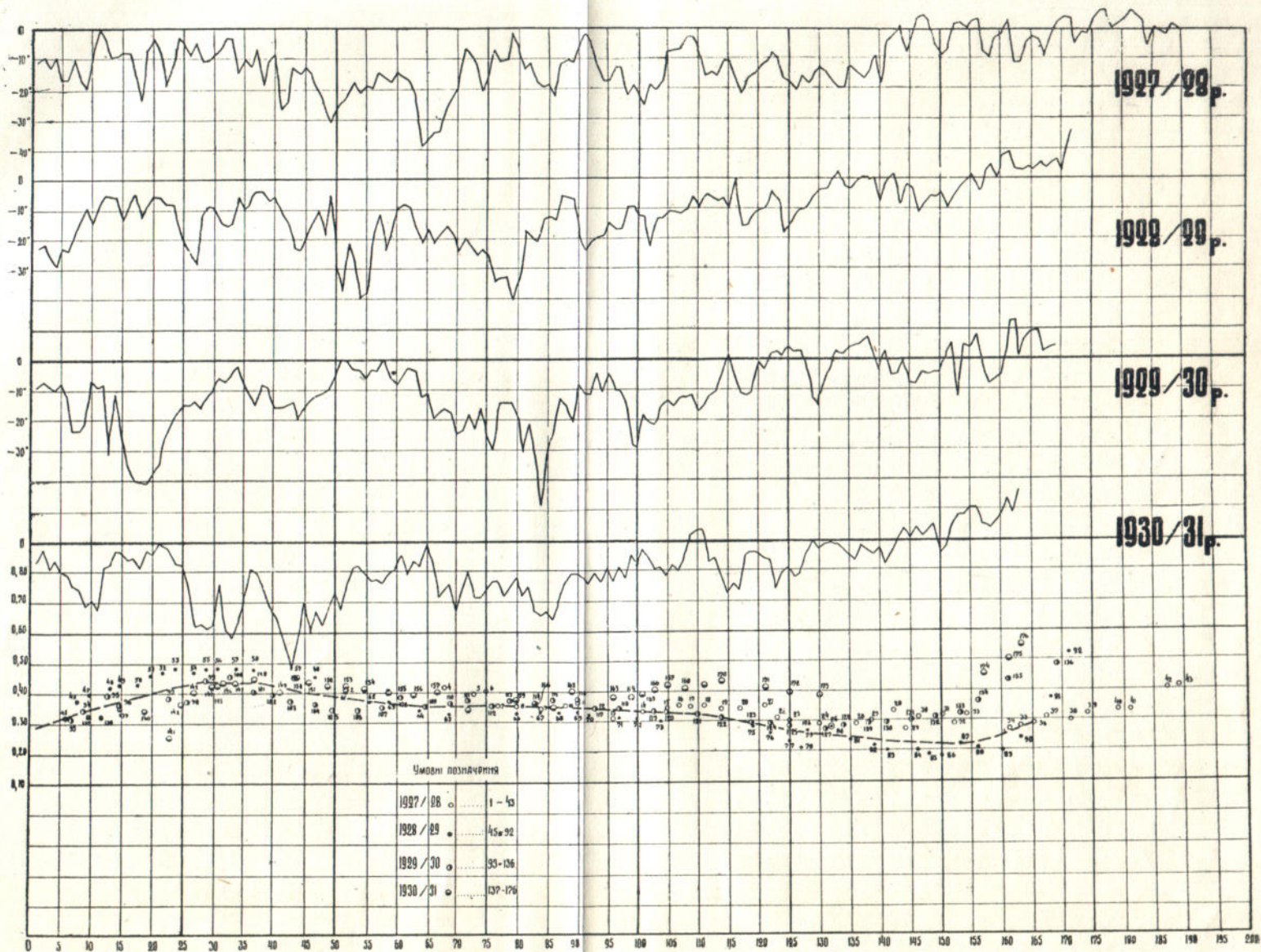


Рис. 9. Щоденні температури та $k=f(N)$ для р. Печори коло с. Якшинська пристань.

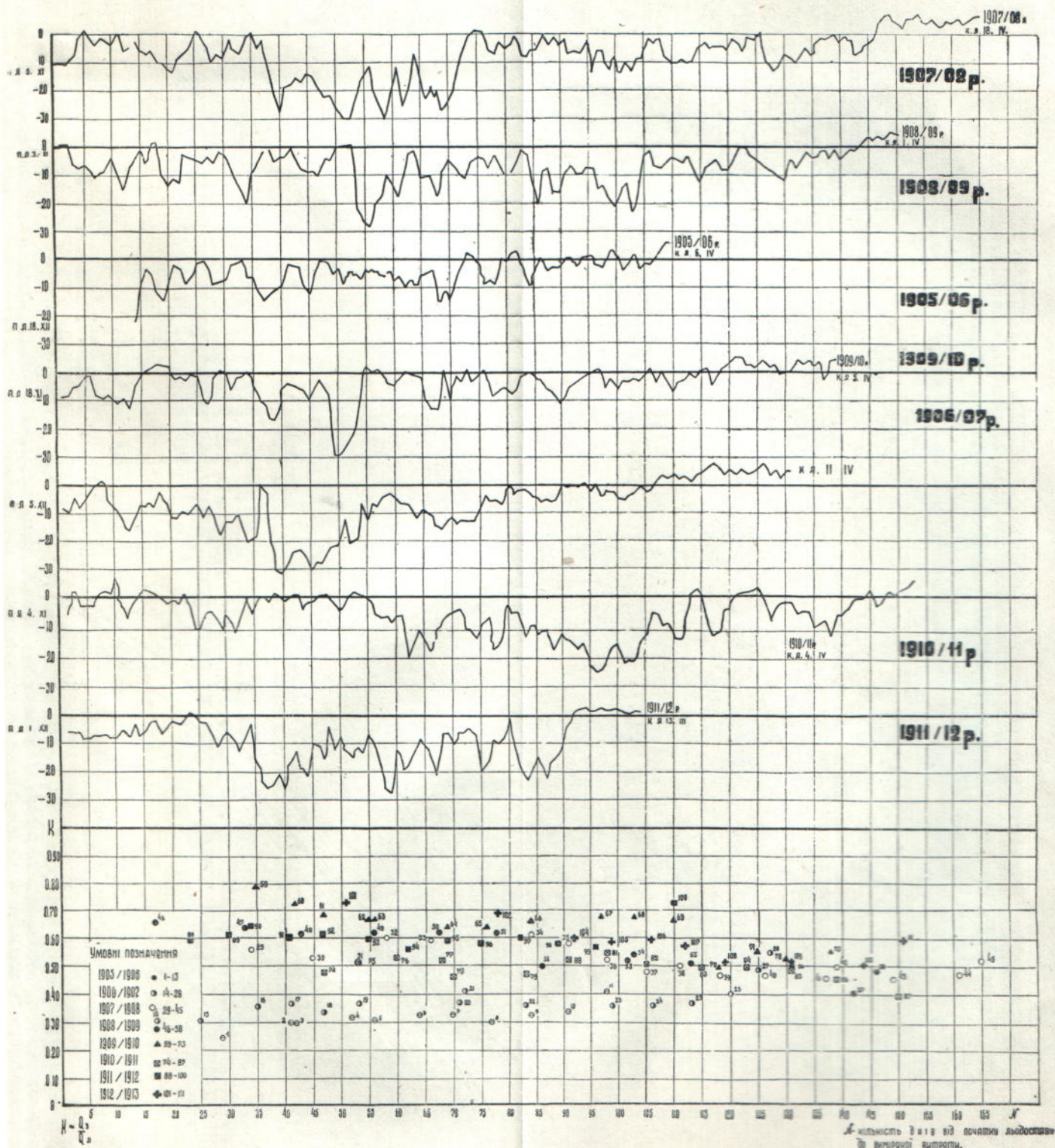


Рис. 19. Щоденні температури та $k = f(N)$ для р. Волги коло м. Ярославля.

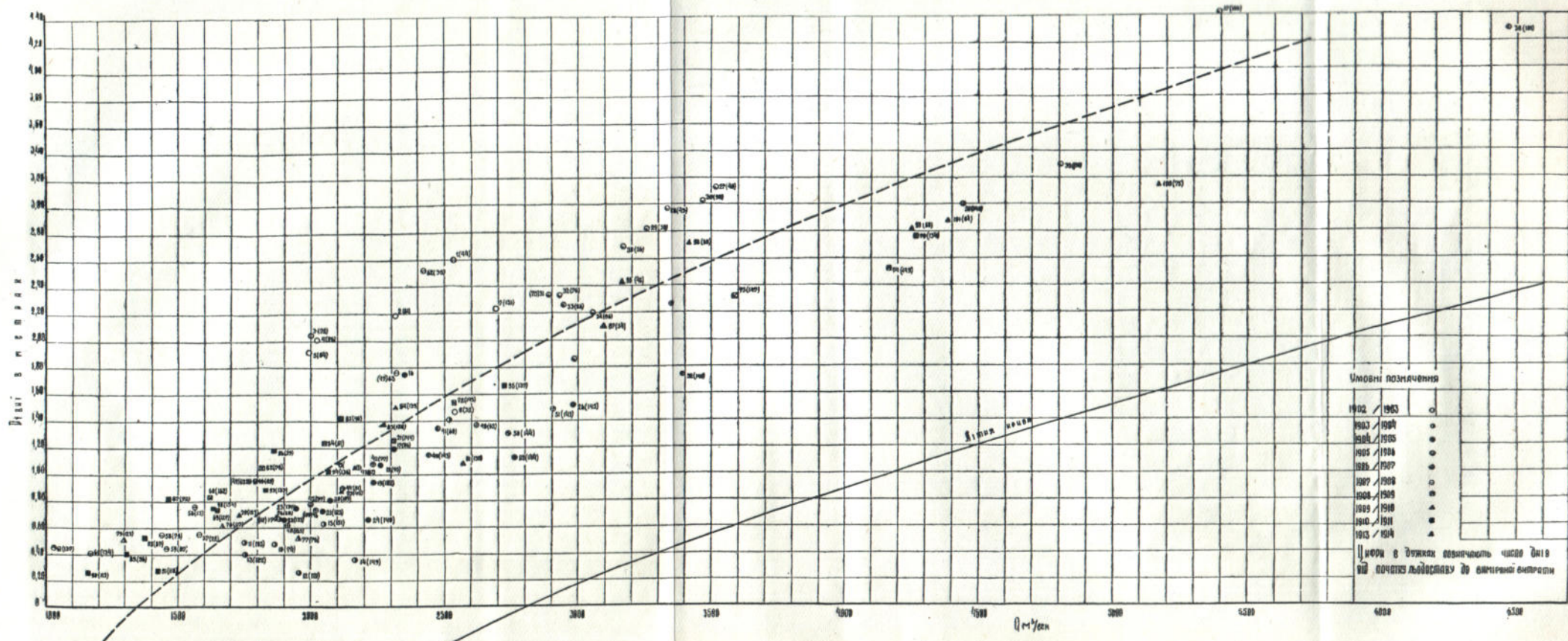


Рис. 22. $Q_N = f(N)$ для р. Волги коло с. Тетюні.

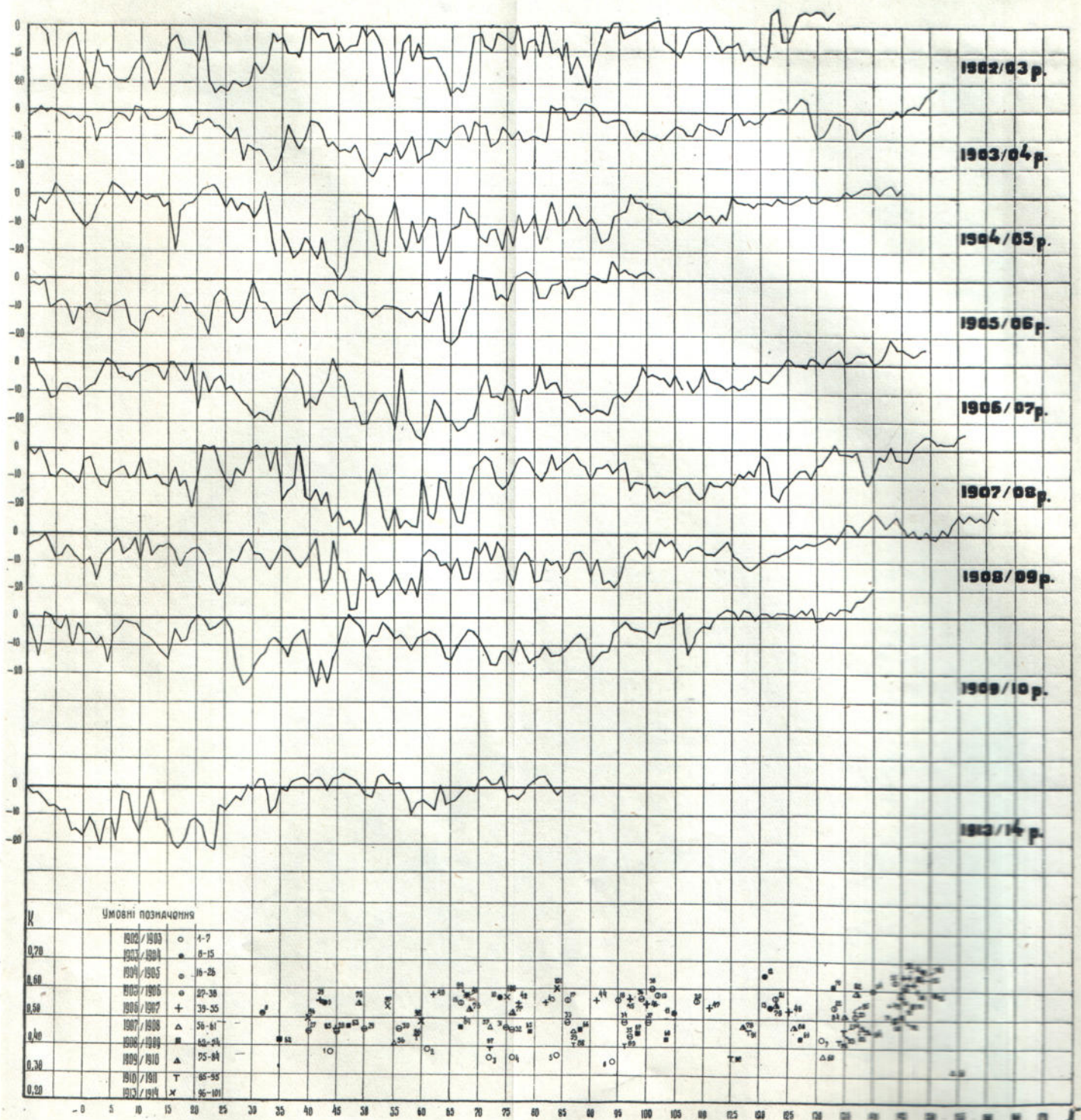


Рис. 23. Щоденні температури та $k=f(N)$ для р. Волги коло с. Тетюші.

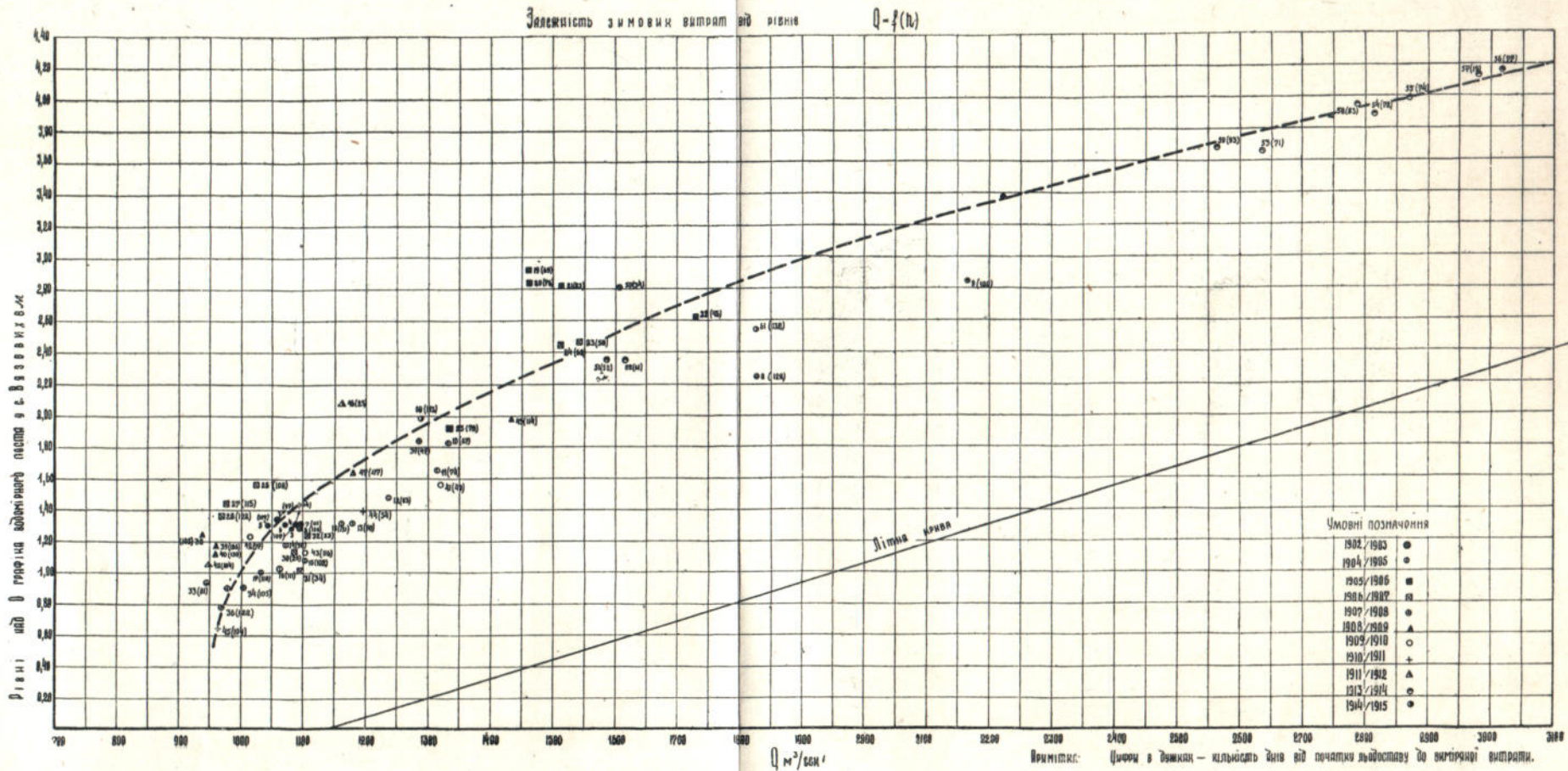


Рис. 26. $Q_z = f(N)$ для р. Волги коло с. Вязових.

Проф. А. В. Огієвський

До характеристики кліматичних елементів басейну р. Дніпра

Кліматичні елементи басейнів р. Дніпра вище Києва до цього часу були опрацьовані тільки у вигляді даних щодо опалів і температур повітря для таких окремих басейнів¹⁾: 1) Прип'ять, 2) Верхній Дніпро з Березиною і Сожем (до Лова) і 3) Десна — у всіх випадках, починаючи з 1876—1884 рр. і кінчаючи 1929 р., при вимушеній перерві (в зв'язку з відсутністю відповідних, досить надійних та повних вихідних даних) з 1917 р. по 1922—1925 рр. (крім випадку басейну всього Верхнього Дніпра до Києва, де цю перерву можна було заповнити, щоправда тільки на основі обчислень, загалом менш надійних, ніж для інших років).

У зв'язку з цим серйозний являє інтерес виконання спеціальних обробок, які дають характеристики ходу кліматичних елементів і для інших основних окремих басейнів, крім трьох вищезазначених.

У цій статті подаємо додаткові характеристики величин опадів та температур для таких чотирьох окремих басейнів: 1) р. Дніпро до м. Орші, 2) р. Дніпро до м. Речиці, 3) р. Березина і 4) р. Сож.

Ці обробки були виконані під безпосереднім доглядом інж. А. І. Прядченка. Вихідні дані для обробок були взяті частково з „Летописей“ ГГО (для опадів — до 1915 р., для температур — до 1910 р.), а частково одержані і безпосередньо з архівних даних ГГО.

Відповідно до наявних вихідних матеріалів, період обчислень опадів для всіх вищезазначених окремих басейнів охоплює 1889—1929—1932 рр. з вимушеною перервою для 1918—1926 (1927) рр.

Отже виконані обробки по опадах охоплюють періоди від 28 до 32 років (28 років для Речиці і по 30—32 роки для рр. Дніпра до Орші, Березини і Сожа).

Щодо обробок по температурах повітря, то періоди виконаних обчислень (відповідно до наявних вихідних даних) охоплюють роки від 1891 по 1928—1930 рр., також з перервами для періодів 1918 (1915) — 1922 (1926) рр. і включають цикли від 24 до 30 років.

Зведені докладні дані про роки та періоди виконаних обробок по опадах і температурах для всіх названих вище басейнів, наведені в табл. 1 (див. с. 84).

Отже, одержані кліматичні характеристики охоплюють досить довгі цикли спостережень²⁾.

Таблиці обчислених щомісячних і щорічних величин опадів і температур, разом з помісячними середніми багаторічними виводами, подані в кінці

¹⁾ Див. мою працю „Режим стока Верхнього и Среднього Днепра“ вид. Дніпробуду та Н.-д. інституту водного господарства України, Київ, 1932.

²⁾ Треба мати на увазі, що до 1890—1900 рр. на величезній більшості метеорологічних станцій басейну р. Дніпра був відсутній встановлений після зазначених років захист Ніфера; через це дані за старі роки взагалі трохи переменшені.

Таблиця 1

№	Назви окремих басейнів	Опади		Температури	
		Період обробки	Число повних років	Період обробки	Число повних років
1	Дніпро до м. Орші . .	1890—1917 1924—1932	32	1892; 1894—96 1898—1917 1922—1928	30
2	Дніпро до м. Речиці .	1889—1917 1926—1927	28	1891—1917 1924—1928	24
3	р. Березина	1889—1917 1925—1929	30	1891—1915 1922—1930	28
4	р. Сож	1889—1918 1926—1929	30	1891—1917 1927—1930	27

цієї статті; там таки для кожного року обчислень указано число вихідних метеорологічних станцій (див. табл. 2—5, що подають дані про опади, і таблиці 6—9, що подають дані про температури).

Тепер розгляньмо коротенько характерні особливості в ході опадів і температур по окремих басейнах обробки.

На рис. 1 подано зіставлення ходу щорічних значень опадів. Як бачимо, по всіх зіставлюваних басейнах хід опадів загалом аналогічний; при цьому все ж таки криві ходу річних опадів у ряді випадків перетинаються і змінюють своє положення одна відносно одної, тобто цілковитою аналогії нема. Найбільші значення річних опадів мають місце здебільшого для басейну р. Березини, хоч в інші роки ця загальна картина і порушується в зв'язку з більш значними кількостями опадів по Дніпру до Речиці, по Орші і навіть по Сожу (напр., 1909/10 та 1911/12 рр.).

Роками мінімальних опадів для всіх взагалі розглядуваних басейнів є роки 1891/92 та 1903/04; в ці роки річні опади для Сожа склали тільки лиш відповідно 406 та 443 мм, при дещо значніших величинах для інших басейнів; дальші два мінімуми, багато вищі, відповідають 1896/97 та 1899/900 рр.

Для р. Дніпра до м. Орші має місце різко виявлений мінімум в 1903/04 рр. (456 мм). Максимальні опади спостерігаються для більшості розглядуваних басейнів в 1895/96, 1901/02 та 1905/06 рр., а також, очевидно, ще в різкій формі, в 1926/27 рр.; ці максимуми коливаються в границях від 670 до 775 мм. В 1926/27 р. максимум річних опадів для р. Березини дійшов 814 мм. Для р. Дніпра до м. Орші абсолютний максимум був в 1926/27 р. з величиною в 890 мм; за ним щодо висоти йшли максимуми 1907/08 та 1901/02 рр.

При розгляді ходу опадів у середніх багатолітніх щомісячних виводах (див. рис. 2) виявляється також досить близька аналогія в ході величин опадів для всіх розглядуваних окремих басейнів, при мінімумі в лютому і максимумі в липні; найбільші щомісячні величини опадів має в цьому випадку для більшості місяців також басейн р. Березини, а найменші кількості (для переважного числа місяців)—басейн р. Сожа; басейн р. Дніпра до м. Орші має найбільшу кількість опадів, порівнюючи

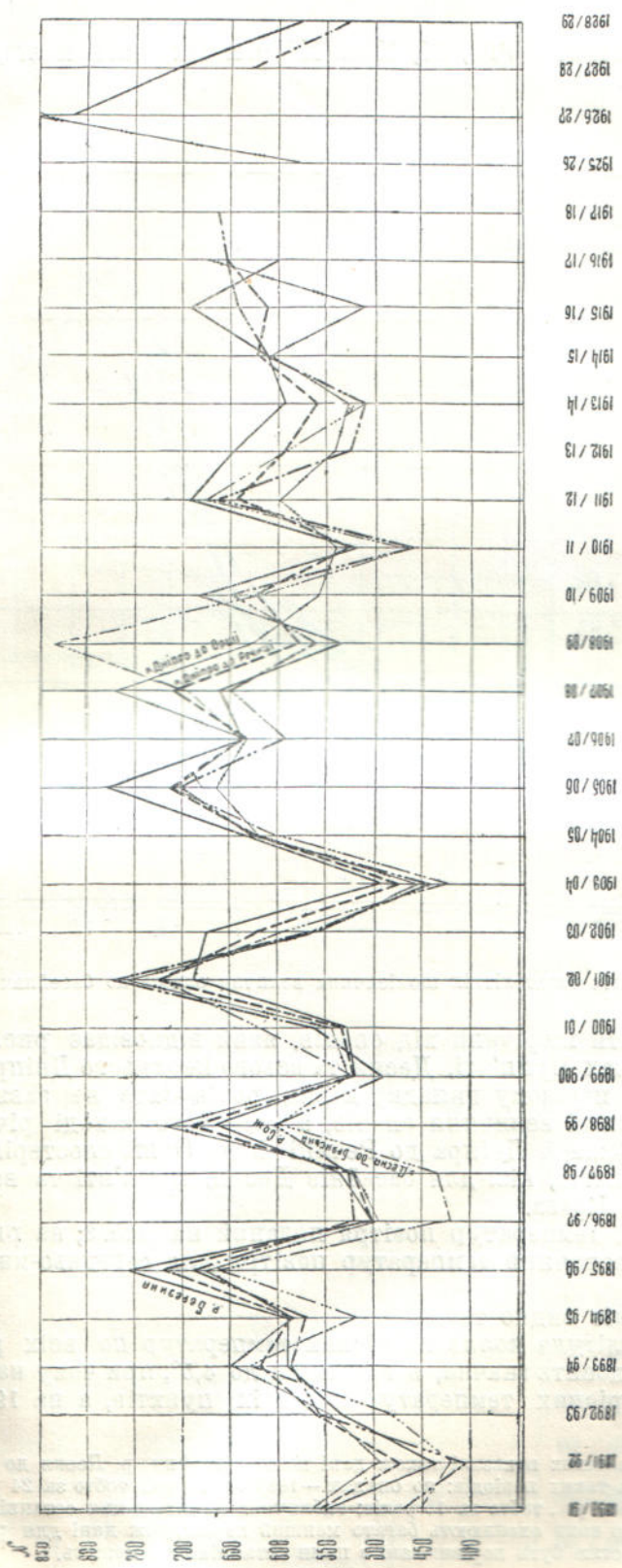


Рис. 1. Зіставлення щорічних значень опадів для різних басейнів р. Дніпра.

з іншими басейнами, в VIII, IX, X та XI місяцях, зате меншу — в IV, V та VI місяцях¹⁾.

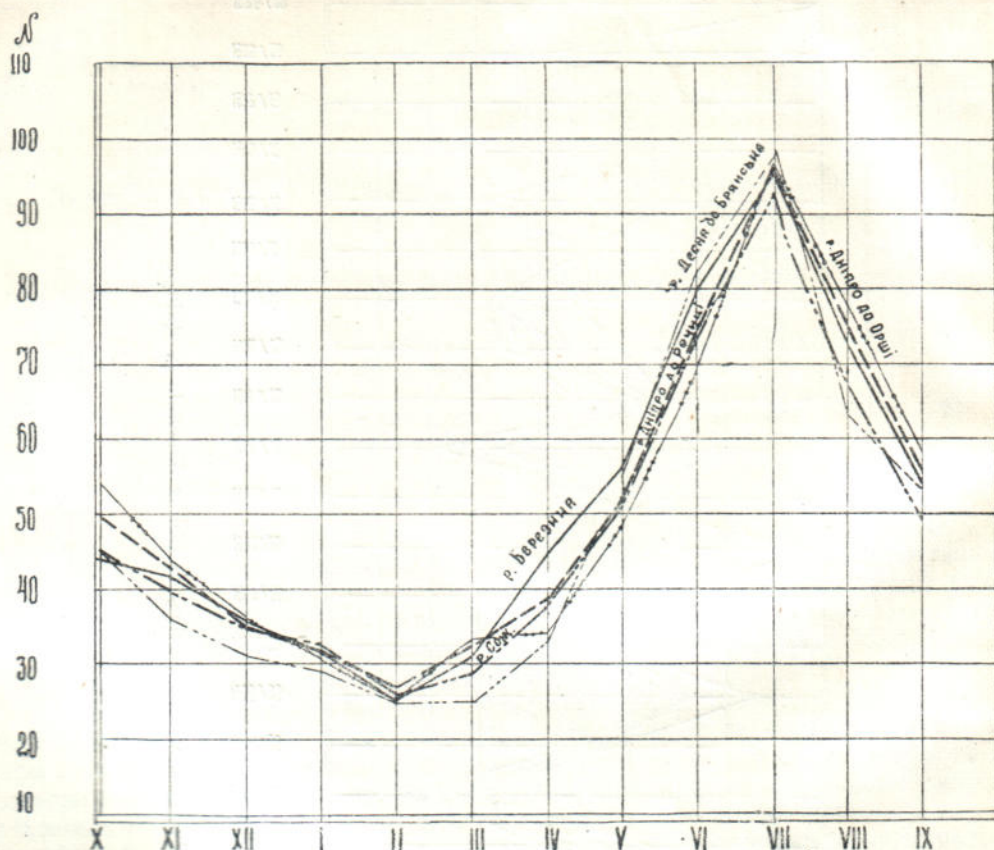


Рис. 2. Хід середніх багатолітніх щомісячних величин опадів по басейнах р. Дніпра.

Якщо зіставити щорічний хід опадів, який відповідає рис. 1, з ходом опадів по басейнах Прип'яті, Десни та всього Верхнього Дніпра до Києва, то насамперед, в першому випадку в ряді років (але не завжди) мають місце відносно вищі величини опадів, а крім того, в ході річних опадів для Березини, Сожа й Дніпра до Речиці й до Орші спостерігається багато ближча аналогія, ніж для басейнів Десни, Прип'яті та всього Верхнього Дніпра до Києва.

Щорічний хід температур повітря поданий на рис. 3; на рис. 4 подані середні місячні величини температур повітря для середньо-многолітнього року.

З цих рисунків видно таке.

Загальна амплітуда коливань річних температур по всіх розглядуваних басейнах — досить значна, в границях до 4,5°, при чому на 1892/93 рр. падає мінімум річних температур для всіх пунктів, а на 1909/10 рр. —

¹⁾ На рис. 1 і дальших показані також дані щодо басейну р. Десни до м. Брянська, обчислені тільки для таких періодів: по опадах — 1889—1915 рр., тобто за 24 роки, по температурах — 1891—1909 рр., тобто за 16 років; табличних даних по цих останніх обчисленнях не наводжу тому, що вони охоплюють багато менший період, ніж дані для решти розглядуваних басейнів, і отже бути порівнювані з цими останніми не можуть.

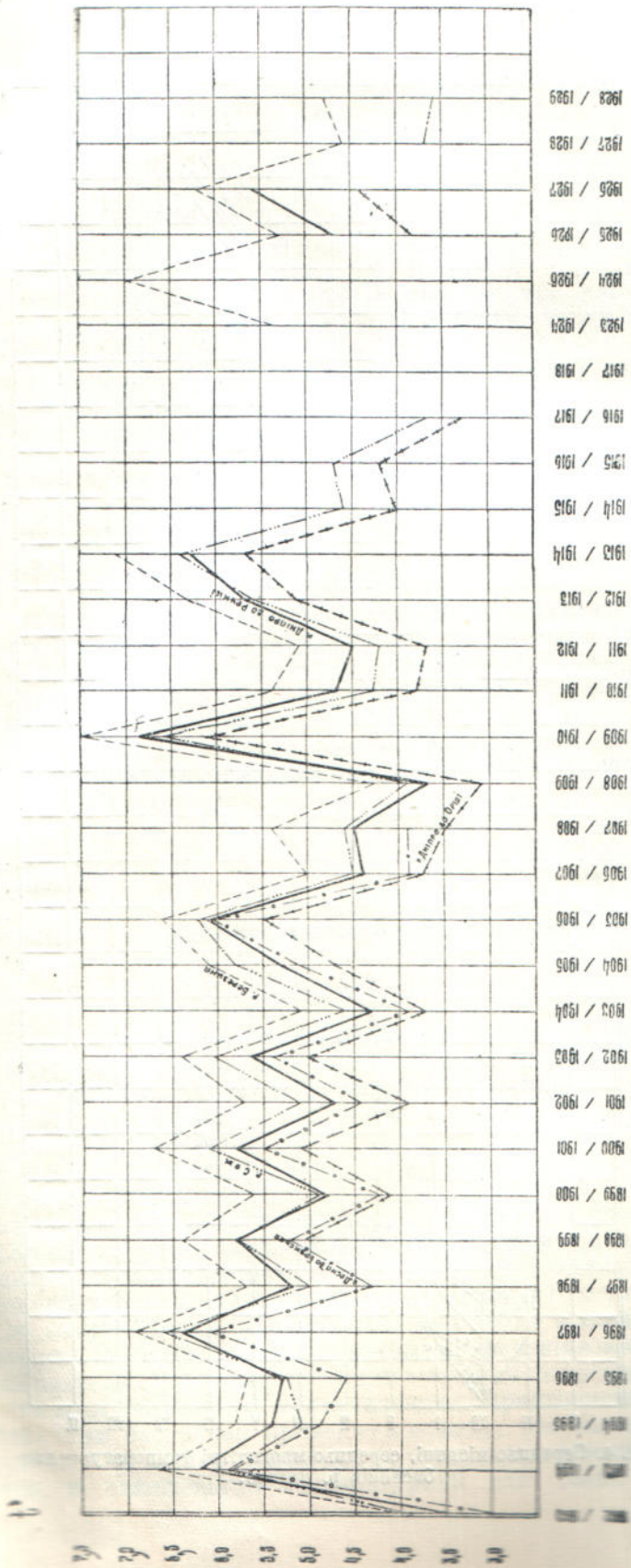


Рис. 3. Зіставлення щорічних температур повітря для різних басейнів р. Дніпра.

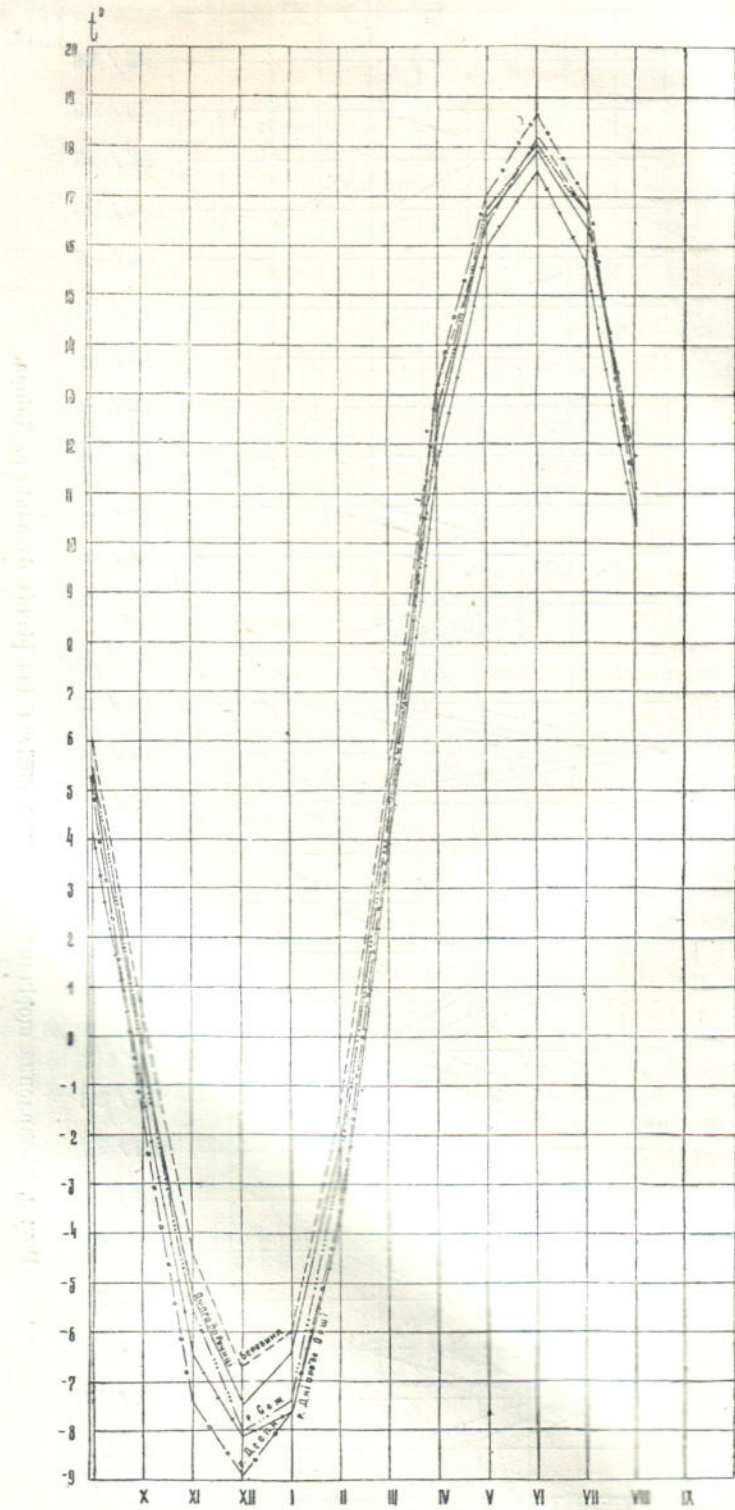


Рис. 4. Середньо-місячні, середньо-многорічні температури для басейнів р. Дніпра.

максимум. Звертає увагу закономірність у загальному збереженні деяких співвідношень для всіх басейнів, що спостерігається рік-у-рік.

Найвищі температури повітря спостережені для басейну р. Березини; характерно при цьому, що температури для Березини перевищують температури для решти басейнів у всі роки без винятку — на величини порядку від $0,3^{\circ}$ до $0,7^{\circ}$. Найнижчі річні температури, також у всі роки без винятку, спостерігаються для басейну р. Дніпра до м. Орші; різниці між цими останніми і температурами для Березини доходять $1,8^{\circ}$.

Величини температур для Сожа і для Дніпра до Речиці займають середнє місце між величинами температур повітря для розглянутих вище басейнів, при чому температури для Сожа звичайно трохи вищі за температури для Дніпра до Речиці.

У середніх місячних багатолітніх виводах для всіх розглянутих басейнів маємо різко виявлений мінімум у грудні (в границях від $-7,3^{\circ}$ до $-9,1^{\circ}$) і таксамо різко виявлений максимум у червні (в границях від $17,5^{\circ}$ до $18,6^{\circ}$).

Послідовність величин середніх місячних температур для окремих басейнів загалом така: найвищі температури має Березина для осені та зими, далі йдуть Дніпро до Речиці, Сож і Дніпро до Орші, при чому для Дніпра до Орші найменші температури спостерігаються у всі місяці, крім жовтня, листопада та грудня.

Отже, з усіх розглянутих басейнів басейн р. Березини характеризується загалом найвищими опадами, особливо в зимово-весняні місяці, та найвищими температурами для осені та зими; для басейну р. Дніпра до м. Орші характерна наявність найнижчих температур як у річних їх величинах, так і в щомісячних.

В ході річних опадів для всіх розглянутих басейнів є більша погодженість відносно мінімальних величин, ніж відносно максимальних.

Проф. А. В. Огиевский

К характеристике климатических элементов бассейна р. Днепра

Резюме

Автор дает впервые публикуемые новые данные по характеристикам основных климатических элементов — осадкам и температурам воздуха — для четырех частных бассейнов р. Днепра, а именно:

- 1) р. Днепр до г. Орши,
- 2) р. Днепр до г. Речицы,
- 3) р. Березина (до устья),
- 4) р. Сож (до устья).

Данные по осадкам охватывают периоды от 28 лет (Днепр до Речицы) до 32 лет (Днепр до Орши), начиная с 1889—1890 гг. и кончая 1929—1932 гг. (с перерывами из-за отсутствия соответствующих исходных данных). Данные по температурам воздуха охватывают периоды от 24 лет (Днепр до Речицы) до 30 лет (Днепр до Орши), начиная с 1891 г. и кончая 1928—1930 гг. (с перерывами). Все вышеуказанные данные приведены в помесечных и годовых величинах, со средне-многолетними выводами по месяцам и для года. Сопоставление хода полученных климатических характеристик по отдельным рассматриваемым бассейнам приводит к выводу, что бассейн р. Березини характеризуется в общем наивысшими осадками, особенно в зимне-весенние месяцы, и наивысшими температурами для осени и зимы; для

бассейна р. Днепра до г. Орши характерно наличие наименьших температур как в годовых их величинах, так и в помесячных (исключая октябрь—декабрь)—осадки же этот бассейн имеет приблизительно средние по величине по сравнению с иными рассматриваемыми бассейнами.

В ходе годовых осадков по всем рассматриваемым бассейнам имеется более значительная согласованность в отношении минимальных величин, чем в отношении максимумов.

Графически ход осадков и температур по рассматриваемым бассейнам (с добавлением еще неполных данных по бассейну р. Десны до Брянска) показан на рис. 1, 2, 3 и 4.

Pro A. W. Ogiewsky

Zur Charakteristik der klimatischen Elemente im Stromgebiet des Dniepr

Zusammenfassung

Vom Verfasser werden erstmalig neue, grundlegende klimatische Elemente, d. i. die Niederschläge und Temperaturen der Luft, für vier partielle Dnieprbecken veröffentlicht und zwar:

1. Für das Dnieprbassin bis zur Stadt Orscha;
2. Für dasselbe bis zur Stadt Retschiza;
3. Für das Flussgebiet der Beresina (bis zu deren Mündung);
4. Für dasjenige des Sosh-Flusses (ebenfalls bis zur Mündung).

Die Angaben über die Niederschläge umfassen (mit Unterbrechungen, bedingt durch jeweiligen Mangel an entsprechenden Ausgangsdaten) Zeitspannen, die von achtundzwanzig (Dniepr bis Retschiza) bis zu zweiunddreissig Jahren (Dniepr bis Orscha) betragen und sich vom Jahre 1880 bis 1929—32 erstrecken. Temperaturangaben beziehen sich auf Zeiträume von 24 Jahren (Dniepr bis Retschiza) bis zu 30 Jahren (Dniepr bis Orscha) für die Jahre 1891—1930 (jedoch auch mit Unterbrechungen). Alle vorerwähnten Daten werden als Monats- und Jahreswerte wiedergegeben, mit mehrjährigen Durchschnittswerten für die Monate und das Jahr. Eine vergleichsmässige Gegenüberstellung der auf diese Weise ermittelten charakteristischen klimatischen Merkmale in den einzelnen besprochenen Flussgebieten lässt zur Schlussfolgerung gelangen, dass das Beresina-Flussbassin, im grossen und ganzen, durch ein Niederschlagsmaximum, besonders in den Winter- und Frühjahrsmonaten gekennzeichnet ist, sowie durch herbstliche und winterliche Höchsttemperaturen. Für das Dnieprbecken bis Orscha sind minimale Temperaturen charakteristisch; dies gilt sowohl für die jährlichen, als auch für die monatlichen Werte; was nun die Niederschläge in diesem Flussgebiet anbelangt, so sind dieselben, gegenüber den sonstigen besprochenen Flussbecken, annähernd mittelgross.

Im Verlaufe der jährlichen Niederschläge sämtlicher behandelter Flussgebiete weisen die Mindestwerten eine bessere Übereinstimmung auf als die Höchstwerten.

Graphische Darstellungen des Verlaufes der Niederschläge und der Temperaturen (noch unvollständige Daten für das Flussgebiet der Desna bis Brjansk miteinbegriffen) sind durch Fig. 1, 2, 3 und 4 wiedergegeben.

ТАБЛИЦІ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Таблиця 2

Місячні опади по басейну р. Дніпра до Орші

Рік	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	За рік	Число станцій
1889/90	—	—	—	26	6	23	23	32	101	69	60	82	—	3
1890/91	57	47	19	14	15	44	38	31	72	77	87	63	564	3—4
1891/92	17	23	26	40	22	22	51	86	54	97	45	13	496	4—3
1892/93	47	27	49	17	24	33	17	19	83	77	85	71	549	3—6
1893/94	33	68	20	9	38	21	7	79	104	143	66	63	651	6—8
1894/95	45	16	33	47	19	45	16	10	125	109	64	56	585	8—7
1895/96	95	48	22	33	34	47	26	37	48	99	123	65	677	7
1896/97	28	52	34	41	29	31	38	34	30	112	22	45	496	7—4
1897/98	25	37	40	44	33	24	28	37	54	115	14	71	522	4—8
1898/99	42	39	50	45	43	27	47	51	107	50	135	76	712	8—6
1899/900	92	41	32	38	33	17	23	53	71	41	36	53	530	6—7
1990/01	54	20	51	23	44	32	48	46	62	68	50	46	544	7—8
1901/02	34	48	35	46	22	50	44	81	68	157	124	43	752	8—10
1902/03	40	20	17	25	35	21	21	78	82	107	86	28	560	10—9
1903/04	59	36	9	16	42	15	11	54	70	61	64	19	456	9
1904/05	45	47	48	22	12	22	40	57	48	125	65	85	616	9—9
1905/06	96	46	23	22	21	55	27	45	59	135	100	36	665	9
1906/07	54	76	47	30	20	19	38	44	41	169	71	26	635	9
1907/08	27	24	53	34	37	26	53	105	113	36	170	91	769	9—9
1908/09	45	31	15	26	19	48	45	66	125	126	41	39	626	9—9
1909/10	32	47	32	61	21	20	24	51	25	71	148	23	560	9—7
1910/11	31	100	37	23	21	29	35	37	80	64	30	56	543	7—6
1911/12	61	34	23	28	21	52	65	64	49	48	70	87	602	6
1912/13	62	28	46	22	27	22	33	27	55	118	74	29	543	6
1913/14	57	74	55	22	17	46	28	39	62	32	48	50	530	6—5
1914/15	64	24	31	52	29	39	31	36	49	83	104	64	606	5—7
1915/16	60	67	38,0	34	42	32	25	26	57	80	64	43	514	7—5
1916/17	85	44	41	51	48	45	69	14	40	139	57	50	683	5—4
1924/25	—	—	—	29	27	42	32	38	101	93	106	91	—	6
1925/26	60	47	49	29	18	28	26	60	44	91	71	58	581	6
1926/27	113	44	63	18	13	30	50	118	89	160	79	113	890	6—5
1927/28	92	70	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
1929/30	—	—	—	20	13	41	28	19	28	143	125	44	—	5
1930/31	74	56	36	38	15	53	26	15	90	24	66	88	581	5—4
1931/32	58	35	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сума . . .	1730	1416	1154	1025	860	1101	1113	1589	2286	3119	2550	1672	18038	
Число років	32	32	32	33	33	33	33	33	33	33	33	33	30	
Середнє . .	54	44	36	31	26	33	34	48	69	95	77	57	601	

Таблиця 3

Місячні опади по басейну р. Дніпра до Речиці

Рік	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	За рік	Число станцій
1889/90	—	—	—	30	4	23	38	38	113	75	57	64	—	8
1890/91	57	52	14	18	14	45	43	31	66	85	79	50	554	8
1891/92	15	32	26	33	24	17	39	74	67	85	41	22	475	8—6
1892/93	59	22	45	19	30	29	19	25	69	85	95	65	562	6—10
1893/94	37	62	18	9	36	22	9	76	103	123	68	59	622	10—12
1894/95	50	15	37	48	22	40	18	20	109	106	79	45	589	12—14
1895/96	91	49	29	28	35	50	42	37	64	103	117	84	729	14
1896/97	23	44	36	43	28	37	44	47	41	91	32	42	508	14—11
1897/98	25	30	33	42	29	26	32	38	77	110	18	65	525	11—15
1898/99	45	34	48	45	38	23	51	45	119	66	107	76	697	15—11
1899/900	83	39	26	41	36	21	23	46	79	51	36	44	525	11—17
1900/01	49	24	53	20	32	40	49	43	67	64	57	38	536	17—18
1901/02	33	48	44	47	22	48	46	90	75	134	102	39	728	18—20
1902/03	41	15	17	26	32	21	36	76	110	142	81	28	625	20—17
1903/04	58	38	11	13	38	14	14	58	74	57	69	28	472	17—18
1904/05	45	49	48	23	11	20	68	69	48	111	60	76	628	18—19
1905/06	87	57	25	27	21	54	42	63	76	137	82	45	716	19
1906/07	50	64	57	29	19	22	44	42	55	166	66	20	634	19—17
1907/08	21	27	57	32	43	26	50	96	94	44	141	82	713	17—20
1908/09	33	25	19	26	21	41	43	63	105	121	31	51	579	20—18
1909/10	40	60	32	57	23	21	31	50	33	90	146	42	625	18—15
1910/11	22	98	35	27	23	19	35	31	75	61	47	55	528	15—17
1911/12	48	27	17	29	24	66	63	63	69	54	67	120	647	17—13
1912/13	53	26	48	18	25	22	66	36	64	140	74	24	596	13—13
1913/14	38	64	60	30	20	55	31	43	58	70	39	56	564	13—11
1914/15	63	20	21	76	25	46	30	45	48	82	108	60	624	11—6
1915/16	6	41	38	48	41	36	36	33	93	101	87	53	613	6
1916/17	86	48	52	35	38	39	65	14	37	118	72	52	656	6
1917/18	63	75	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
1925/26	—	—	—	29	34	26	22	51	50	94	76	55	—	8
1926/27	94	36	50	19	17	30	47	137	123	118	94	99	864	8
1927/28	67	70	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Сума . . .	1482	1291	1050	967	805	979	1176	1580	2261	2884	2228	1639	17134	
Число років	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	28	
Середня . .	49	43	35	32	27	33	39	53	75	96	74	55	612	

Таблиця 4

Місячні опади по басейну р. Березини

Рік	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	За рік	Число станцій
1889/90	—	—	—	33	2	26	50	45	112	83	73	39	—	3
1890/91	51	53	7	24	13	40	46	33	68	95	77	41	548	3
1891/92	8	40	28	22	25	6	30	59	80	74	39	26	437	3—2
1892/93	51	13	25	22	37	19	23	37	40	102	110	57	536	2—3
1893/94	46	50	14	9	33	29	16	73	110	82	75	55	592	3
1894/95	58	14	48	44	26	34	21	32	91	106	85	33	592	3—6
1895/96	84	49	33	22	34	47	57	35	77	108	114	100	760	6—7
1896/97	17	36	37	43	26	40	46	56	52	76	36	39	504	7—6
1897/98	24	26	28	39	23	26	36	40	105	108	22	58	535	6—7
1898/99	45	27	44	47	36	18	52	39	131	82	77	71	669	7—6
1899/900	70	36	18	46	40	23	22	40	85	66	36	39	521	6—8
1900/01	47	28	56	18	19	48	49	40	71	64	61	29	530	8
1901/02	32	51	52	47	22	47	49	97	71	107	85	32	692	8
1902/03	44	9	17	26	29	22	51	71	140	170	70	29	678	8
1903/04	57	40	13	10	36	13	19	60	76	54	77	37	492	8—7
1904/05	42	50	47	23	10	18	92	83	52	97	56	66	636	7—8
1905/06	79	69	25	32	22	52	60	81	93	145	67	56	781	8
1906/07	45	54	65	29	17	24	49	39	69	172	60	13	636	8—7
1907/08	13	29	58	30	47	25	47	87	80	54	120	72	662	7—10
1908/09	21	21	23	23	21	33	41	58	85	119	22	67	534	10—8
1909/10	46	73	32	53	26	23	38	48	44	112	137	53	685	8—7
1910/11	14	96	34	30	25	14	34	27	74	57	58	56	519	7—10
1911/12	40	23	15	31	28	77	62	62	85	55	65	150	693	10—6
1912/13	46	24	45	14	21	21	97	45	72	167	75	21	648	6
1913/14	22	55	57	34	23	59	35	46	54	111	34	62	592	6—5
1914/15	65	16	12	85	22	43	39	52	46	89	93	49	611	5—3
1915/16	7	57	75	49	28	31	52	47	88	120	78	63	695	3—4
1916/17	49	46	53	27	35	35	58	17	35	104	89	51	599	4—3
1917/18	69	65	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
1925/26	—	—	—	27	48	28	22	35	68	46	78	61	—	4
1926/27	82	32	57	23	21	32	48	116	127	79	104	93	814	4
1927/28	52	76	17	18	22	6	47	147	110	63	95	51	704	4
1928/29	43	64	49	29	11	21	43	56	60	70	62	67	575	4
1929/30	48	22	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Сума . . .	1417	1344	1151	1009	808	980	1431	1803	2551	3087	2330	1736	18470	
Число років	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	30	
Середнє . .	44	42	36	32	25	31	45	56	80	95	73	54	616	

Місячні опади по басейну р. Сожа

Таблиця 5

Рік	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	За рік	Число станцій
1889/90	—	—	—	27	2	21	28	51	147	74	36	69	—	6
1890/91	54	46	14	18	14	34	55	22	61	54	61	39	472	6—7
1891/92	23	39	22	20	20	20	28	70	40	70	36	18	406	7—6
1892/93	76	27	36	16	32	32	20	18	71	90	76	73	567	6—8
1893/94	33	56	16	11	34	22	7	84	89	92	69	74	587	8—9
1894/95	55	10	36	54	19	46	10	21	102	86	92	43	574	9—10
1895/96	85	51	31	28	34	47	25	43	45	137	113	51	690	10—8
1896/97	23	40	48	45	32	35	41	34	30	105	37	52	522	8—9
1897/98	20	23	31	35	35	22	22	42	95	143	13	48	529	9—11
1898/99	41	19	33	32	41	20	42	55	103	65	80	74	605	11—10
1899/900	75	27	16	50	36	22	25	45	81	53	24	37	491	10—11
1900/01	51	22	44	22	40	27	46	48	85	84	49	46	564	—12
1901/02	26	48	51	47	28	43	55	108	102	133	84	48	773	12—7
1902/03	40	10	12	28	31	20	36	78	110	134	52	16	567	7—13
1903/04	79	45	7	16	30	17	11	45	76	44	48	25	443	13—11
1904/05	43	56	46	24	11	16	88	48	64	105	41	87	629	11—10
1905/06	103	61	36	32	17	51	21	56	81	133	68	44	703	10—12
1906/07	49	49	71	37	19	26	48	41	51	125	64	14	594	12—11
1907/08	17	28	61	35	49	23	49	72	78	47	110	80	649	11—10
1908/09	25	24	15	25	16	52	47	73	106	117	29	33	562	10—9
1909/10	48	57	32	58	28	19	40	50	24	97	151	48	652	9
1910/11	13	79	35	20	15	16	28	37	79	52	50	33	457	9—11
1911/12	38	32	16	39	32	57	75	78	68	74	61	95	665	11—10
1912/13	45	21	46	16	18	23	45	26	64	142	61	18	525	10
1913/14	24	53	57	27	15	42	25	45	63	59	55	47	512	10—8
1914/15	61	27	17	66	26	40	28	37	42	96	120	55	615	8—5
1915/16	4	52	60	48	48	31	40	32	79	105	85	60	644	5—7
1916/17	86	46	52	34	50	43	74	14	26	106	68	56	655	7—6
1917/18	46	71	34	72	25	24	3	26	62	130	127	44	664	6—4
1918/19	45	23	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1920/21	—	—	—	39	5	8	29	30	97	89	33	38	—	3
1921/22	38	22	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
1922/23	—	—	—	17	17	29	49	115	79	69	76	65	—	4
1923/24	48	68	21	18	23	7	59	88	88	60	99	50	629	4
1924/25	40	74	34	38	11	25	42	41	63	77	33	42	520	4—3
1925/26	43	26	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сума	1497	1332	1148	1094	871	960	1241	1673	2451	3047	2201	1622	17465	
Число років	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	30	
Середня	45	40	35	33	26	29	38	51	74	92	67	49	580	

Середні місячні температури повітря

Рік	X	XI	XII	I	II	III
1891/92	—	—	—	— 9,9	— 6,6	— 3,6
1892/93	4,1	— 2,1	— 9,6	—	—	—
1893/94	—	—	—	— 8,4	— 4,7	— 0,9
1894/95	3,3	— 0,7	— 5,4	— 5,8	— 11,9	— 3,7
1895/96	7,0	0,1	— 10,9	— 11,2	— 9,0	— 2,6
1896/97	8,6	— 4,3	— 8,6	—	—	—
1897/98	—	—	—	— 5,0	— 7,3	— 7,3
1898/99	1,9	1,4	— 2,0	— 3,1	— 6,8	— 4,2
1899/900	4,9	1,0	— 10,1	— 9,7	— 7,4	— 3,9
1900/01	6,3	— 2,6	— 4,8	— 7,3	— 8,4	— 4,5
1901/02	5,9	— 2,9	— 6,4	— 5,4	— 7,8	— 2,9
1902/03	2,6	— 4,8	— 10,9	— 7,2	— 3,3	— 0,2
1903/04	1,9	0,0	— 6,1	— 6,9	— 4,8	— 5,7
1904/05	5,5	— 1,6	— 5,7	— 11,5	— 5,9	— 3,1
1905/06	3,9	0,1	— 5,6	— 6,1	— 6,2	— 2,5
1906/07	4,3	0,8	— 6,7	— 12,4	— 9,5	— 4,1
1907/08	7,1	— 4,0	— 12,3	— 8,1	— 6,1	— 5,9
1908/09	3,4	— 5,7	— 8,7	— 9,0	— 11,7	— 4,1
1909/10	8,0	— 2,5	— 2,2	— 5,3	— 4,9	— 1,7
1910/11	2,8	— 1,3	— 2,1	— 8,5	— 13,4	— 4,9
1911/12	4,8	1,0	— 5,5	— 14,8	— 11,6	0,6
1912/13	0,4	— 1,2	— 1,7	— 7,8	— 7,2	0,0
1913/14	3,8	2,4	— 3,4	— 8,4	— 1,3	— 0,7
1914/15	2,2	— 4,0	— 2,1	— 6,0	— 6,1	— 8,0
1915/16	2,3	— 1,0	— 6,8	— 4,6	— 4,5	— 3,8
1916/17	4,4	— 0,1	— 5,4	— 10,6	— 15,7	— 9,8
1917/18	6,5	1,5	— 6,3	—	—	—
1918/19	—	—	—	— 8,4	— 9,3	— 5,6
1920/21	—	—	—	— 7,0	— 10,0	1,6
1921/2	4,0	— 5,1	— 8,3	— 10,3	— 7,0	— 3,3
1922/23	2,2	— 1,0	— 5,6	—	—	—
1924/25	—	—	—	— 1,7	— 1,1	— 2,4
1925/26	3,2	— 2,0	— 6,1	— 10,3	— 8,6	— 5,8
1926/27	2,8	3,3	— 7,3	— 12,1	— 8,4	— 1,3
1927/28	4,9	— 2,0	— 11,1	—	—	—
Сума	123,0	— 37,3	— 187,7	— 243,3	— 226,5	— 104,3
Число років . . .	29	29	29	— 30	30	30
Середнє	4,2	— 1,3	— 6,5	— 8,1	— 7,6	— 3,5

по басейну р. Дніпра до Орші

Таблиця 6

IV	V	VI	VII	VIII	IX	Сума за рік	Середнє за рік	Число станц.
4,1	12,8	17,1	16,8	16,2	12,2	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	4
5,9	13,8	14,6	18,4	17,0	7,5	—	—	3
3,3	13,0	17,3	19,3	16,2	10,8	55,7	4,5	3
1,2	11,8	19,2	19,4	17,6	11,9	54,5	4,6	3-4
—	—	—	—	—	—	—	—	4
1,9	15,4	16,6	17,9	17,6	8,9	60,0	—	4
5,1	11,3	13,2	18,8	18,3	12,1	60,9	5,1	4
+ 2,6	10,2	15,0	18,1	18,4	9,8	48,9	4,1	4-6
3,3	12,0	20,4	18,1	18,7	10,5	61,7	5,1	6-7
0,6	10,4	16,5	15,6	14,4	9,0	47,0	3,9	7
7,6	12,5	18,2	18,2	15,5	11,8	60,0	5,0	7
4,5	9,2	13,0	15,0	14,6	9,2	44,0	3,7	7-8
3,4	13,9	18,9	16,7	15,7	10,5	56,8	4,7	8-6
6,7	17,2	17,3	18,4	14,7	8,6	66,5	5,5	6-5
3,0	11,6	15,8	16,7	14,1	10,7	44,3	3,7	5-3
2,9	10,1	14,9	18,0	14,9	10,9	42,4	3,5	3-5
1,5	8,4	15,5	16,5	16,2	14,5	36,8	3,1	5-4
6,9	13,7	17,3	18,4	14,7	10,7	73,1	6,1	4-3
4,5	12,1	14,1	15,1	16,6	10,2	45,2	3,8	3
2,4	8,6	17,8	15,8	16,1	9,5	44,7	3,7	3
3,7	9,6	13,8	17,1	17,6	11,5	60,8	5,1	3
4,5	12,9	16,1	19,4	13,6	9,1	68,0	5,7	3
3,8	11,1	14,0	18,0	14,3	10,5	47,7	4,0	3
5,8	9,6	14,4	17,1	13,5	8,6	50,6	4,2	3
4,6	9,0	18,6	16,4	17,4	11,1	39,9	3,3	3
—	—	—	—	—	—	—	—	3
3,2	9,5	15,4	17,4	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	14,9	15,4	14,9	15,9	8,9	—	—	2
—	11,8	14,6	17,4	15,5	9,3	42,2	3,5	2
—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	13,9	13,8	18,6	15,5	10,2	—	—	2
—	12,9	16,7	17,7	13,2	10,5	45,2	3,8	2
—	3,4	16,1	18,5	17,5	11,9	52,7	4,4	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—
121,5	121,5	481,6	523,7	456,5	300,9	—	—	—
30	30	30	30	29	29	—	—	—
4,4	11,7	16,0	17,5	15,7	10,4	52,9	4,4	—

Середні місячні температури повітря

Рік	X	XI	XII	I	II	III
1891/92	—	—	—	— 9,3	— 5,9	— 3,2
1892/93	4,7	— 1,9	— 8,4	— 17,1	— 9,6	— 2,1
1893/94	8,4	0,1	— 2,5	— 7,9	— 3,8	0,4
1894/95	4,1	— 0,1	— 4,1	— 4,5	— 10,4	— 3,1
1895/96	7,3	1,1	— 9,8	— 9,5	— 6,7	— 1,4
1896/97	9,2	— 3,8	— 6,9	— 8,5	— 6,4	— 0,9
1897/98	5,6	— 1,5	— 5,7	— 3,6	— 6,1	— 5,7
1898/99	2,6	2,0	— 1,1	— 2,3	— 5,5	— 2,7
1999/900	5,7	1,8	— 9,2	— 8,5	— 6,0	— 3,5
1900/01	6,7	— 1,7	— 3,6	— 7,1	— 7,8	— 3,2
1901/02	6,4	— 1,9	— 5,0	— 3,7	— 6,9	— 1,8
1902/03	3,3	— 4,1	— 10,2	— 6,2	— 2,2	1,2
1903/04	2,8	0,7	— 5,4	— 6,4	— 3,9	— 4,8
1904/05	5,9	— 1,1	— 4,5	— 10,7	— 5,3	— 2,4
1905/06	4,1	0,7	— 5,1	— 5,3	— 5,7	— 1,4
1906/07	4,9	1,9	— 6,4	— 10,7	— 8,6	— 3,8
1907/08	8,2	— 3,1	— 10,4	— 6,7	— 4,8	— 4,3
1908/09	4,0	— 4,8	— 7,7	— 8,5	— 10,7	— 3,0
1909/10	8,3	— 2,0	— 1,6	— 4,5	— 3,4	0,5
1910/11	3,6	0,4	— 1,3	— 7,1	— 12,1	— 3,3
1911/12	5,7	1,3	— 4,6	— 13,1	— 9,6	1,2
1912/13	1,3	— 0,6	— 0,8	— 7,0	— 5,9	1,1
1913/14	4,7	2,6	— 2,4	— 7,2	— 0,9	0,3
1914/15	2,9	— 3,4	— 1,7	— 5,3	— 5,5	— 7,0
1915/16	—	—	—	—	— 4,1	— 2,7
1916/17	4,9	0,6	— 4,5	— 10,1	— 14,1	—
1924/25	—	—	—	— 1,0	— 0,2	— 1,4
1925/26	4,1	— 1,0	— 5,1	— 8,4	— 6,9	— 4,5
1926/27	3,8	4,2	— 5,8	— 10,7	— 7,8	— 0,1
1927/28	6,3	— 1,1	— 10,1	—	—	—
Сума	139,5	— 14,7	— 143,9	— 210,9	— 186,8	— 61,6
Число років	27	27	27	28	29	28
Середнє	5,2	— 0,5	— 5,3	— 7,5	— 6,4	— 2,2

Таблиця 7

по басейну р. Дніпра до Речиді

IV	V	VI	VII	VIII	IX	Сума за рік	Серед. за рік	Число станцій
5,0	13,2	17,7	16,8	16,8	12,9	—	—	7
1,7	11,9	16,0	18,5	16,9	11,1	41,7	3,5	7—6
7,0	13,9	14,6	18,9	17,2	8,1	74,4	6,2	6—9
4,6	13,7	17,3	19,3	16,6	11,4	64,8	5,4	9
2,6	12,3	18,7	19,5	17,4	12,2	63,7	5,3	9—11
7,9	17,6	18,0	19,9	19,2	11,9	77,2	6,4	11—8
2,8	15,3	16,5	17,4	17,6	9,5	62,1	5,2	8—10
6,1	12,0	13,5	18,9	13,8	12,5	69,8	5,8	10—9
3,3	10,8	15,6	18,5	18,7	10,5	57,7	4,8	9—11
4,6	12,7	20,5	18,6	18,9	11,1	69,7	5,8	11
1,6	10,5	16,8	15,9	14,8	9,8	56,5	4,7	11—12
7,5	12,8	18,4	18,3	15,7	12,5	67,0	5,6	12
5,2	9,6	13,5	15,3	15,0	9,6	51,2	4,3	12—14
3,7	14,1	19,2	17,0	16,2	11,0	63,1	5,3	14—10
7,6	17,4	17,6	18,6	15,2	9,4	73,1	6,1	10
3,3	12,7	16,1	17,8	14,4	11,4	53,0	4,4	10—6
3,6	11,0	15,4	18,3	15,2	11,3	53,7	4,5	6—10
2,3	9,1	15,8	16,6	16,7	14,9	44,7	3,7	10—9
7,5	14,4	18,2	18,4	15,3	11,3	82,4	6,9	9—6
5,3	13,0	14,3	15,7	17,0	11,1	56,6	4,7	6—7
3,3	9,3	17,8	16,4	16,3	9,7	53,7	4,5	7
9,0	10,3	14,1	17,1	17,8	11,9	68,3	5,7	7—6
5,6	13,4	16,7	19,5	14,4	9,3	76,0	6,3	6
4,8	11,8	—	—	—	—	—	—	6
6,6	10,2	14,8	17,4	14,1	9,3	—	—	6—5
5,0	9,8	18,8	16,4	17,7	—	—	—	5
7,5	14,7	13,8	18,8	16,0	10,7	—	—	5
3,5	13,3	16,7	18,4	13,7	11,0	56,8	4,7	5—6
4,9	10,0	17,3	19,7	18,6	13,2	67,3	5,6	6
—	—	—	—	—	—	—	—	6
14,4	390,3	463,7	501,9	457,2	298,6	—	—	—
29	29	28	28	28	27	—	—	—
5,0	11,4	16,6	17,9	16,3	11,1	62,6	5,2	—

Середні місячні температури повітря

Рік	X	XI	XII	I	II	III
1891/92	—	—	—	— 8,5	— 5,1	— 2,5
1892/93	5,5	—1,6	—6,8	—16,9	— 7,4	— 1,5
1893/94	8,6	0,6	—2,1	— 7,8	— 3,1	— 1,3
1894/95	4,8	0,3	—3,4	— 3,8	— 9,5	— 2,8
1895/96	7,3	1,5	—9,1	— 8,6	— 5,3	— 0,8
1896/97	9,7	—3,4	—6,0	— 8,1	— 5,6	— 0,3
1897/98	5,8	—1,1	—5,1	— 2,6	— 5,1	— 4,2
1898/99	3,2	2,5	—0,4	— 1,7	— 4,5	— 1,4
1899/900	6,3	2,5	—8,3	— 7,0	— 4,4	— 3,1
1900/01	7,2	—0,6	—2,2	— 7,1	— 7,1	— 1,2
1901/02	7,3	—0,3	—2,7	— 1,8	— 5,9	— 0,7
1902/03	4,1	—3,3	—9,5	— 4,8	— 0,7	— 3,4
1903/04	4,2	1,6	—4,5	— 5,9	— 2,7	— 3,5
1904/05	6,5	—0,5	—2,9	— 9,3	— 4,3	— 1,4
1905/06	4,5	1,7	—4,1	— 4,6	— 5,2	— 0,4
1906/07	5,5	3,0	—5,9	— 9,0	— 7,9	— 3,5
1907/08	9,1	—2,2	—8,4	— 5,0	— 3,6	— 2,8
1908/09	4,7	—3,9	—6,7	— 8,2	—10,0	— 2,1
1909/10	8,7	—1,5	—1,2	— 3,7	— 1,9	— 0,8
1910/11	4,4	0,6	—0,5	— 6,1	—11,2	— 2,1
1911/12	6,4	1,6	—4,0	—11,9	— 8,2	— 1,7
1912/13	1,9	—0,1	—0,1	— 6,2	— 4,6	— 2,3
1913/14	5,7	3,0	—1,0	— 5,9	— 0,5	— 1,4
1914/15	3,6	—2,8	—1,3	— 4,7	— 4,8	— 5,9
1922/23	—	—	—	— 3,6	—10,8	— 0,2
1923/24	8,1	3,8	—4,9	—12,8	— 8,3	— 4,1
1924/25	6,3	0,2	—4,9	— 0,5	— 0,7	— 0,8
1925/26	4,7	—0,3	—4,5	— 7,4	— 6,0	— 3,9
1926/27	4,4	4,6	—5,0	—10,0	— 7,5	— 0,6
1927/28	7,1	—0,6	—9,7	— 5,7	— 8,6	— 5,8
1928/29	5,7	4,3	—4,5	— 9,7	—17,4	— 5,1
1929/30	10,0	2,2	—2,0	—	—	—
Сума	181,3	11,8	—131,7	—208,9	—186,5	—48,6
Число років . .	30	30	30	31	31	31
Середнє	6,0	0,4	—4,4	— 6,7	—6,0	—1,6

по басейну р. Березини

Таблиця 8

IV	V	VI	VII	VIII	IX	Суми за рік	Серед. за рік	Число станцій
6,2	13,7	18,3	16,7	17,5	13,9	—	—	3
2,3	12,3	16,1	18,4	17,0	11,8	49,2	4,1	3
7,8	14,1	14,7	19,3	17,5	8,5	79,4	6,6	3—5
5,3	14,1	17,1	19,2	16,8	11,8	69,9	5,8	5
3,4	12,6	18,3	19,4	17,3	12,4	68,4	5,7	5—6
8,5	17,8	18,2	20,1	19,3	12,2	82,4	6,9	6—5
3,6	15,5	16,5	17,1	17,7	10,1	68,2	5,7	5
6,9	12,5	13,8	19,0	14,3	12,9	77,1	6,4	5
4,1	11,5	16,3	19,1	19,0	11,3	67,3	5,6	5
6,3	13,5	20,7	19,5	19,3	12,1	80,4	6,7	5—4
2,8	10,7	17,1	16,3	15,3	10,7	68,8	5,7	4—6
7,5	13,2	18,8	18,5	16,0	13,4	76,6	6,4	6—5
6,1	10,1	14,2	15,8	15,8	10,3	61,5	5,1	5—6
4,5	14,3	19,6	17,6	16,9	12,0	73,0	6,1	6—5
8,4	17,5	16,3	18,8	15,6	10,1	78,6	6,6	5
3,8	14,1	16,5	16,9	14,8	12,1	60,4	5,0	5—4
4,4	11,9	15,8	18,7	15,5	11,7	65,1	5,4	4—5
3,0	9,6	16,1	16,8	17,2	15,2	51,7	4,3	5
8,0	15,2	19,0	18,3	15,9	12,1	89,7	7,5	5—3
5,9	13,7	14,5	16,2	17,2	11,7	64,3	5,4	3—4
4,0	9,9	17,9	16,9	16,5	9,8	60,6	5,1	4
9,2	10,9	14,4	17,2	17,9	12,3	75,1	6,3	4—3
6,6	13,9	17,3	19,5	15,2	9,6	84,8	7,1	3
5,9	12,4	16,1	18,5	15,6	—	—	—	3
3,7	13,1	13,2	16,7	14,2	13,1	—	—	3
3,3	14,7	17,3	16,2	16,6	13,8	63,7	5,3	3
7,8	15,2	13,9	19,0	16,3	11,1	84,3	7,0	3
6,3	13,5	16,8	18,7	14,0	11,3	63,2	5,3	3—4
5,7	10,8	17,9	20,3	19,2	13,9	74,9	6,2	4
5,0	13,0	13,7	18,7	15,9	12,5	55,5	4,6	4
1,1	16,5	15,2	19,8	21,0	11,2	58,1	4,8	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—
167,4	411,8	511,6	563,2	518,3	354,9	—	—	—
31	31	31	31	31	30	—	—	—
5,4	13,3	16,5	18,2	16,7	11,8	69,6	5,8	—

Середні місячні температури повітря

Рік	X	XI	XII	I	II	III
1891/92	—	—	—	— 9,3	— 5,3	— 3,0
1892/93	5,1	— 1,9	— 7,8	— 17,4	— 10,6	2,8
1893/94	8,2	— 0,1	— 3,3	— 8,4	— 4,1	0,0
1894/95	4,0	— 0,6	— 4,9	— 4,7	— 10,7	— 2,9
1895/96	7,4	0,7	— 10,6	— 11,3	— 7,0	— 1,9
1896/97	9,7	— 3,5	— 6,8	— 8,7	— 6,9	— 1,3
1897/98	5,6	— 1,9	— 7,0	— 4,4	— 6,4	— 6,3
1898/99	2,5	1,8	— 1,2	— 2,3	— 6,1	— 3,1
1899/900	5,6	1,8	— 9,4	— 8,5	— 6,4	— 4,1
1900/01	7,2	— 1,8	— 3,5	— 7,5	— 7,8	— 2,8
1901/02	6,4	— 1,5	— 3,9	— 3,3	— 6,8	— 1,5
1902/03	3,6	— 3,8	— 9,9	— 6,3	— 2,1	1,3
1903/04	3,2	0,9	— 5,4	— 6,8	— 3,6	— 4,5
1904/05	6,2	— 0,8	— 4,2	— 10,3	— 5,2	— 1,9
1905/06	4,6	1,2	— 4,9	— 5,2	— 5,8	— 0,5
1906/07	4,5	2,2	— 6,0	— 11,3	— 9,3	— 3,6
1907/08	7,9	— 3,4	— 10,7	— 6,7	— 5,1	— 4,4
1908/09	4,3	— 4,9	— 8,3	— 9,1	— 10,8	— 3,1
1909/10	8,4	— 1,5	— 1,7	— 5,1	— 4,5	— 1,4
1910/11	3,2	— 0,4	— 2,1	— 3,1	— 13,1	— 4,0
1911/12	5,4	1,0	— 5,2	— 13,6	— 10,6	0,9
1912/13	0,9	— 0,9	— 1,2	— 7,1	— 6,4	1,0
1913/14	4,5	2,6	— 2,7	— 7,2	— 0,9	0,5
1914/15	3,0	— 3,5	— 1,7	— 5,5	— 5,6	— 7,1
1915/16	3,1	— 0,6	— 5,8	— 4,4	— 4,2	— 3,3
1916/17	4,7	0,0	— 5,4	— 10,4	— 15,2	— 9,0
1917/18	6,8	1,8	— 6,0	—	—	—
1926/27	—	—	—	— 11,0	— 7,6	— 0,1
1927/28	6,1	— 0,9	— 10,0	— 6,3	— 9,5	— 6,5
1928/29	5,1	3,4	— 5,0	— 11,1	— 18,4	— 5,9
1929/30	9,4	1,7	— 3,6	—	—	—
Сума . . .	156,6	— 12,9	— 158,2	— 231,3	— 216,0	— 75,7
Число років . .	29	29	29	29	29	29
Середнє . .	5,4	— 0,4	— 5,5	— 8,0	— 7,4	— 2,6

Таблиця 9

по басейну р. Сожа

IV	V	VI	VII	VIII	IX	Сума за рік	Серед. за рік	Число станцій
5,7	13,7	18,7	17,5	17,3	13,7	—	—	6
1,2	12,1	16,0	18,9	17,6	11,4	47,4	4,0	6—3
6,8	13,9	14,4	18,5	17,1	7,8	70,8	5,9	3—6
3,1	13,5	17,4	19,4	16,7	11,2	61,5	5,1	6
2,5	12,8	19,4	19,8	18,2	12,9	62,9	5,2	6
7,7	17,6	18,3	20,5	19,7	12,4	78,7	6,6	6—7
2,9	15,8	16,6	18,0	17,7	9,6	60,2	5,0	7—8
6,3	12,1	14,0	19,1	14,1	12,7	69,9	5,8	8
3,3	11,6	15,9	18,8	19,1	10,7	58,4	4,9	8—6
4,9	13,2	21,1	18,9	19,5	11,2	72,6	6,1	6—8
2,3	11,2	17,2	16,2	15,4	9,9	61,6	5,1	8
8,1	13,3	19,1	19,0	16,7	12,8	71,8	6,0	8—7
5,6	10,1	13,8	15,8	15,8	10,1	55,0	4,6	7—8
4,3	14,9	19,7	17,7	17,1	11,8	69,3	5,8	8—7
7,9	17,9	18,3	18,4	14,3	8,6	74,8	6,2	7—6
3,6	13,2	16,7	16,9	15,1	11,7	53,7	4,5	6
3,9	11,4	15,7	18,8	15,6	11,8	54,8	4,6	6—7
2,6	9,8	16,2	17,6	17,3	15,6	47,2	3,9	7—6
7,5	14,4	18,1	18,8	15,3	11,3	79,6	6,6	6—4
5,2	13,0	14,3	15,6	11,0	10,8	51,4	4,3	4—5
3,2	9,1	18,1	16,2	16,5	9,9	50,9	4,2	5
9,2	10,3	14,2	17,3	17,9	12,1	67,3	5,6	5
5,5	13,6	16,9	19,6	14,5	9,5	76,4	6,4	5—4
4,8	12,0	15,1	18,5	14,9	10,8	55,7	4,6	4—5
6,2	10,1	14,8	17,4	14,0	9,0	56,3	4,7	5—3
5,1	9,4	19,1	16,8	17,8	11,5	44,4	3,7	3
—	—	—	—	—	—	—	—	3
4,8	9,9	17,7	19,5	18,7	13,5	—	—	3
3,2	12,2	12,7	17,4	14,8	11,7	44,9	3,7	3
—1,1	15,3	13,6	17,3	19,6	10,1	42,9	3,6	3
—	—	—	—	—	—	—	—	3
136,6	367,4	483,1	524,2	485,3	336,1	—	—	
29	29	29	29	29	29	—	—	
4,7	12,7	16,7	18,1	16,7	11,2	61,6	5,1	

Проф. А. В. Огієвський

Про норми річного стоку для басейнів р. Дніпра вище Києва

§ 1. Норми річного стоку для басейнів річки Дніпра вище Києва

Теоретичних підходів для встановлення числа років, достатніх для виводу цілком сталої норми стоку, як відомо, не існує.

Ті пропозиції, що є, мають явно формально-механічний характер. Така, приміром, пропозиція інженерів Менкеля і Крицького¹⁾, що дають для оцінки точності обчислення норми стоку вираз, виведений для випадку так званого нормального розподілу похибок за законом Гаусса, тобто для випадку, який явно не відповідає розподілові щорічних значень стоку. Відзначмо, що згаданий вираз, коли прийняти допустиму похибку в обчисленні норми стоку в 5%, при $p=99\%$ (тобто в 99% всіх випадків), дає необхідну тривалість спостережень для умов Дніпра ($C_v=0,30$) порядку 800—900 років, тобто явно абсурдну величину²⁾.

Практично періодом, достатнім для виведення сталої норми стоку, звичайно вважають період в 25—40 років. Цілком очевидно, що коли говорять про порівняльний розгляд значень норм стоку по різних пунктах виучуваного району, то епоху обчислення норм стоку треба брати по можливості ту саму.

Саме, виходячи з таких міркувань, я ще в 1931 р.³⁾ обчислив норми стоку для ряду пунктів головних приток р. Дніпра для двох варіантів епох; 1) для 25 років (рр. 1901—1917, 1919—1922 і 1926—1929 та 2) для 35 років (рр. 1895—1929).

Ці дані, взяті із згаданої праці і зіставлені з даними за весь період спостережень, наводимо в таблиці 1 (див. с. 106).

Як бачимо, для різних епох визначення норми стоку, як, приміром, 25 років і 52 роки, різниці в одержуваних величинах не виходять за межі 2—5%, тобто практично неістотні.

У моїй згаданій вище праці⁴⁾ мною був виконаний також докладніший аналіз розподілу по всьому басейну р. Дніпра як річних, так і сезонних норм стоку. В зв'язку з особливими умовами видання згаданої вище праці, наводжу взятку звітти результативну таблицю обчислень для періоду в 25 років в $m^3/сек$ і найголовніші висновки з неї (див. табл. 2, с. 107).

¹⁾ С. Н. Крицкий и М. Ф. Менкель, Расчеты речного стока, Госстройиздат, 1934, сс. 56 и 136.

²⁾ Наводимо відповідні обчислення:

$$\frac{E}{q} = 0,674 \times 4,0 \quad \frac{C_v}{\sqrt{n}} \leq 0,05; \quad \sqrt{n} = 54 \cdot C_v; \quad n = 2916 C_v^2$$

³⁾ Для моєї праці „Режим стока Верхнього і Середнього Дніпра“, вид. Дніпрогосстроя в Дніпропетровську, Київ, 1932, сс. 222 і далі.

⁴⁾ Там же, сс. 227 і далі.

Таблиця 1

№	Пункт	Ріка	В модулях					Норма в мм			
			Площа басейну	Норма за 25 років	Норма за 35 років	За весь період		За 25 років	За 35 років	За весь період	
						Норма	Число років			Норма	Число років
1	Київ	Дніпро	326 500	4,3	4,25	4,21	52	136	134	131	52
2	Мозир	Прип'ять	100 283	4,0	3,90	3,84	44	126	123	122	44
3	Чернігів	Десна	79 373	4,3	4,19	4,08	36	136	132	129	36
4	Гомель	Сож	37 540	5,7	5,52	5,53	29	180	174	174	29
5	Речиця	Дніпро	55 159	7,3	7,05	7,04	35	231	223	222	35
6	Орша	—	17 394	7,5	7,54	7,17	44	237	239	226	44

Одержані в табл. 2 матеріали обґрунтовують такі висновки:

1) В середньо-річному багатолітньому виводі найбільша роль у живленні р. Дніпра належить Верхньому Дніпрові з Березиною і Сожем. Лоїв дає 44% київського стоку, найменшу ж роль відіграє Десна — 25% київського стоку. Прип'ять дає трохи більше, ніж Десна — 29,7%, і тільки на 1% більше, ніж Речиця. Стік Сожа, Березини і власне Верхнього Дніпра (Лоїв) у річному виводі приблизно однаковий: 15,5%, 12% та 16,7%, тобто власне Верхньому Дніпрові належить все ж таки превалююча роль.

2) В середньому багатолітньому виводі для осені загальне співвідношення участі зазначених вище частин системи р. Дніпра залишається приблизно таке саме, як і для року; роль Десни трохи зменшується (на 3,1%), а роль Прип'яті й Ловва трохи збільшується (на 1,3% і на 1,4%); Прип'ять (з площею басейну в 191 490 км²), дає стільки ж, скільки Речиця (площа басейну — 55 159 км²), тобто відносно вдвоє менше.

3) В середньому багатолітньому виводі для зими роль Прип'яті ще більш зростає (до 35,1%), за рахунок Верхнього Дніпра з Березиною й Сожем, а роль Десни залишається такою самою, як і для осені; при цьому Прип'ять дає багато більше, ніж Речиця (35,1% проти 26,8%).

4) В середньому багатолітньому виводі для весни роль Прип'яті, Десни і Дніпра до Ловва однакова, при чому Прип'ять дає навіть трохи менше, ніж Десна і Дніпро до Речиці (26,8% проти 27,1% Десни і 27,7% Речиці); роль Верхнього Дніпра коло Ловва така сама, як і для річного стоку.

5) В середньому багатолітньому виводі для літа Прип'ять дає багато більше, ніж Десна (майже на 9%) і на 3,6% більше, ніж Дніпро до Речиці; проте Верхній Дніпро до Ловва, тобто з Березиною та Сожем, зберігає за собою 42,2% загального стоку біля Києва.

6) Для посушливого літа 1921 р., коли абсолютний мінімум для р. Дніпра був біля Києва, 50,8% витрати в цьому пункті давав Верхній Дніпро з Березиною і Сожем (Лоїв); роль Прип'яті зменшилася до 20%, тобто Прип'ять давала менше, ніж Десна на 4%; найбільшу роль у живленні Дніпра біля Києва в цьому випадку відіграла Речиця — 36,3%.

7) Для верхів'їв р. Дніпра звертає увагу незначна змінність процента стоку порівнюючи з київським, як для середнього року, так і для окремих сезонів і літа 1921 р.

Як загальний висновок, інтересно відзначити, що протилежно до давніших припущень, р. Прип'ять у всі сезони року і в річному виводі

Процентне відношення стоку по окремих пунктах до кийського стоку (період — 25 років)

№	Ріка	Значення стоку в м ³ /сек						В % від кийського стоку					
		Рік	Осінь	Зима	Весна	Літо	Літній мінім. 1921 р.	Рік	Осінь	Зима	Весна	Літо	Літній мінім. 1921 р.
		1	Дніпро—Лозм. Кам'янка . . .	1676	899,1	861,8	846,9	881,9	353,5	120	119,8	116	123
2	Дніпро—Кийв . . .	1393	750	748	2815	776	254	100	100	100	100	100	100
3	Дніпро—Речича	401,6	233,5	200,9	782,6	222,7	92	28,7	31,0	26,8	27,7	28,7	36,3
4	Десна	348	164	161	764	180	61	25	21,9	21,6	27,1	23,2	24,0
5	Прип'ять	414	233	262	754	251	52	29,7	31,0	35,1	26,8	32,3	20,5
6	Дніпро—Люйв . . .	619	343	312	1245	327	129	44,3	45,7	41,8	44,3	42,2	50,8
7	Сож	216	109,5	110	459	103	36	99%	98,6	98,4	98,2	97,7	95,3
8	Вересина	168	101	91	317	93	45	15,5	14,6	14,7	15,8	13,3	14,2
9	Ворхви, Дніпро (вище Борошнів)	234	133	109	467	131	47	12,0	13,4	12,0	11,3	12,0	17,7
					Сума			16,7	17,7	14,6	16,6	16,9	18,5
					Сума			44,2	45,7	41,3	43,7	42,2	50,4

дає на 13—15% менше, ніж Верхній Дніпро з Березиною й Сожем, і її водоносність дорівнює приблизно тільки лиш водоносності Дніпра вище впадіння Березини, з самою Березиною, або водоносності Дніпра вище впадіння Березини разом з Сожем, без Березини, тобто з площі басейну, яка становить близько 46% або 60% басейну р. Прип'яті; а літом посушливого 1921 р. водоносність р. Прип'яті знизилась мало не до водоносності однієї верхньої течії Дніпра, без Березини з Сожем (20,5% проти 18,5%), з площею басейну тільки в 26,6% від басейну р. Прип'яті, тобто в цьому випадку водоносність р. Прип'яті нижча водоносності р. Десни мало не на 4% всієї водоносності біля Києва.

Далі, у моїй згаданій вище праці було констатовано, що дільниця Київ—Лецманська Кам'янка до свого кінцевого пункта—Лецманської Кам'янки—дає Дніпрові збільшення київських витрат в середньому річному виводі на 20% (в той час як площа басейну збільшується на 40,5%); у літній та зимній періоди найменші прирости витрат спостерігаються біля Лецманської Кам'янки—відповідно на 14 та 16%, а весною і восени—на 23 і 19,8%. Літом посушливого 1921 року басейн між Києвом і Лецманською Кам'янкою збільшив київські витрати на 39%.

Щоб яскравіше показати одержані результати, подамо наведені вище цифри стоку в модулях, доповнивши їх нашими ж даними по ряду проміжних пунктів; є можливість тепер ввести для зіставлення також величини норм стоку по двох нових пунктах: 1) по р. Десні біля Брянська, за обчисленнями за 1895—1933 рр. і 2) по р. Дніпру біля Смоленська, за обчисленнями за періоду 1881—1933 рр.¹⁾ (див. табл. 3, с. 109).

На табл. 3 відносна водоносність головних складових частин р. Дніпра виступає виразніше, а саме:

1) Модулі середньої річної водоносності мають найбільше значення для р. Дніпра до Орші: 7,5 л/сек з 1 км² площі басейну; далі йдуть послідовно: Березина (7,2), Дніпро до Смоленська (6,95), Сож (5,3), Десна (4,0); Прип'ять стоїть на останньому місці з усіх головних приток, бо дає всього 3,5 л/сек з 1 км². Звертає увагу знижений проти Орші (процентів на 7) модуль для Смоленська; можна було б гадати, якщо тільки причиною зазначеного відхилення не є наближеність обчислень норм стоку, для Смоленська (про яку згадувалося вище), що тут ми маємо якусь місцеву аномалію, подібну до спостережених і в ряді інших басейнів (напр., різко виявлений мінімум для басейнів рр. Сестри та Істри на карті ізоліній норм стоку для рік московського району інж. П. А. Єфимовича або для басейнів р. Волги до Ржева і до Твері)²⁾, або, що деяке зниження норми стоку для Дніпра до Смоленська може стояти в зв'язку з заболоченим рельєфом чималої частини цього басейну.

Проте, величину відхилення норми стоку для Смоленська від норми стоку для Орші можна розцінювати як надзвичайно велику. Насправді,

¹⁾ Крива витрат для Брянська побудована на основі 30 вимірів, виконаних в 1932 та 1933 рр. УЕГМС Західної області, при чому екстраполяцію верхньої частини кривої витрат довелось виконувати на 170 см; для Смоленська, для побудовання кривої витрат (для умов чистої води) було 66 вимірів, що стосуються тільки одного року—1933/34; екстраполяція верхньої частини кривої витрат виконана на 291 см. Вихідні дані побудовань, (що належать УЕГМС Західної області) в обох випадках загалом дуже невисокої якості. Приміром, для Смоленська є ряд неув'язок в рівнях, до яких віднесені виміряні витрати; далі, для обох пунктів спостерігаються дуже дивні розбіжності в величинах витрат, підрахованих двома різними способами—аналітичним і графічним; ці розбіжності доходять незрозумілих величин порядку до 20% і навіть трохи вище.

Проте, при всіх згаданих недоліках вихідних матеріалів, у зв'язку з тривалістю періодів підрахунку, можна було б сподіватись близьких до дійсності значень величин норми стоку, особливо для Брянська.

²⁾ С. К. Менкель и М. Ф. Крицкий, Расчеты речного стока, ч. 1, М.—Л., 1934 сс. 144 і 147.

Модулі стоку (в л/сек з 1 км²)

№	Ріка і пункт	Середній багатолітній модуль стоку за періодами					Літній мінімальний модуль 1921 р.
		осінній	зимній	весняний	літній	річний	
р. Дніпро							
1	Смоленск	—	—	—	—	6,95	—
2	Орша	4,1	3,0	15,6	4,2	7,5	1,1
3	Перед впадінням Березини	4,2	3,4	14,7	4,1	7,4	1,5
4	Речиця	4,2	3,6	14,2	4,0	7,3	1,7
5	Лоїв	3,5	3,2	12,8	3,3	6,3	1,3
6	Після впадіння Прип'яті	2,6	2,6	9,1	2,6	4,7	0,8
7	Київ	2,3	2,3	8,6	2,4	4,3	0,75
8	Лоцманська Кам'янка	2,0	1,9	7,5	1,9	3,6	0,77
р. Десна							
9	Брянськ ¹⁾	—	—	—	—	6,59	—
10	Чернігів	2,0	2,0	9,4	2,2	4,3	0,72
11	Гирло	1,9	1,9	8,8	2,1	4,0	0,70
р. Прип'ять							
12	Мозир	2,2	2,5	7,1	2,3	4,0	0,41
13	Гирло	2,0	2,2	6,3	2,1	3,5	0,40
р. Сож							
14	Гомель	2,9	2,9	12,0	2,7	5,7	0,91
15	Гирло	2,7	2,7	11,2	2,5	5,3	0,85
р. Березина							
16	Гирло	4,3	3,9	13,5	4,0	7,2	1,9
р. Дніпро							
17	Між Лоцман. Кам'янкою і Києвом	1,1	0,86	4,89	0,80	2,10	0,83

Важко вати на увазі, що площа басейну р. Дніпра до Смоленська дорівнює 24 700 км², а до Орші — 17 400 км², то існуюче співвідношення величин норми стоку для Смоленська і для Орші припускає можливість наявності для прилежного басейну Смоленськ — Орша стоку приблизно в 1,5 раза більшого, ніж для р. Дніпра до Смоленська, тобто порядку 10,50 л/сек

¹⁾ Як бачимо модуль норми стоку по Брянську за фактичними вимірами досить істотно відрізняється від того його орієнтовного значення, що ми його намічали в „Режиме стока Березини в Среднего Днепра“ (як і для Трубчевська).

з 1 км². Величина такого порядку здається мало ймовірною; через це розглядувану величину норми стоку для Смоленська можна вважати ненадійною. В зв'язку з цим цю величину ми в дальшого розгляду виключаємо.

2) Для осені маємо такий послідовний хід модулів: Березина—4,3 Дніпро до Орші—4,1, Сож—2,7, Прип'ять—2,0 і Десна—1,9.

3) Для зими: Березина—3,9, Дніпро до Орші—3,0, Сож—2,7, Прип'ять—2,2 і Десна—1,9.

4) Для весни: Дніпро до Орші—15,6, Березина—13,5, Сож—11,2, Десна—8,8 і Прип'ять—6,3.

5) Для літа: Дніпро до Орші—4,2, Березина—4,0, Сож—2,5, Десна і Прип'ять—по 2,1.

6) Для мінімуму посушливого літа 1921 р.: Березина—1,9, Дніпро до Орші—1,1, Сож—0,9, Десна—0,7 і Прип'ять—0,4.

Із сказаного видно, що менша питома середня річна водоносність р. Прип'яті повинна бути віднесена головне на рахунок багато меншої питомої водоносності р. Прип'яті у весняний період. Якщо взяти на увагу, що кількість опадів по Прип'яті більша, ніж по Десні, то відносно менша роль Прип'яті, порівнюючи з Десною, стає ще більш ясною.

§ 2. Зіставлення норм стоку з нормами випаровування й дефіциту вологості

Щоб ясніше відзначити одержані по басейнах р. Дніпра вище Києва величини норм річного стоку, наведемо величини норм випаровування, які відповідають обчисленим нормам стоку¹⁾.

Вважаючи, що для цього роду обчислень необхідно виходити з однакової епохи для всіх розглядуваних басейнів, ми за розрахунковий період обираємо період 1890—1917 рр., тобто 27 років.

Для цього періоду ми маємо дані про опади для всіх розглядуваних районів, крім басейну р. Десни до м. Брянська (тут є ці дані тільки для періоду 1889—1915 рр.). Щодо норм стоку, то для періоду 1890—1917 рр. ми маємо можливість безпосереднього обчислення стоку для обраного періоду по таких пунктах: Київ, Речиця, Орша, Мозир і Брянськ, тобто по більшості розглядуваних пунктів; щождо решти пунктів, то дані по стоку для Лосва й Гомеля ми маємо тільки з 1900 р., для Чернігова — з 1894 р. і для Березини — за 25 років, починаючи з 1900 р.

Норми стоку для останніх чотирьох пунктів можна було б довести до періоду 1890—1917 рр., виходячи із звичайно використовуваних в таких випадках співвідношень з величинами стоку в найближчих сусідніх пунктах; алеж це нам здається зовсім зайвим у зв'язку з достатньою практичною постійністю величин норм стоку для періодів розглядуваної довжини. Отже, обчислення норми випаровування взятої нами однієї і тієї ж епохи для опадів і практично тієї ж самої епохи для стоку набирають вигляду як в табл. 4 (див. табл. 4, с. 111).

Одержані в табл. 4 величини норм випаровування показують цілком закономірне й логічне зменшення їх від півночі на південь; цілком чіткі закономірності виявляємо в ході випаровування також із заходу на схід. Найзначніші втрати на випаровування припадають на басейн р. Прип'яті; це легко пояснити особливостями названого басейну.

Одержані величини норм випаровування особливо інтересно зіставити з величинами (по басейнах) норм дефіциту вологості як головнішого фактора випаровування.

¹⁾ Докладніші дані з цього питання див. у моїй статті „Про баланс вологи в басейні р. Дніпра“, „Геологічний журнал УАН“, т. 1, вип. 3—4, 1935.

№	Б а с е й н и	Опади в м.м N	Стік в м.м A	Випаров. в м.м V	П р и м і т к а
1	Дніпро до Києва	571	136	435	
2	„ „ Лозва	595	214	381	Стік — за 1900—1917 рр.
3	„ „ Речиці	603	232	371	
4	„ „ Орші	592	236	356	
5	Прип'ять до Мозиря . .	582	122	460	
6	Десна до Чернігова . .	551	138	413	Опади і стік взяті за 1894—1917 рр.
7	„ „ Брянська . .	576	208	368	Опади—за 1889—1915 (тобто 24 роки), стік — за весь період спостережень.
8	Сожа до Гомеля	580	183	397	Стік — за 1900—1917 рр.
9	Березина до гирла . . .	605	228	377	Стік — за 25 років.

Для цього скористуємося картою ізоліній норм дефіциту вологості поданої на рис. 1 і збудованої в Інституті водного господарства ¹⁾ за даними 32 метеорологічних станцій, розміщених приблизно рівномірно на території басейну р. Дніпра. Дані, покладені в основу побудування карти рис. 1, належать переважно до періоду 1890—1910 рр., охоплюючи 10—20 років, і лиш для деяких пунктів включають спостереження останніх років, охоплюючи довші періоди. Не зважаючи на відзначену неоднорідність вихідного матеріалу, при аналізі його виявилась цілком достатня стійкість одержаних величин дефіциту вологості для періодів розглядуваної тривалості; звідси виявилось практично можливим узагальнити всі вихідні дані у вигляді побудування показаних на рис. 1 ізоліній і вважати, що вони досить близько підходять до реальних; вихідні дані побудувань позначені на рис. 1 відповідними цифрами, проставленими біля пунктів первинних обробок.

Карта ізоліній норм дефіциту вологості показує, що в басейні Верхнього Дніпра вище Києва значення дефіциту вологості змінюються з півночі більш-менш плавно з чималим уповільненням у зміні своїх величин для басейнів Сожа і частини Десни.

Середні багатолітні величини річного дефіциту вологості для головних окремих басейнів Верхнього Дніпра (вище Києва) подано в табл. 5 (див. с. 13).

В останній графі цієї таблиці наведені проценти норм дефіциту вологості окремо для кожного басейну, обчислені щодо норм дефіциту вологості для всього Верхнього Дніпра до Києва. Ці останні цифри особливо наочно характеризують поступові зростання дефіциту вологості з півночі на південь; характерно, що закономірності змін норм дефіциту вологості для кожного окремого басейну надто близько повторюють закономірності, виявлені нами при розгляді одержаних у табл. 4 величин норм випаровування.

¹⁾ Обчислення дефіциту вологості провадили за середніми місячними значеннями температур повітря й абсолютної вологості з уведенням поправок за відомою формулою Ольденка. Карту ізоліній склав інж. М. В. Милковський.

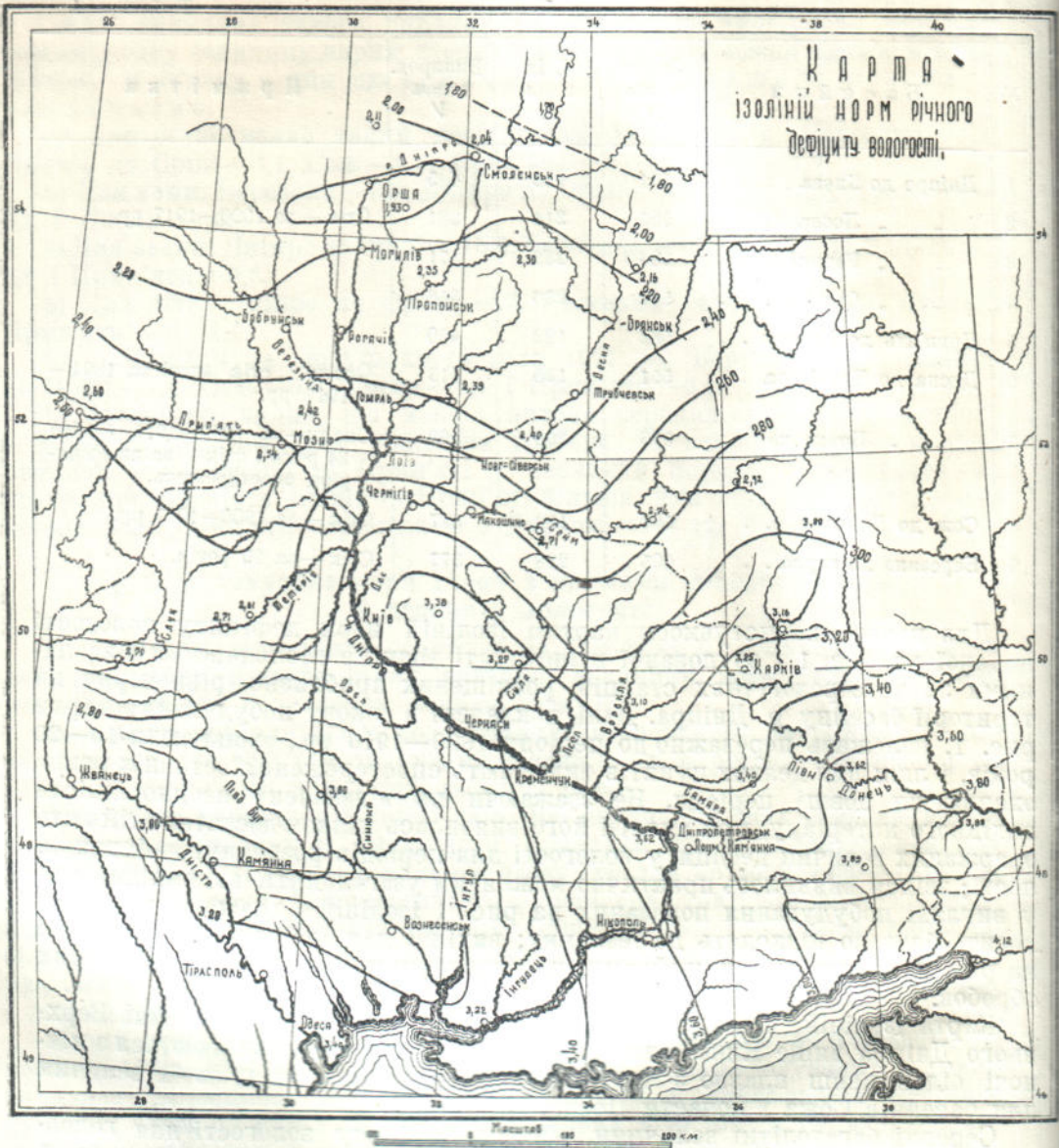


Рис. 1. Карта ізоліній норм річного дефіциту вологості.

Зроблені вище зіставлення норм стоку з нормами випаровування й дефіциту вологості виявляють повну погодженість у ході для кожного окремого басейну всіх цих трьох характеристик, які не зв'язані між собою вихідними даними для їх обчислення, але безпосередньо залежать одна від одної щодо визначаючих їх хід факторів. Звідси можна зробити висновок про близьку відповідність дійсності одержаних вище як норм випаровування і норм дефіциту вологості, так і головної, що цікавить нас, характеристики — норми стоку ¹⁾.

¹⁾ Див. також мої роботи: „Про баланс води в басейні р. Дніпра“, Геологічний журнал УАН, т. I, вип. 3—4, 1935, а також: „К вопросу о балансе влаги в бассейне р. Днепра“, Журнал Геофизики, т. V, вып. 1, Москва, 1935.

Таблиця 5

№	Назва басейнів	Норма річного дефіциту вологості	% величини норми дефіциту вологості до Києва
1	Дніпро до Києва	2,47	100
2	„ „ Лосва	2,26	91
3	„ „ Речиці	2,20	89
4	„ „ Орші	2,03	82
5	„ „ Смоленська	1,80	73
6	Прип'ять до Мозиря	2,52	102
7	Десна до Чернігова	2,45	99
8	„ „ Брянська	2,18	88
9	Сож до Гомеля	2,35	95
10	Березина до гирла	2,15	87

§ 3. Про узагальнені залежності для норм стоку

Узагальнені залежності для норм стоку в гідрологічних дослідженнях звичайно подають в одній із двох форм, однаково придатних для самих тільки інтерполяційних обчислень: 1) у формі побудування ізоліній норм стоку і 2) у формі рівнянь, що зв'язують норму стоку з тими або іншими діючими факторами.

Ізолінії норм стоку по суті в вираженні графічно інтерполяційні побудування, які фіксують той чи той географічний розподіл спостережених величин норм стоку. Цей вид узагальнених побудувань для норм стоку, які зв'язують їх з географічними координатами районів, вперше був і з дуже позитивними наслідками запроваджений в російську практику інж. Д. І. Кочеріним; для умов рівнинних районів цей спосіб зарекомендував себе як дуже простий, досить точний і найзручніший.

Відповідність ізоліній норм стоку дійсності, а також облік ними не тільки загальних закономірностей, але й місцевих особливостей окремих районів, цілком визначається якістю і кількістю вихідного матеріалу, покладеного в основу побудування ізоліній. З цього останнього погляду зрозуміло, що карти ізоліній норм стоку в міру скупчення нових матеріалів треба систематично перебудовувати і корегувати. Зрозуміло також, що в основі користування картами ізоліній лежить припущення про плавну поступову зміну норм стоку при переході з одного району в інший, тобто той самий принцип, на основі якого дуже широко застосовують для невивчених річок способи обчислення норм стоку за аналогією з найближчими вивченими річками. Відзначмо, що в цьому останньому способі обчислення норм стоку — в обчисленні за аналогією — часто виявляється можливість, принаймні дуже наближено, врахувати окремі особливості даного й сусідніх басейнів; отож, особливо в руках досвідченого гідролога та при наявності поблизу вивчених басейнів, спосіб аналогії може гарантувати ще ближчі до дійсності результати, ніж механічно здійснювані інтерполяційні обчислення за картою ізоліній норм стоку.

Другий вид узагальнених залежностей для норм стоку — формули стоку — насамперед слід вважати, як і всі емпіричні співвідношення, строго обмеженими в їх застосуванні тільки рамками тих умов і районів, з даних для яких ці формули виведені. Це стосується всіх існуючих зараз для наших умов і загальновідомих формул: спроби екстраполяційних обчислень на основі запропонованих емпіричних формул завжди неминуче приводять до великих і неприпустимих помилок (приміром, найпопулярніша формула Веліканова-Соколовського для річок півдня України та для Північного краю дає похибки порядку до $\pm 50\%$).

Другий загальний і дуже серйозний дефект існуючих емпіричних формул для норм стоку полягає в тому, що в них у ролі визначаючих норму стоку аргументів фігурують фактори, які жодною мірою цілком не враховують місцевих особливостей та впливаючих звідси місцевих умов стоку, хоч би в першому наближенні (приміром, фактори площі-топографічні та ґрунто-геологічні). Це стосується однаково не тільки тих надто примітивних (для наших умов) побудовань, в яких у ролі діючого фактора фігурують тільки кількості річних опадів, але й складніших сучасних залежностей, які враховують, наприклад, крім опадів, також дефіцит вологості (формула Веліканова-Соколовського) або ж температури повітря (формула проф. Я. Т. Ненько). Інженери С. Н. Крицький та М. Ф. Менкель в недавно опублікованій роботі ¹⁾ показали, що дефіцит вологості (і, очевидно, температури повітря) дає безпосередній і тісний зв'язок з географічною широтою району. Хоч такої самої широтної зміни в наших умовах для величин нормальних опадів ми не маємо, тобто опади великою мірою є одним з аргументів умов місцевого стоку, — ми вважаємо, що в ряді випадків названі нами вище особливі фактори місцевих умов стоку повинні грати досить серйозну роль.

Нарешті, на нашу думку, при побудованні емпіричних формул стоку завжди спостерігається тенденція, сказати б, ідеалізувати існуючі відношення, стосовно до тих чи інших абстрактних форм, які жодною мірою завжди самою своєю суттю не можуть добре відповідати існуючим емпіричним співвідношенням; в цьому так само, як ми припускаємо, криється одно з джерел того, що ті формули, які є у нас, часто не враховують всієї різноманітності існуючих співвідношень.

Отже від існуючих емпіричних формул для обчислення норм стоку, на нашу думку, навряд чи можна сподіватись уточнюючих розв'язань порівнюючи з тим, що дає звичайне географічне районування величин норм стоку у вигляді карти ізоліній, а також порівнюючи (при наявності відповідних умов) з ще простішими підрахунками за аналогією.

Для ілюстрації вищенаведеного подаємо далі результати перевірконого обчислення норм стоку для розглядуваних басейнів за найпоширенішою зараз формулою Веліканова-Соколовського (див. табл. 6).

Як бачимо, в 7 випадках з 10 маємо похибки понад 10—12%, а для басейну р. Прип'яті — навіть в 27,6%.

Користуючись географічною інтерполяцією (з карти ізоліній), похибку в 27,6% для басейну р. Прип'яті ми дістали б, взявши шукану норму з похибкою в $\pm 1,06$ л/сек з 1 км², тобто з похибкою, яка відповідає при звичайному способі проведення ізоліній цілому інтервалові між ними; таксамо похибка в 18% для Речипі відповідала б похибці в 1,32 л/сек з 1 км² за картою ізоліній, тобто більше, ніж одному інтервалові; похибки в 13,6% по Орші та в 15% по Ловву відповідали б 1,05 л/сек з 1 км², тобто знову таки одному інтервалові між ізолініями; похибка в 11,4% по

¹⁾ С. Н. Крицький і М. Ф. Менкель, Расчеты речного стока, ч. I, М.-Л. 1934.

Таблиця 6

№	Річка	Пункт	Модулі норм стоку в л/сек з 1 км ² М	Норма	Норма	Норма	Коеф. стоку α за спостереж.	Обчислене α	Похибка в %
				стоку в мм А	опадів N	дефіциту вологості d			
1	Дніпро	Орша . .	7,45	236	592	2,03	0,399	0,345	— 13,6
2	"	Речиця . .	7,31	232	603	2,20	0,385	0,315	— 18,0
3	Березина	Гирло . .	7,20	228	605	2,15	0,377	0,324	— 8,7
4	Дніпро	Смоленськ .	6,97	220	592	1,80	0,372	0,384	+ 2,6
5	"	Лоїв . . .	6,75	214	595	2,26	0,350	0,306	— 15,0
6	Десна	Брянськ . .	6,59	208	576	2,18	0,361	0,320	— 11,4
7	Сож	Гомель . .	5,79	183	580	2,35	0,316	0,294	— 7,0
8	Десна	Чернігів . .	4,35	138	551	2,45	0,250	0,280	+ 12,0
9	Дніпро	Київ . . .	4,30	136	571	2,47	0,238	0,275	+ 15,5
10	Прип'ять	Мозир . . .	3,85	122	582	2,52	0,210	0,268	+ 27,6

Десні до Брянська відповідала б 0,75 л/сек з 1 км², тобто трьом чвертям інтервала і т. д.

Отже, в 6—7 випадках з 10 розглядуваних, похибки, які дає формула Великанова-Соколовського, можна дорівнювати похибкам у 0,7—1,3 цілого інтервала на карті ізоліній норми стоку, побудованій через інтервали в 1 л/сек з 1 км². Цілком зрозуміло, що можливі похибки у відліках за картою ізоліній навряд чи можна оцінювати величинами більшими, ніж кілька десятих, тобто, приміром, до 0,2—0,4 від цілого інтервала. Отже, якщо карта ізоліній норм стоку побудована з урахуванням всіх наявних даних щодо стоку річок розглядуваних районів—можливі похибки при користуванні нею доводиться оцінювати як в 2—3 рази менші, ніж за формулою Великанова-Соколовського (якщо виходити з одержаних вище результатів для розглядуваних нами басейнів), тобто користування картою ізоліній дає в даному разі багато точніші результати.

Інтересно відзначити, що для розглядуваних басейнів далеко точніші результати, ніж формула Великанова-Соколовського, дає також дуже примітивне застосування способу аналогій. Насправді, якби ми взяли для басейну Березини норму стоку за грубою аналогією, приміром, з басейнами р. Дніпра біля Речиці або р. Дніпра до Лоева, то мали б похибки тільки відповідно в 1,5% та 6,3%, тобто багато менші, ніж за формулою Великанова-Соколовського; таксамо, приміром, для басейну р. Прип'яті така невідповідна аналогія, як басейн р. Десни, дає тільки по 10,2% проти 27,6% за формулою Великанова-Соколовського.

Отже, найбільш розроблена з існуючих формул Великанова-Соколовського, очевидно, далеко не враховує всіх основних діючих факторів норми стоку і не гарантує від досить серйозних помилок навіть для того району, дані для якого включені в вихідні дані, використані для її побудовання (р. Дніпро до Києва).

Очевидно, плідотворчі шукання аналітичних залежностей для узагальнення закономірностей розглядуваного характеру повинні виходити з досить детального генетичного аналізу даних спостережень; для цього, проте, потрібні були б багато обширніші та більш ґлибоко розроблені матеріали, ніж ті, які ми маємо зараз.

кими літературними джерелами¹⁾; зрозуміло, що виконані побудови не можуть гарантувати досить доброго збігання з дійсністю для таких басейнів, що вони за своїми характеристиками значно відрізняються від розглянутих басейнів.

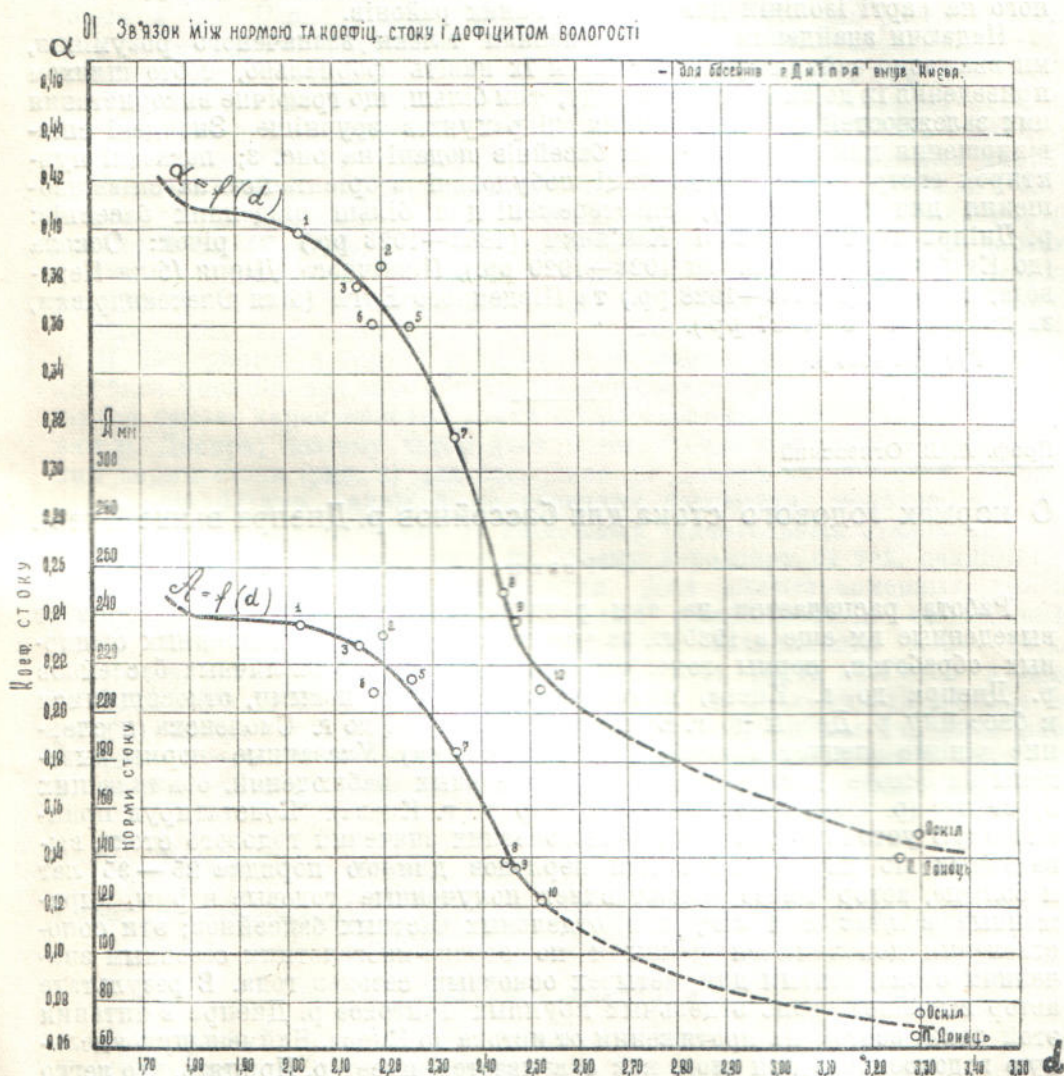


Рис. 3. Зв'язок між нормами річного стоку та річного дефіциту вологості.

Щоб мати можливість виконувати швидше інтерполяційні підрахунки і припущення, я таксамо виконав ряд спроб щодо встановлення безпосереднього зв'язку між нормою стоку й деякими основними кліматичними характеристиками басейнів. Виявилось, що дуже тісний зв'язок можна дістати (для умов розглядуваних басейнів) безпосередньо між нормою стоку і дефіцитом вологості; ще тісніший зв'язок дістаємо між коефіцієнтами стоку й дефіцитами вологості. Обидва ці види співвідношень,

¹⁾ Головне, за даними названої вище книги інж. С. М. Крицького та інж. М. Ф. Менкеля.

безперечно (як це показано докладно інженерами Крицьким та Менкелем в їх згадуваній раніше праці), мають місце через те, що дефіцит вологості, як і норма стоку, є неявні функції географічних координат (широтних). Отже, розглядувані побудування по суті можна розцінювати тільки як компактніше зображення географічного районування норм стоку, виконаного на карті ізоліній для розглядуваних районів.

Надаючи знайденим співвідношенням тільки зазначеного розуміння, ми вважаємо зайвим узагальнювати їх навіть формально, тобто шляхом приведення їх до аналітичного виду, тим більш, що графічне використання цих залежностей для практичних підрахунків зручніше. Знайдені співвідношення для розглядуваних басейнів подані на рис. 3; показані пунктиром екстрапольовані ділянки побудовані з орієнтацією на співвідношення для норм стоку, спостережені для більш південних басейнів: р. Дніпра до Лоцманської Кам'янки (1883—1923 рр.) та річок: Оскола (до Куп'янська, за даними 1923—1929 рр.), Північного Дінця (біля Перевоза, за даними 1893—1928 рр.) та Південного Буга (біля Олександрівки, за даними 1914—1927 рр.).

Грудень 1934 р.

Проф. А. В. Огневский

О нормах годового стока для бассейнов р. Днепра выше Киева

Резюме

Работа распадается на три раздела. Вначале автор рассматривает выведенные им еще в 1930 г., на основе специально выполненных обширных обработок, нормы годового стока для шести различных бассейнов р. Днепра до г. Киева, дополнив эти данные новыми, относящимися к бассейну р. Десны до г. Брянска и р. Днепра до г. Смоленска (последние данные следует признать малонадежными). Указанные нормы выведены на основе достаточно продолжительных наблюдений, обнимающих от 29 лет (р. Сож) до 52 лет (р. Днепр у г. Киева). Констатируя практическую устойчивость средне-многолетних значений годового стока, выведенных по наблюдениям для периодов длиной порядка 25—35 лет и больше, автор далее сопоставляет полученные годовые нормы, выраженные в л/сек с 1 км², для отдельных частных бассейнов; эти сопоставления дополняются данными по средне-многолетним сезонным значениям стока, взятым для четырех основных сезонов года. В результате автор выявляет роль отдельных крупных притоков р. Днепра в питании этой реки, взятой на протяжении от истока до Киева. Наименьшую удельную водоносность при этом, как оказывается, имеет р. Припять, что легко может быть объяснено за счет заболоченности огромной части этого бассейна.

В целях более углубленного анализа полученных величин нормы годового стока, автор далее сопоставляет нормы стока с нормами испарения, полученными по средне-многолетним побассейнным величинам осадков, и с нормами дефицита влажности. Дефицит влажности для указанных сопоставлений был подсчитан по данным наблюдений 32 различных станций, причем на основе этих последних наблюдений была предварительно построена карта нормальных годовых величин дефицита влажности, данная на рис. 1.

Выполненные сопоставления полученных норм стока с нормами испарения и нормами дефицита влажности целиком подтвердили общие зако-

номерности, выявляющиеся в побассейных изменениях величин нормы стока. В последнем разделе своей работы автор рассматривает вопрос об обобщенных зависимостях для нормы стока и дает общую оценку изолиний нормы стока и эмпирических формул. Анализируя наиболее распространенную формулу для нормы стока, предложенную проф. Великановым и инж. Соколовским, автор констатирует, что для рассматриваемых бассейнов эта формула дает весьма существенные отклонения от действительности, достигающие 27% (бассейн Припяти); автор при этом обращает внимание на то, что в 6—7 случаях из рассматриваемых девяти, ошибки, даваемые вышеназванной формулой, можно приравнять ошибкам, равнозначным 0,7—1,3 целого интервала на обычно применяемых картах изолиний нормы стока, построенных через интервалы в $1 \text{ л/сек с } 1 \text{ км}^2$, иначе говоря, при наличии достаточных обоснований к построению карты изолиний нормы стока, вероятные ошибки при пользовании такою картою можно оценивать как в 2—3 раза менее значительные, чем те, которые в рассматриваемых условиях дает формула Великанова и Соколовского.

Известная карта изолиний норм годового стока, построенная инж. Д. И. Кочериним, а также вариант этой карты, предложенный автором для бассейнов Днепра еще в 1931 г., были построены без учета всех имеющихся сейчас характеристик стока по рассматриваемым частным бассейнам р. Днепра; поэтому автор дает новое уточненное построение изолиний нормы стока (рис. 2) для бассейнов р. Днепра выше Киева, увязанное с новейшими данными по соседним бассейнам; понятно, что это построение не гарантирует от возможных значительных отклонений для бассейнов, резко отличающихся по своему характеру от тех, данные по коим положены в основу построения. Для иллюстрационных целей, а также для целей интерполяционных приближенных вычислений, автор дает также графически найденные зависимости норм годового стока от дефицита влажности; норма стока взята при этом в виде коэффициентов стока и в виде высоты стока. Обе зависимости, данные на рис. 3, имеют достаточно четкий характер; обобщение их, даже формальное, путем составления соответствующих уравнений, автор полагает, в связи с чисто местным значением этих зависимостей, излишним.

Prof. A. W. Ogiewsky

Ueber die Normalzahlen der Jahresabflussmengen für die Flussgebiete des Dnieprstromes oberhalb Kiews

Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit besteht aus drei Abschnitten. Eingangs bespricht Verf. die von ihm bereits 1930, auf der Unterlage speziell vorgenommener ausgiebiger Bearbeitungen, errechneten Normalzahlen der Jahresabflussmengen für sechs verschiedene Becken des Dnieprstromes bis Kiew, indem er besagte Daten durch einige neue, auf das Desna-Flussbassin bis Brjansk und auf das Dnieprbecken bis Smolensk sich beziehende Befunde (letztere sind jedoch noch als wenig zuverlässig anzusprechen) ergänzt. Die Einschätzung vorerwähnter Abflussmengen geschah auf Grund hinreichend langfristiger, 29 Jahre (Soshfluss) bis zu 52 Jahre (Dnieprstrom nächst Kiew) umfassender Beobachtungen. Nachdem Verf. die praktische Stabilität mehrjähriger Durchschnittswerte des jährlichen Abflusses, denen Beobachtungszeiträume von 25 bis 35 Jahren und mehr zugrunde liegen, aufgezeigt hat, betrachtet er die für einzelne spezielle Flussbecken ermittelten und in $\text{l/sec. für } 1 \text{ км}^2$ ausgedrückten Jahresmengen. Ausgeführten Gegeneinan-

derstellungen sind noch Angaben betreffend mehrjährige, auf die vier Jahreszeiten sich beziehende Durchschnittswerte des Abflusses, beigegeben. Daraufhin wird vom Verf. die Rolle der einzelnen grösseren Zuflüsse des Dniepr in Bezug auf Speisung des letzteren, vom Ausfluss ab bis nach Kiew, klargelegt. Dabei zeigte relativ geringste Wasserführung der Pripiatfluss, was sich wohl durch die Versumpfung eines enormen Teiles dessen Flussgebiets erklären lässt.

Zwecks tiefgründigerer Analyse der gewonnenen Werte der Normalzahlen für die Jahresabflussmenge, vergleicht des weiteren Verf. diese mit den aus mehrjährigen Mittelwerten der Niederschläge für die einzelnen Flussbecken erhaltenen Verdunstungsmengen, sowie mit den Normalzahlen des Sättigungsdefizit. Die Normalzahlen des Sättigungsdefizit wurden für solche Vergleiche aus den Beobachtungsergebnissen von 32 verschiedenen Stationen errechnet. Gestützt auf genannte Beobachtungen, ist die in Fig. 1 wiedergegebene vorläufige Karte des normalen jährlichen Sättigungsdefizit aufgenommen worden.

Die vorgenommenen Vergleiche der ermittelten Normalzahlen der Abflussmengen mit den Normalzahlen der Verdunstung und des Sättigungsdefizit haben vollauf das Vorhandensein allgemeiner Gesetzmässigkeiten, die sich in Änderungen der Abflussmengen, den einzelnen Flussgebieten nach, auswirken, bestätigt.

Im letzten Abschnitt der Arbeit wird die Frage nach einer Verallgemeinerung der Abhängigkeiten für die Normalzahlen der Abflussmengen behandelt; auch gibt Verf. eine Gesamteinschätzung der Isolinien der Abflussmengennormen, sowie der empirischen Formeln. Indem Verf. die am meisten verbreitete, von Prof. Welikanow und Ing. Sokolowsky vorgeschlagene Formel analysiert, zeigt er, dass diese Formel für die besprochenen Flussbecken sehr wesentliche Abweichungen von der Wirklichkeit, nämlich bis zu 27% (Pripiatbassin) ergibt. Dabei betont Verf. den Umstand, dass, in 6—7 von den 9 erörterten Fällen, die durch vorerwähnte Formel bedingten Fehler denselben gleichgesetzt werden können, die 0,7—1,3 eines ganzen Intervalles auf den gewöhnlich benutzten Karten (mit den über Intervalle zu 1/sek für 1 km² konstruierten Isolinien der Abflussmengennormen) gleichwertig sind. Anders ausgedrückt, lassen sich, bei Vorhandensein genügender Unterlagen für die Aufnahme von Karten der Abflussisolines, die wahrscheinlichen Fehler bei Benützung solcher Karten um zwei- bis dreimal geringer schätzen, als diejenigen, welche unter den besprochenen Verhältnissen durch die Formel Welikanows und Sokolowskys hervorgerufen werden.

Die bekannte, von Ing. D. I. Kotscherin aufgenommene Karte der Jahresabflussisolines, sowie die vom Verf. bereits 1931 für die Bassins des Dniepr vorgeschlagene Variante dieser Karte wurden ohne Inbetrachtung aller heute ermittelten charakteristischen Merkmale des Abflusses in den erwähnten speziellen Becken des Dnieprstromes konstruiert. Demnach gibt Verf. einen neuen präzisierten Isolinienentwurf der Normalzahlen der Abflussmengen (Fig. 2) für die Dnieprstromgebiete oberhalb Kiews, mit Bezugnahme auf neueste Daten betreffend benachbarte Flussgebiete. Der Anschaulichkeit wegen, sowie zwecks annähernder Interpolationsberechnungen, zeigt Verf. auch graphisch die ermittelten Abhängigkeiten der Jahresabflussmenge von dem Sättigungsdefizit. Hierbei wird die Abflussmenge in der Form von Abflusskoeffizienten und der Abflusshöhe genommen. Beide von Fig. 3 veranschaulichten Abhängigkeiten besitzen hinreichend ausgesprochenen Charakter; Verf. hält eine, selbst formale, Verallgemeinerung derselben mittels Ableitung entsprechender Gleichungen, wegen der rein örtlichen Bedeutung dieser Abhängigkeiten für überflüssig.