

С С С Р  
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  
ГЛАВТРАНСПРОЕКТ  
ГПИИ "СОЮЗДОРПРОЕКТ"

"УТВЕРЖДАЮ"  
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР СОЮЗДОРПРОЕКТА  
*Б. Р. Сычков* — В. Р. СЫЧКОВ  
"28" июля 1976 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Определение рабочих уровней и расходов воды для  
обоснования проектов организации строительства  
мостов.

г. Москва - 1976 г.

## **ПРИДИСЛОВИЕ**

"Методические указания составлены в развитие и дополнение раздела I, п.28 "Указаний по проектированию вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов" - ВСН 136-67, утвержденных техническим управлением Минтрансстроя СССР в 1967 году /10/, а также СН 495-72 /9/, руководства по определению расчетных гидрологических характеристик ГИ / 7 / и "Методических указаний по расчетам внутригодового распределения стока при строительном проектировании" ГИ / 4 /.

Настоящие указания предназначены для проектирования вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов на реках СССР.

Необходимость в подготовке настоящих "Методических указаний" вызвана отсутствием в названных выше нормативных документах решения всего комплекса вопросов определения рабочих уровней и расходов воды применительно к специфике транспортного строительства.

Разрозненность рекомендаций по этим документам, недостаточность взаимной увязки методов расчета внутригодового распределения стока, а также отсутствие методов расчета при полном отсутствии данных наблюдений за стоком и в условиях искусственной и естественной зарегулированности, потребовало обобщения накопленного опыта и проведения необходимых разработок на основе объективного гидрологического анализа паттурник данных измерений как на сети УГМС, так и накопленных при изысканиях мостовых переходов в различных районах СССР.

"Методические указания" содержат систематизированные практические рекомендации по определению рабочих уровней и расходов воды и направлены на обеспечение более качественного и специализированного решения этого вопроса

в условиях возрастной потребности технико-экономической оценки затрат на временные и вспомогательные устройства при строительстве мостов. "Методические указания" предназначены для использования не только в проектных организациях, но и в тех строительных подразделениях, где разрабатываются проекты организаций работ по сооружению мостов.

"Методические указания" разработаны главным специалистом технического отдела Сокодорпроекта канд.техн.наук Перецовниковым Б.Ф. и руководителем гидрологической группы Узгипроавтодора Сидоровой И.Б. "Методические указания" подготовлены к изданию инж.Папиной Ю.В.

О всех замечаниях и пожеланиях, возникающих при использовании "Методических указаний", просьба сообщать по адресу: Москва Х-89, наб.Мориса Тореза,84, Сокодорпроект.

Начальник технического отдела  
Сокодорпроекта

*Ротенберг К.И.*

## I. Основные положения.

1. Одним из основных требований при составлении проекта организации работ по строительству мостовых переходов и вспомогательных сооружений и устройств является определение рабочего уровня (горизонта) воды на период строительства.

Согласно ВСН 186-67 / 10 / за рабочий уровень воды принимается наивысший возможный в период производства данного вида работ уровень десятилетней повторяемости, определяемый по гидрологическим данным наблюдений.

2. При наличии или недостаточности таких наблюдений, методы расчета, которые можно использовать для этих целей, содержатся в работах / 2,6,9 /. Для случаев отсутствия гидрологических наблюдений методы расчета отсутствуют. Поэтому они разработаны авторами заново и приведены впервые в данных "Методических указаниях".

При разработке этого метода расчета были обработаны методами математической статистики на ЭВМ "НАИРИ-3" за каждый месяц в течение каждого года ряды гидрологических величин наблюдений за период 1958-1978 гг. по ряду рек СССР.

3. Предложенные в свое время Д.Л.Соколовским / 8 / и принятые в данных "Методических указаниях" за основу типы внутригодового распределения стока соответствуют основным видам режима рек СССР, разработанным в разное время Б.Д.Зайковым и Н.С.Кузиным, а по Средней Азии В.Л.Шульцем / 11 /.

В результате обработки и анализа натурных данных возникла необходимость учета к известным в литературе 4-м основным типам внутригодового распределения еще одного типа, обозначенного в табл. I индексом 0.

4. В предлагаемой классификации внутригодового распределения стока (Рис. I) выделены 3 характерных сезона (Табл. I): 1 - паводок (половодье); 2 - устойчивая межень; 3 - некоторое повышение расходов за счет отдельных небольших паводков.

Выделенные в табл. I 5 основных типов внутригодового распределения стока в отличие от классификаций Д.А. Соколовского, Б.Д. Зайкова и других авторов объединяют несколько типов и подтипов рек в одну группу.

Таблица I.

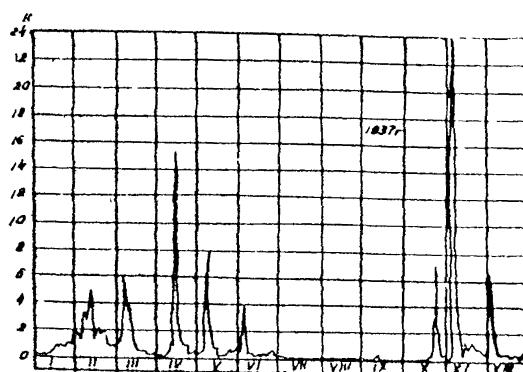
Но- ти- пов	Характер паво- водья (павод- ка)	Сезоны года		
		Половодье (паводок)	Межень	Некоторое повыше- ние
0	Зимне-весеннее	III-IV	VII-IX	X-XI
I	Весеннее	II-III	VII-VIII	-
II	Летнее	V-VIII	I-II	V-VIII, IX-XII
III	Летне-осеннее	VI-IX	III-V	IX-X
IV	В течение всего года	I-XII	-	I-XII

Для оценки примерных сроков и продолжительности основных гидрологических сезонов в разных районах СССР целесообразно использование рекомендаций Руководства ГГи / 7 / и Методических Указаний / 4 /, приведенных в приложении № I.

Выбор расчетных типов определяется тем, что для обоснования проекта организации работ важно выделить основной паводочный период, характеризующийся

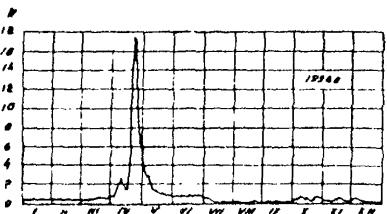
Рис. I. Расчетные типы внутригодового распределения стока рек СССР.

Мин 0

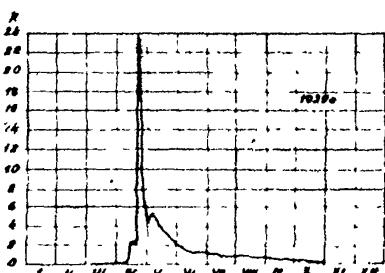


Ленкоранский подтип режима расходов.  
р. Сураш Арио - Асантоджа.

# Mun I



Восточноевропейский подтип ре-  
жима расходов: р. Волга - Кама-  
НУН.

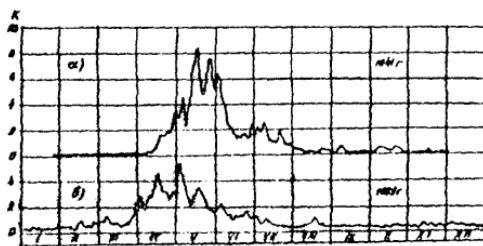


Казахстанский подтип режима  
расходов: р. Кулунда - Шимол'я.

## Мур II

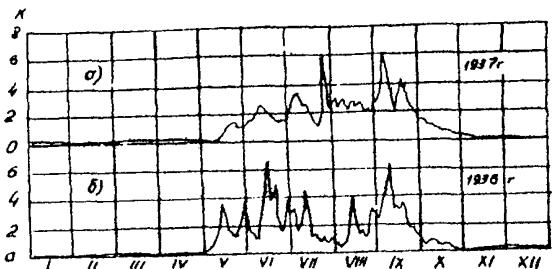


Дальнесибирский подтип режима расходов: р. Василевск - Василевск

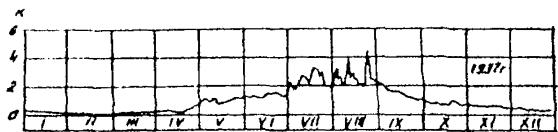


Алтайский подтип режима расходов.  
а) р. Томь - Станичн, б) р. Нура - Таймыр

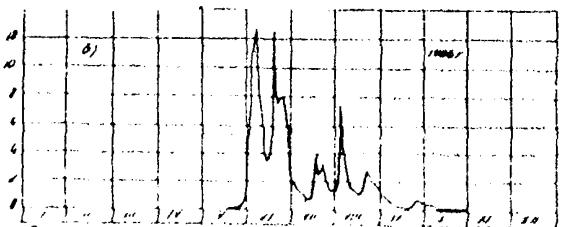
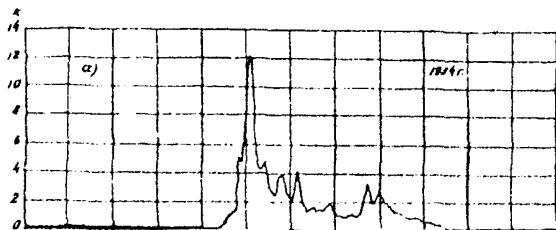
### Тип III



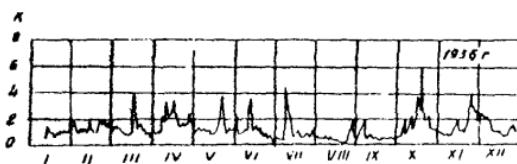
Дальневосточный тип режима расходов  
а) р. Витим - Бодайбо, б) р. Зея - Женские воро-  
та.



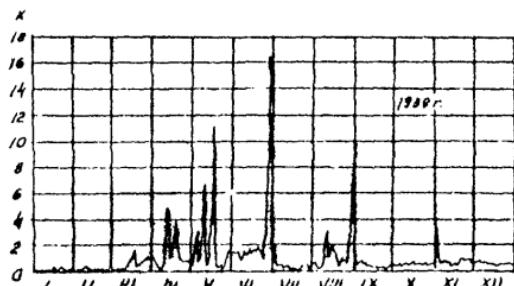
Тяншанский подтип режима расходов  
р. Терен - Казбен.



*Мир IV*



Прichernоморский подтип режима расходов  
р. Сочи - Пластунка



Североновинский подтип режима расходов  
р. Кам'ялееевка - Оленинское

продолжительностью, а не видом пиков паводков.

Для строительства мостов основное значение имеет не только уровень 10% ВП, но и продолжительность стояния высоких уровней и стабильной межени.

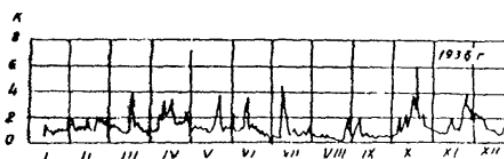
Очевидно, что такое объединение нескольких подтипов в одну группу, в отдельных случаях может дать несколько завышенные максимальные расходы за период половодья (паводка) примерно на 25-30%. Но продолжительность половодья выделяется достаточно четко и точно по предлагаемой в табл. I классификации, что и определило основные принципы рекомендуемого районирования.

5. Внутригодовой ход стока по месяцам представлен в относительных величинах, т.е. в долях от максимального расхода 10% ВП, принимаемого равным I. Как показал анализ, отношение каждого максимального расхода за месяц к максимальному расходу за год для данной реки сохраняется практически постоянным в течение всего периода наблюдений и соответствует отношению максимального расхода 10% ВП каждого месяца к максимальному расходу 10% ВП любого обработанного ряда табл.2.

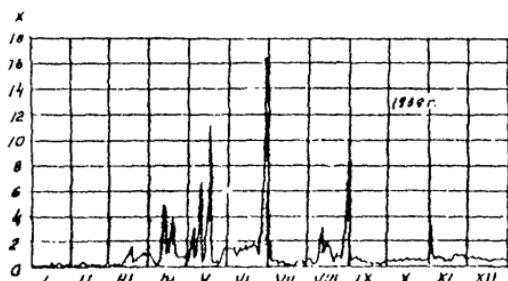
Оценка внутригодового распределения стока 10% ВП по месяцам в относительных величинах, т.е. в долях от максимального расхода 10% ВП, принятого за единицу, не противоречит предыдущим исследованиям и разработкам различных авторов, представляющим внутригодовое распределение в долях от среднего годового стока (Д.Л.Соколовский), отношением стока за VII-IX к стоку III-VI (Шульц В.А.) и других авторов.

6. Рекомендуемая "Карта гидрологического районирования типов внутригодового распределения стока" (Рис.2) соответствует указанным в табл. I типам распределения с учетом климатических особенностей и высотных характеристик водосборов.

## Мон IV



Причерноморский подтип режима расходов  
р. Сочи - Пластунка



Североавазский подтип режима расходов  
р. Камболовка - Аланчуков

продолжительностью, а не видом пиков напоров.

Для строительства мостов основное значение имеет не только уровень 10% ВП, но и продолжительность стояния высоких уровней и стабильной мажеи.

Очевидно, что такое объединение нескольких подтипов в одну группу, в отдельных случаях может дать несколько завышенные максимальные расходы за период половодья (паводка) примерно на 25-30%. Но продолжительность половодья выделяется достаточно четко и точно по предлагаемой в табл. I классификации, что и определило основные принципы рекомендуемого районирования.

5. Внутригодовой ход стока по месяцам предоставлен в относительных величинах, т.е. в долях от максимального расхода 10% ВП, принимаемого равным I. Как показал анализ, отношение каждого максимального расхода за месяц к максимальному расходу за год для данной реки сохраняется практически постоянным в течение всего периода наблюдений и соответствует отношению максимального расхода 10% ВП каждого месяца к максимальному расходу 10% ВП любого обработанного ряда табл.2.

Оценка внутригодового распределения стока 10% ВП по месяцам в относительных величинах, т.е. в долях от максимального расхода 10% ВП, принятого за единицу, не противоречит предыдущим исследованиям и разработкам различных авторов, представляющим внутригодовое распределение в долях от среднего годового стока (Д.Л.Соколовский), отношением стока за VII-IX к стоку VI-VI (Шульц В.А.) и других авторов.

6. Рекомендуемая "Карта гидрологического районирования типов внутригодового распределения стока" (Рис.2) соответствует указанным в табл. I типам распределения с учетом климатических особенностей и высотных характеристик водосборов.

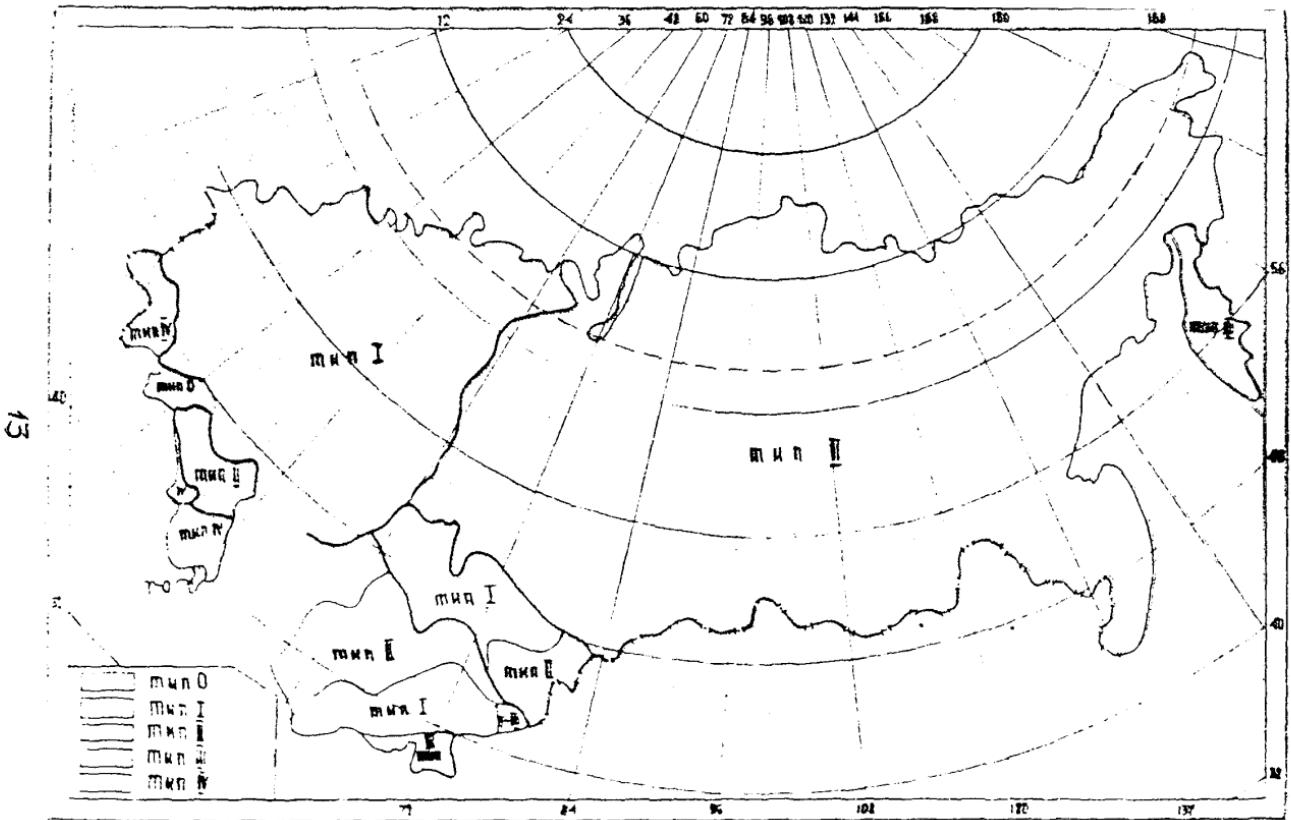


Рис 2 КАРТА-СХЕМА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ типов  
внутригодового распределения стока ЕССР (табл 1)

Наиболее распространенным в СССР являются реки, имеющие летние половодья (лаводки), которые длиятся 2-8 месяца, в основном в летние месяцы.

Эти реки имеют тип распределения под индексом II. К ним относятся крупные реки, такие как Енисей, Лена, Обь, Сыр-Дарья, Аму-Дарья и другие. Половодье их длится с V по VIII месяцы, в межень с XI по IV проходит 10-15% от максимальных расходов, в период IX-XI наблюдается некоторое повышение стока, составляющее до 20-30% от максимума.

На больших водотоках, как правило, много гидрометрических створов, они изучены хорошо, поэтому карта настоящих "указаний" может служить в этом случае только для приближенного ориентирования.

10. При оценке рабочих уровней воды 10% ВЛ следует учитывать возможный набег волн на временные сооружения от динамического воздействия речного потока при скоростях течения более 2 м/сек. и градиентообразного волнения. Эти условия в настоящих "методических указаниях" не рассматриваются, так как более подробно освещены в работе / 8 /.

## 2. Расчеты при наличии наблюдений более 10 лет при неискаженном режиме водотоков.

При наличии данных гидрометрических наблюдений расчет внутригодового распределения стока ведется методом статистической обработки рядов максимальных месячных расходов по каждому месяцу года. Для сокращения времени обработки статистические расчеты можно не производить, определяя величину лаводка 10% ВЛ по порядковому номеру  $N$  члена ряда, вычисляемого по формуле:

$$N = 0,1 (n+1) \quad (I)$$

где  $n$  - общее число членов ряда наблюдений.

Например, при наличии 30-летнего ряда наблюдений порядковый номер паводка 10% ВП равен  $N = 0,1(30+1) = 3,1 \approx 3$ .

При длительности ряда 10-15 лет в качестве расчетного паводка следует принимать наибольший наблюдаемый в ряду каждого месяца.

Данные наблюдений при длительности не менее 10 лет считаются достаточными, если в этот период входят как маловодные, так многоводные и средневодные годы. При невозможности соблюдения указанных условий в отношении числа и водности лет имеющегося ряда наблюдений расчет внутригодового распределения стока следует вести как для неизученной реки согласно разделу 8 настоящих "Методических указаний".

Продолжительность сезонов паводков (половодий) и межени следует назначать одинаковыми для всех лет исследуемого ряда в соответствии с типами внутригодового распределения согласно табл. I рис. 1 и рис. 2, а также с использованием характерных гидрографов некоторых рек СССР, приведенных в приложении № 2 или в других источниках.

В приложении № 2 помещены гидрографы некоторых рек СССР за характерные годы: маловодные, многоводные, средневодные. Как показывает анализ этих и других гидрографов расходы 10% ВП относятся к многоводным, так как возможность их прохождения каждые 10-15 лет совпадает с наблюдаемой в природе тенденцией чередования многоводных и маловодных лет. Помещенные в приложении № 2 гидрографы наглядно иллюстрируют периоды межени и половодья, позволяют определить величину отношения максимальных расходов к минимальным к типу распределения рек, относящихся к одному гидрологическому району.

При наличии гидрометрического створа, расположенного на той же реке вблизи от проектируемого сооружения, и различиями величинами площадями водосбора в створе проектируемого сооружения и в гидрометрическом створе

не более чем на 10-15% допускается выполнение расчета внутргодового распределения стока по данным для этого гидрометрического отверстия с введением в абсолютные значения распределения (расходы в м<sup>3</sup>/сек.) поправочного коэффициента. Таким поправочным коэффициентом может быть отношение между средними многолетними максимальными расходами воды в отверстии сооружения и гидрометрическом отверстии или отношение площадей водосборов:

$$K = \frac{Q_{cm}}{Q_{coop}} = \frac{F_{cm}}{F_{coop}} ; \quad (2)$$

где  $Q_{cm}$  и  $F_{cm}$  - относятся к гидрометрическому отверстию.

Для получения расчетного расхода в отверстии сооружения нужно расход 10% ВП в гидрометрическом отверстии умножить на поправочный коэффициент К, определяемый по формуле (2).

При значительном протяжении участка реки между гидрометрическими отверстиями и проектируемым сооружением следует учитывать возможную боковую приточность (Рис.8), время добегания притоков, а также время добегания от верхнего отверстия к нижнему. Методы учета боковой приточности оговорены в Руководстве ГГИ / ? /.

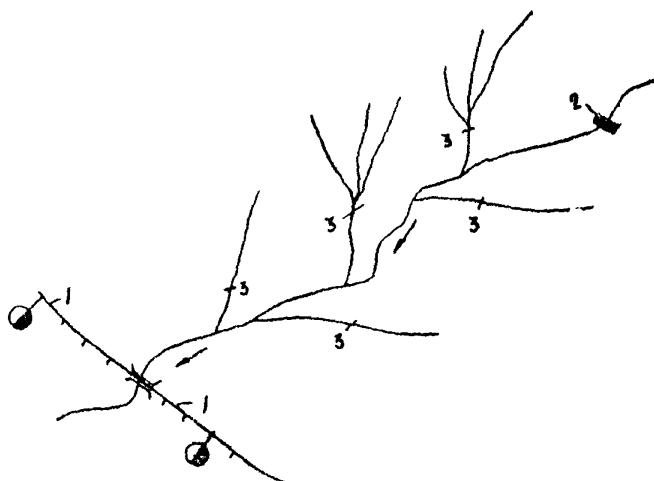


Рис.8. Схема к учету боковой приточности: I - проецируемый створ; 2 - гидрометрический створ на основной реке; 3 - гидрометрические створы на боковых притоках.

Если на притоках имеются гидрометрические наблюдения (Рис.8), то расходы притоков также обрабатываются методом математической статистики, а затем суммируются с расходом 10% ВП основной реки с введением коэффициентов трансформации стока по длине:

Учет трансформации речного стока следует выполнять с использованием рекомендаций, содержащихся в работах / 8,5,6 /.

#### 2. Расчеты для длительности наблюдений менее 10 лет.

Для недостаточно изученной реки, при наличии наблюдений менее 10 лет, границы сезонов (табл. I), тип внутригодового распределения стока, распределение стока по месяцам в долях от максимального расхода 10% ВП при-

нимают с учетом данных рек-аналогов.

При выборе реки-аналога необходимо исходить из лучшего соответствия следующих признаков:

а/ сходства климатических и гидрологических условий (бассейны реки-аналога и расчетной реки должны находиться в однородном климатическом районе, в пределах которого назначительно изменяется расчетная интенсивность вододачи, а также ориентирование бассейнов к направлению падающих встречных действующих в циклональный период);

б/ одновременности колебаний стока во времени;

в/ однородности условий формирования стока (однотипность рельефа, почво-грунтов, растительного покрова, гидрологических условий, руслового процесса, равной и однородной степени замкнутости, заболоченности, уклонизменности склонов и т.п.);

г/ морфометрии и гидрографии бассейнов (обобщенные отметки водоразделов, средние высоты бассейнов над уровнем моря, длина водотока и его средних уклонов, расстояние между аналогом и изучаемым водотоком, размеры подводного, симметричность речной сети).

Площади водосборов не должны различаться более чем в 5 раз, а их средние высоты не более чем на 500 м. Расстояние между аналогом и изучаемой рекой должно быть минимальным.

По данным наблюдений на реке-аналоге уточняются величины элементарного модуля максимального стока:

$$f_{BA} = \frac{G_A (\bar{F}_A + 1)^n}{F_A \delta_A^m} \quad (8)$$

где  $Q_A$  - максимальный расход реки-аналога 10% ВЛ  
м³/сек,  $F_A$  - площадь водосбора реки-аналога,  $\text{км}^2$ ;  $\delta_A = \delta_1 \delta_2$  - коэффициент, учитывающий

снижение максимального расхода реки-аналога озерами и болотами и другими факторами;  $n$  - показатель редукции модуля максимального стока, принимаемый для приближенных расчетов равным для дождевых расходов  $n = 0,40$ ; для расходов от снеготаяния  $n = 0,25$ .

Максимальный расход в створе проектируемого сооружения определяют по формуле:

$$Q_p = \frac{A_{ba} \cdot Fg}{(F+1)^n} ; \quad (4)$$

где:  $A_{ba}$  - элементарный модуль максимального стока реки-аналога 10% ВП, м<sup>3</sup>/сек. с 1 км<sup>2</sup>;  $g$  определяют для створа проектируемого сооружения.

При наличии многолетних наблюдений на малых реках-аналогах величина модуля стока  $q_p$  может быть вычислена по СН 48-72

$$q_p = \delta 1\% (\alpha H 1\%)_a \bar{J}_p \delta_i \quad (5)$$

$$(\alpha H 1\%)_a = \frac{q 1\% a}{16,7 \Psi(T_{\delta_i}) \delta_{ia}} \quad (6)$$

где:  $\Psi(T_{\delta_i})$  - ордината кривой редукции осадков, представляющая среднюю интенсивность осадков за расчетное время добегания  $T_{\delta_i}$ , определяемое по формулам

$$T_{\delta_i} = 1,2 \bar{J}_p^{1/4} + T_{ck} \quad (7)$$

$$\bar{J}_p = \frac{1000 L}{m_p f^{1/2} q^{3/4}} \quad (8)$$

где:  $L$  — длина водотока до расчетного створа, км;  
 $M_p$  — коэффициент морозоустойчивости русла;  $q$  — максимальный модуль стока, м<sup>3</sup>/сек.км<sup>2</sup>.

Для водосборов площадью более 10 км<sup>2</sup> время склонового обогревания  $T_{ск}$  составляет:

лесная и тундровая:	$T_{ск}$ , мин.
неизобоченные бассейны	60-100
изобоченные бассейны	150
лесостепная зона	40-60
степная и сухостепная	20-40
полустепная	10-15
горные районы	10-60

При наличии многолетних наблюдений на больших реках-аналогах расчет максимального расхода 10% ВП следует производить по формуле:

$$Q_p = q_{pA} \left( \frac{F_A}{F} \right)^n \frac{\delta_1 \delta_2}{\delta_{1A} \delta_{2A}} / \text{л/с}$$

$$\text{или } Q_p = q_{pA} \left( \frac{\phi^* A}{\phi^n} \right)^n \frac{\delta_1}{\delta_{1A}} F \text{ /л/с}$$

где:  $q_{pA}$  — максимальный модуль стока 10% ВП реки-аналога;  $\phi^*$  — морфометрическая характеристика русла реки;

$$\phi^* = - \frac{1000 L}{m J^{1/2} F^{1/4}} \text{ /л/с}$$

где:  $m$  — коэффициент, зависящий от морозоустойчивости русла и почвы;  $n, p$  — показатели степени редукции.

Расчетные формулы (9) или (10) используют в зависимости от форм водосборов и уклонов сопоставляемых рек. Для сравнения форм водосборов и уклонов двух рек определяют характеристики  $\Delta L$  и  $\Delta J$ :

$$\Delta L = \frac{L}{F^{0.56}} \quad /12/$$

При  $\Delta L_A \approx \Delta L$  и  $\Delta J_A \approx \Delta J$  используют формулу / 9 /; при  $\Delta L_A$  больше или меньше чем в 1,5-2 раза  $\Delta L$  и  $\Delta J_A$  больше или меньше чем в 2-8 раза  $\Delta J$ , рассчитывают по формуле / 10 /. Реки-аналоги должны иметь близкие значения  $H_1$ .

Анализ гидрометеорологических условий на территории различных районов земного шара позволяет считать, что метод географической аналогии имеет достаточную физическую обоснованность для небольших и однородных регионов и может применяться для малых и средних водотоков.

Нахождение аналогов и расчеты сооружений по ним требуют от специалистов большого опыта выполнения гидрометеорологических обоснований и инженерной интуиции. Методы гидрологической аналогии являются одними из самых приближенных приемов обоснования проектных решений, но для решения поставленной задачи могут быть использованы.

При наличии коротких и прерывистых наблюдений в створе проектируемого сооружения рекомендуется использовать соответствующие данные по схожим к нему гидрометеорологическим створам на реках-аналогах. Для перехода к их следует использовать графики связи соответствующих величин стока. При этом коэффициент корреляции должен быть не менее  $R \geq 0,85$ . А при выборе створа-аналога следует руководствоваться приведенным выше рекомендациями. Пример такого метода расчета приведен в приложении № 8. Могут быть рекомендованы и другие методы восстановления прерывистых и коротких рядов. Более подробное их изложение дано в работе / 6 /.

При отсутствии надежных аналогов расчеты внутригодового распределения стока следует производить в соответствии с указаниями Руководства / 7 / по региональным зависимостям параметров сезонного стока от определяющих факторов в различных физико-географических условиях (характере водосбора реки, озерности, характера почвогрунтов, средней высоты водосбора и т.д.).

Региональные зависимости параметров внутригодового распределения стока от главных факторов, а также районные обобщенные схемы внутригодового распределения для всей территории СССР приведены в справочниках "Ресурсы поверхностных вод СССР", издаваемых Главгидрометслужбой.

#### 4. Расчеты при отсутствии наблюдений

При отсутствии гидрометрических наблюдений расчеты максимального стока заданной 10% ВП следует производить по формулам СН 485-72, ВСН 63-74, НИМЛ-72 или СДП-78. / 6 /.

Для определения максимальных расходов 10% по месяцам следует пользоваться картой-схемой гидрологического районирования типов внутригодового распределения стока СССР, разработанной авторами, которая позволяет отнести исследуемую реку к тому или иному типу внутригодового распределения стока /см.рис.2/.

Для определения количественных характеристик расходов по месяцам рекомендуется пользоваться таблицей внутригодового распределения стока /табл.2/ для любого типа распределения, где максимальный расход 10% ВП каждого месяца приведен в долях от максимального годового расхода 10% ВП, принятого за 1;

Для некоторых рек СССР в дополнение к табл.2 могут быть использованы данные кадастра расчетных расходов воды 10% ВП, приведенных в приложении № 4.

Таблица 2  
внутригодового распределения в долях от максимального расхода 10% ВЧ, принятого за I.

№ пп	Тип распре- деле- ния	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0	0,40	0,50	0,80	0,80	0,20	0,20	0,20
2	I	0,10	0,15	0,70	1,0	0,5	0,4	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
3	II	0,1	0,20	0,20	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,4	0,2	0,1
4	III	0,2	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,2	0,2
5	IV	0,25	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

При площадях  $F > 10000 \text{ км}^2$  май месяц в I типе принимать также за I, и апрель, т.к. паводки более растянутые, чем при меньших площадях.

Чтобы вычислить максимальный расход 10% ВП каждого месяца, необходимо максимальный расход 10% ВП, определенный по эмпирической формуле или другим известным методам / 6 /, умножить на величину коэффициентов, приведенных в таблице 2:

$$Q_P = Q_{10\%} \cdot K_0 \quad (18)$$

где:  $Q_{10\%}$  - максимальный годовой расход 10% ВП;  
 $K_0$  - коэффициент, характеризующий зависимость месячного расхода  $Q_f$  10% ВП от расчетного  $Q_{10\%}$  и определяемый по табл.2.

Этим же методом можно рассчитать ежемесячные расходы  $Q_f$  10% ВП для водотоков в зарубежных районах прокатирования, предварительно определив максимальный расход 10% ВП -  $Q_{10\%}$ .

При определении расходов 10% ВП по методу СДН-78 / 6 / коэффициенты стока в дополнение к известным рекомендациям следует определять по табл.8.

Таблица 8

по	Название районов	$\alpha_0$ 10% ВП
I	2	8
I	Приморье ДВИ, Северный Вьетнам, Непал, Индонезия, Северная Индия, Восточный Пакистан	04-0,8
2	ДВК /Хабаровский край/, Черномор- ское побережье Кавказа, Закавказье, Дальневосточные продгорные районы Средней Азии, Западный Пакистан	0,35-0,8

I	2	3
8	Ливео-часмые районы Карпат, Крыма, Афганистана, Йемена, Восточного Ирана и Ирака	0,8
4	Забайкалье, предгорья Карпат, горные и предгорные районы среднего Урала. Лесостепная зона Европейской части СССР. Монголия.	0,25-0,2
5	Степная зона Европейской части СССР, южный Урал, западная Сибирь	0,25-0,2

Для определения ежемесячных расходов  $Q_{10\%}$  ВИ при отсутствии гидрометрических наблюдений могут быть разработаны региональные методы с учетом особенностей формирования паводков в любом районе. Для условий Грузинской ССР может быть рекомендована такая методика регионального обоснования графиков месячных расходов уровней воды при отсутствии наблюдений / 12 /, разработанная А.А.Александровым / см. приложение № 5 /.

Для приближенной оценки расхода  $Q_{10\%}$  ВИ на предварительной стадии проектирования при невозможности проведения инженерных изысканий целесообразно использовать метод географической интерполяции, подробное изложение которого дано в работе / 6 /.

При проведении инженерных изысканий в неизученных районах СССР и зарубежных странах необходимо проведение регулярных наблюдений за уровнем реки в отворе проектируемого моста независимо от периода и сроков их проведения. При спросе старожилов и обследовании следов и мест паводков прошлых лет следует фиксировать не только максимальные паводочные уровни, но и часто повторяющиеся уровни, в таких уровнях года предшествующего началу изысканий и их вероятностный оценки.

Необходимо при опросе старожилов фиксировать уровень течения всего внутригодового периода применительно к основным характерным сезонам речного стока. Если же эти сезоны неизвестны, то необходимо по опросам старожилов составить схематизированную модель внутригодового стока применительно к тем годам, которые они хорошо помнят и к тем местам речной долины, где их достоверно показывают. В последующем необходима всяческая увязка всех этих сведений о переносом на образец перехода.

На особо крупных переходах целесообразно проведение экспресс-гидрометеорологических наблюдений в периоды отличные от времени проведения основных инженерных изыскательских работ с целью уточнения отдельных сезонов внутригодового распределения стока. При проведении изыскательских работ в несколько стадий следует учитывать необходимость уточнения характера и количественных характеристик внутригодового распределения стока, в том числе и тех сезонов, которые были менее всего обоснованы наблюдениями или опросами старожилов.

Проведение таких работ требует высокой квалификации инженеров-гидрологов.

##### 5. Особенности расчетов в условиях водогулированного речного отока.

При определении расчетных величин расходов I(%) ВР следует учитывать изменения условий формирования стока, вызванные искусственной хозяйственной деятельностью по освоению речного стока на водосборах и происходящие из них в естественных условиях.

К основным факторам искусственного регулирования максимального стока, влияющим на расчетные расходы I(%) ВР, относятся: 1 - регулирование стока водохранилищами и прудами в руслах рек и их притоках; 2 - изъятие стока из водотоков на водоснабжение, орошение, обводнение, вливование водораздельных каналов и другие сбросы в со-

седние речные бассейны; 3 - сбросом в русла рек малярных и промышленных вод; 4 - регулирование стока постройками автомобильными и железными дорогами.

К основным факторам естественного регулирования максимального стока относятся: 1 - приливно-отливные и сгонно-нагонные явления; 2 - распластывание паводков на транзитных участках рек; 3 - неустойчивое перераспределение речного стока в предгорных районах и на конусах выноса; 4 - переливы паводковых вод в смежные водотоки; 5 - влияние переменного подпора на устьевых участках рек; и другие.

Учет факторов искусственного и естественного регулирования речного стока следует выполнять путем введения в расчетные величины максимальных годовых и месячных расходов соответствующих поправок и коэффициентов.

Для рек с искусственной зарегулированностью стока водохранилищами и прудами необходимо в период инженерных изысканий получить наиболее полную информацию о влиянии всех мероприятий на речной сток с целью восстановления величин естественного стока.

Поправки, учитывающие влияние искусственного регулирования, следует устанавливать по отчетным или перспективным данным службы эксплуатации гидroteхнических сооружений или в проектных организациях и соответствующих ведомствах.

В случаях, когда проектируемое сооружение находится на значительном расстоянии от головы канала или другого гидroteхнического сооружения, а между сооружением и проектируемым створом в водоток попадает дополнительный речной сток или селевые потоки, то необходимо собирать сведения о количестве таких притоков, количественных характеристиках речного стока и даже в том случае, если это искусственные каналы. Если гидroteхнические

сооружения расположены на искусственных каналах, то их следует рассматривать как естественные водотоки и применимые соответствующие методы расчета. Такие каналы часто встречаются в условиях Средней Азии. Таковы, например, каналы Андикан, Шарихан и Савай, которые имеют протяженность более 100 км и на всем протяжении принимают селевые потоки с андишанских пригорок /адыров/. В весенний период максимальные расходы на этих каналах формируются как на естественных водотоках. Сведения о прошедших паводках фиксируются в диопетчерских журналах <sup>ФРН</sup> водхозов, где можно получить необходимые данные для ведения расчетов.

То же можно сказать и о реках, регулируемых водохранилищами, но одновременно имеющих значительную боковую приточность между проектируемым строением и нижним бьефом гидротехнического сооружения.

Особо сложными случаями учета регулирования максимального и внутригодового стока является расположение каскада водохранилищ на реках, протекающих через территории нескольких государств.

Распределение стока на таких реках обуславливается межгосударственными соглашениями, а оценка расчетных расходов должна производиться по взаимной увязке с близлежащими гидротехническими сооружениями, между которыми расположен проектируемый объект.

В этих случаях модель графико-внутригодового стока 10% ВП синтезируется методом компенсации характерных первых режимов попусков и паводков в соответствии с межгосударственным соглашением и учетом боковой приточности.

Учет факторов естественного регулирования также требует к себе серьезного инженерного подхода. Наиболее полное освоение методов учета этих факторов дано в работе / 6 /, рекомендациями которой следует пользоваться.

## 6. Порядок расчетов и состав исходных материалов для проекта организации работ.

После определения расчетных расходов 10% ВП по каждому месяцу одним или несколькими из рекомендуемых в п.п.2,3,4,5 методами (при необходимости получения более качественных данных в особо ответственных случаях) следует подобрать соответствующие этим расходам расчетные уровни воды в заданном расчетном створе мостового перехода.

Подбор расчетных уровней 10% ВП следует производить по морфометрическим кривым зависимостей уровней воды от расходов  $Q = f(H)$ , построенными с применением известных формул гидравлики, предусмотренных НИП-72 / 5 / для определения скоростей течения воды (Рис.4). Для построения таких кривых и для каждого заданного уровня  $H_i$  определяют величину расходов по формуле:

$$Q_i = \omega_p \cdot V_p + \sum \omega_n V_n \quad (14)$$

где:  $\omega_p$  и  $\omega_n$  - площади живых сечений потока при уровне  $H_i$  соответственно русал и пойм /при их величине/ в м<sup>2</sup>;  $V_p$  и  $V_n$  - скорости течения воды в русале и на поймах при уровне  $H_i$ , в м/сек. Кривые  $Q = f(H)$  должны быть построены во всем диапазоне изменения уровней от нуля до расчетного уровня высоких вод /УВВ/ с оценкой расчетных скоростей течения по грунтам при РУВВ.

Морфометрические расчеты целесообразно выполнять из ВМ по имеющимся программам, а при отсутствии такой возможности с применением табличной формы.

Окончательный результат указанных выше расчетов должен иметь вид ступенчатого графика по месяцам, с указанием на нем кроме расчетных уровней и расходов воды 10% ВП. Образец такого графика приведен на рис.б.

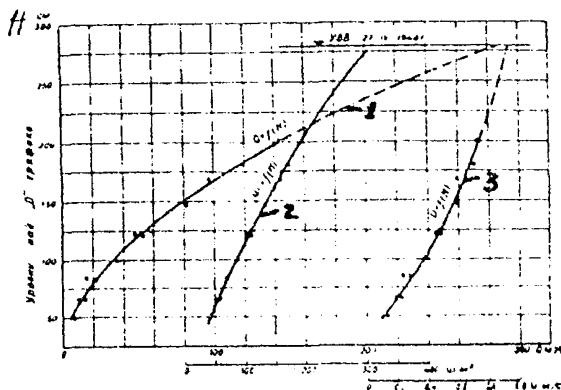


Рис.4. Морфометрические кривые зависимостей расходов /1/, площадей живых сечений /2/ и скоростей течения /3/ от уровняй воды в створе моста.

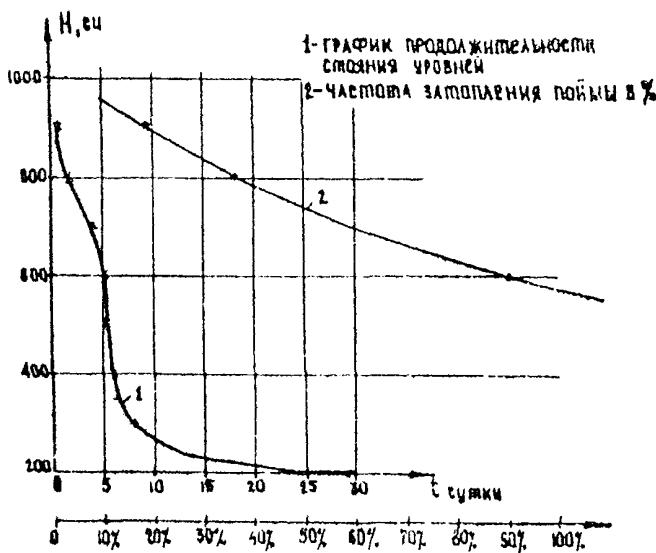


Рис.5. График длительности стояния воды в створе строящегося моста и частоты затопления поймы (на примере р.Москвы у г.Коломны).

Рис. 6. График расчетных уровней р. Алгеми



32.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
расчетные уровни по кривой $Q=f(h)$	17%: 91.72	91.10	91.03	92.28	92.97	92.70	92.50	92.80	92.60	92.10	91.82	
	30-35%: 91.22	91.50	91.45	91.70	91.15	91.92	91.77	91.90	91.85	91.60	91.35	
даты начала и конца циклического периода	1/10/68	—	—	~10/10	—	~15/11	—	—	—	—	27/12 - 15/10	
расчетные расходы	17%: 87	93	96	149	290	275	183	244	209	136	36	90
	30-35%: 38	45	54	85	140	110	90	104	98	78	52	45

м<sup>3</sup>/сек

В итоге произведенного гидрометеорологического обоснования должна бы представлена пояснительная гидрологическая записка к составлению проекта организации работ, которая должна содержать следующие исходные материалы:

1. Обоснование расчетного типа внутригодового распределения стока на исследуемом водотоке.
2. Расчет максимального годового расхода 10% ВП.
3. Расчет ежемесячных годовых максимальных расходов 10% ВП.
4. Морфометрические расчеты расходов по заданным уровням воды в расчетном створе мостового перехода с построением кривой  $Q = f(H)$ .
5. Ступенчатый график внутригодового распределения расходов и соответствующих им уровней 10% ВП.
6. Расчетный график колебаний уровней воды в заданной створе 10% ВП, соответствующий расчетному типу внутригодового распределения стока или его синтезированная модель.
7. График длительности отопления уровней воды в створе моста (Рис.5).
8. Соображения по выбору наиболее целесообразного периода строительства мостового перехода и отдельных его элементов: подходов, регуляционных сооружений, укреплений подгольяемых откосов, опор моста, подмостовых конусов, проделных строений моста.
9. Особенности гидрометеорологического режима, которые могут повлиять на сроки строительства, устойчивость временных и постоянных мостовых сооружений, а также на технологию работ (водоворотные явления, приливы и отливы, огни и магоны, волнообразование, набег волн, расчетные скорости течения, глубинные деформации, про-

пуски воды из водохранилищ, коррекция, устойчивость русел, метеорологические условия выпадения паводкообразующих дождей и др.условия).

IO. Оценка условий судоходства и лесосплава во внутригодовом периоде речного стока (класс реки, типы судов, изменения форватера, судоходные габариты, причалы, пристани и т.п./).

II. Оценка изменений рабочих уровней воды на предгорных реках с учетом набега воды на временные сооружения от динамического воздействия речного потока и гребенчатообразованного волнения, а также учет селевых выносов, прогрессирующего развития молодых блуждающих русел и еровмонного понижения дна русла.

I2. Оценка особых условий регулирования исследуемого водотока.

I8. Оценка достоверности и надежности полученных расчетных материалов и рекомендации по их дальнейшему уточнению.

## 7. Рекомендованная литература

1. Вайков Б.Д. Численные полноводья и паводки на реках СССР за историческое время. Л., Гидрометеоиздат, 1957. 187с.
2. Инструкция по расчету стока с малых водосборов, ВСН 69-С7.И., Орггидрострой Минтрансстрой СССР, 1969. 98с.
3. Методические указания. Назначение возвышения низа пролетных строений мостов на предгорных реках. Ч., Главгравспроект, Союздорпроект. 1975. 24 с.
4. Методические указания по расчетам внутригородового распределения стока при строительном проектировании. Л., Гидрометеоиздат, 1970. 79с.
5. Настоящие по изысканиям и проектированию железнодорожных и автомобильных мостовых переходов через водотоки. М., "Транспоркт", 1972. 279с.
6. Пархомников Б.Ф. Расчеты максимального стока при проектировании дорожных сооружений. М., "Транспорт", 1975, 804с.
7. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. Л., Гидрометеоиздат, 1978. 112с.
8. Соколовский Д.Л. Речной сток. Л., Гидрометеоиздат, 1968. 588с.
9. Указания по определению расчетных гидрологических характеристик СН 485-72. М., Гидрометеоиздат, 1972, 860.
10. Указания по проектированию вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов, ВСН 186-67. Минтрансстрой. М., 1968. 858с.
11. Нуцц В.А. Реки Средней Азии. Л., Гидрометеоиздат, 1965. 691с.
12. А.А.Александров. Методика построения месячных графиков расходов в уровнях на реках при отсутствии гидрометрических наблюдений. Тбилиси. 1975. 9с.

Приложение № I

Примерные сроки и продолжительности основных гидрологических сезонов в разных районах СССР

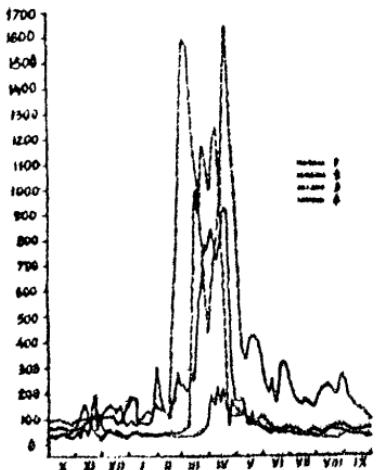
Район	Сроки (месяцы)							
	Продолжительность (число месяцев)							
	зим- не- вес- сен- ний	весен- ний	весен- ний	лет- ний	лет- ний	осен- ний	осен- ний	зим- ний
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Европейская часть СССР								
Граница Север (севернее 64° с.ш.)	IV-VI 8			VIII-XII 4			XII-IV 5	
Лесная зона (севернее 56° с.ш. и восточнее 80° в.д.)	IV-VI 3			VIII-XI 5			XII-III 4	
Южная часть лесной зоны и лесостепная зона (севернее 49° с.ш.)	II-VI 8			VI-XI 6			XII-II 8	
Степная зона (южнее 49° с.ш.) и юго-западная часть Прикаспия (южнее 57° с.ш. и западнее 240° в.д.)	II-IV 3			V-XI 7			XII-I 2	
Прикаспiatье и Закавказье	III-V 3			VII-XI 6			XII-II 8	
Горные районы Крыма	XII-V 6			VII-XII 8		IX-XII 8		

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Азиатская часть СССР								
Северная часть Сибири до р.Ле- ни /севернее 64° с.ш на западе и 56° с.ш.у оз. Байкал/		IV-VI 2		VII-X 4			XI-III 5	
Западная Сибирь (южнее 64-60°)		IV-VI 3		VII-XI 5			XI-II 4	
Центральный и Северный Казах- стан		IV-V 2		VII-XI 6			XI-II 4	
Горный Алтай		IV-IX 6			X-XI 2		XI-II 4	
Забайкалье		IV-V 2		VII-X 5			XI-II 5	
Прибайкалье		IV-VII 5			IX-X 2		XI-II 5	
Северо-восточ- ная Сибирь (восто- чнее р.Лены)		IV-VII 4			IX-X 2		XI-II 6	
Дальний Восток (бассейн р.Аму- ра)		IV-IX 6			X-XI 2		XII-I 4	
Горные районы Кавказа и Сред- ней Азии		IV-VI 4		VII-XI 5			XII-II 3	
Высокогорные районы Кавказа и Средней Азии		II-IV 2		VII-IX 5			XII-II 5	

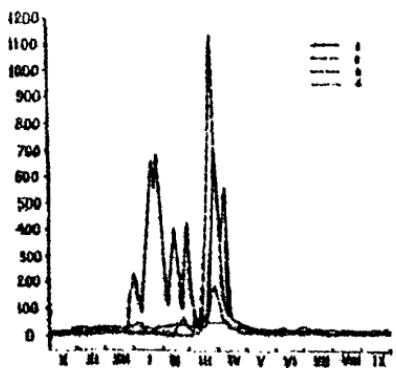
Приложение № 2

Характерные гидрографы некоторых рек СССР.

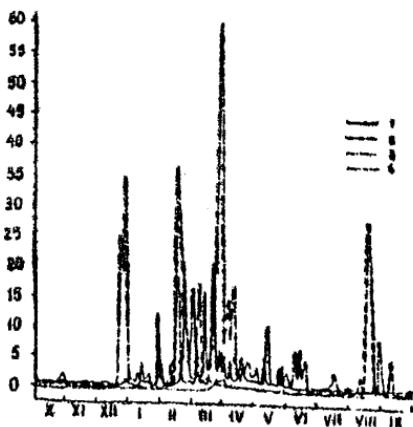
I. Весенне-весенние паводки.



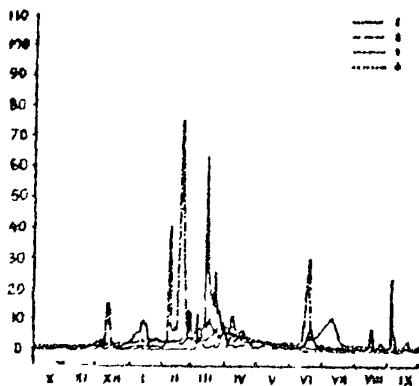
Гидрографы р. Северо-Камчатка.  
1-гидрограф 1967-68 г., 2-средний по водности 1986-87 г.,  
3-ближний к многоводному 1958-54 г., 4-ближний к маловод-  
ному 1940-41 г.



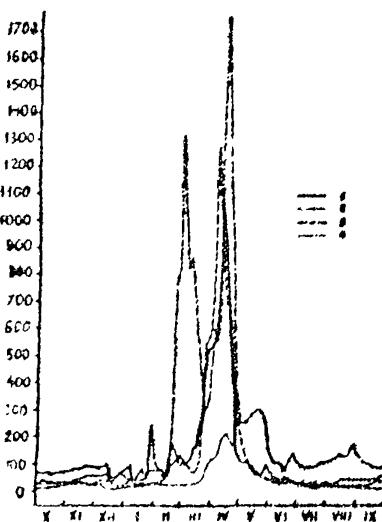
Гидрографы р. Свердловский Донец-г. Былев.  
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности 1950-51г.,  
3-близкий к многоводному 1954-55г., 4-близкий к маловодному 1961-62г.



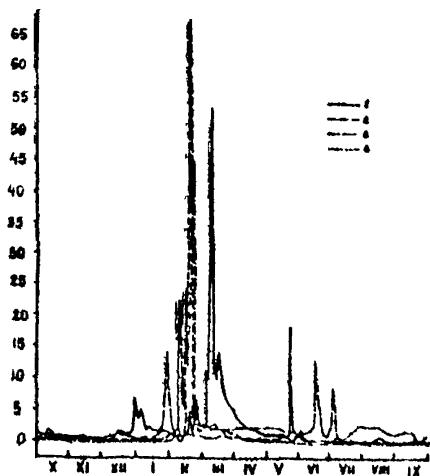
Гидрографы р. Лугань-пос. Дзиновское.  
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности 1959-60г.,  
3-близкий к многоводному 1968-64г., 4-близкий к маловодному 1958-54г.



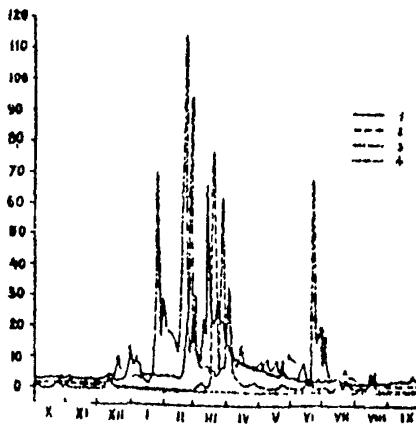
Гидрографы р. Куйандричья-станица Владимировская.  
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности 1958-59г.,  
3-ближний к многоводному 1957-58г., 4-близкий к мало-  
водному 1958-54г.



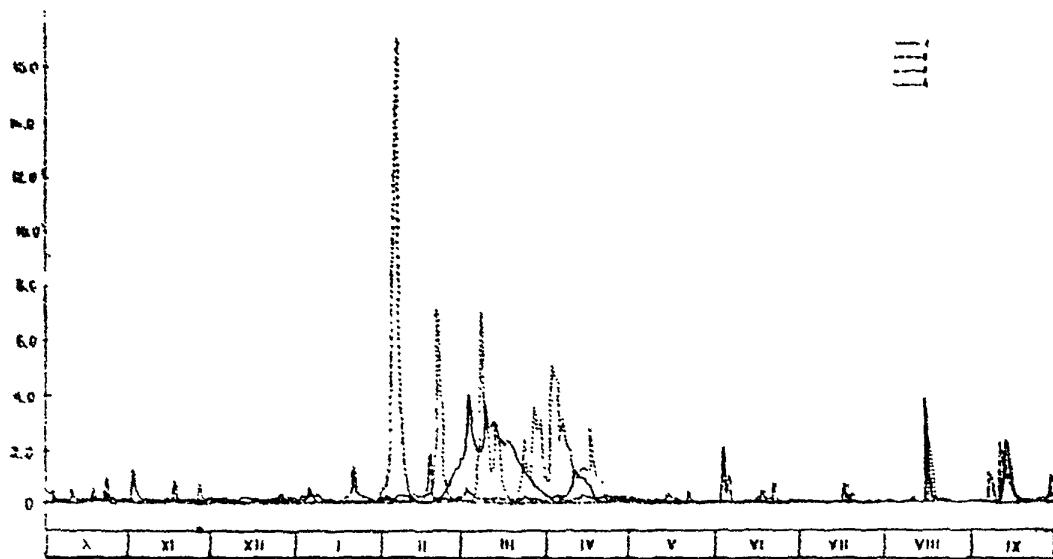
Гидрографы р. Свердловский Донец-г. Лисичанск.  
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности 1980-89г.,  
3-ближний к многоводному 1940-41г., 4-ближний к мало-  
водному 1958-54г.



Гидрографы р.Лихая-х.Богураев.  
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности 1959-60г.,  
3-близкий к многоводному 1957-58г., 4-близкий к маловодному 1956-57г.

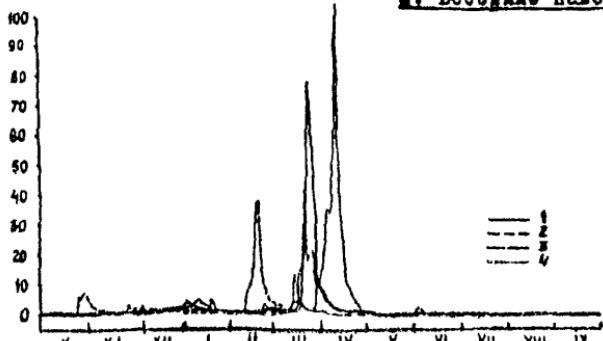


Гидрографы р.Большая Каменка-о.Верхне-Герасимовка.  
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности 1944-45г.,  
3-близкий к многоводному 1940-41г., 4-близкий к маловодному 1960-61г.



Гидрографы р. Инновец-о-Сыкмера.  
1-гидрограф 1966-67 г., 2-средний по водности 1964-65 г., 3-близкий к маловодному  
1958-59 г., ← близкий к многоводному 1962-63г.

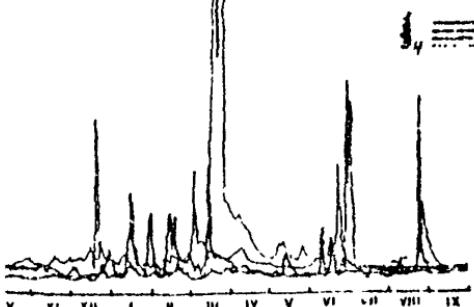
2. Весенние паводки.

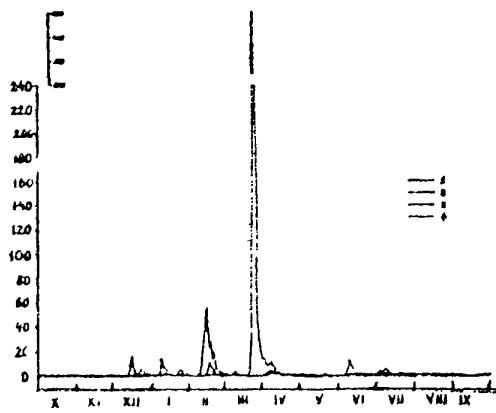


Гидрографы р.Орчи-о.Чермешнина.

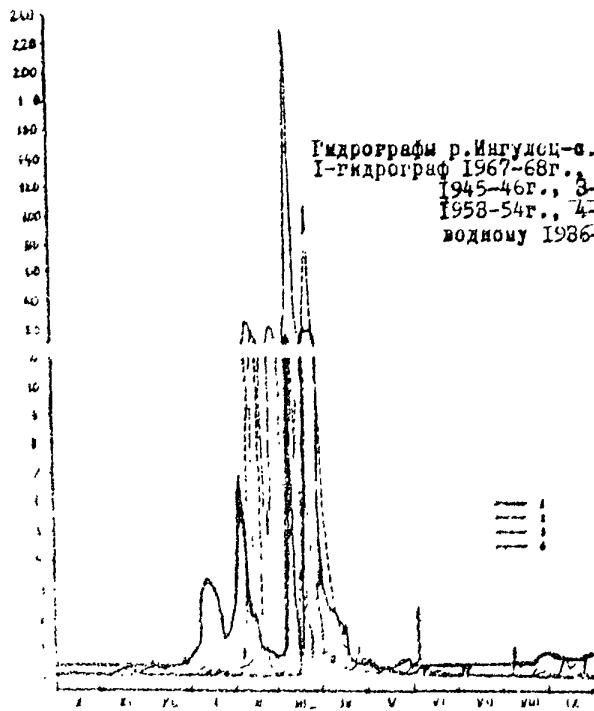
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности 1956-57г.,  
3-близкий к маловодному 1960-61г., 4-близкий к много-  
водному 1962-68г.

Гидрографы р.Конка-г.Подгори.  
1-гидрограф 1966-67г., 2-средний  
по водности 1959-60г.,  
4-близкий к многоводному 1963-64г.,  
3-близкий к маловодному 1954-55г.,



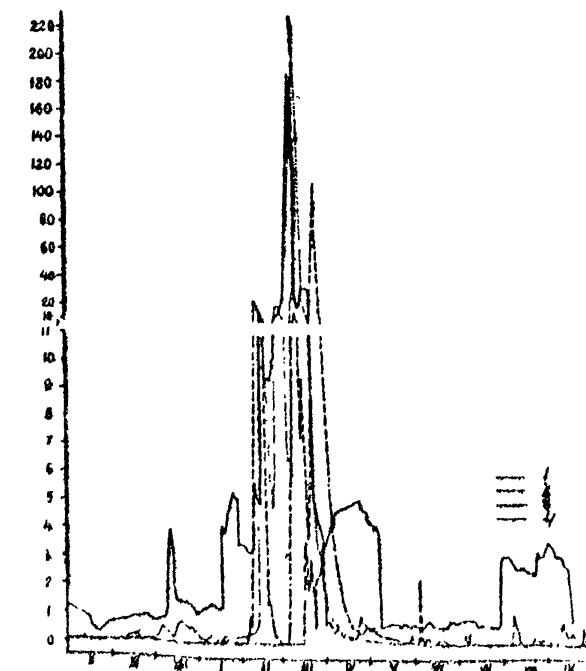
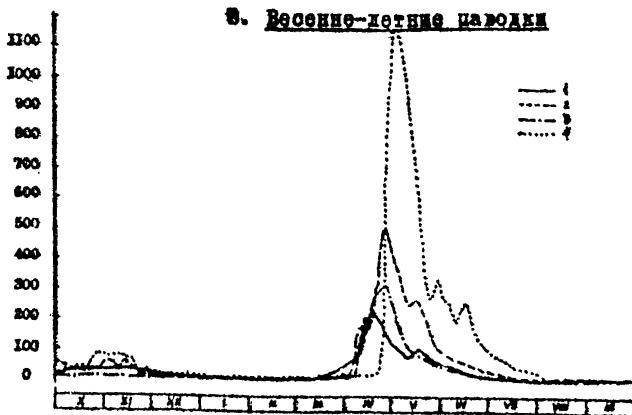


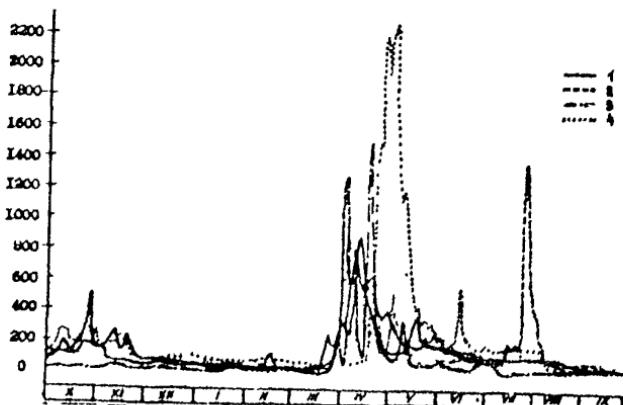
Гидрографы р.Самара-с.Кохановка.  
1-гидрограф 1968-69г., 2-средний по водности 1957-58г.,  
3-близкий к маловодному 1961-62г., 4-близкий к много-  
водному 1963-64г.



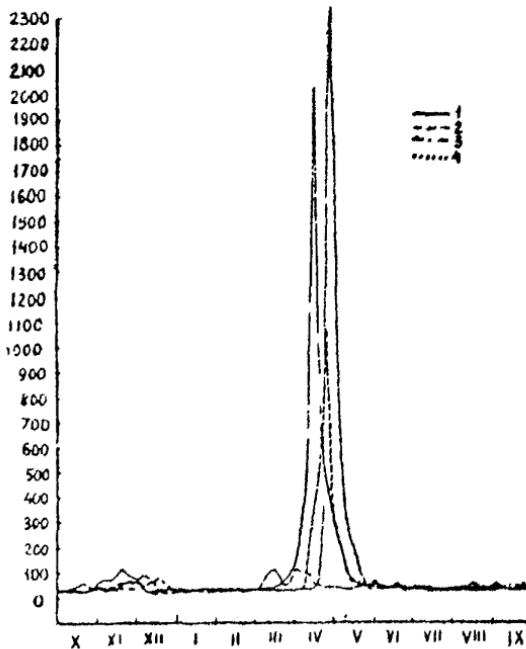
Гидрографы р.Ингушет-с.Александро-Степановка.  
1-гидрограф 1967-68г., 2-средний по водности  
1945-46г., 3-близкий к маловодному  
1958-59г., 4-близкий к много-  
водному 1986-87г.

**3. Весенне-летние паводки**

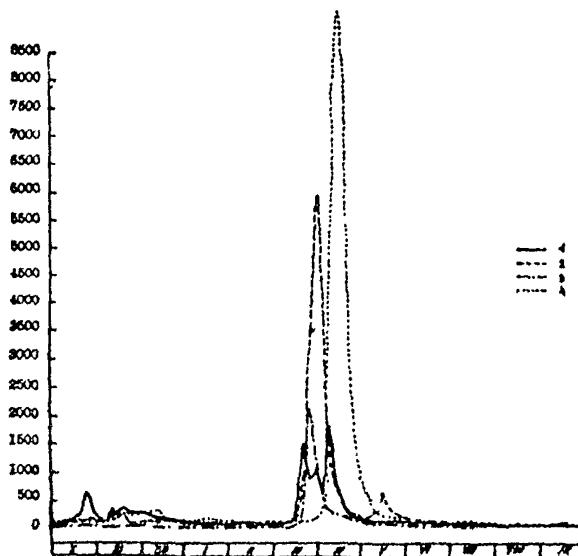




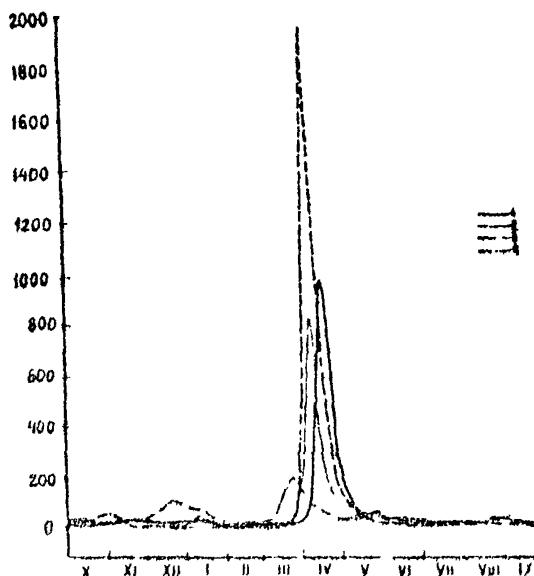
Гидрографы р.Волги-г.Старица.  
1-гидрограф 1971-1972г., 2-средний по водности  
1942-43гг., 3-ближний к маловодному 1988-1989гг.  
4-ближний к многоводному 1954-55гг.



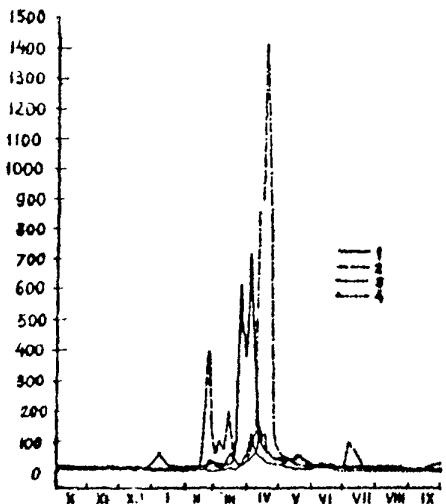
Гидрографы р.Волги-г.Старица.  
1-гидрограф 1966-67г., 2-средний по водности  
1924-1925гг., 3-ближний к маловодному 1930-31гг.,  
4-ближний к многоводному 1930-31гг.



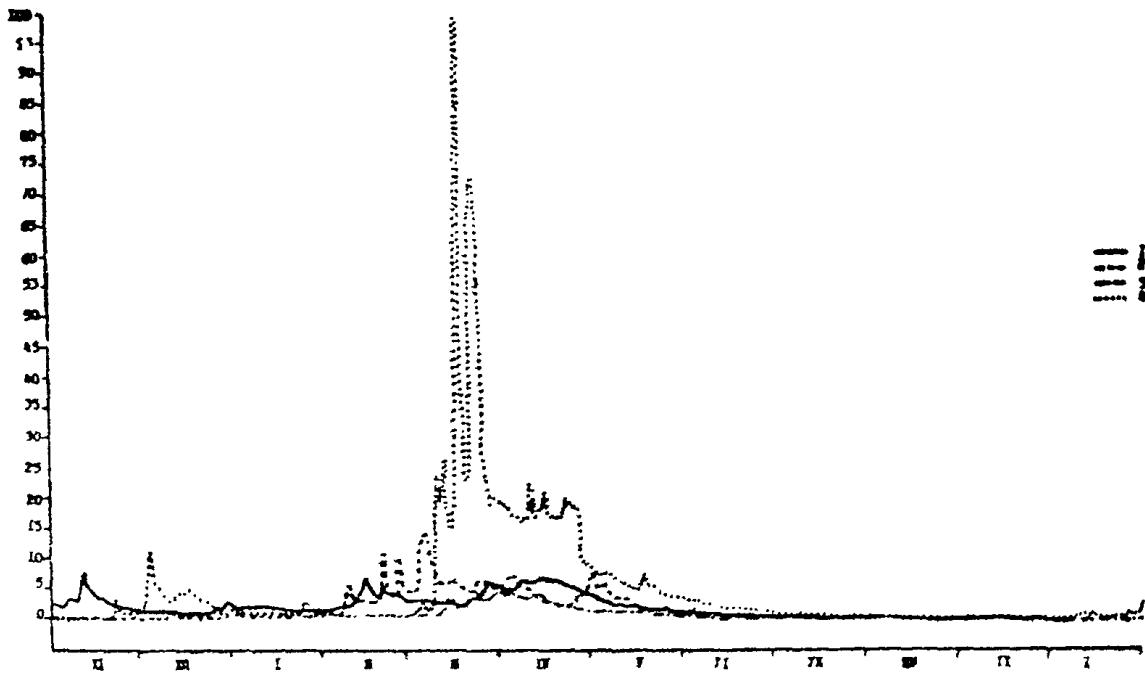
Гидрографы р.Оки-г.Калуга.  
1-гидрограф 1971-72гг., 2-средний по водности  
1950-51гг., 3-близкий к маловодному 1920-21гг.,  
4-близкий к многоводному 1969-70гг.



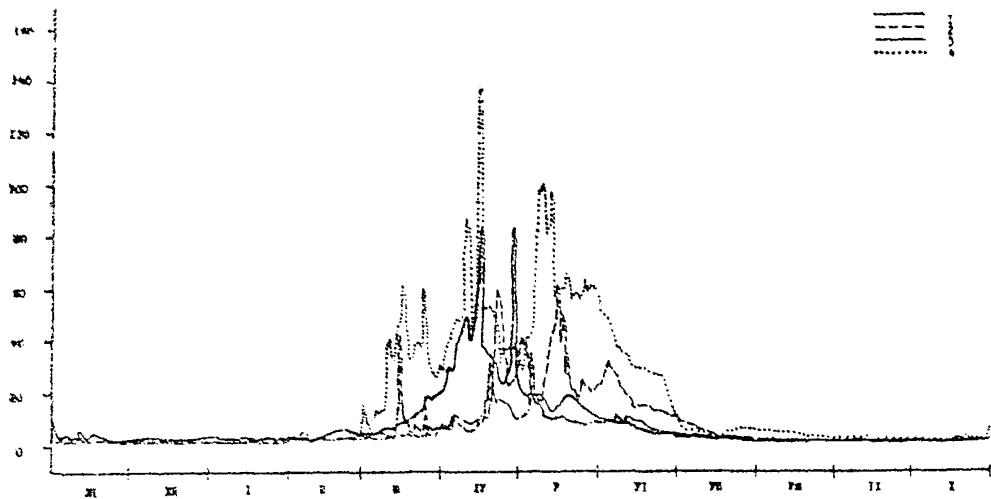
Гидрографы р.Сеим-г.Рыбинск.  
1-гидрограф 1963-64гг., 2-средний г., водности  
1947-48гг., 3-близкий к маловодному 1926-27гг.,  
4-близкий к многоводному 1969-70гг., 47



Гидрографы р.Оксол-г.Купянск.  
1-гидрограф 1967-68гг., 2-средний по водности  
1957-58гг., 3-близкий к многоводному 1962-68гг.,  
4-близкий к маловодному 1958-54гг.

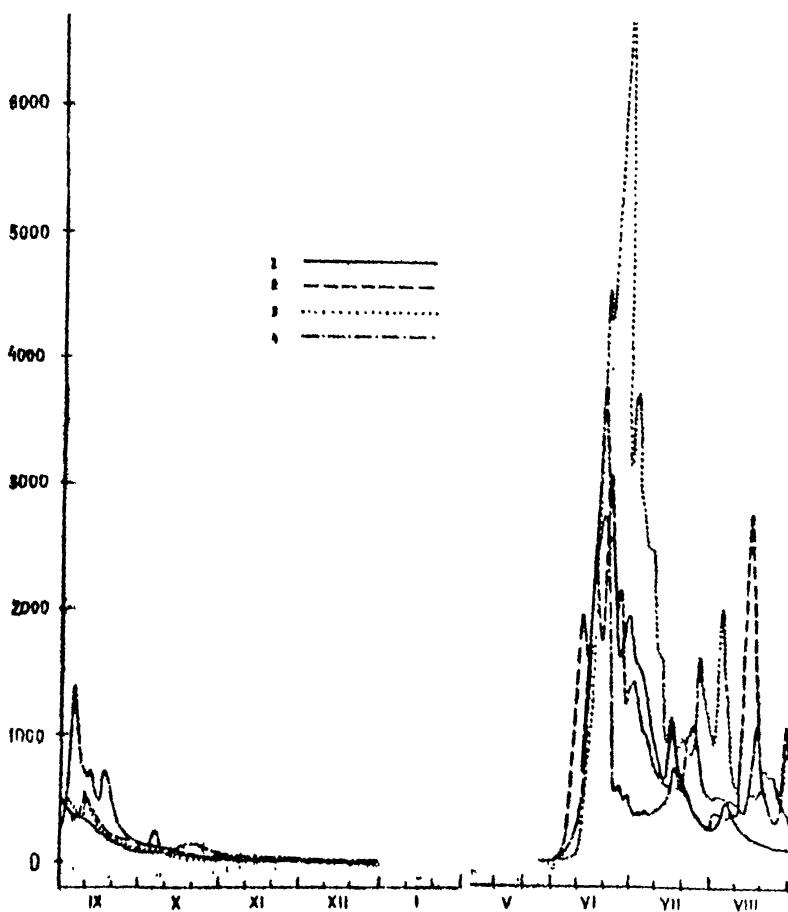


Бассейн рек междуречья Чу и Сыр-дарья. Гидрографы р.Мая 1-я 3,3 км ниже  
Устья р.Акост.  
1-гидрограф 1969-70гг., 2-средний по водности 1952-53гг., 3-близкий к мало-  
водному 1950-51гг., 4-близкий к многоводному 1968-69гг.

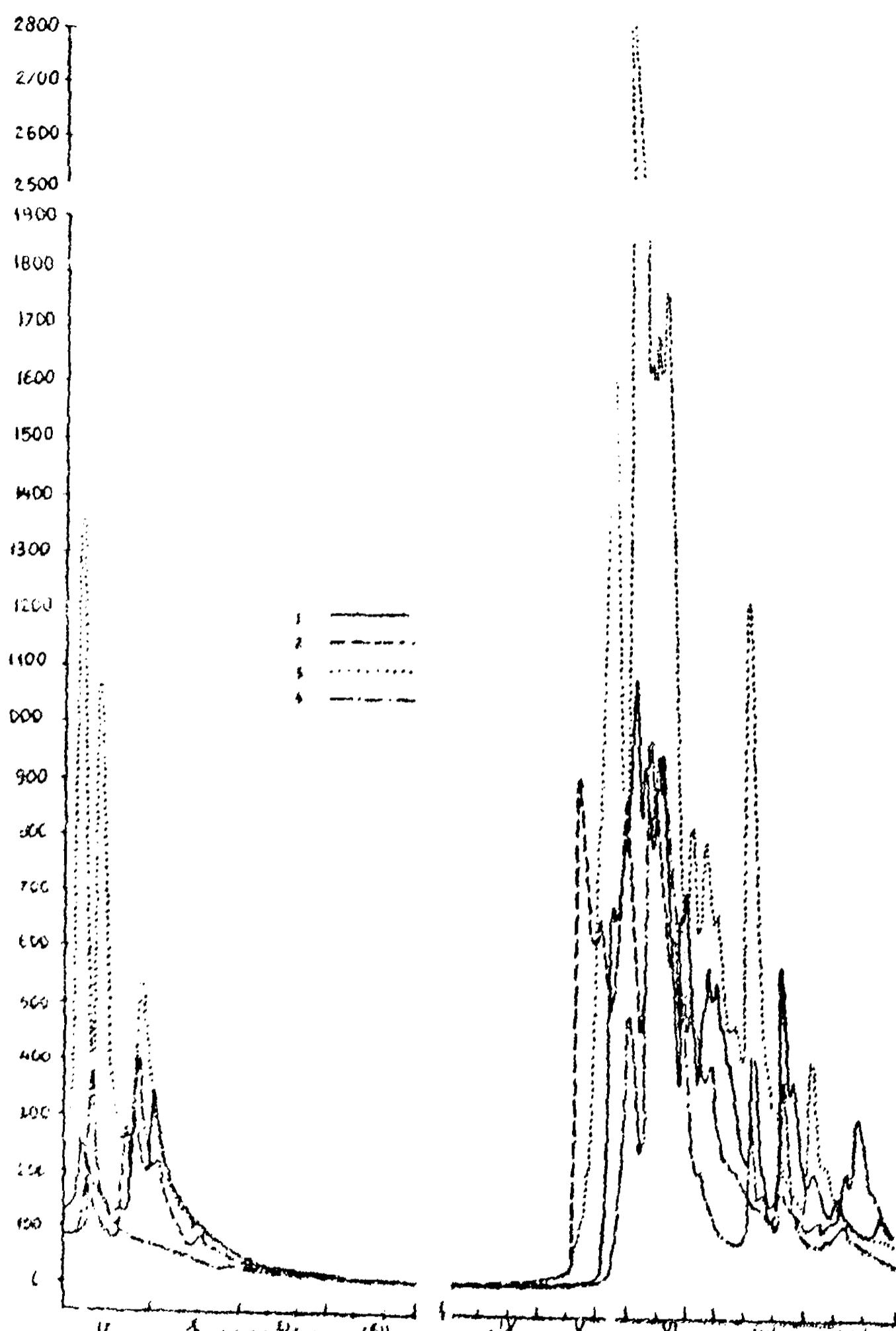


Бассейн р.Сурт даръи. Гидрографы р.Халчакхар-канди.Базар-Джой.  
1-гидрограф 1969-70гг., 2-средний по водности 1959-60гг., 3-близкий к мало-  
водному 1965-66гг., 4-близкий к многоводному 1968-69гг.

Детище природы



Гидрографы р.Амгувак-устье р.Куждый.  
1-гидрограф 1968-69гг., 2-средний по водности  
1959-60гг., 3-оливкий к многоводному 1961-62гг.,  
4-оливкий к маловодному 1954-55гг.

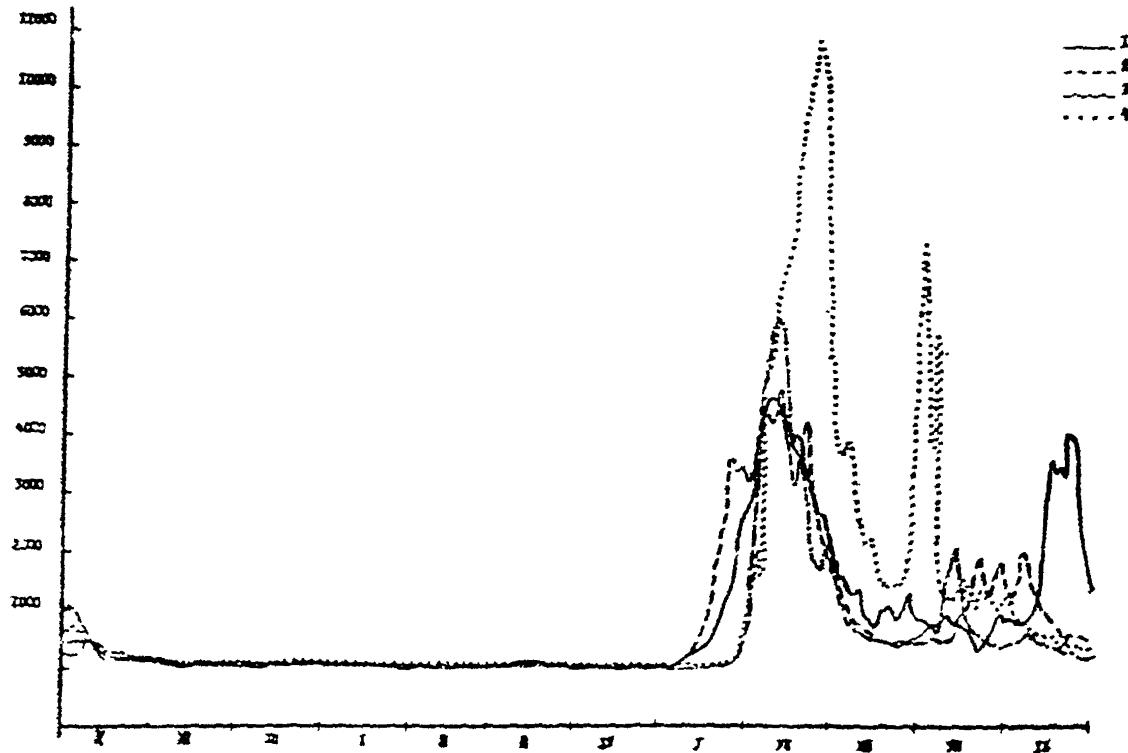


А. розріз р. Ракити - в 2 км від усіля

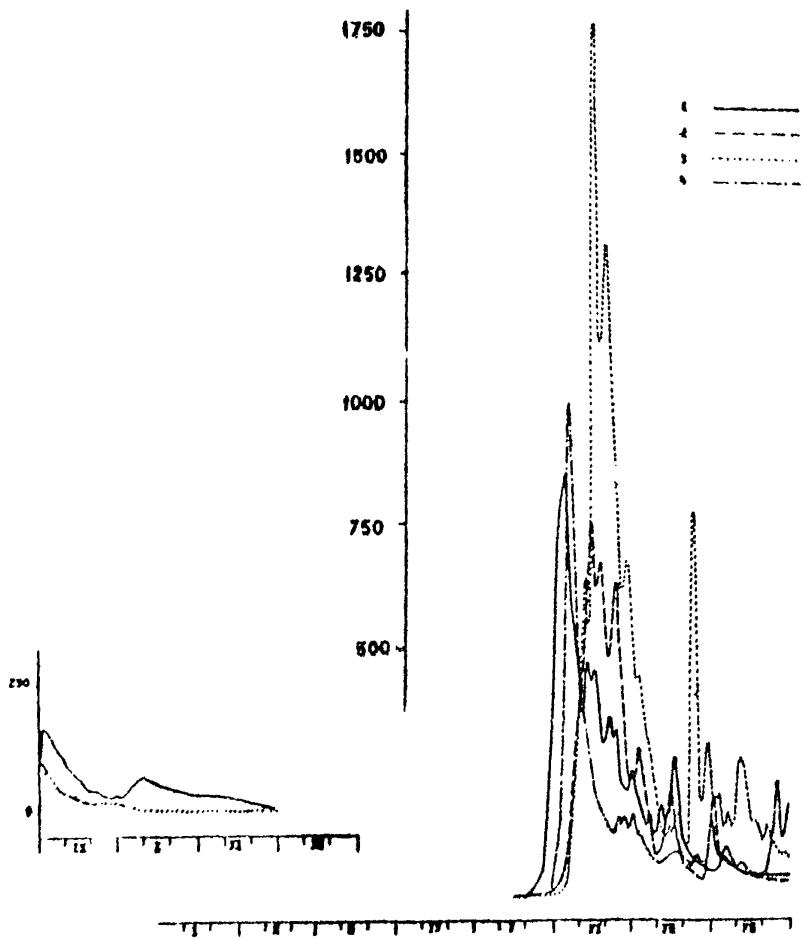
1-Головний 1966-67р., 2-середній по висотості  
1966-67р., 3-слизкий к північному 1966-67р.,

4-слизкий к південному 1966-67р.

53

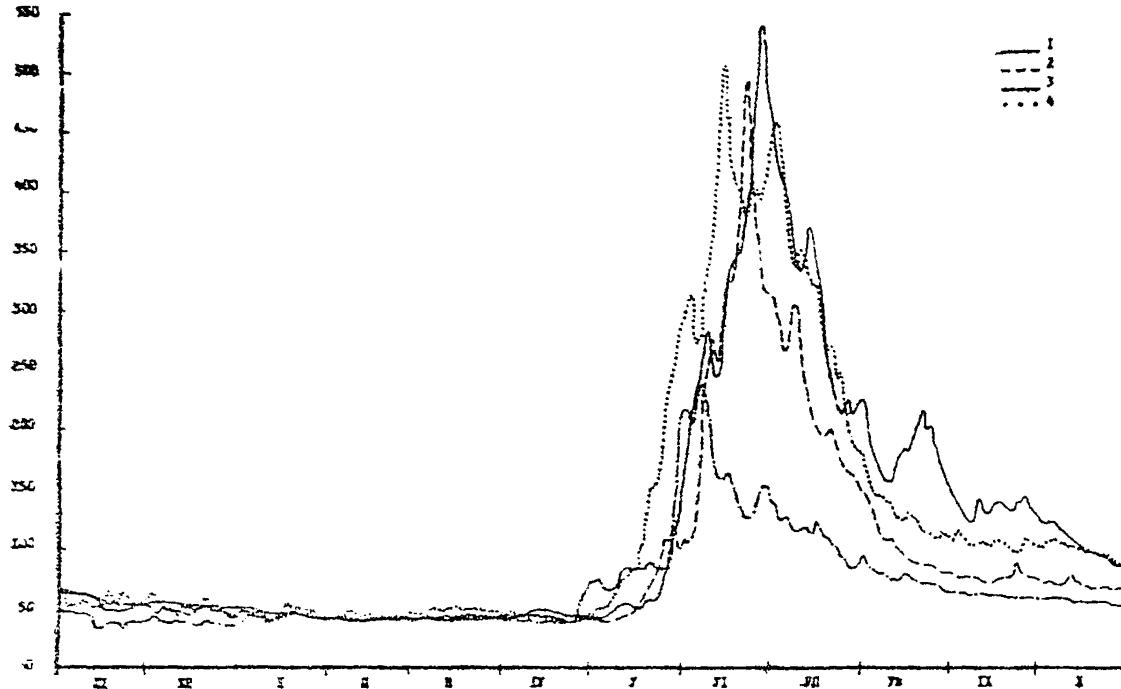


Гидрограф р.Пелым в с.Намское.  
1-гидрограф 1966-69гг., 2-средний по водности 1960-61гг., 3-близкий к мало-  
водному 1957-58гг., 4-близкий к многоводному 1962-63гг.

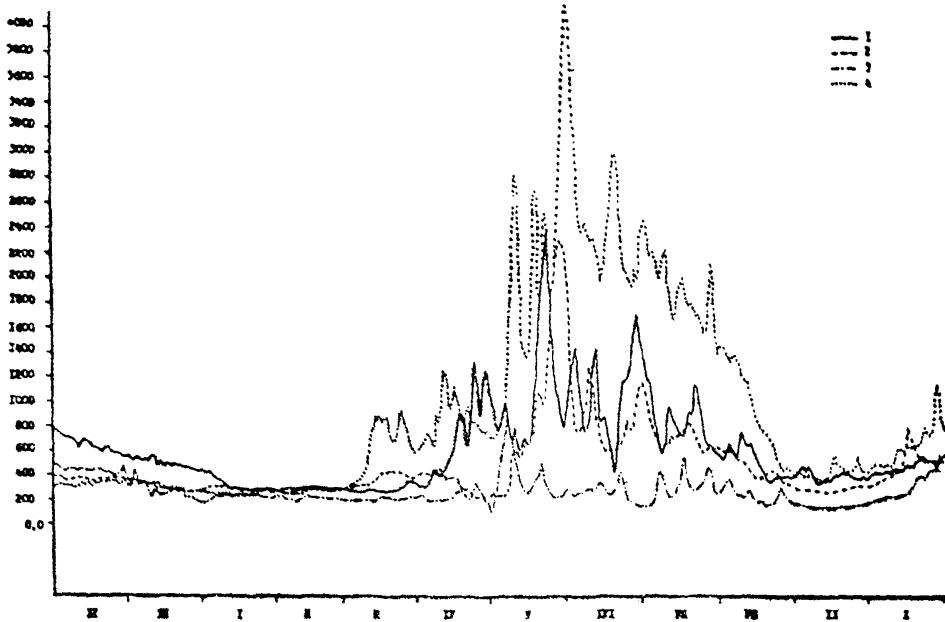


Гидрографы р.Малого Амур-пос.Илириеи.  
1-гидрограф 1968-69г., 2-ородний по водности  
1964-65г., 3-близкий к многоводному 1961-62г.,  
4-близкий к маловодному 1957-58г.

55

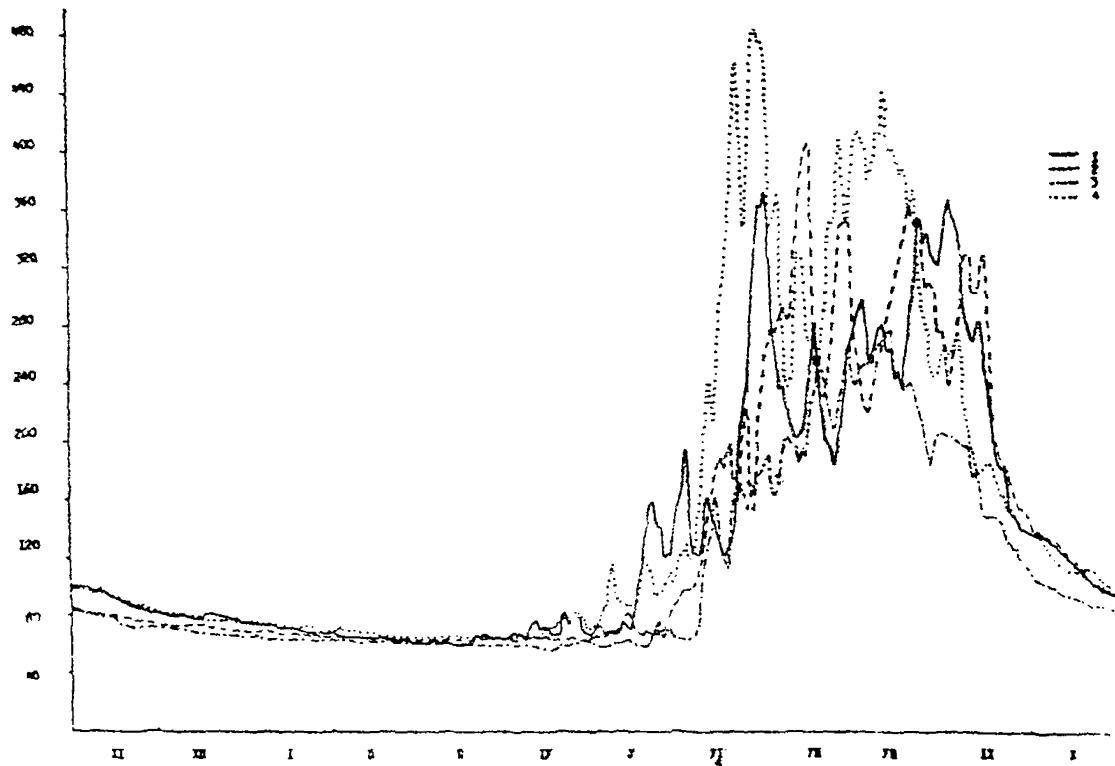


Гидрограф р. Камчаха с. Верхне-Камчатск.  
1-гидрограф 1968-69 г., 2-средний по водности 1950-51 г., 3-ближний к  
многоводному 1956-59 г., 4-ближний к многоводному 1942-43 г.

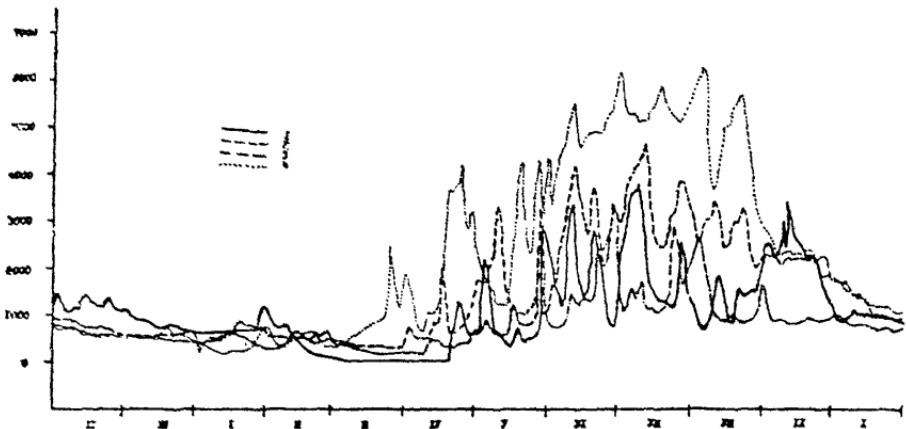


Бассейн р.Сыр-Дары. Гидрографы р.Сыр-Дары-ниши.Каль.  
1-гидрограф 1969-70г., 2-средний за водности 1950-51г., 3-близкий к  
маловодному 1964-65г., 4-близкий к многоводному 1968-69г.

57

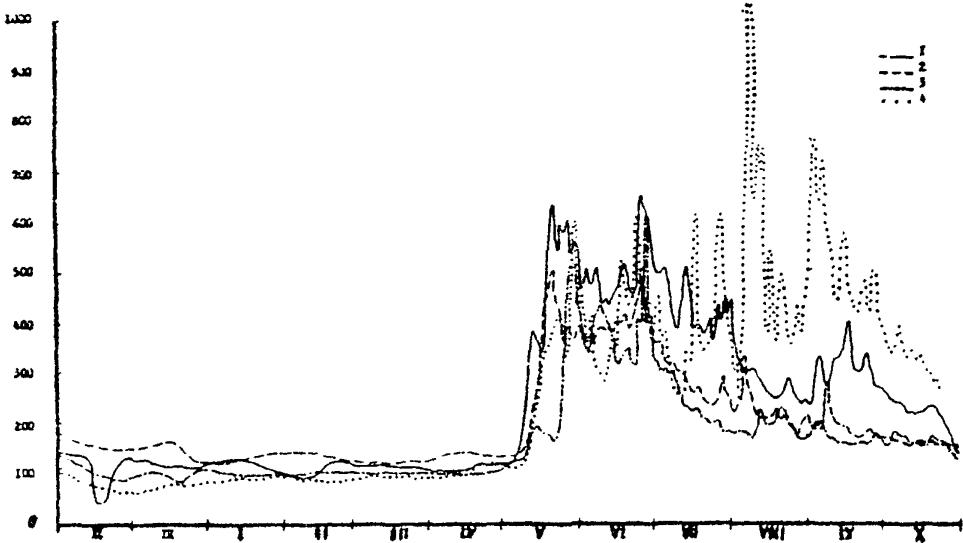


Бассейн р.ДИНДУ. Гидрографы р.Бартакский Шулзан.  
1-гидрограф 1959-70г., 2-средний по водности 1963-64г., 3-одинакий к  
многоводному 1961-62г., 4-одинакий к многоводному 1965-66г.



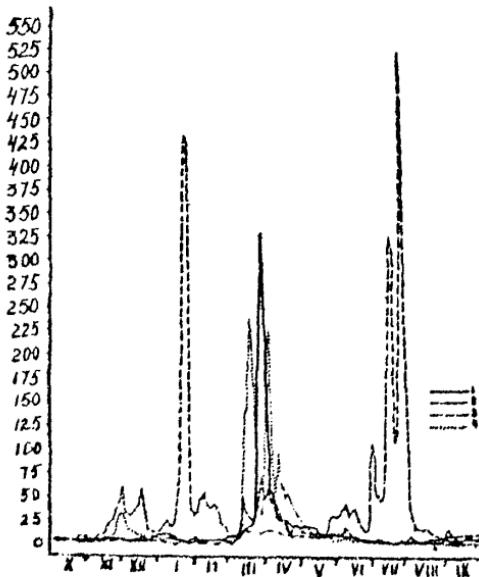
Бассейн р. Аму-Дарья. Гидрографы р. Аму-Дарья-Кимх. Четыре.  
1-гидрограф 1965-го г., 2-средний по водности 1958-59 г., 3-близкий к  
маловодному 1964-65 г., 4-близкий к многоводному 1968-69 г.

59



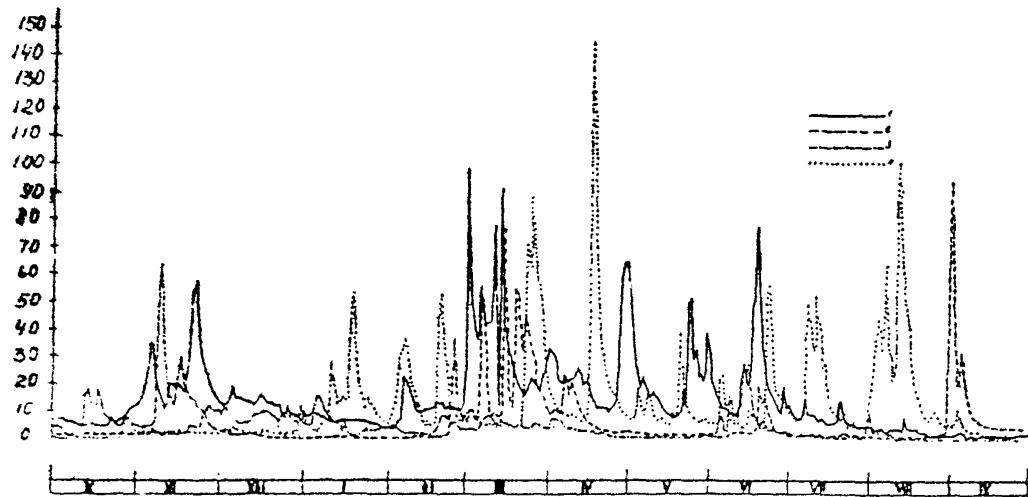
Район II. Гидрографы р.Тигиль-с.Тигиль.  
1-гидрограф 1968-69г., 2-средний по водности 1953-54г., 3-близкий к  
маловодному 1957-58г., 4-слизкий к многоводному 1949-50г.

6. Паводки в течение года.



Гидрографы р. Тетерев-с. Михалевичи.  
1-гидрограф 1962-66г., 2-близкий к многоводному  
1947-58г., 3-близкий к маловодному 1958-54г.,  
4-средний по водности 1962-68г.

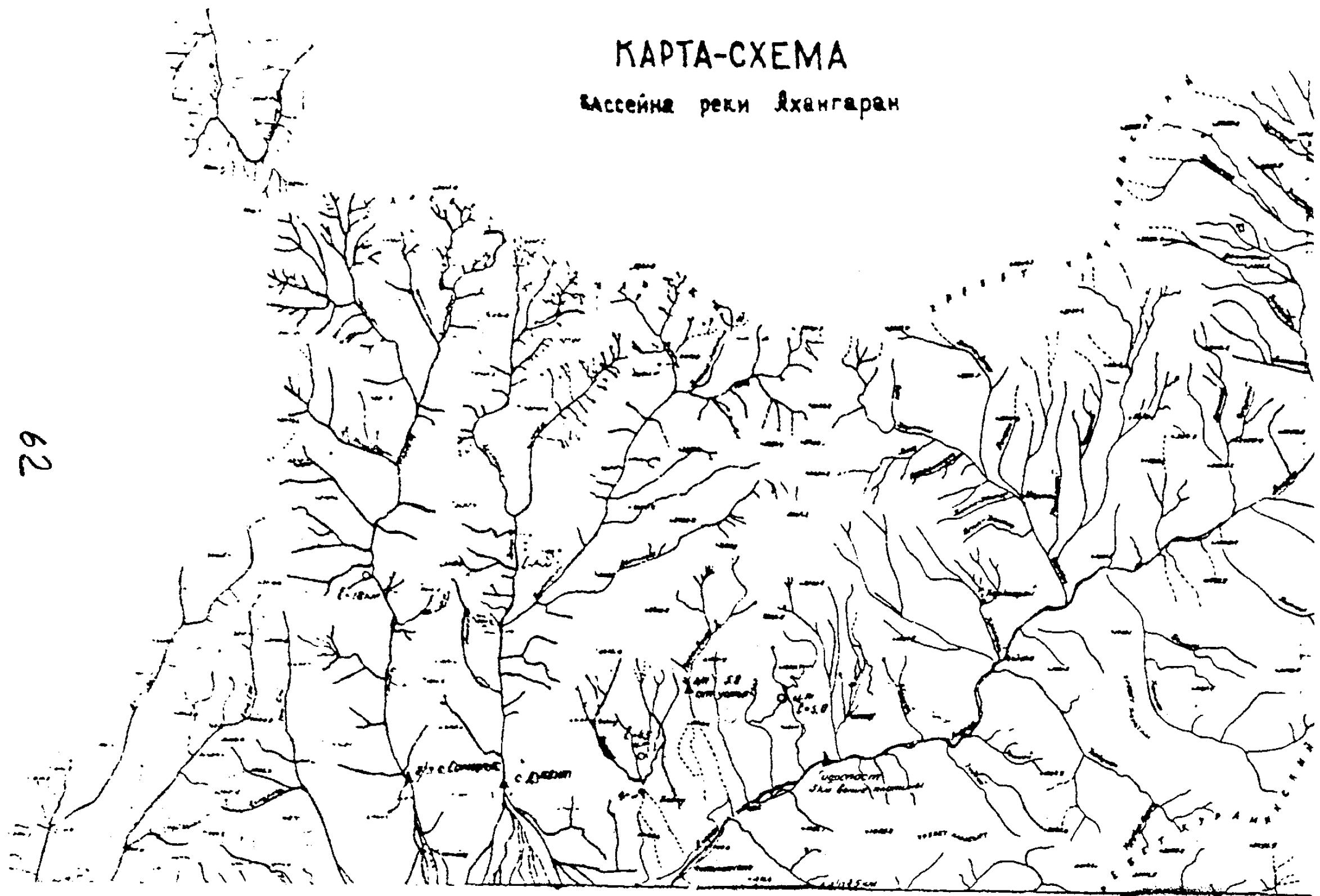
61

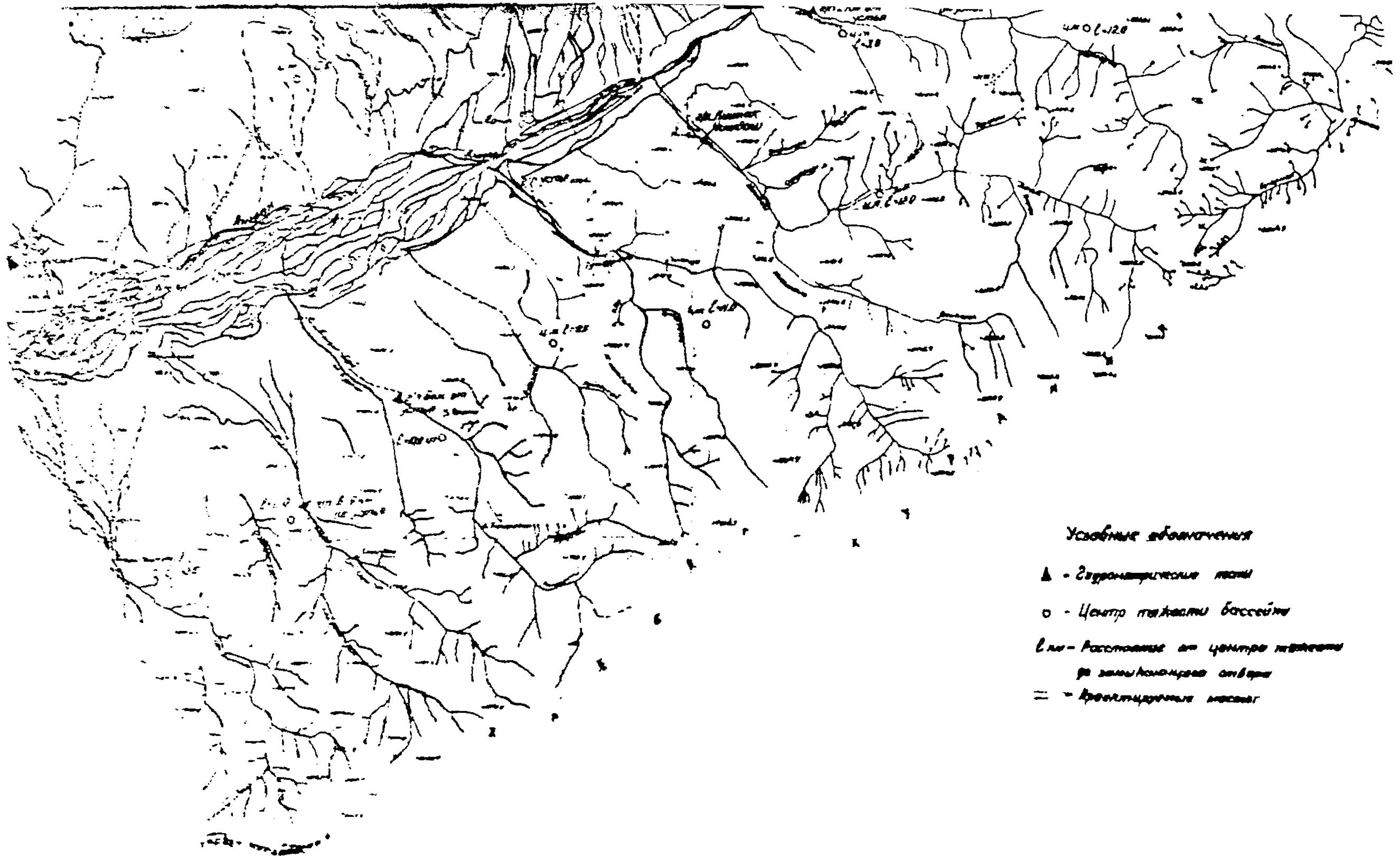


Гидрограф р.Днестр-г.Самбор.  
1-гидрограф 1966-67г., 2-средний по водности 1946-47г.,  
3-близкий к маловодному 1960-61г., 4-близкий к многоводному  
1954-55г.

29

КАРТА-СХЕМА  
бассейна реки Яхнгаран





Приложение № 8

Пример расчета при недостаточности гидрометрических наблюдений с применением метода аналогии с удлинением коротких рядов.

Проектируемый мостовой переход расположен ниже по течению гидрометрического поста на 42 км на реке Ангрем (см.схему расположения).

Между гидрометрическим постом и проектируемым створом в Ангрем впадает ряд притоков слева и справа.

Для получения расчетного расхода в створе моста расчетные расходы по саям суммировались с расходом по г/посту.

При анализе натурных данных установлено, что паводки на саях и реке Ангрем проходят в один день, что видно из прилагаемой таблицы. Однако не по всем саям ряды наблюдений достаточно длинные.

Поэтому пришлось удлинить ряды, подбирая к саям сам-аналоги с длительными наблюдениями. При этом соблюдены условия применения метода аналогии, а именно соблюдение равенств.

$$\frac{\mathcal{L}}{F^{0.56}} \approx \frac{\mathcal{L}}{F_a^{0.56}} \text{ и } \mathcal{J}F^{0.5} \approx \mathcal{J}F_a^{0.5}$$

Где:  $\mathcal{J}$  - средний продольный уклон рек на длине  $\mathcal{L}$  км.  
 $F$  - площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

На рассматриваемом участке за аналоги были применены следующие саи:

Таблица №1

№ пп	Аналог	Для прито- ков	$\frac{C}{F_{\text{св}}^{0,54}} \approx \frac{C_a}{F_a^{0,54}}$	$IF^{0,5} \approx I_a F_a$
I	Карасау	Дукант	$2 \approx 2$	$800 \approx 800$
2	Нимбас	Гумовай	$1,65 \approx 1,55$	$700 \approx 700$
		Абдас	$1,65 \approx 2$	$700 \approx 700$
3	Наугарсан	Тоганбасы	$2 \approx 2$	$489 \approx 640$
		Акташ	$2 \approx 2$	$500 \approx 600$
		Кондыр	$1,6 \approx 1,6$	$700 \approx 630$
		Шатыр	$2 \approx 2$	$500 \approx 700$

Расчетные расходы по саям-аналогам считались по рядам: по Нимбасу - 20-летним, по Наугарсану - 7 лет, по Карабау - 20-летним, по Акчасар - 15-летним, недостающие расходы сняты по графикам связи саям - аналогами. Связи оказались пряммыми, достаточно тесными с коэффициентами корреляции  $C > 0,85$ . Восстановленные расходы внесены для удлинения в таблицу.

Ряды обработаны методом математической статистики, построены кривые обеспеченности и определены расчетные расходы по саям заданной В.П.

При суммировании расходов, учитывая большую линейную протяженность, удаление г/постов от устья более чем на 2-5 км, в расчетные расходы введены коэффициенты, учитывающие распылование паводка и неравномерность выпадения осадков.

Окончательно принятые к расчету расходы, сведены в таблицу 2.

*бланк расчета  
максимальных дождевых расходов  
бассейна р.Ахангарон*

<i>№ № п/п</i>	<i>Название водотока</i>	<i>F площадь водосбора</i>	<i>L длина лога км</i>	<i>J% уклон лога</i>	<i>Q м³/сек по онтологии</i>
1	Акчесай	128	30	61	—
2	Наубалисау	33	9,5	68	159
3	Корабау	186	37	36	—
4	Дуканит	242	33	61	192
5	Актоши	35	11	107	90,5
6	Тогонбашы	21,4	12	182	24
7	б/назв	20	6	227	79,5
8	Наугардан	92,8	21	51	—
9	Джиширстан	37,5	8,1	32	7,3
10	Нишбаш	180	30	58	
11	Гүшсүй	145	25	56	78
12	Кандырсау	95	21	73	135
13	Абдюс	140	24	53	68
14	Шоуғиз	74,7	24	47	103

сост

таблица 2

$Q \cdot m^3/\text{сек}$ методом норм. стат.	Коэф. располо- жения стыка	Коэф. неравн- ометрического стыка		$Q_p$
126	0,7	0,24	$126 \times 0,7 \times 0,24$	21,5
159	0,7	0,86	$159 \times 0,7 \times 0,86$	40,1
105	0,7	0,24	$105 \times 0,7 \times 0,24$	17,6
192	0,7	0,24	$192 \times 0,7 \times 0,24$	32,3
90,5	0,95	0,24	$90,5 \times 0,95 \times 0,24$	20,6
24	0,9	0,82	$24 \times 0,9 \times 0,82$	22,5
77,5	0,9	0,82	$77,5 \times 0,9 \times 0,82$	58,2
157	0,7	0,97	$157 \times 0,7 \times 0,97$	106,5
108	0,95	0,86	$108 \times 0,95 \times 0,86$	53,5
101	0,7	0,82	$101 \times 0,7 \times 0,82$	58,0
78	0,7	0,24	$78 \times 0,7 \times 0,24$	13,1
195	0,7	0,28	$195 \times 0,7 \times 0,28$	26,5
53	0,7	0,28	$53 \times 0,7 \times 0,28$	12,3
109	0,7	0,28	$109 \times 0,7 \times 0,28$	20,2

КАДА  
расчетных расходов воды

№	Река - пункт	Период наблюдений	F км <sup>2</sup>	I	II	III
<b>ТИП I</b>						
1	Ахангаранс-Солдатское		5090	82,2	89,8	100
2	Бузулук-Большой Туктыновский	1986-1972	9220	4,79	59,7	209
3	Бузулук-Перевозчиково	1951-1966	4280	1,47	1,50	182
4	Большой Кинель-Бугуруслан	1986-1955	6140	28,3	9,65	189
5	Десна-Чернигов	1986-1966	81400	485	484	1070
6	Иловкин-Александровка	1986-1972	6520	9,28	90	88,8
7	Ушакадары-Чиракчи		2610	88,4	49,4	180
8	Кумдары		866	22,2	22,8	27,0
9	Харык-Дурнекино	1955-1972	2600	8,47	7,76	278
10	Колтубанка-река Акс	1946-1966	126	0,48	0,42	7,17
11	Медеуская-Лиман	1981-1965	7610	8,60	8,45	817
12	Ноок-Гаджя	1958-1966	11300	43,7	188	259
13	Носы-Сылдыре	1957-1966	22400	74,5	165	258
14	Олуч-г.Давлек	1945-1978	2480	64,5	62,0	160

Приложение 4

Чтв

10% ВИИ некоторых рек СССР.

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
887	216	225	49,0	16,7	83,0	40,6	78,9	47,5
1240	89,8	8,46	6,08	4,20	8,75	8,58	4,88	7,87
840	52,5	5,82	5,01	8,71	2,05	2,40	4,87	2,26
1280	281	25,5	14,2	11,8	9,82	10,8	18,4	7,79
4470	263	785	265	282	278	260	811	820
168	41,8	12,2	2,84	1,57	1,28	1,10	1,78	1,78
841	222	125	58,0	15,8	15,1	20,7	40,0	55,5
59,9	20,1	1,66	0,84	0,20	0,20	0,28	1,02	6,56
582	18,9	8,89	2,17	1,58	1,82	1,90	8,55	6,58
16,6	2,77	0,67	1,70	0,29	0,14	0,88	0,71	0,56
680	52,1	14,1	9,85	8,78	6,94	7,26	7,91	14,7
1010	101	49,7	55,2	21,0	24,2	83,2	81,5	81,5
825	825	55,4	75,7	48,0	54,6	87,1	45,0	85,4
145	21,2	85,7	97,0	20,8	21,6	29,5	18,2	30,0

n/n	Река-пункт	Период наблюдений	км2	I	II	III	IV
15	Сени-Рыльск	1986-1966	18090	117	187	1480	1850
16	Сок-Укосы	1936-1973	2600	18,7	24,8	459	749
17	Сени-Вязовка	1953-1966	2820	17,8	75,6	926	628
18	Салбар-Кирк	1958-1970	570	1,88	1,95	8,82	17,5
19	Сакмар-от-ца Сакмарская	1936-1955	28700	126	77,4	715	4250
20	Тентяксай- Карлюк		765	4,75	9,58	78,9	187
21	Чопер-Баламов	1999-1965	14380	62,7	22,1	349	1680

#### ТИП IX

1	Джорджора-Пипиле-ти		418	8,08	21,8	87,4	67,0
2	Интури-Джаври		3170	88,8	88,0	167	479
3	Кодори-Централь-ные Латы	1936-1960	1420	109	III	185	287
4	Окули-Г. озва		250	77,4	88,4	109	212
5	Чхеримелла-Баби		99,2	18,7	84,2	86,2	51,0
6	Курджипс-Красно-Октобрьский	1936-1972	765	97,5	88,1	185	189

#### ТИП II

1	Белая Чуевпиль	1955-1972	564	129	104	171	176
2	Баксан-Тогонекли	1936-1960	468	4,84	4,49	4,82	9,28
3	Мудань-Армавир	1937-1972	16900	57,9	152	170	825

Река-пункт	Период наблю- дений	км2	I	II	III
Луга-Белогорская	1955- 1968	468	1,55	8,42	9,84
Луга-Гровий	1986- 1985	4750	81,7	88,6	68,7

Приложение № 4  
(продолжение)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
19,8	33,0	36,8	55,8	6,12	6,12	4,80	8,58	5,54			
142	296	296	198	155	122	67,8	87,1	84,6			

## БЛАНК РАСЧЕТА

максимальных дождевых расходов с aer  
бассейна р.Ахангаран

№ по	Название водотока	F площадь водосбо- ра	L длина лога км	J% уклон лога	Q м³/сек по анало- гии
1	Акчесай	128	80	67	-
2	Науваралисай	88	9,5	68	159
3	Карабау	186	87	86	-
4	Дукант	242	88	61	192
5	Акташ	85	11	107	90,5
6	Татацбаш	21,4	12	182	24
	б/назв.	20	6	227	77,5
8	Наутаузан	92,8	21	51	-
9	Джимристан	87,5	8,1	82	103
10	Ишибаш	180	80	58	-
11	Гумсай	145	25	56	78
12	Кандырсай	96	21	78	185
13	Абажас	140	24	68	68
14	Шаугаз	74,7	24	47	103

Приложение № 4  
(продолжение)

IY	Y	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
19,8	33,0	36,8	55,8	6,12	6,12	4,80	3,58	5,54
142	296	296	198	155	122	67,8	87,1	84,6

## БЛАНК РАСЧЕТА

максимальных дождевых расходов с аэз  
бассейна р.Ахакгараи

№ по п/п	Название водотока	F площадь водосборо- ра	L длина лога км	J% уклон лога	Q м³/сек по анало- гии
I	Акчасай	128	80	67	-
2	Наувалисай	88	9,5	68	159
3	Карабау	186	87	86	-
4	Джант	242	88	61	192
5	Актам	85	11	107	90,5
6	Таганбасы б/назв.	21,4 20	12 6	182 227	24 77,5
7	Наутарзан	92,8	21	51	-
9	Джиристан	87,5	8,1	82	108
10	Нимбас	180	80	58	-
11	Гумсай	145	25	56	78
12	Кандырсай	96	21	78	185
13	Абжас	140	24	68	68
14	Наугез	74,7	24	47	103

$Q$ м³/сек.	Коф. методом мат.стат.	Коф. расплас- тыв.	Коф. неравн. выпад. осад.	( $\lambda$ ) $f$
I26	0,7	0,24	I26x0,7x0,24	21,5
I59	0,7	0,86	I59x0,7x0,86	40,1
I05	0,7	0,24	I05x0,7x0,24	17,6
I92	0,7	0,24	I92x0,7x0,24	32,8
90,5	0,95	0,24	90,5x0,95x0,24	20,6
24	0,9	0,82	24x0,9x0,82	22,5
77,5	0,9	0,82	77,5x0,9x0,82	38,2
I57	0,7	0,97	I57x0,7x0,97	I06,5
I08	0,95	0,86	I08x0,95x0,86	58,5
I01	0,7	0,82	I01x0,7x0,82	58,0
78	0,7	0,24	78x0,7x0,24	I8,I
I85	0,7	0,28	I85x0,7x0,28	26,5
68	0,7	0,28	68x0,7x0,28	I2,8
I08	0,7	0,28	I08x0,7x0,28	20,2

Приложение № 5

Методика регионального обоснования графиков  
месячных расходов и уровней на реках Грузинской ССР  
при отсутствии наблюдений.

(автор Александров А.А. / 12 / ).

Методика построения таких графиков была предложена в 1966 г. /распр. предложение № 458 Тбилисского филиала ГПИ "Совэдорпроект"/ и частично изложена в Наставлении по изысканиям и проектированию мостовых переходов / 5 /.

Однако, на огромном количестве средних и малых рек, где гидрометрические наблюдения отсутствуют и где в большинстве случаев максимальные расходы имеют дождевое происхождение, величина расчетного расхода принимается для всего теплого периода года, когда возможно выпадение дождей. В частности, в Грузии к таким рекам относятся все реки за исключением р. Куры. Это заставляет вводить минимальные запасы при проектировании различных ограждающих сооружений или же идти во время строительства на некоторый риск, причем степень этого риска в разное время является неизвестной.

Во многих методах определения расчетных расходов дождевых паводков /Формула предельной интенсивности СН 485-72, метод Соколовского и др./ основным расчетным параметром является  $H$  - суточный слой осадков заданной вероятности превышения. В ряде других методов /редукционная ф., уда СН 485 - 72, метод СДП-73 и др./, где  $H$  не входит в расчет в явном виде, тем не менее имеет место прямая зависимость между осадками и расходами.

В Справочнике по климату СССР, издаваемом по единой форме для всех регионов страны, приводятся данные по суточным максимумам осадков различной обеспеченности за год и каждый месяц в отдельности, вычисленные по наблюдениям на meteorологических с достаточно длинным сроком наблюдений.

В частности, по территории Грузии, /вып. I4 Справочника/ приведены данные по 46 метеостанциям. Вычислив по этим данным для каждого месяца коэффициенты:

$$K_p = \frac{H_{мес.}}{H_{год}},$$

где  $H_{год}$  - суточный максимум осадков данной ВП за год.  
 $H_{мес.}$  - тоже для данного месяца.

Умножив на эти коэффициенты расчетные расходы, можно, с достаточной для практических целей точностью, получить расчетные дождевые расходы той же вероятности превышения по каждому месяцу.

К полученным величинам дождевых расходов, в весенние и летние месяцы, когда на данной реке проходит половодье, следует добавить средний /ВП = 50%/ расход от таяния снегов или ледников. По кривой расходов  $Q = f(h)$ , которая во всех случаях должна быть построена для бытовых условий в отворе мостового перехода, определяются расчетные уровни и строится месячный график уровней, на котором также показываются характерные даты начала и конца половодья и теплого периода. Полученный график целесообразно совмещать с календарным графиком производства работ.

На период строительства расчетными являются расходы вероятность превышения в 10%, однако во всех случаях полезно для правильной ориентировки строить график и для ВП = 1% или ВП = 2%. Это дает возможность лучше оценить степень строительного риска, т. в случае прохождения во время строительства высоких паводков определить их вероятность превышения.

При построении графика желательно использовать данные по 2-8 метеостанциям и выбрать из них наибольшие значения месячных коэффициентов.

Если расчетные расходы определялись по формулам, в которые входит не  $H$ , а  $/H - H_0/$  где  $H_0$  - слой предвари-

тельного увлажнения/, а также учитывалась аккумуляция стока, то предлагаемая методика дает некоторый запас.

Расходы от снеготаяния определяются в соответствии с Указаниями по определению расчетных гидрологических характеристик /СН 435-72 §§ 4.16 - 4.25/. Сроки начала и конца половодья устанавливаются по справочнику "Ресурсы поверхностных вод" для соответствующих регионов.

Для районов, где весеннее половодье слабо выражено или не выделяется вследствие одновременного прохождения дождевых паводков, могут применяться косвенные приемы. Например, используя данные, публикуемые в "Ресурсах поверхностных вод" о годовом слове стока и распределении стока по месяцам на реках - аналогах, можно с достаточной точностью определить добавочный расход от снеготаяния по формуле

$$Q_t = M_p \cdot F \cdot b \cdot 10^{-3} = 3.8 h^a F b \cdot 10^{-6}$$

где:  $F$  - площадь водосбора в км<sup>2</sup>,  $M_p$  - средний модуль данного месяца в м/сек. с 1 км<sup>2</sup>,  $h$  - годовой слой стока в мм,  $a$  - распределение стока по месяцам в %,  $b$  - соотношение между суточным и среднемесячным расходом половодья.

Для рек Грузии, не имеющих ледникового питания, величину "b" можно принимать в пределах 2-8.

В ряде случаев величину  $M_p$  можно вычислить непосредственно по данным справочника "Основные гидрологические характеристики". Если выявляется зависимость  $M_p$  от площади водосбора, то следует построить график  $M_p = f(F)$  и получить для рассматриваемой реки паводковый модуль по графической интерполяции или экстраполяции.

Предлагаемая методика может быть использована для построения месячных графиков расходов и уровней и на

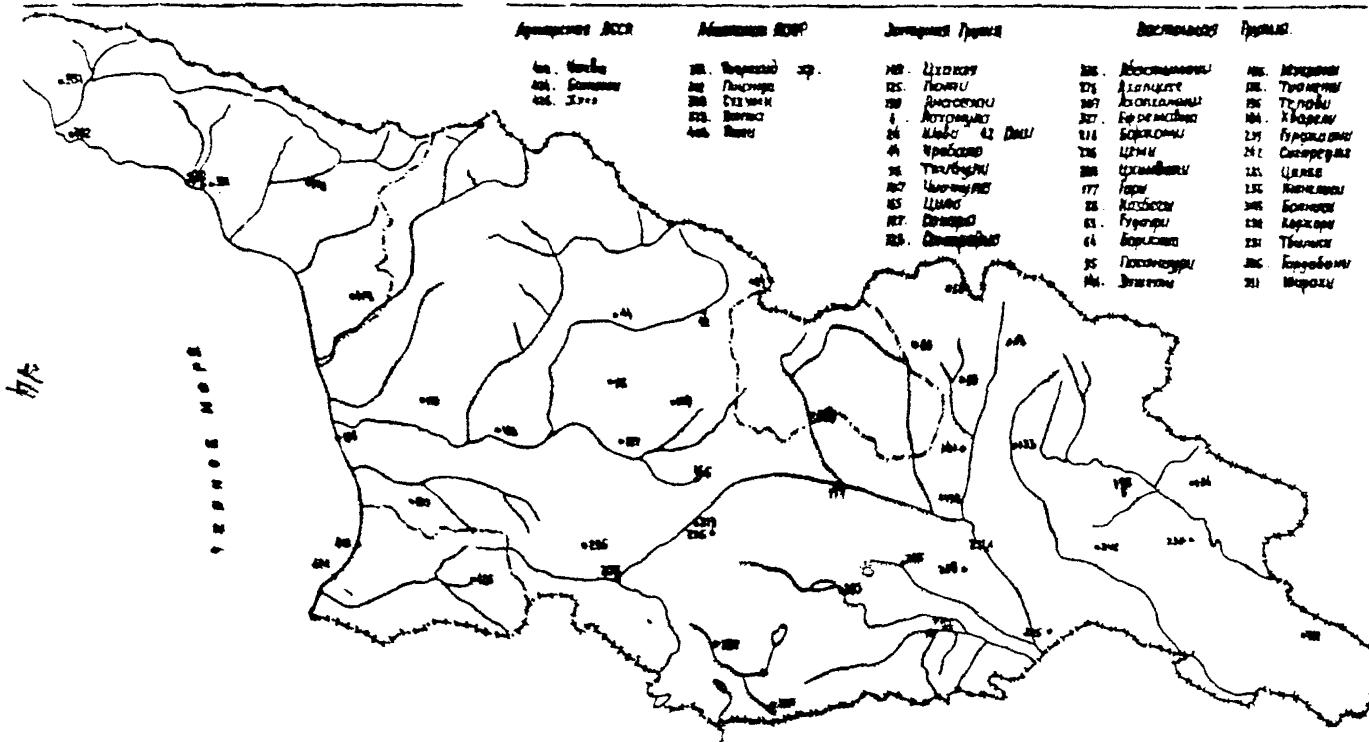
реках с максимальными расходами от снеготаяния. В этом случае сперва вычисляются расчетные расходы половодья /ВП  $\approx$  10% и 1%/, и наносятся на график в период между крайними датами прохождения пика половодья. На протяжении этого периода к расходам половодья добавляются дождевые расходы вероятностью превышения в 50%. Для остальных месяцев график строится аналогично тому, как указано для рек с дождевыми максимумами. При построении графиков следует учитывать конкретные условия данного района и при необходимости вносить соответствующие корректиры. В частности это относится к рекам Северного Кавказа, где максимальные расходы часто приходятся на зимние месяцы, к горным рекам с максимумами ледникового происхождения, к рекам Восточной Сибири, где в отдельные годы максимальные расходы могут иметь снеговое прохождение, а в другие годы дождевое.

Последовательность вычислений и построение графика показаны в прилагаемом ниже примере /см.табл.5 и рис.б/.

По всем 46 метеостанциям Грузинской ССР произведено вычисление месячных коэффициентов вероятностью превышения I и 10%, что позволяет значительно сократить объем предварительных вычислений и составлять вспомогательную таблицу только из 4 последних граф таблицы I.

Таблицы месячных коэффициентов даны по 12 метеостанциям Западной Грузии, по 26 метеостанциям Восточной Грузии, по 5 метеостанциям Абхазской АССР (Рис.6).

**Рис. 6** Схематическая карта сети метеорологических станций и постов грузинской ССР



## ПРИМЕР

Построить месячный график расходов и уровней для реки Алгети /Восточная Грузия/.

Гидрологические данные:

площадь водосбора	$F = 359 \text{ км}^2$
длина реки	$L = 45 \text{ км}$
средний уклон	$J = 0,024$

Расчетные расходы подсчитаны по трем методам /региональная формула ЗакНИГМИ, метод Б.Ф.Перевозникова, метод Соколовского - Хархеулидзе/.

$$\text{Принято: } Q_{1x} = 290 \text{ м}^3/\text{сек.} \quad Q_{w\bar{x}} = 140 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Используем данные о суточных максимумах осадков за год и по месяцам по двум метеостанциям, расположенным в бассейне реки Манглиси и Цалка, помещенные в Справочнике по климату СССР вып.14, часть 4, табл.5 и 6.

В качестве расчетных принимаем наибольшие значения месячных коэффициентов.

Подсчет ведем в табличной форме.

Для вычисления расходов от снеготаяния используем данные водостока Парцхиси, помещенные в Ресурсах поверхностных вод вып.9, табл.31 и 32.

Среднегодовой слой стока  $h = 227 \text{ мм}$

Распределение: март -  $a = 6,6\%$ , апрель -  $a=17,4\%$   
май -  $a = 28,6\%$ ; июнь -  $a=11,8\%$ .

Цифры распределения включают в себя средний дождевой сток, что идет в залас прочности.

$$Q_t = 3,8 h a F \cdot 10^{-6}$$

$$\text{мар. } Q_t = 3,8 \times 227 \times 6,6 \times 35 \% \times 10^{-6} = 0,91 \times 6,6 = 6 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

$$\text{апрель } Q_t = 0,91 \times 17,4 = 16 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

$$\text{май } Q_t = 0,91 \times 28,6 = 26 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

$$\text{июнь } Q_t = 0,91 \times 11,8 = 11 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Расчетные уровни, соответствующие расчетным суммарным расходам, приняты по кривой расходов  $Q = f(t)$  для створа перехода. На график (Рис.5) нанесены расчетные расходы и уровня 10% и 1% ВВ.

Таблица 5.

Месяц нр	м/сек Мангистау				м/сек Палка				Принято	Расчетные расходы		
	$H_{I5}$	$K_{I5}$	$K_{10\%}$	$K_{10\%}$	$H_{I5}$	$K_{I5}$	$H_{10\%}$	$K_{10\%}$	$K_{I5}$	$K_{10\%}$	$Q_{1\%}$	$Q_{10\%}$
I	23	0,20	15	0,24	26	0,30	15	0,28	0,30	0,28	87	29
2	26	0,22	19	0,31	28	0,32	17	0,32	0,32	0,32	93	45
3	28	0,29	20	0,32	27	0,31	18	0,34	0,31	0,34	90	48
4	59	0,34	26	0,42	40	0,46	26	0,49	0,46	0,49	188	69
5	115	0,99	48	0,78	86	0,98	44	0,83	0,99	0,83	287	116
6	66	0,57	44	0,71	80	0,91	37	0,70	0,91	0,71	264	99
7	52	0,45	32	0,52	57	0,65	34	0,64	0,65	0,64	188	90
8	52	0,71	46	0,74	74	0,84	58	0,72	0,84	0,74	244	104
9	44	0,38	34	0,55	68	0,72	57	0,70	0,72	0,70	209	98
10	54	0,47	32	0,52	29	0,38	23	0,48	0,47	0,52	186	73
II	51	0,27	25	0,37	29	0,38	18	0,34	0,33	0,37	96	52
12	36	0,31	20	0,32	22	0,25	18	0,25	0,31	0,32	90	45
Рок	116	1,0	62	1,0	88	1,0	53	1,0	1,0	1,0	290	140

Характерные даты наступления средних температур выше и ниже  $0^{\circ}$  приведены по данным тех же метеостанций из "Справочника по климату СССР" вып. I4, часть 2, табл. 5.