Лекция 6

Речной сток

Сток – природное явление перемещения свободной воды в пределах суши под воздействием гравитационных сил.

Сток воды (водный сток) – это одновременно и процесс стекания воды в речных системах и характеристика количества стекающей воды.

Сток наносов – это процесс перемещения наносов в речных системах и характеристика количества перемещающихся в реках наносов.

Сток растворенных веществ – это процесс переноса в речных системах растворенных в воде веществ и характеристика их количества.

Сток теплоты (тепловой сток) – это процесс переноса вместе с речными водами теплоты и его количественная характеристика.

Речной сток складывается из большого числа частных процессов:

- выпадение осадков на поверхность водосбора и их частичный перехват растительным покровом;
- формирование снежного покрова, если выпадающие осадки твердые;
- динамика тепловой энергии в снежном покрове, его таяние, водоотдача и разрушение;
- процессы инфильтрации и образования поверхностного стока, если интенсивность дождя или водоотдачи воды их снежного покрова и водно-физические свойства воды позволяют это;

- поверхностное задержание части поверхностного стока в бессточных впадинах микрорельефа;
- трансформация поверхностного стока стоковыми элементами;
- динамика почвенных вод, их фазовые превращения, задержание части воды в подвешенном состоянии и расходование ее на испарение и транспирацию, формирование почвенного и подземного стока;
- почвенный и подземный сток и его трансформация стоковыми элементами различных ярусов;
- русловое добегание и русловая трансформация стока;
  сток в замыкающем створе как итог взаимодействия всех частных процессов формирования стока.

- расход воды,
- объем стока,
- модуль стока,
- слой стока,
- модульный коэффициент,
- коэффициент стока,
- норма стока.

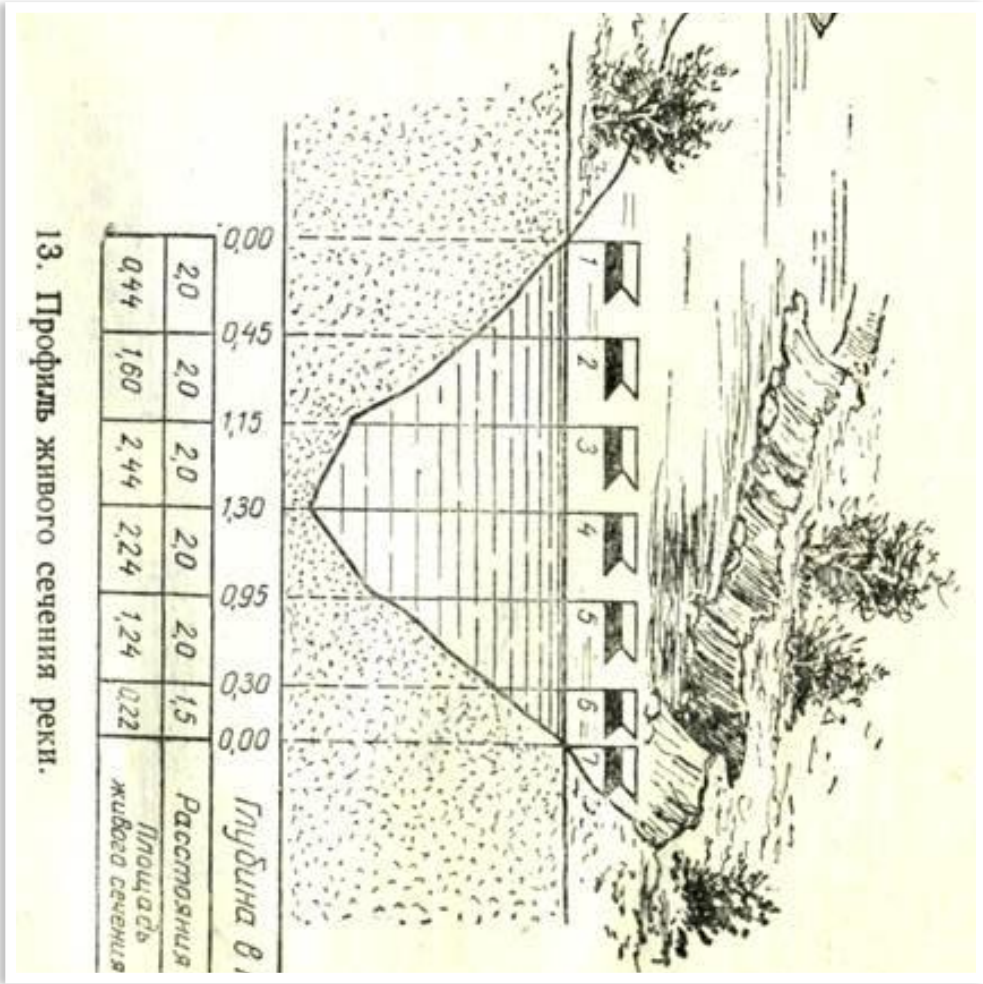
Расход воды

$$Q=\omega V_{ср}$$

- количество воды, протекающее через поперечное сечение потока в единицу времени. Расходы воды *(Q)* обычно выражают в м^3/с, а для малых водотоков – в л/с.

- в практике гидрологических расчетов используются среднесуточные, среднемесячные, среднегодовые и др. расходы воды.

Расход *(Q* м^3/с) можно рассматривать как основную стоковую характеристику реки, которая может быть непосредственно измерена.

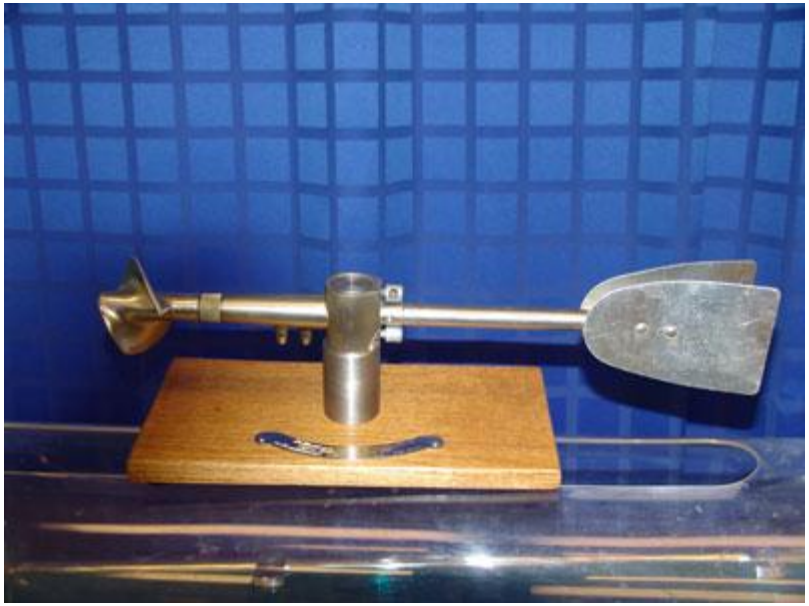


Определение ω производится путем промеров, которые в зависимости от размеров реки выполняются наметкой или с помощью троса с грузом на конце, опускаемого лебедкой с моста или с судна на промерных вертикалях. При этом промер относится к уровням воды, одновременно измеряемым на водомерном посту.

Скорости течения измеряются:

- приборами, называемыми гидрометрическими вертушками,
- с помощью поплавков,
- по формуле Шези.

16. Измерение скоростей течения воды поверхностными поплавками
I — верхний створ; *II* — главный створ; *III* — нижний створ.



$$V_{ср} = C\sqrt{RI}$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Уровень воды в реке

превышение водной поверхности над нулем графика выраженное в см.

является важной характеристикой для расчета расхода воды в реке, наблюдения за колебаниями уровня воды в реке проводятся на водомерных постах и заключаются в измерении высоты водной поверхности над некоторой постоянной плоскостью.

Водомерный пост на Дунае

Водомерный пост на Ладожском озере

Дюссельдорф, р. Рейн

Россия, р. Унаха

Объем стока

$W = 86400 Q_{ср} T$

количество воды, протекающее в русле реки через замыкающий створ за время *T*.

Обычно объем стока выражается в $м^3$ или $км^3$, а время - в сутках.

Модуль стока

$q = 10^3 (Q/F)$

(*q* или *M*) количество воды, стекающее с единицы площади за единицу времени

$л/(с*км^2)$

Слой стока

Слой воды в миллиметрах, равномерно распределенный по площади *A* и стекающий с водосбора за промежуток времени Тсут.

(*h* или *Y*, мм)

$$h = 86{,}4\frac{TQ}{F}$$

Между перечисленными стоковыми характеристиками существуют определенные соотношения.

$$h = 31{,}5q.$$

Модульный коэффициент (К)

представляет собой отношение *i*-го в ряду значения стока к его средней величине:

$$К=Q_i/Q'$$

$$К=h_i/h'$$

Норма стока (Q)

среднее значение стока за многолетний период такой продолжительности, при увеличении которого полученное значение существенно не меняется.

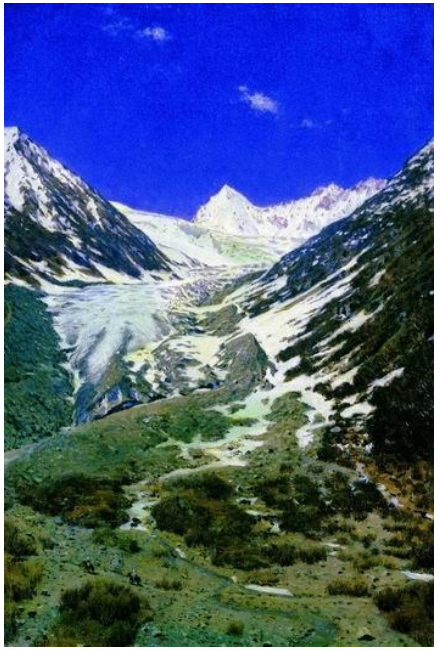
Коэффициент стока (α)

отношение слоя стока за время *T* к количеству выпавших на водосбор осадков или образовавшейся талой воды, сформировавших этот сток

$$\alpha = h/P$$

Существуют четыре источника питания рек:

- жидкие осадки,
- снежный покров,
- высокогорные снега и ледники,
- подземные воды

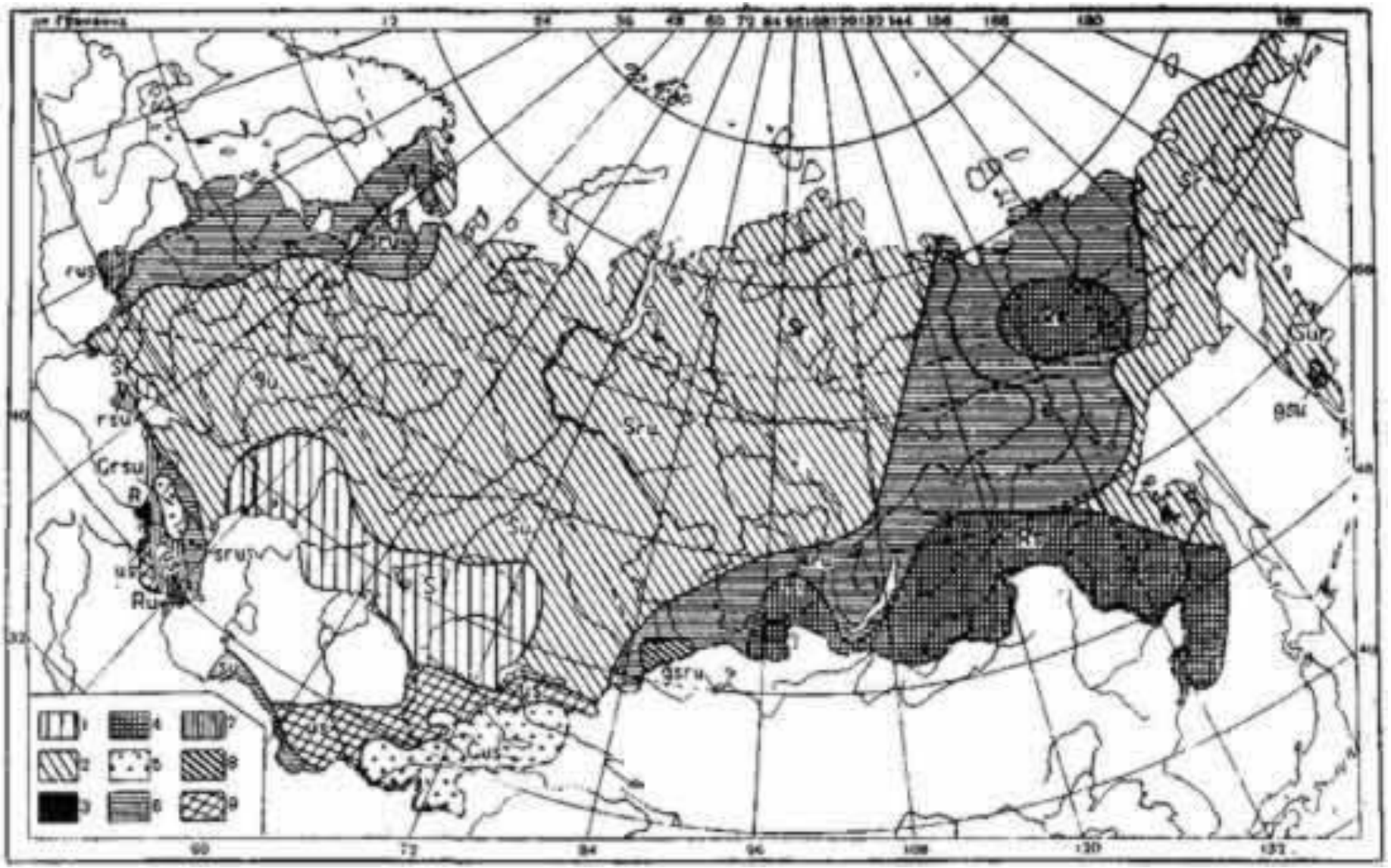


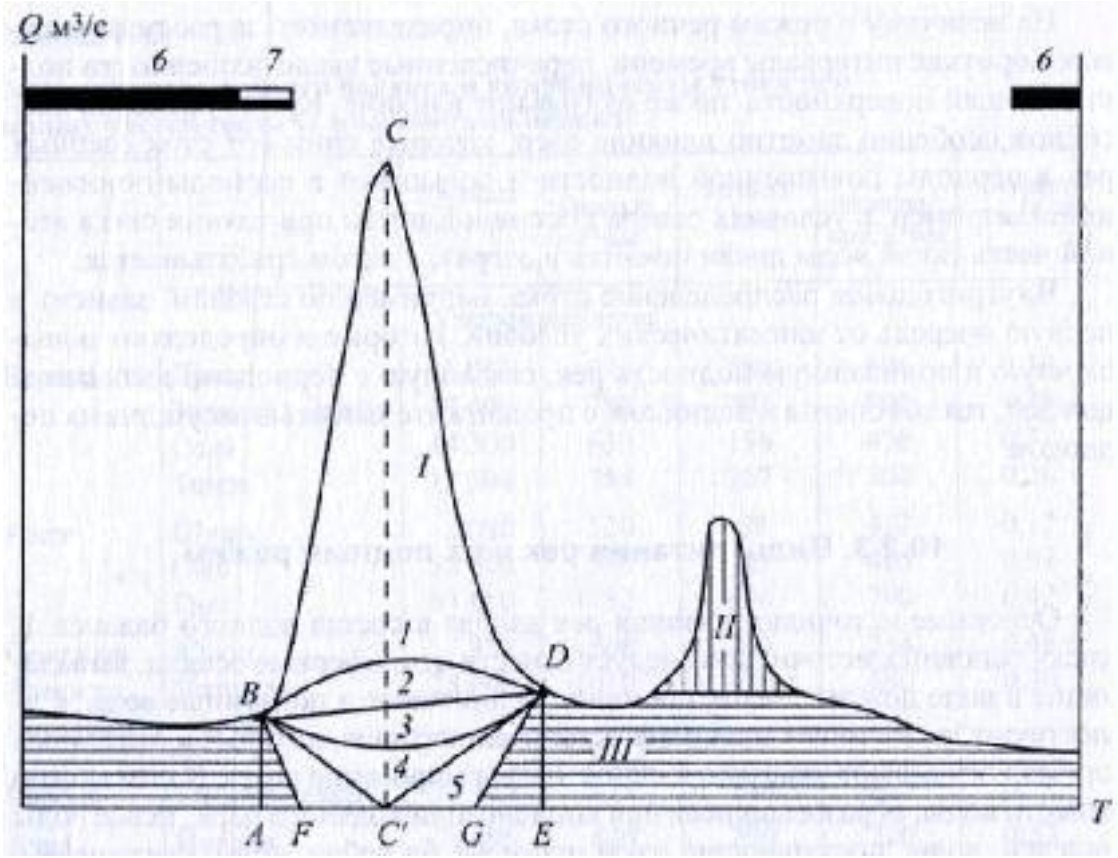
Соотношения между количеством воды, поступающей в реки от того или иного источника питания, меняются в течение года и неодинаковы в различных районах. Режим питания реки зависит главным образом от климатических условий и, прежде всего, от режима осадков и температуры воздуха.

Классификация рек по видам питания М.И. Львовича

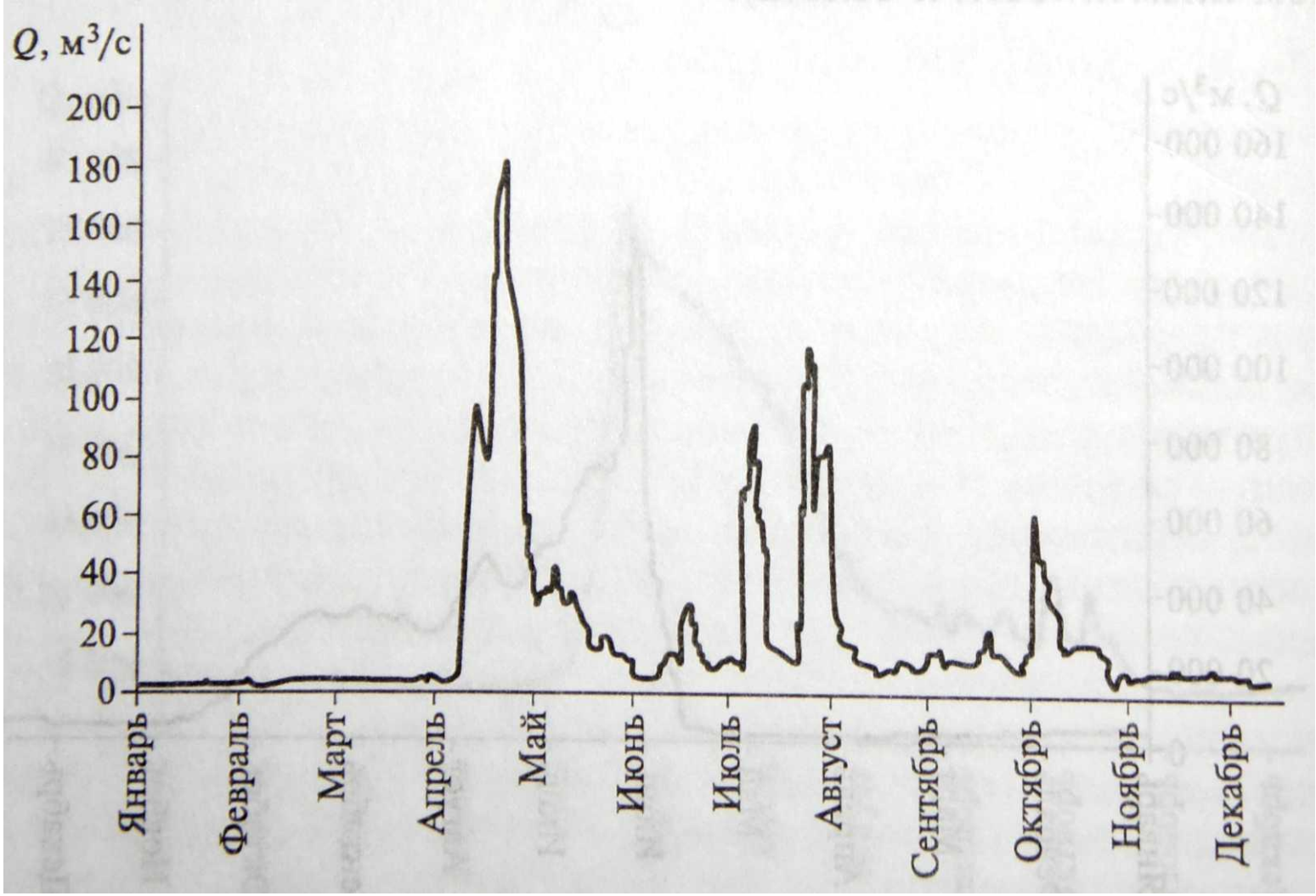
- если один из видов питания дает более 80% годового стока реки, следует говорить об ***исключительном*** значении данного вида питания;
- если на долю какого-то вида питания приходится от 50 до 80% стока, то этому виду питания придается ***преимущественное*** значение; при этом другие виды питания учитываются лишь, если на их долю приходится больше 10% годового стока;
- если ни одни из видов питания не дает больше 50% годового стока, то такое питание называют ***смешанным.***

Классификация рек по видам питания
М.И. Львовича

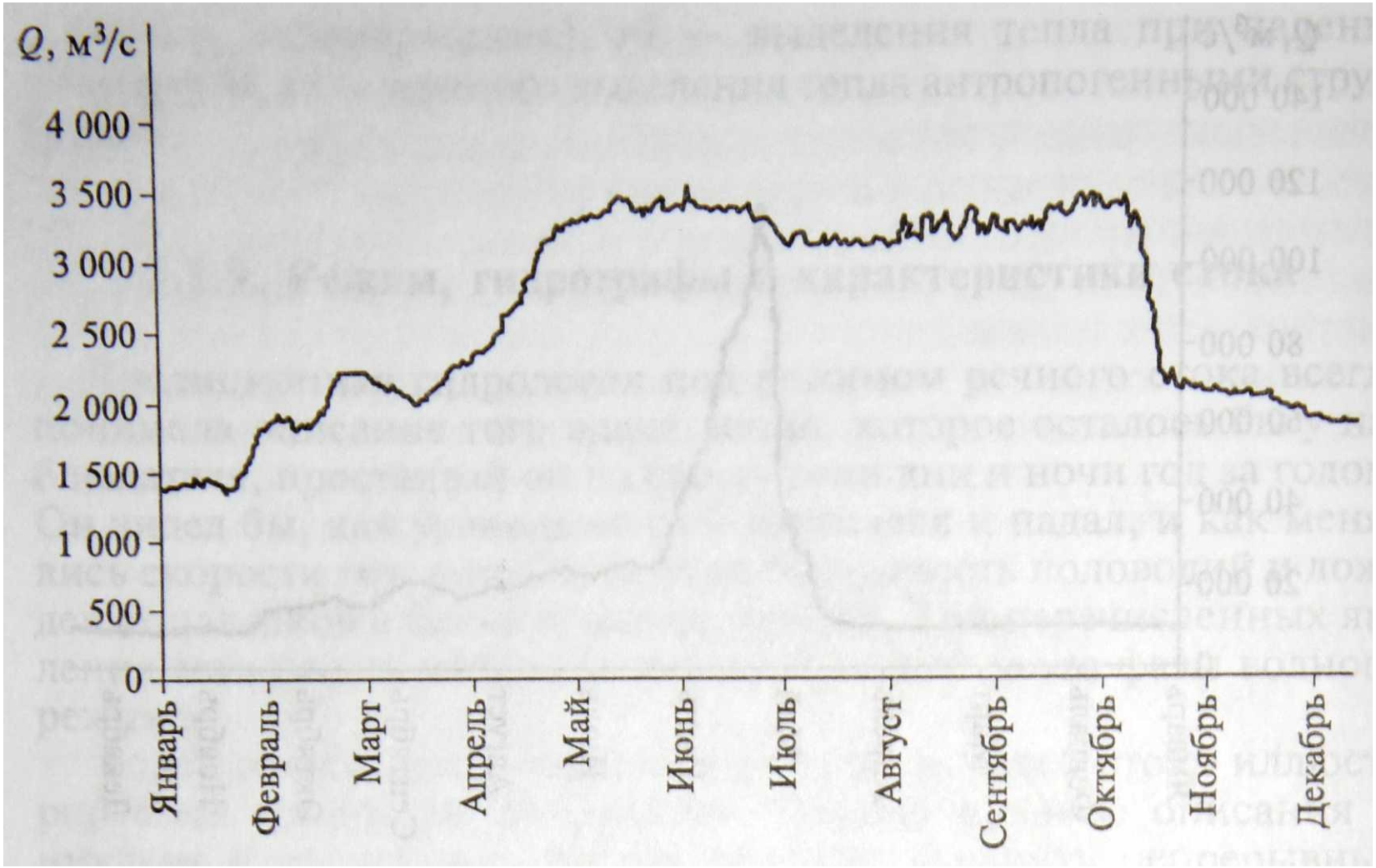




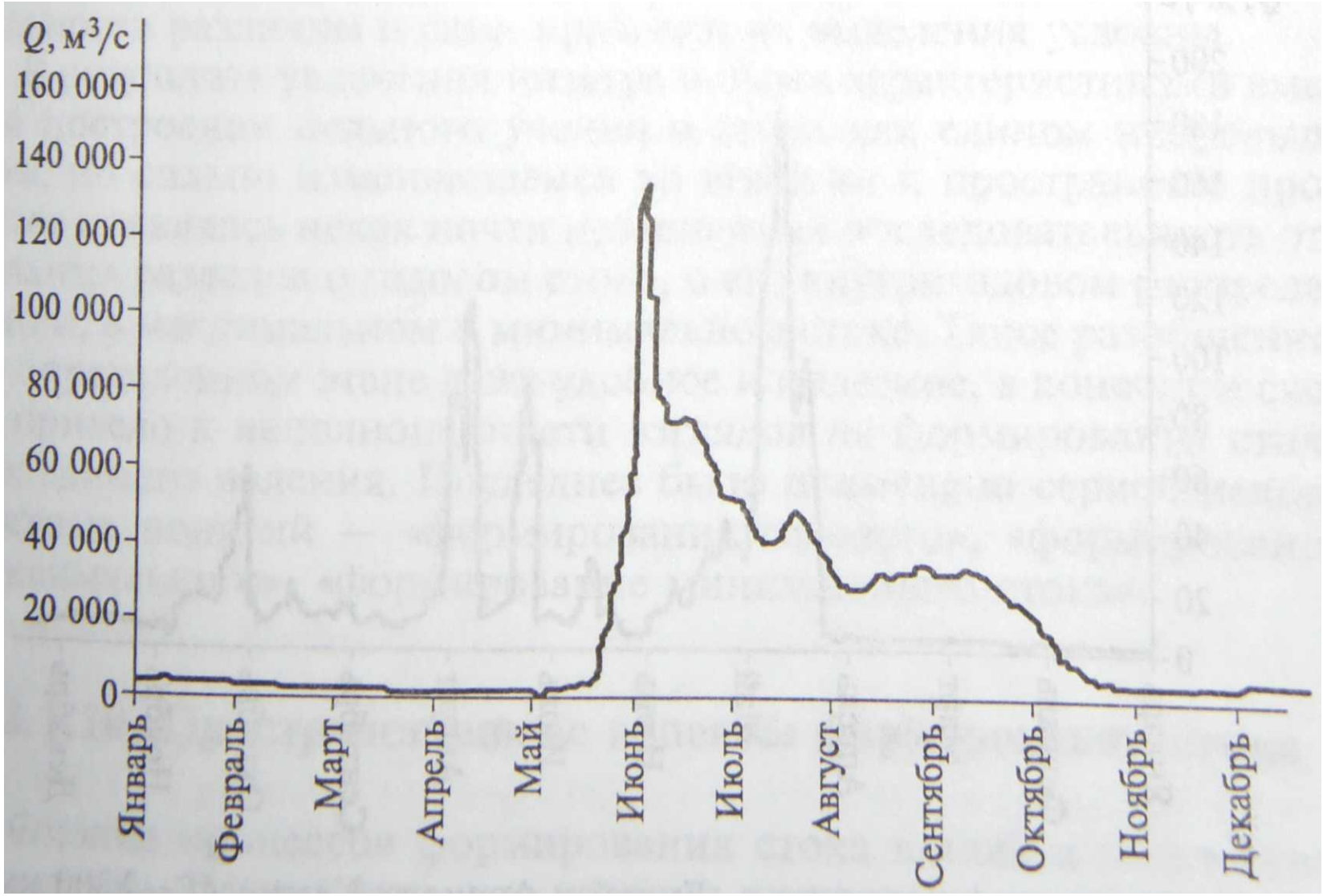
Хронологический ход расходов воды за год или его часть (сезон, половодье или паводки) называется *гидрографом*.



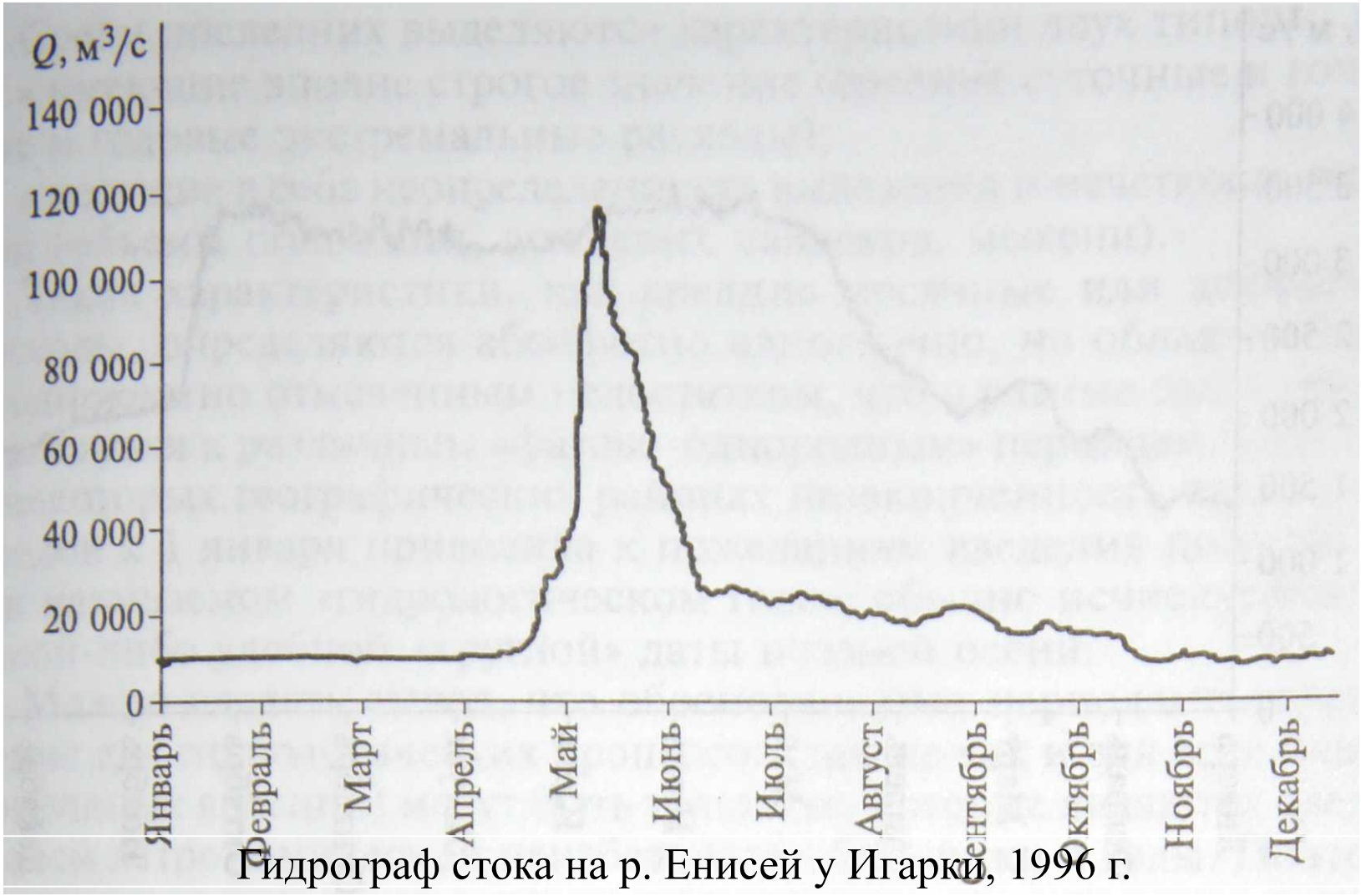
Гидрограф стока на р. Белой у Арского Камня, 1999 г.



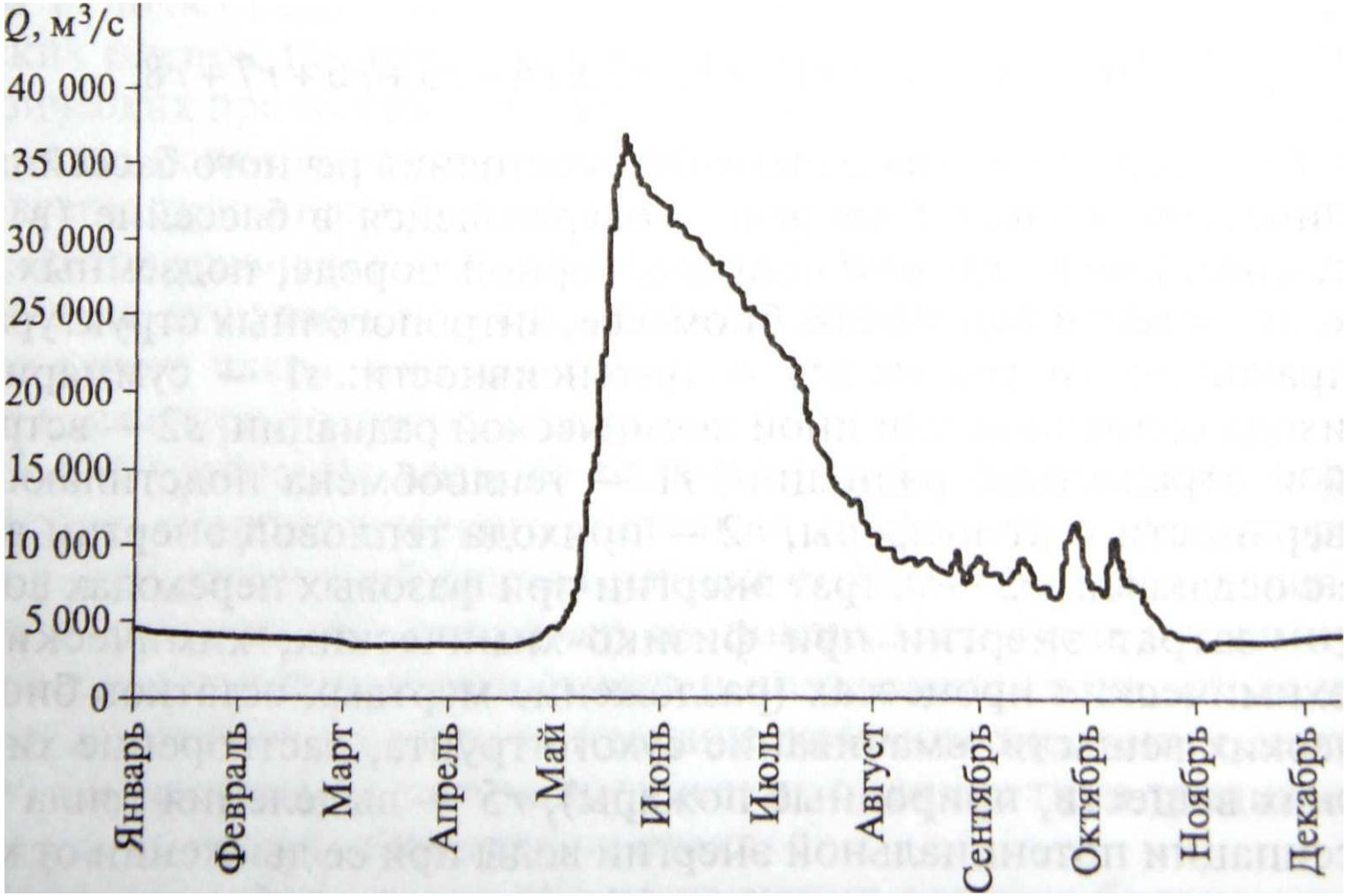
Гидрограф стока на р. Неве у Новосаратовки, 1979 г.



Гидрограф стока на р. Лене у Кюсюра, 1982 г



Гидрограф стока на р. Енисей у Игарки, 1996 г.



Гидрограф стока на р. Оби у Салехарда, 1989 г.

Годовой цикл водного режима реки подразделяется на характерные периоды (фазы):
половодье,
паводки,
межень (летняя и зимняя).

Половодья и паводки характеризуются следующими числовыми показателями:
дата начала,
дата окончания,
продолжительность,
дата прохождения максимального расхода (или уровня),
величина максимального расхода (или уровня),
объем (или слой) стока.

Б.Д. Зайков разработал классификацию рек территории бывшего СССР по характеру внутригодового распределения стока.

Всего выделено три основные группы рек:

с весенним половодьем,

с половодьем в теплую часть года

с паводочным режимом.

В зависимости от характера половодья и режима стока в остальную часть года эти группы подразделяются на типы.

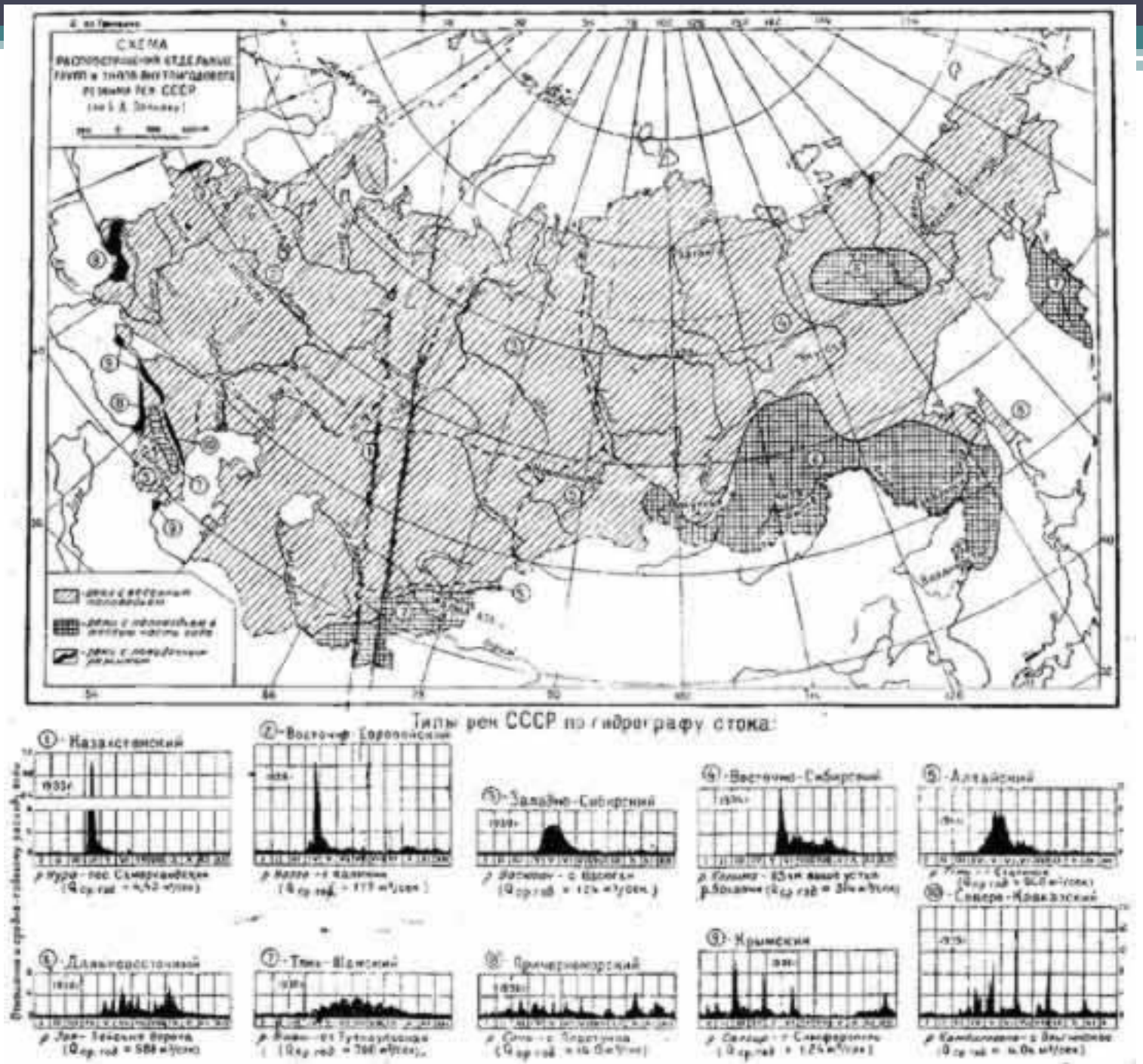


СХЕМА
Типы рек СССР по гидрографу стока:
① - Казахстанский
② - Восточно-Европейский
③ - Западно-Сибирский
④ - Восточно-Сибирский
⑤ - Алтайский
⑥ - Дальневосточный
⑦ - Тянь-Шаньский
⑧ - Причерноморский
⑨ - Крымский
⑩ - Северо-Кавказский

При отрицательных значениях теплового баланса и охлаждении поверхности воды создаются условия для образования ледяного покрова.

Время появления и исчезновения льда, продолжительность его существования определяются климатическими условиями и особенностями строения и размерами речных систем.

1) реки с ежегодным устойчивым ледоставом различной длительности (подавляющее большинство рек);
2) реки с неустойчивым ледоставом, наблюдающимся не ежегодно (реки крайних западных и южных районов Европейской части СССР и Северного Кавказа - Неман, Висла, Днестр, Кубань и др., а также многие водотоки юга Приморья на Дальнем Востоке);
3) реки, на которых наблюдаются ледовые, явления (шуга, забереги и т. д.), но ледостав отсутствует (большинство рек Кавказа и горных областей Средней Азии и Алтая);
4) реки, на которых ледовые образования вообще отсутствуют в силу теплого климата (водотоки Колхидской и Ленкоранской низменностей на Кавказе, ряд рек на юге Туркмении и в Средней Азии).

Ледоход на Иртыше

Полынья на р. Томь

Шуга на р. Лочим

Ледоход на Лене

Наледи на р. Коный

Спасибо за внимание!