

***Питание рек.  
Классификация рек по видам  
питания (М.И.Львовича).***

***Расчленение гидрографа реки по  
видам питания.***

# Основные источники питания рек



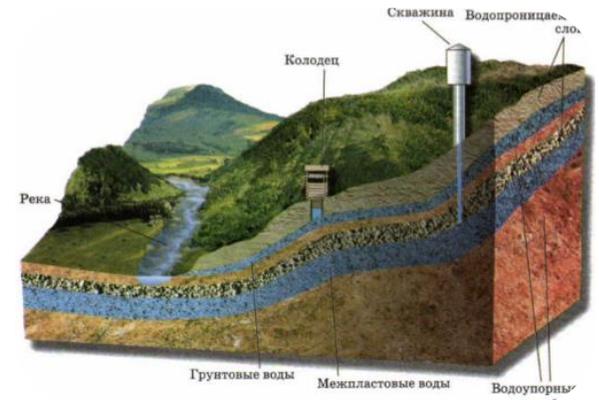
дождевое



снеговое

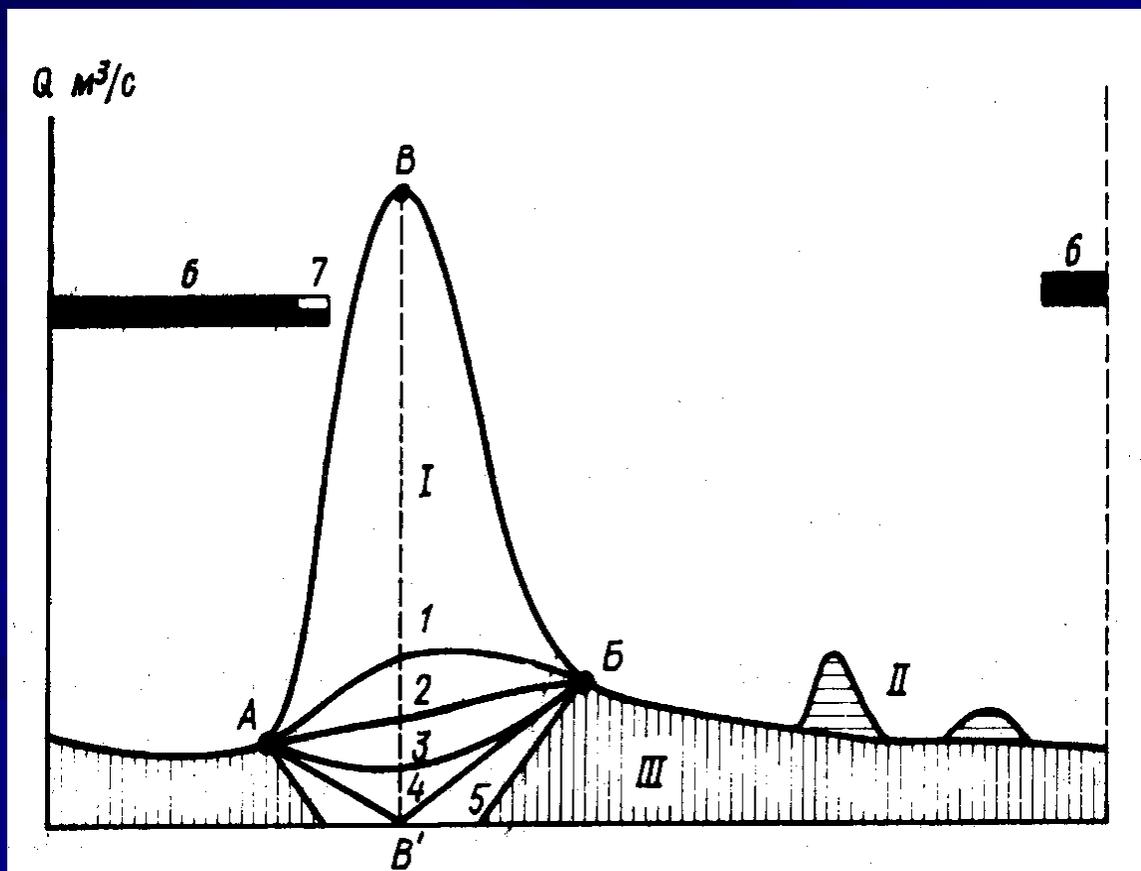


ледниковое



ПОДЗЕМНОЕ

# Схема расчленения гидрографа реки по видам питания



*I* — снеговое, *II* —  
дождевое, *III* —  
подземное питание,

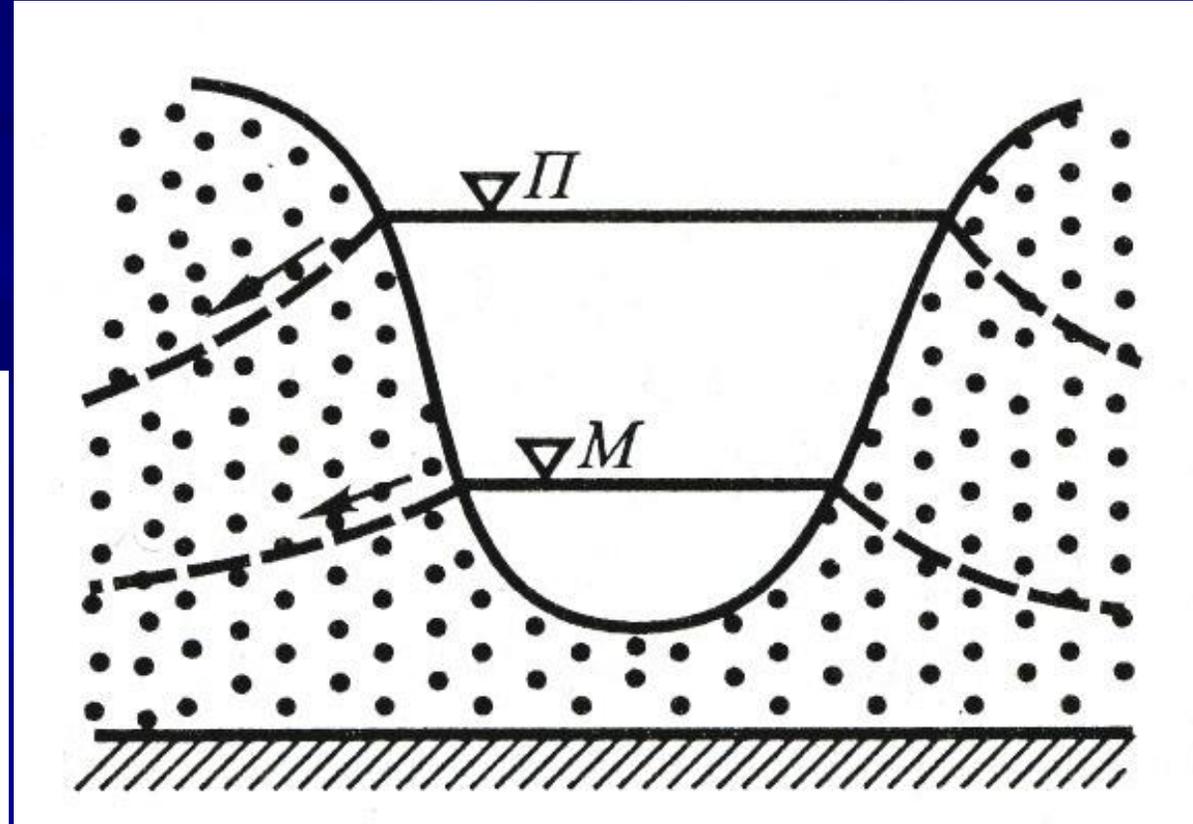
*A*, *B* и *B* — начало, конец  
и пик половодья, 1-5 —  
линии, разделяющие  
снеговое и подземное  
питание в период  
половодья при  
различном характере  
взаимодействия речных  
и грунтовых вод, 6 —  
ледостав, 7 — ледоход

# Постоянная односторонняя гидравлическая связь

- низкое положение водоупора и уровня грунтовых вод
- река постоянно подпитывает подземные воды



Б. Зеркало грунтового потока наклонено от реки (питание грунтовых вод за счёт инфильтрации речных вод)



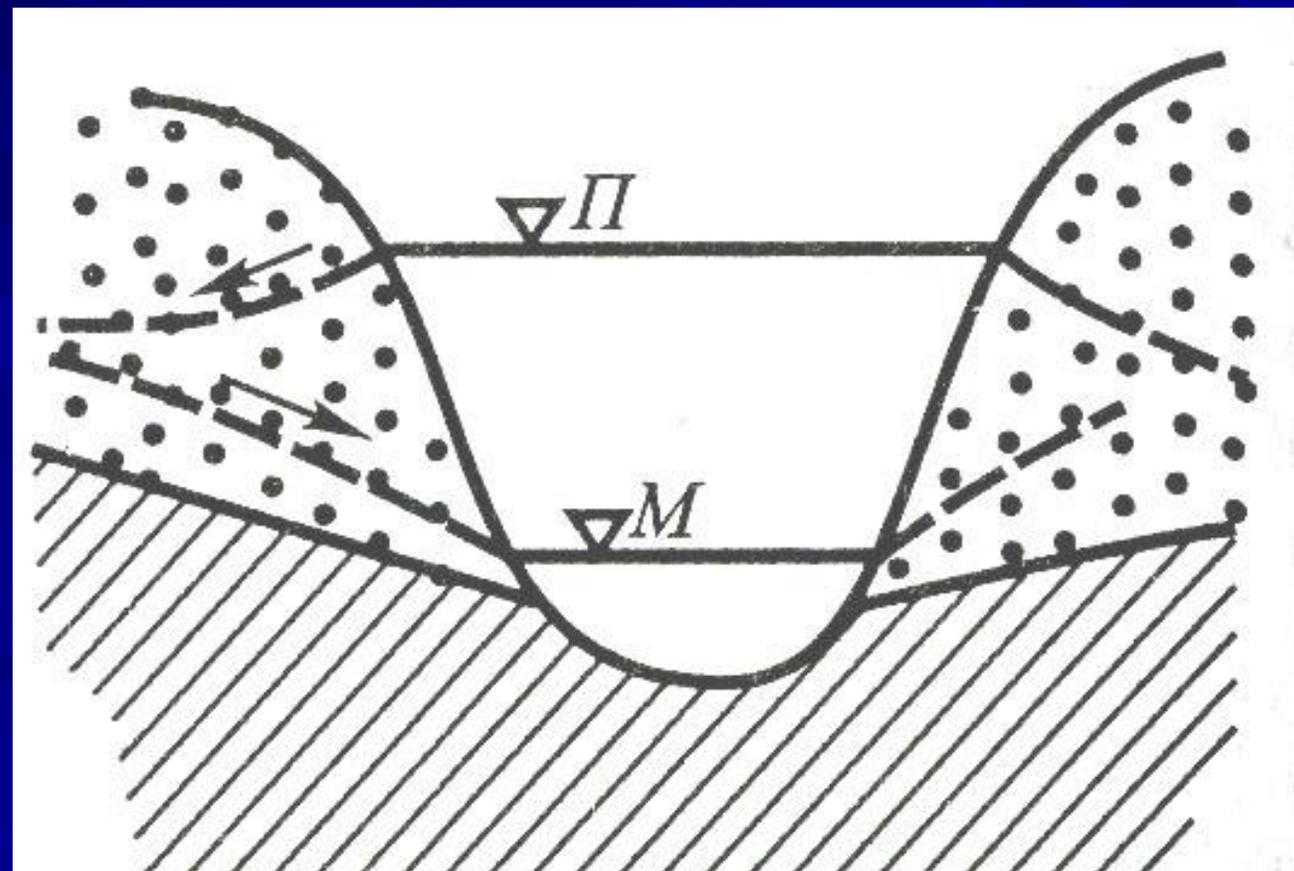
характерно для карстовых районов, горных рек аридной зоны

# Постоянная двусторонняя гидравлическая связь – русловое регулирование

- река питает грунтовые воды в половодье
- в реку поступают грунтовые воды в межень



А. Зеркало грунтового потока наклонено к реке (обратное наблюдается только в период паводков)



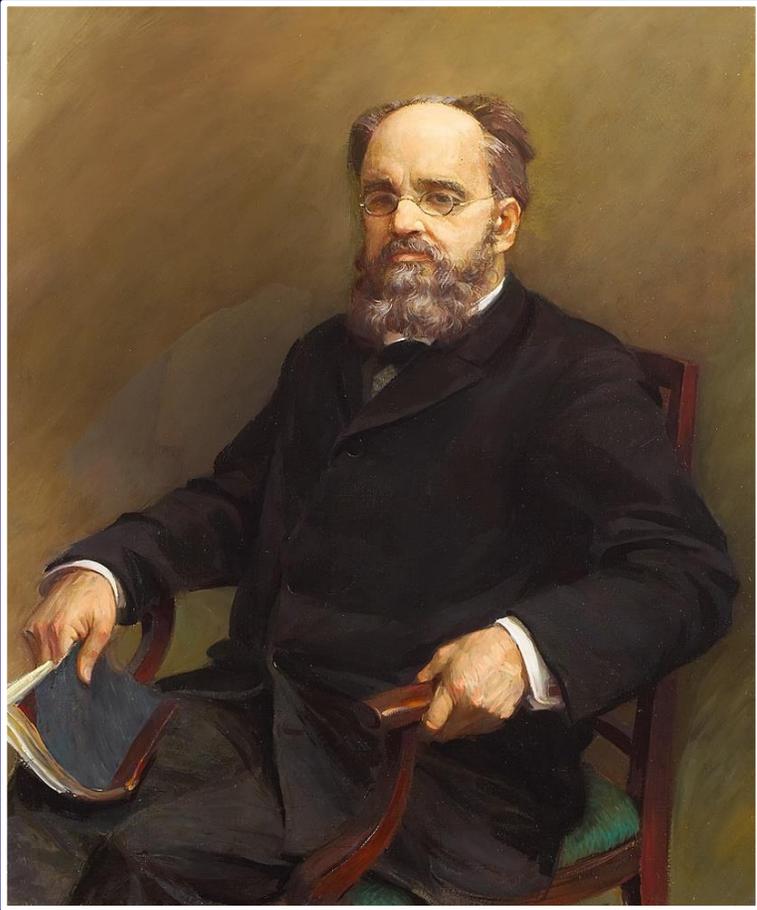
# Роль различных видов питания рек

Вид питания	Рейтинг значимости	Район доминирования
дождевое	1	реки муссонного и экваториального климата
снеговое	2	реки в зоне умеренного климата
подземное	3	Характерен для всех рек, формирует до 1/3 речного стока
ледниковое	4	Характерен для районов оледенения, формирует ~1% речного стока

# Класифікації рек по сочетанію видів питання

- класифікація  
А.И.Воейкова
- класифікація  
М.И.Львовича

# Типы рек по классификации А.И.Воейкова



- реки с преимущественно снеговым и ледниковым питанием
- реки с преимущественно дождевым питанием
- реки с отсутствием постоянного питания

# Типы рек по классификации М.И.Львовича



Роль ( $\alpha$ ) данного источника в формировании годового стока воды (%)	значение источника питания	Тип реки
$\geq 80$	исключительное	с исключительным значением источника питания
$50 < \alpha < 80$	преимущественное	с преимущественным значением источника питания
$< 50$	ординарное	со смешанным питанием

# Типы рек по роли ледникового питания (М.И.Львович)

Роль ( $\alpha$ ) ледникового питания в формировании годового стока воды (%)	значение источника питания	Тип реки
$\geq 50$	исключительное	с исключительным ледниковым питанием
$25 < \alpha < 50$	преимущественное	с преимущественным ледниковым питанием
$< 25$	ординарное	со смешанным питанием

СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



Годовой сток рек (%)

Источники питания		Распределение стока по сезонам					
		Весна			Лето		
		более 80	50-80	менее 50	более 80	50-80	менее 50
Снеговое	более 80	[Dark Purple]					
	50-80	[Purple]	[Light Purple]	[Pink]	[Light Pink]	[Pink]	
	менее 50	[Light Purple]	[Pink]	[Light Pink]	[Pink]	[Dark Pink]	
Дождевое	более 80	по имеющимся данным не обнаружено					
	50-80		[Light Green]		[Light Green]	[Light Green]	
	менее 50		[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	
Ледниковое	более 80			[Blue]			
	50-80			[Blue]			
	менее 50			[Blue]			
Подземное	более 80	по имеющимся данным не обнаружено					
	50-80	по имеющимся данным не обнаружено					
	менее 50					[Dark Red]	

[Dotted Box] Области, лишенные местной речной сети

[Yellow Circle] Пункты, к которым относятся характерные графики стока

Масштаб 1:30 000 000

# Река в Гренландии с ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫМ ЛЕДНИКОВЫМ ПИТАНИЕМ



# Река в Карпатах со смешанным ТИПОМ ПИТАНИЯ



# *Река Лоа (Чили)*



***Река Нура с исключительно снеговым  
типом питания***





**ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕК**  
**ANNUAL DISTRIBUTION OF RUNOFF**

Распределение стока в процентах от годовой суммы (2мм-2%)  
 Runoff distribution in percentage of annual value (2% per 1mm)

Авторы: Г.П. Водопольский, Г.А. Ефремов, Г.С. Давыдов, С.В. Давыдов  
 Редактор: А.А. Сивков  
 Издательство: Гидрометеоиздат, 1978



***Фазы водного режима рек.  
Классификация рек по  
водному режиму***

***Водный режим*** – закономерные  
пространственно-временные  
изменения гидрологического  
состояния рек

# *Фазы водного режима*

- межень
- половодье
- паводки

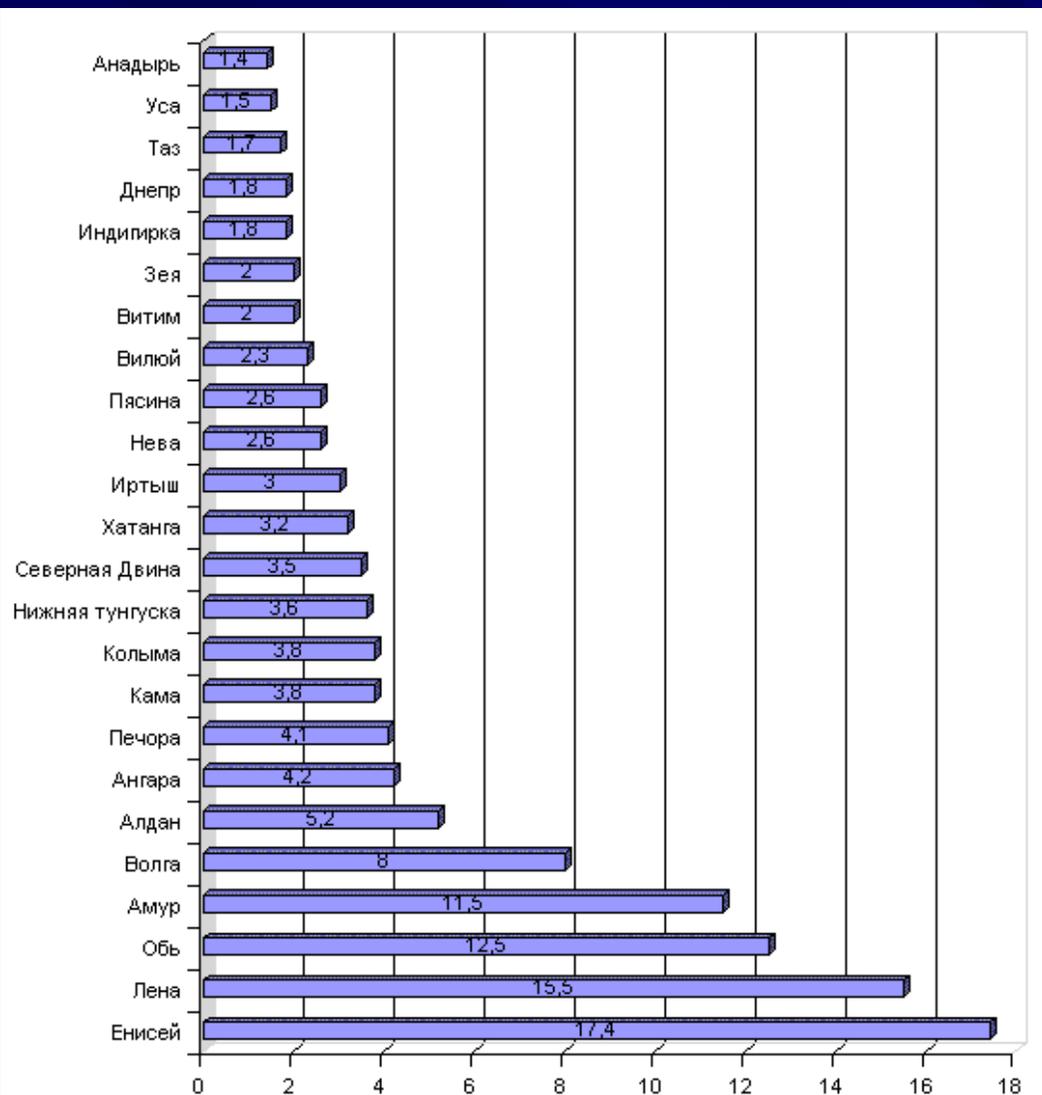
# Гидрограф р.Протва, дер.Сатино



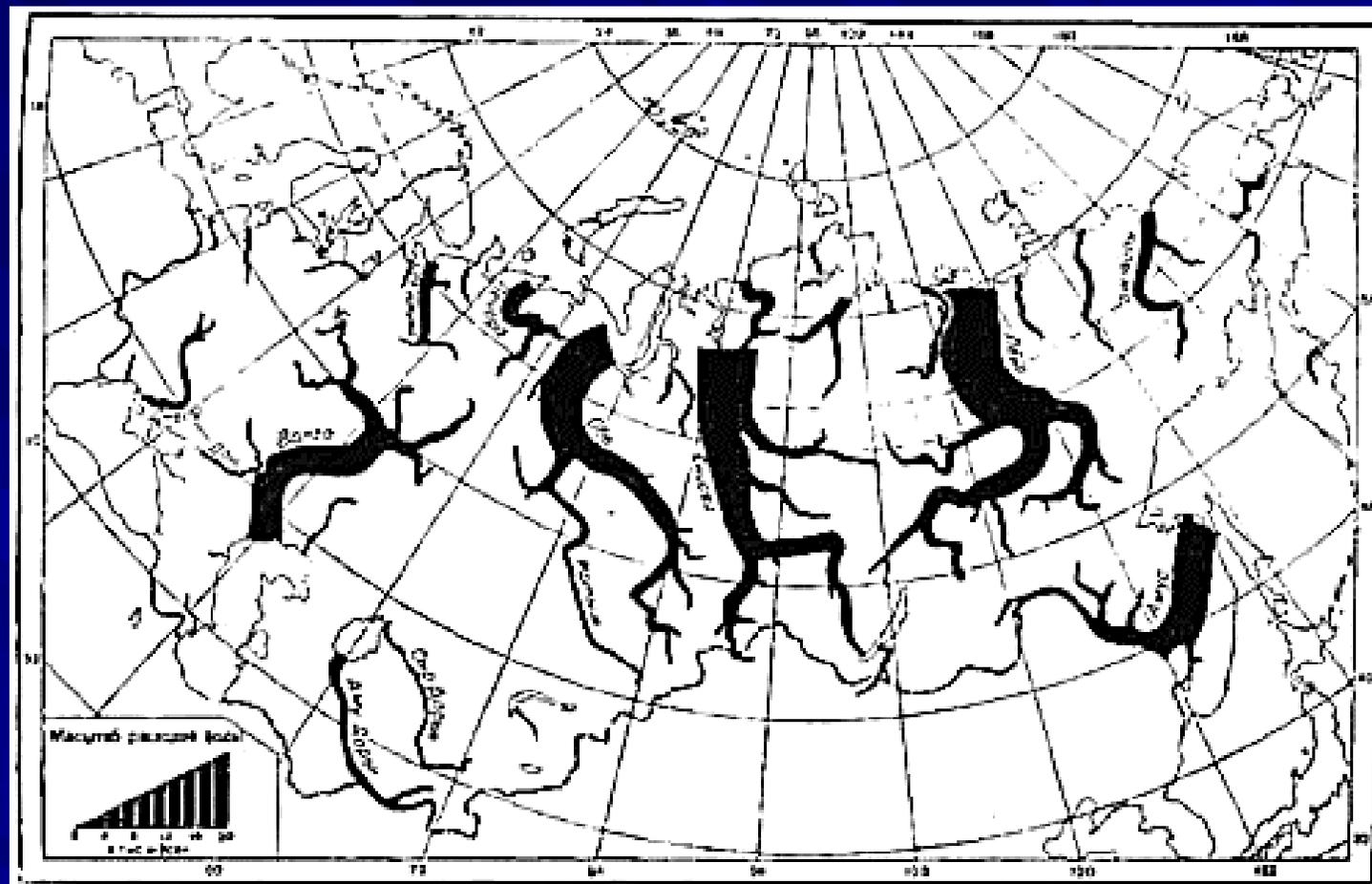
**Водоносность реки** – количество воды в реке (в т.ч. в среднем за многолетний период времени  $Q_0$ ). Используется для сравнения величины стока воды разных рек.

**Водность реки** – изменение количества воды в реке по сравнению с средними многолетними условиями  $K_i = Q_i / Q_0$

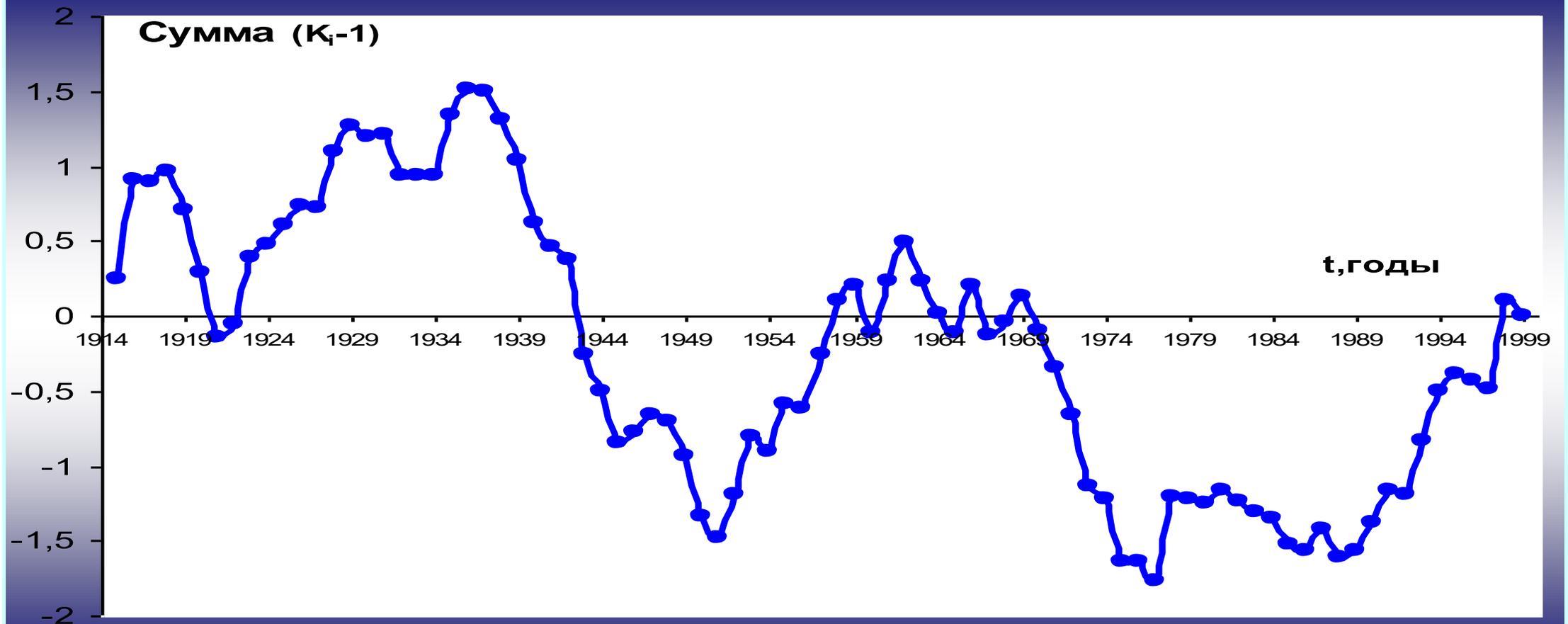
# Водоносность основных рек России



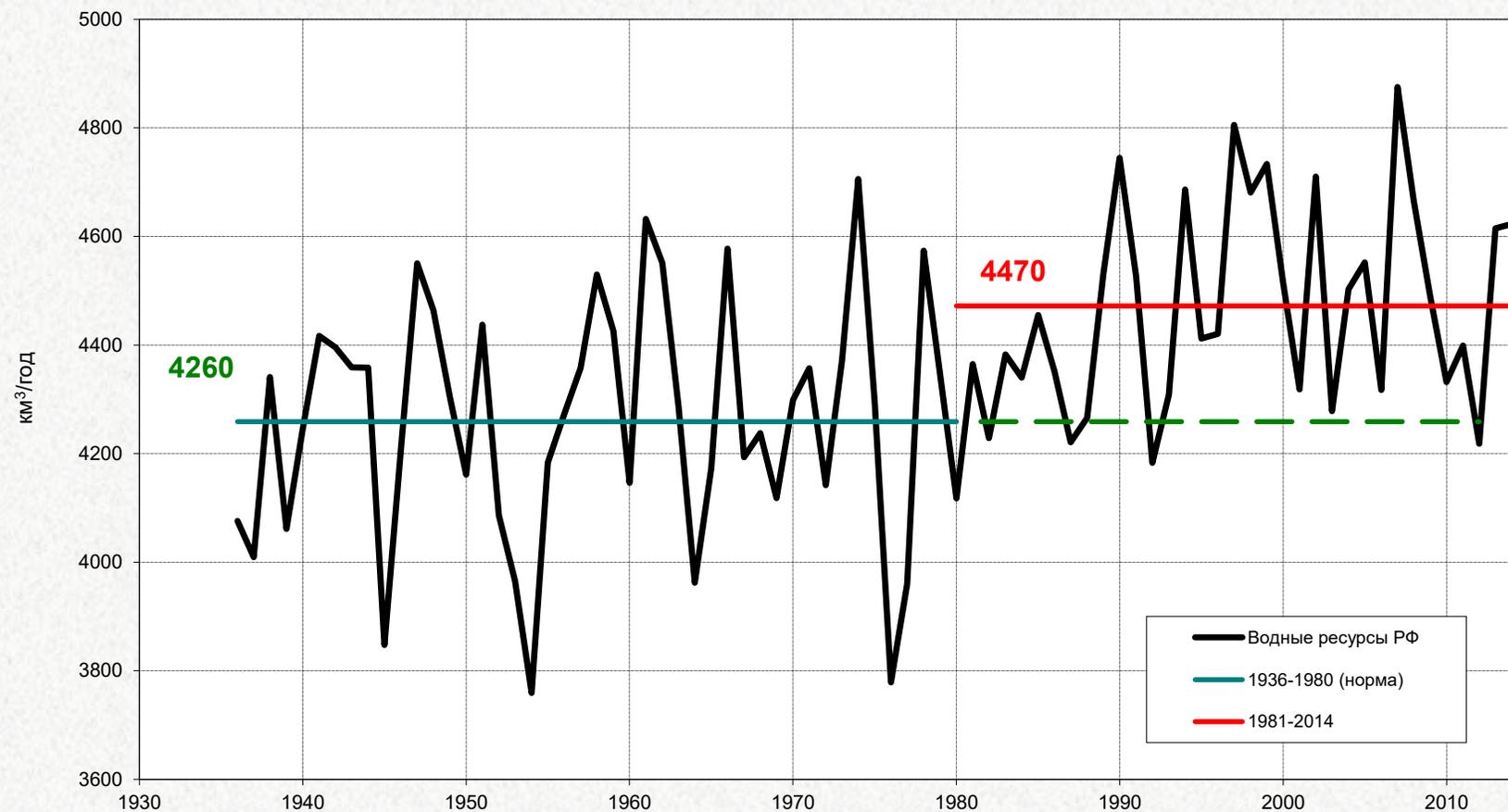
Источник: protown.ru



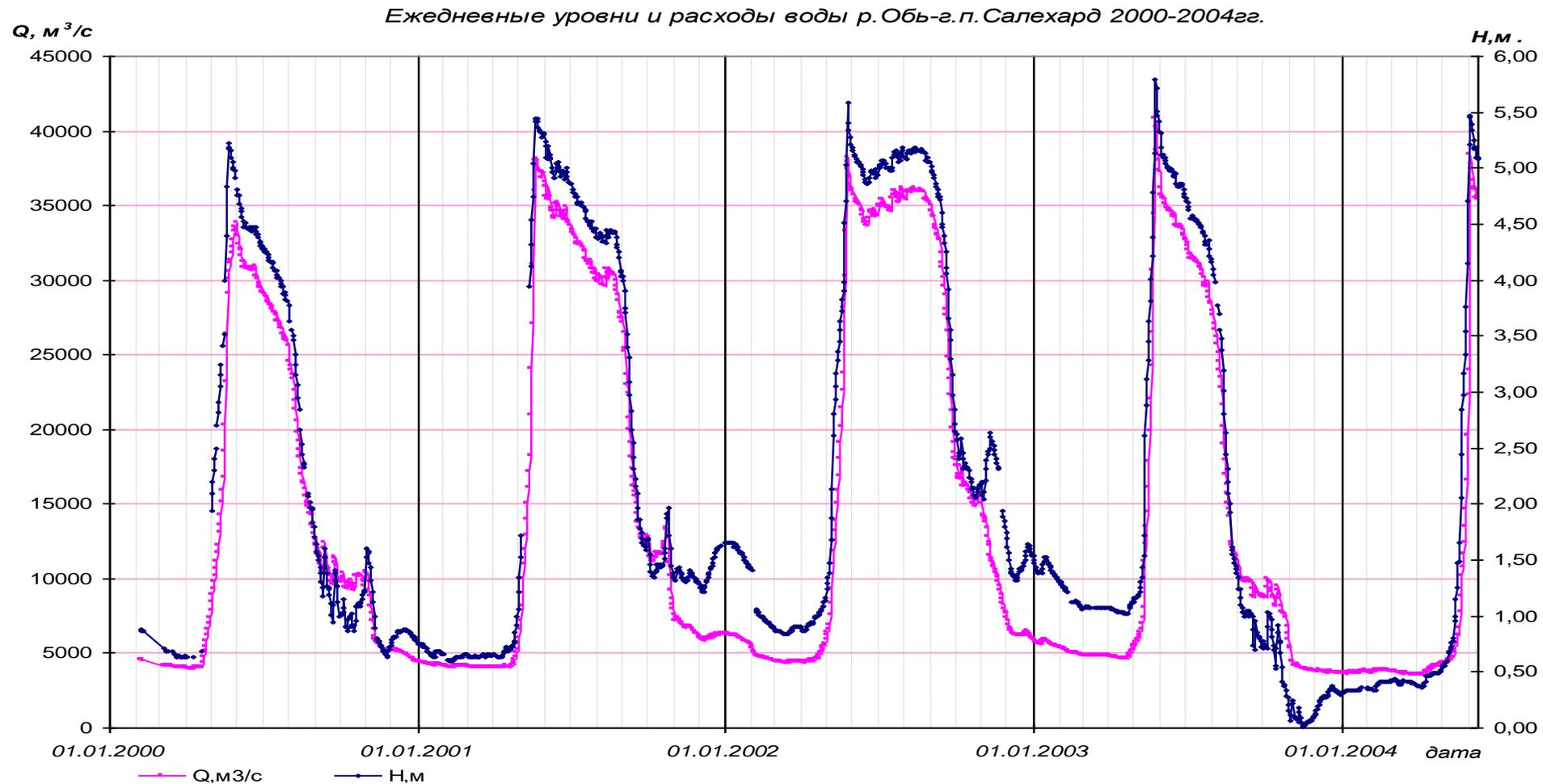
# К характеристике многолетней изменчивости стока воды в устье р.Сухона



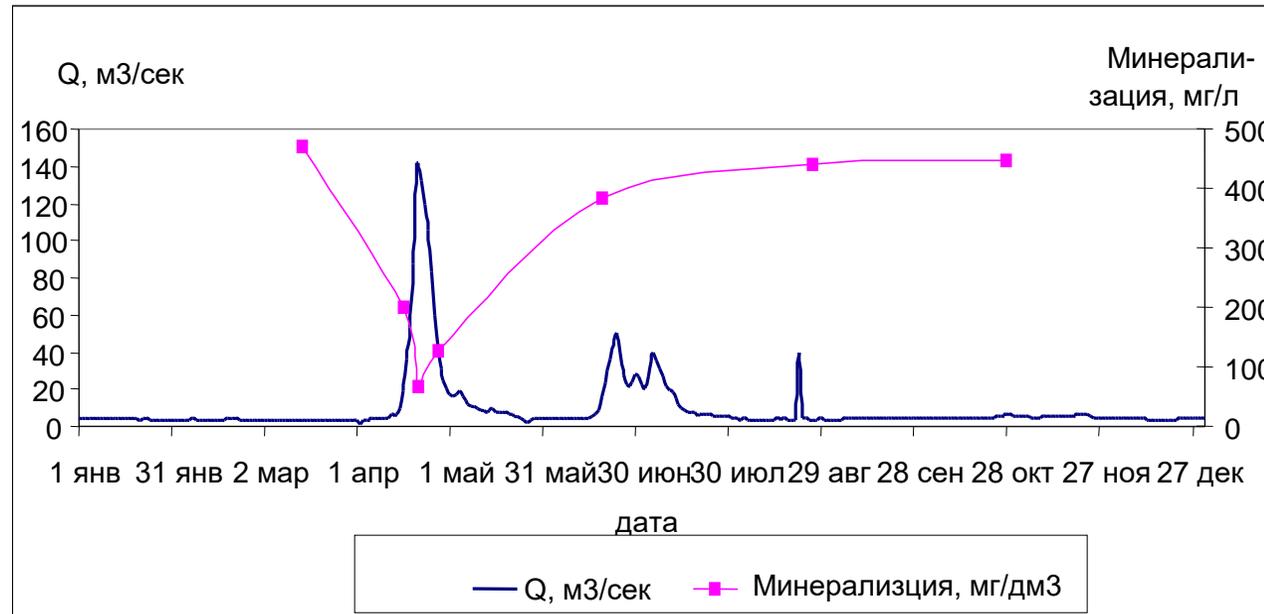
# Многолетняя изменчивость водных ресурсов на территории Российской Федерации



# К характеристике межгодовой изменчивости стока

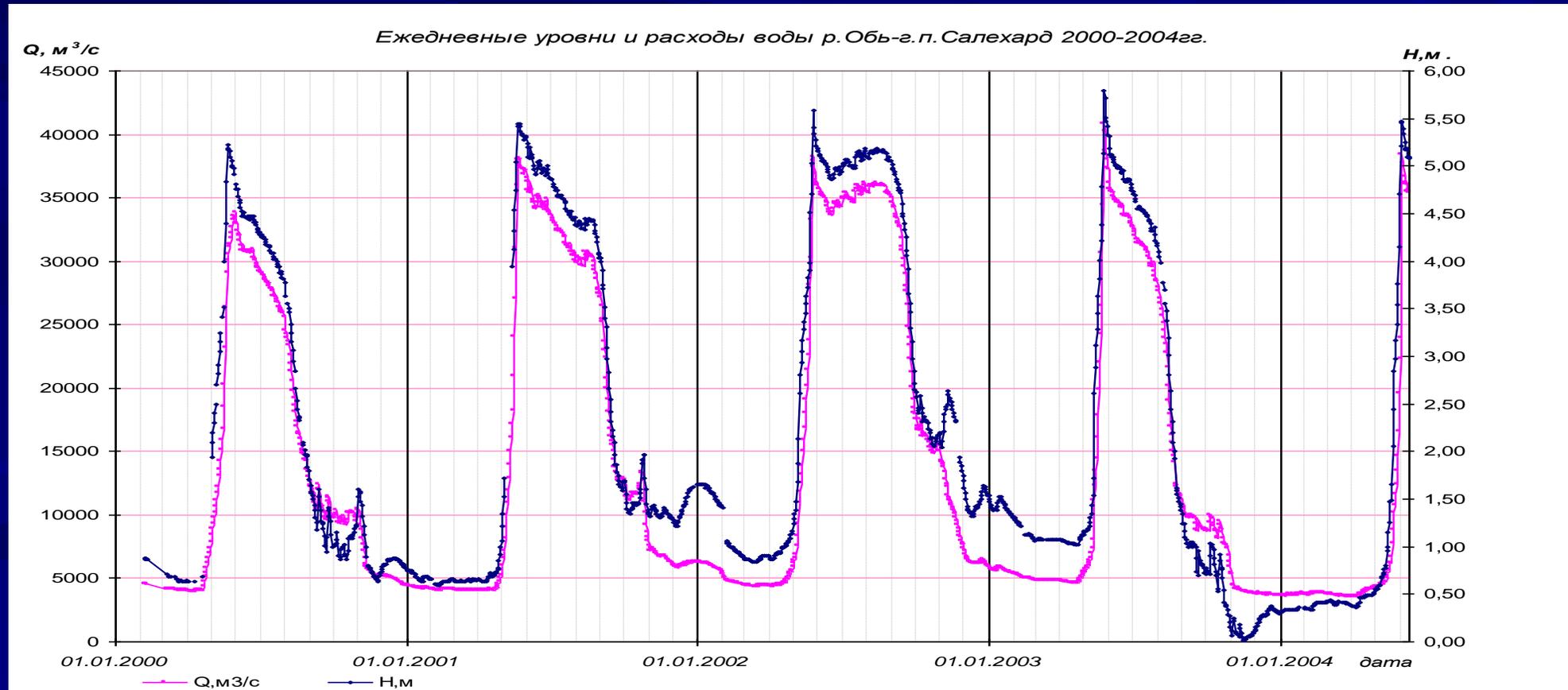


# График изменения расхода воды в данном створе реки в течение года – гидрограф реки



р. Устье (д. Дуброво, 1963 г.)

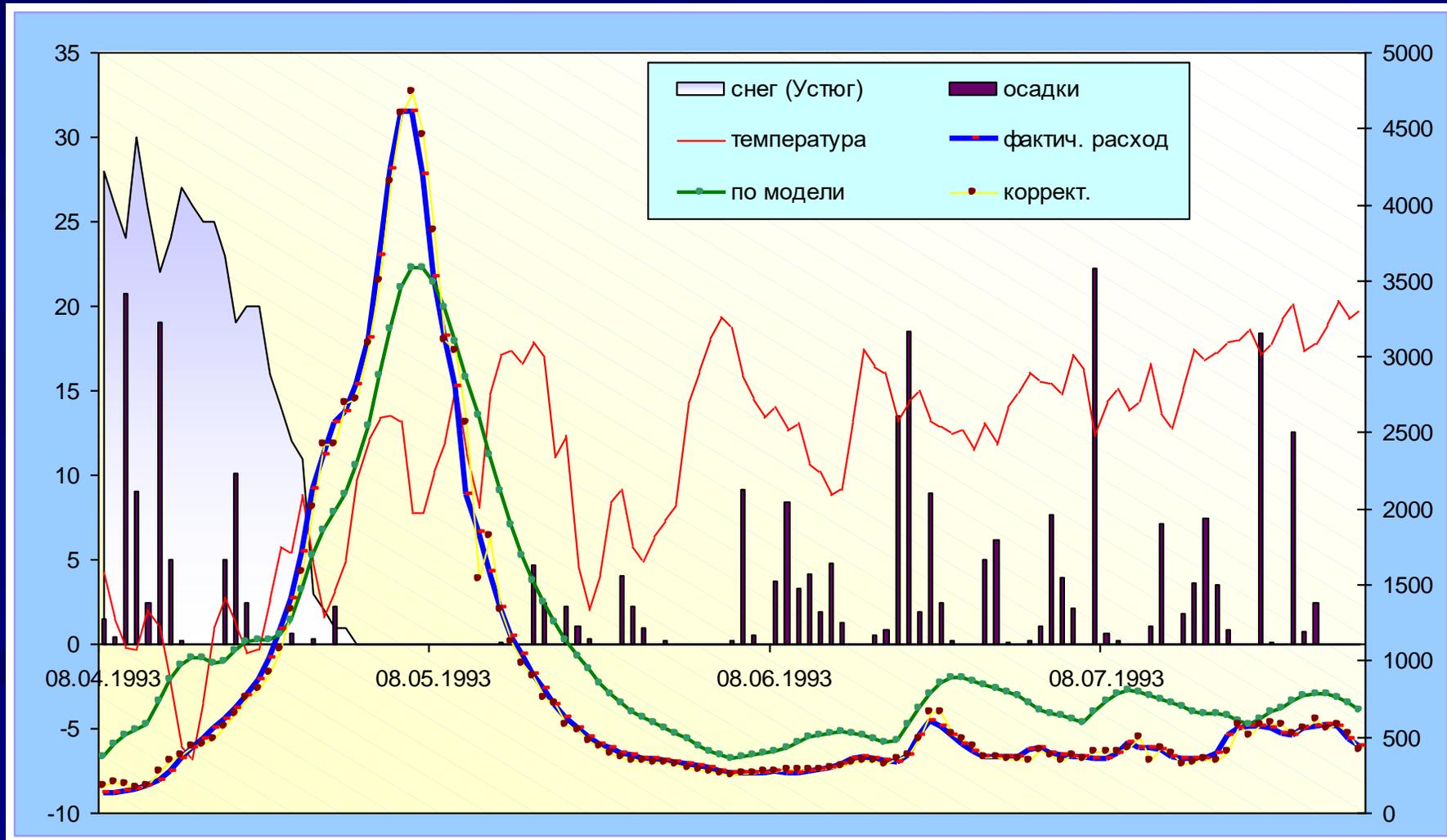
# Половодье – ежегодно повторяющаяся фаза водного режима реки, отличающаяся наибольшей водностью и высокими уровнями ВОДЫ



# Типы половодья

- весеннее половодье
- весенне-летнее или летнее половодье

# Паводок - устойчиво повторяющаяся фаза водного режима, характеризующаяся кратковременным увеличением расходов и уровней воды





**Половодье на Протве в 2013 г.**

## Половодье на Протве в 2013 г.



# Генезис паводков

■ выпадение  
дождей



р.Протва

■ снеготаяние





**Паводок на Протве в 2004 г.**

**Межень** – ежегодно повторяющаяся (в один и тот же сезон года) фаза водного режима, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низких уровней воды



Межень на р.Ока в районе проведения учебной практики для гидрологов 2 курса

# Типы межени

■ осенне-зимняя

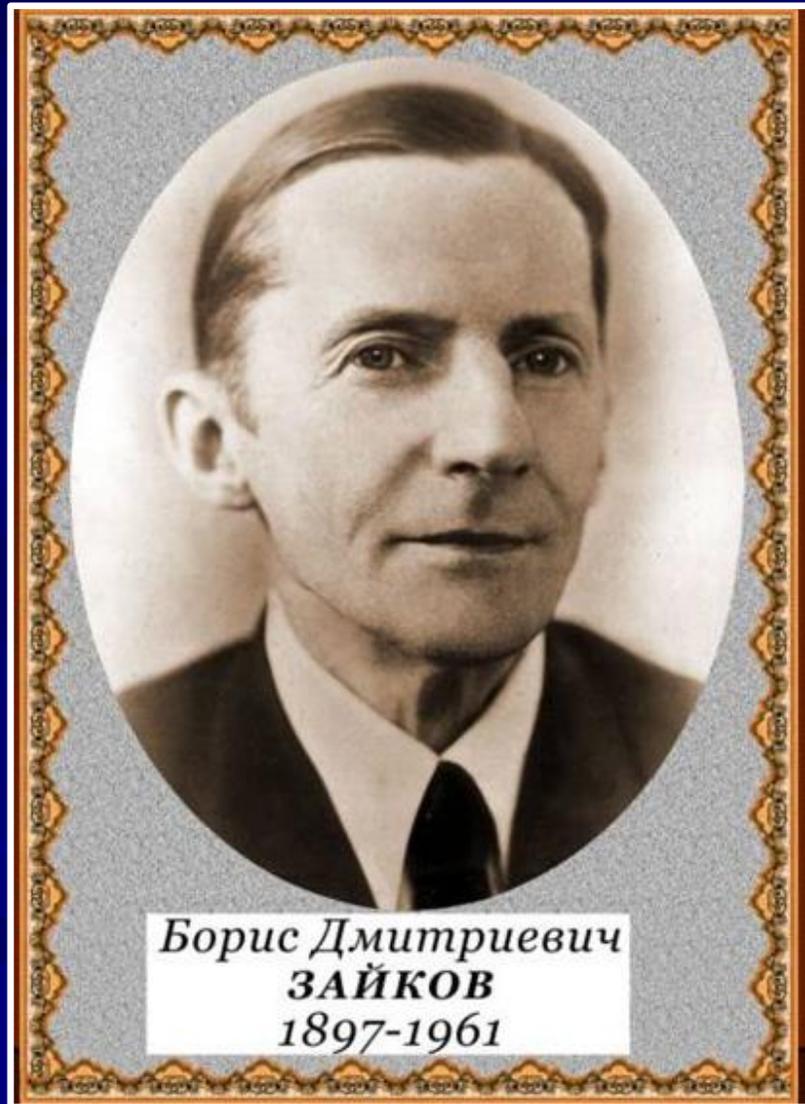
■ зимняя

■ летняя



# Классификация рек по водному режиму

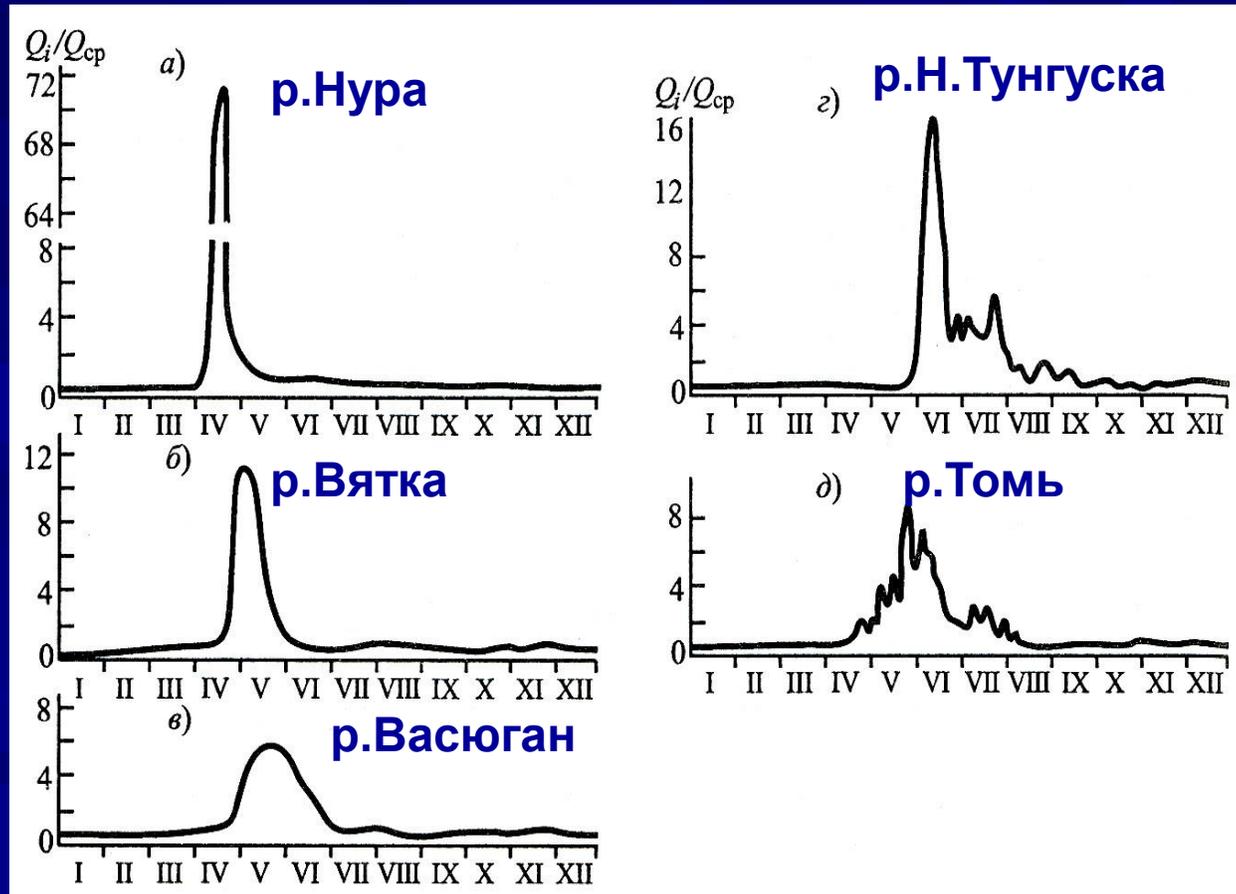
(Б. Д. Зайков)



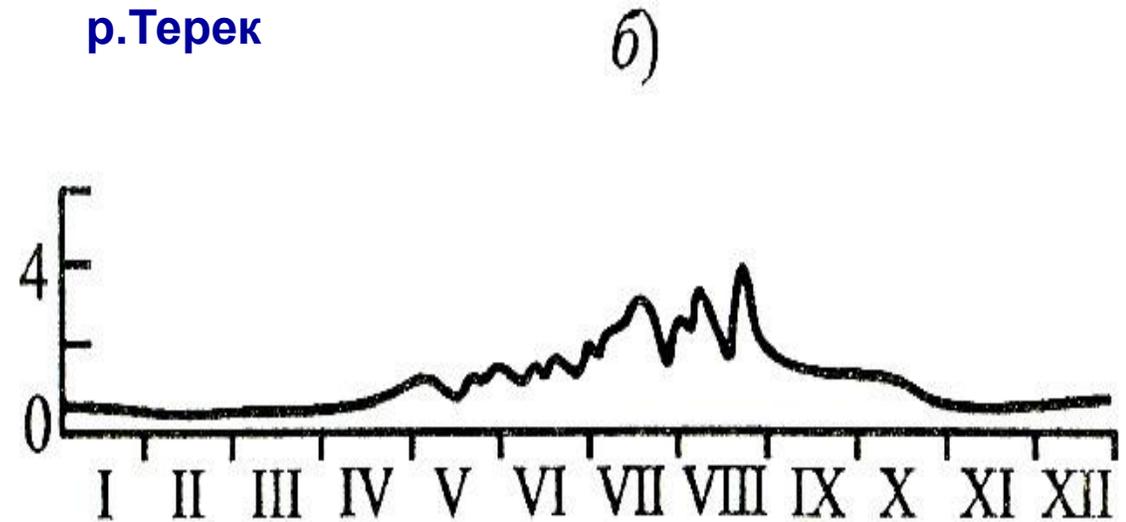
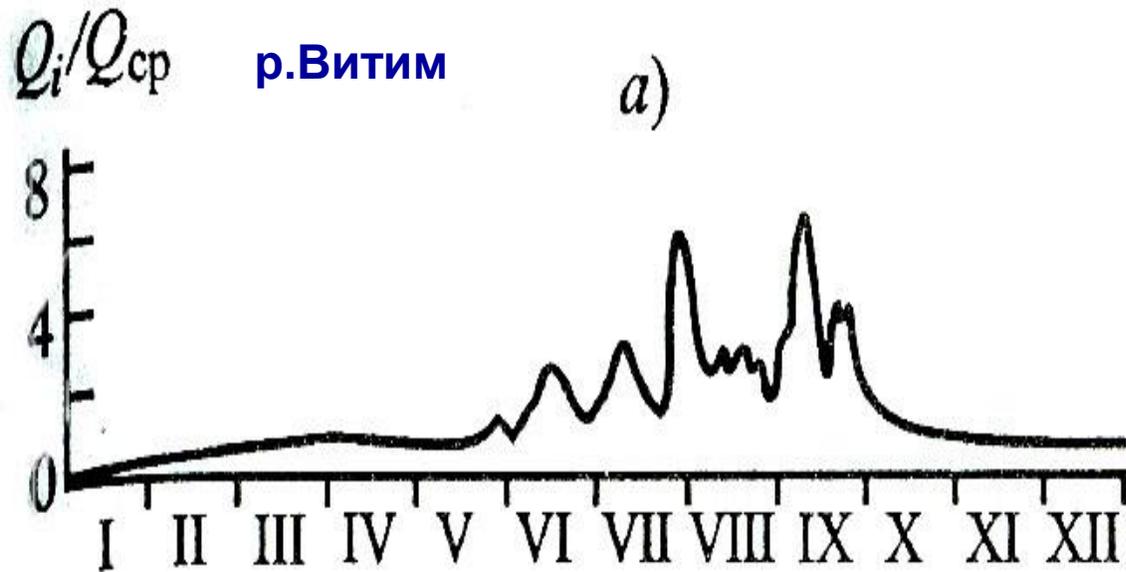
- с весенним половодьем
- с половодьем в теплую часть года
- с паводками

# Типы водного режима рек с весенним половодьем

- казахстанский (а)
- восточно-европейский (б)
- западно-сибирский (в)
- восточно-сибирский (г)
- алтайский (д)

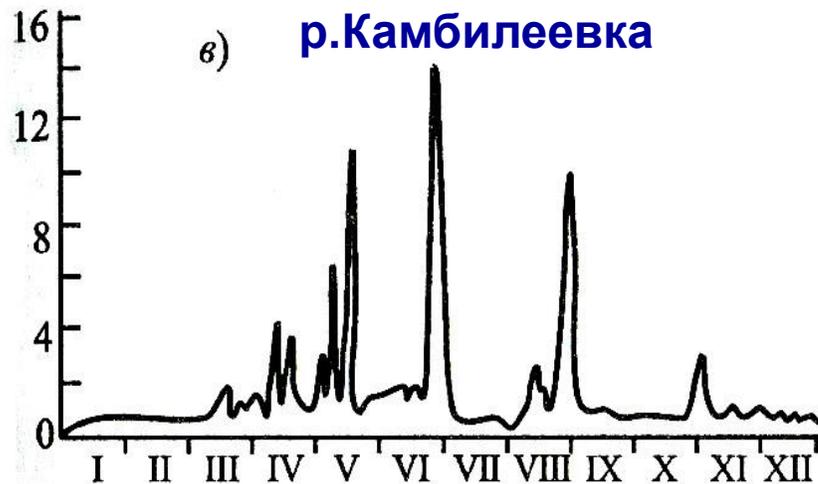
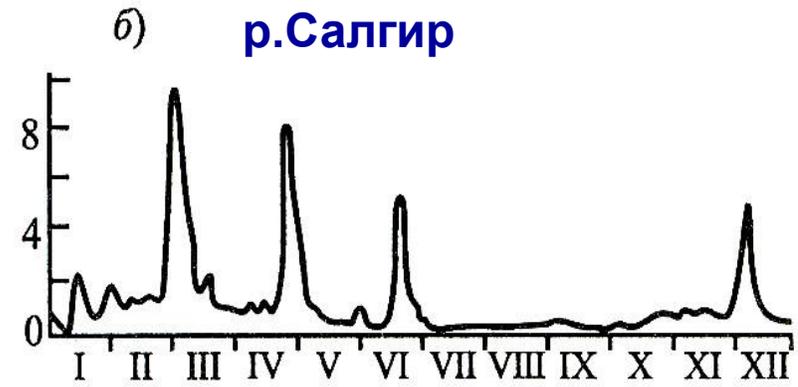
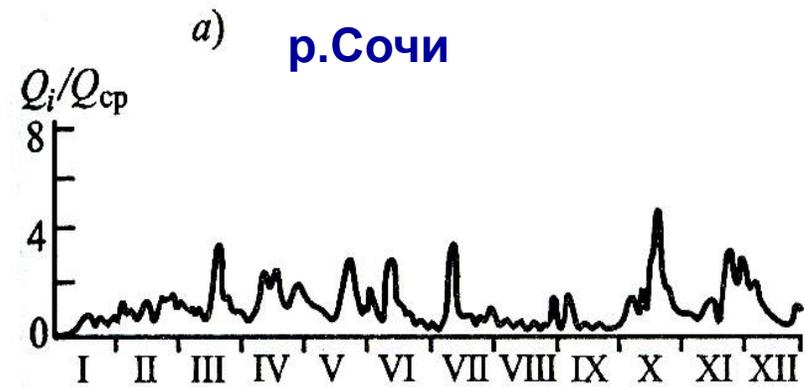


# Типы водного режима рек с половодьем в теплую часть года



- дальневосточный (а)
- тьянь-шанский (б)

# Типы водного режима рек с паводками



- причерноморский (а)
- крымский (б)
- северокавказский (в)

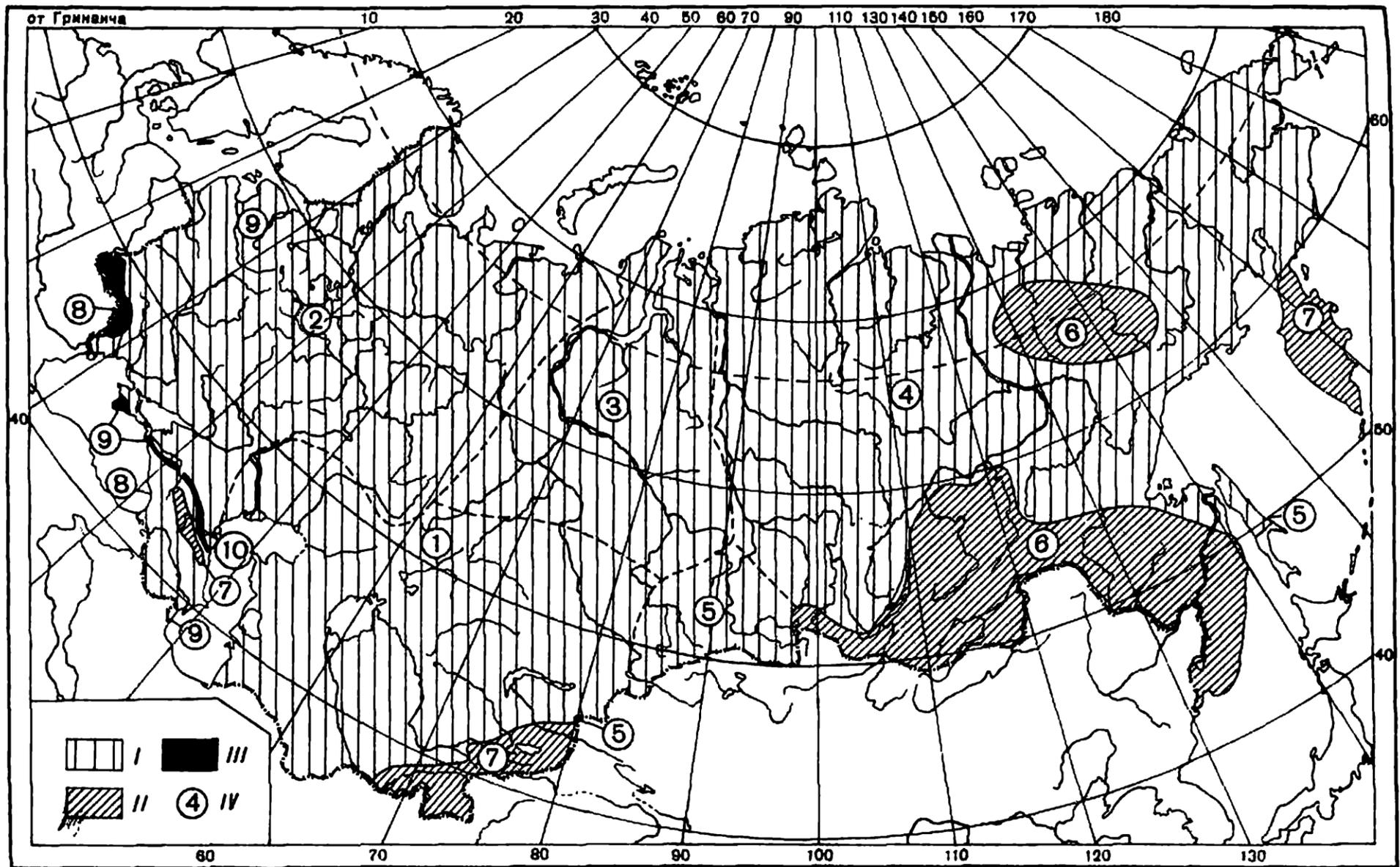
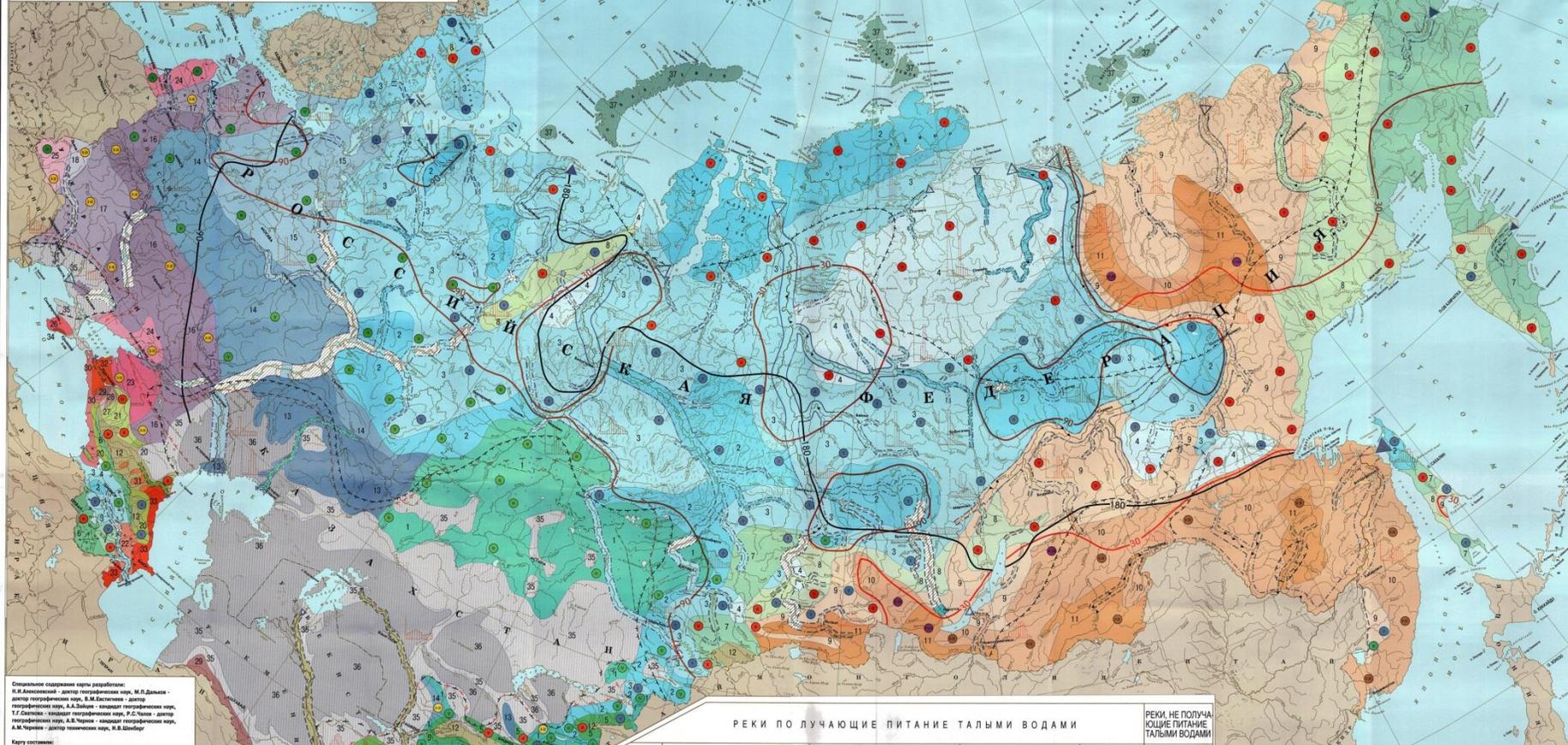


Рис. 122. Типы водного режима рек СССР и их распределение по территории СССР.

*I* — реки с весенним половодьем, *II* — реки с половодьем в теплую часть года, *III* — реки с паводочным режимом, *IV* — номера типов рек.

# ВОДНЫЙ РЕЖИМ РЕК РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

МАСШТАБ 1 : 8 000 000



Специальное содержание карты разработали:  
 Н.В.Александрова - доктор географических наук, М.В.Давыдов - доктор географических наук, В.М.Белоглазов - доктор географических наук, А.А.Давыдов - кандидат географических наук, Т.Г.Саввина - кандидат географических наук, Я.С.Чичина - доктор географических наук, А.В.Черныш - кандидат географических наук, А.М.Черныш - доктор технических наук, И.В.Шабалин

Карту составили:  
 Н.В.Александрова, В.М.Белоглазов - доктор географических наук, А.А.Давыдов - кандидат географических наук, И.В.Шабалин

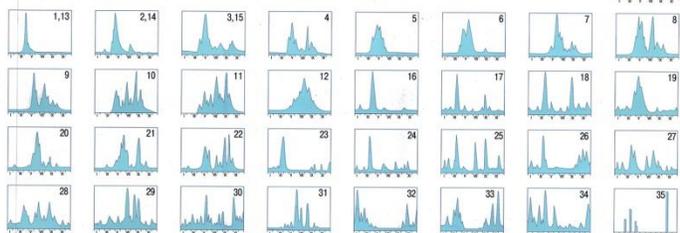
Главный редактор карты:  
 доктор географических наук В.М.Белоглазов

Оформитель дизайна карты:  
 Т.Г.Саввина - кандидат географических наук

Специальными исполнителями - картографами:  
 И.В.Александрова

Карта одобрена Научно - редакционным советом по картам для высших учебных заведений при Министерстве общего и профессионального образования Российской Федерации

## ХАРАКТЕРНЫЕ ГРАФИКИ ВНУТРИГОДОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ВОДНОСТИ РЕК (к выделенным районам)



## РЕКИ ПОЛУЧАЮЩИЕ ПИТАНИЕ ТАЛЫМИ ВОДАМИ

ПИТАНИЕ РЕК	ПРЕИМУЩЕСТВЕННО СНИГОВОЕ, ДОЖДЕВОЕ, ПОДЗЕМНОЕ				ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ДОЖДЕВОЕ, ПОДЗЕМНОЕ, СНЕГОВОЕ				ПРЕИМУЩЕСТВЕННО СНЕГОВОЕ, ПОДЗЕМНОЕ, ДОЖДЕВОЕ, ПОДЗЕМНОЕ			
	ВЕСЕННЕЕ ПОЛОВОДЬЕ		ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЕ ПОЛОВОДЬЕ (ГОРНЫХ РЕК)		ДОЖДЕВЫЕ ПЯВЫДЫ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА		ЛЕТНЕЕ ПОЛОВОДЬЕ		ДОЖДЕВЫЕ И ПОДЗЕМНЫЕ		ДОЖДЕВЫЕ И ПОДЗЕМНЫЕ	
ХАРАКТЕРНАЯ ВИЗУАЛЬНАЯ ФОРМА	[График]				[График]				[График]			
ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД	[График]				[График]				[График]			
ЗИМНИЙ ПЕРИОД	[График]				[График]				[График]			
ИСТОЧНИК МЕНЬШЕ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ИСТОЧНИК МЕНЬШЕ В РЕГУЛЯРНЫЕ ПЕРИОДЫ ПЕРИОДИЧЕСКИ ОТДЕЛЕНИЯ	13	14	15									
ИСТОЧНИК МЕНЬШЕ В ОТДЕЛЬНЫЕ ГОДЫ ПЕРИОДИЧЕСКИ		16	17	18	19	20	21		22			
ПЕРИОДИЧЕСКИ МЕНЬШЕ В ОТДЕЛЬНЫЕ ГОДЫ		23	24	25								
ИСТОЧНИК НЕСТАБИЛЬНАЯ ДОЛЖИМЫЯ ПЕРИОДИЧЕСКИ	26											
									27	28	29	

ПРИМЕЧАНИЯ: 1) КОЛОСЫ ВЫДЕЛЕННЫ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЕ ПОЛОВОДЬЕ  
 2) КОЛОСЫ ВЫДЕЛЕННЫ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЕ ПОЛОВОДЬЕ

## РЕКИ НЕ ПОЛУЧАЮЩИЕ ПИТАНИЕ ТАЛЫМИ ВОДАМИ

**ВРЕМЯ ПРОСКОЖДЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА**

- 30 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО
- 31 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО
- 32 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО
- 33 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО
- 34 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО
- 35 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО
- 36 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО
- 37 ПЕРИОДЫ ВОЗМОЖНО

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖЕНИ**

ЗИМНЕЙ: 90, 180, 30, 90

**ПЕРЕМЕРЗАНИЕ И ПЕРЕСЫХАНИЕ РЕК**

ГРАНИЦЫ: 1 - ПЕРЕМЕРЗАНИЕ, 2 - ПЕРЕСЫХАНИЕ

**ОСНОВНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНЗИТНЫХ РЕК**

ВОДНОСТЬ (м³/с): КОЛОС 500, 100-500, 50-100, 20-50, МЕНЬШЕ 20

ХАРАКТЕРНАЯ АМПИТУДА УРОВНЕЙ (м): МЕНЬШЕ 3, 3-8, 8-10, 10-15

ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА: ПО СРЕДНЕМУ СРЕДНЕГОДИСНОМУ ЗНАЧЕНИЮ СТОКА В % ОТ ГОДОВОГО ОБЪЕМА СООТВЕТСТВУЕТ %

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТЬЕВ: ПЛОСКОЕ, НАГОРНОЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ: ВОДОПРИЕМНИК НА ПУТИ РЕКИ

**Понятие о стоке воды, наносов,  
растворенных веществ.**

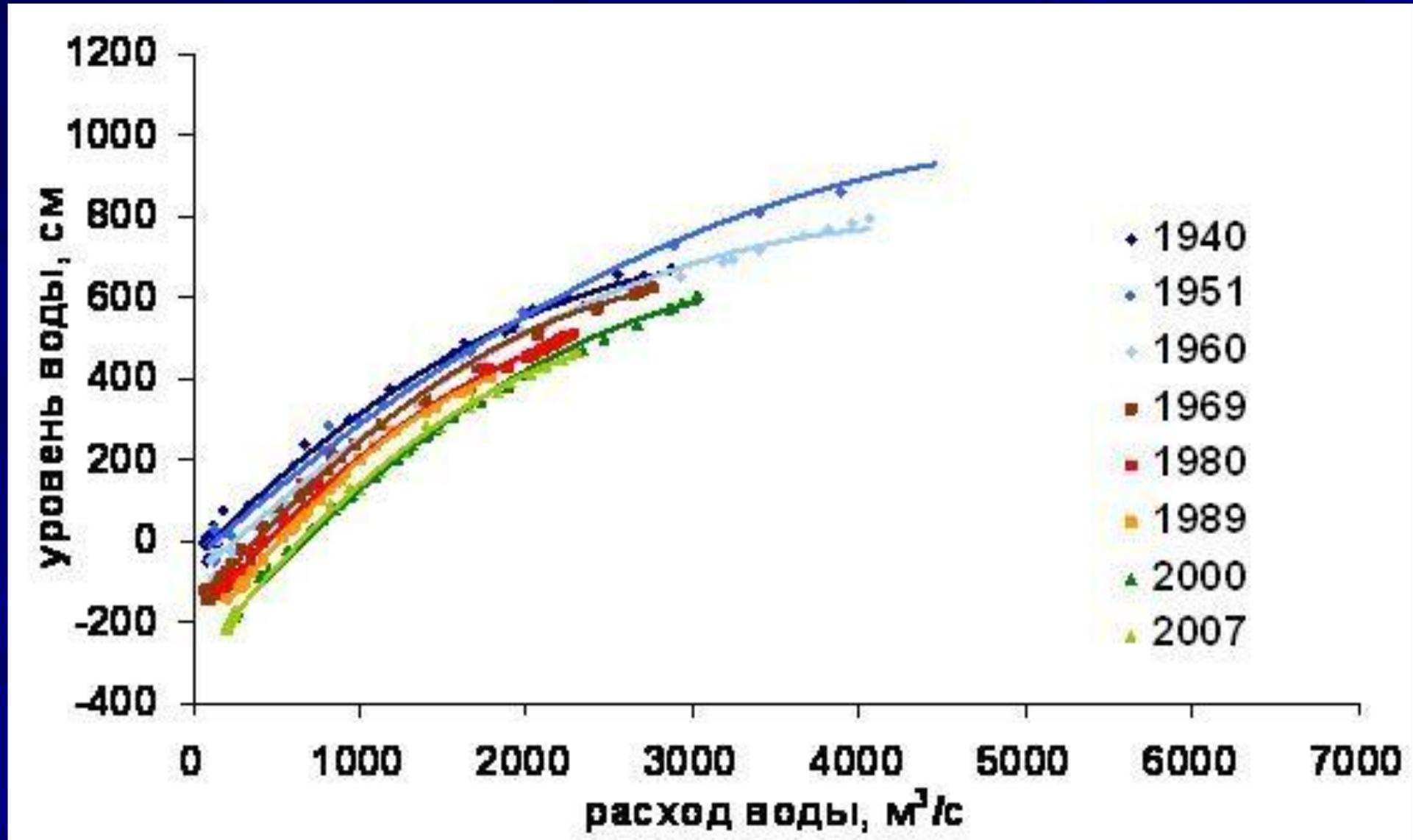
**Количественная характеристика  
стока воды:**

**объем стока, слой стока, модуль  
стока, коэффициент стока**

# Основные гидрологические характеристики

- расход воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ )
- мутность  $s$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )
- минерализация  $c$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )
- биомасса  $r$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )
- температура  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

# Зависимости $Q=f(H)$ для р.Ока - ГТТ Кашира



**Средний расход воды** за период времени  $M$  (декада, месяц, год, многолетний период)

$$Q_0 = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M Q_i,$$

**Средний многолетний расход воды –  
норма стока**

$$Q_0 = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M Q_i,$$

**M – число лет**

**Расчет годового или многолетнего объема  
стока воды**

$W_Q, \text{ м}^3$

$W_Q, \text{ км}^3$

$$W_Q = Q_0 \cdot 31,5 \cdot 10^6$$

$$W_Q = Q_0 \cdot 31,5 \cdot 10^{-3}$$

**Слой стока  $y$  (мм)** - слой воды, равномерно распределенный по площади водосбора

$$y(\text{мм}) = \frac{10^{-3} W_Q (\text{м}^3)}{F (\text{км}^2)} = \frac{10^6 W_Q (\text{км}^3)}{F (\text{км}^2)}$$

**Модуль стока воды  $M_q$**  - количество воды, стекающее с единицы площади водосбора в единицу времени

$$M_q \text{ (л/(с} \cdot \text{км}^2)) = \frac{10^3 Q_0 \text{ (м}^3 \text{/с)}}{F \text{ (км}^2)}$$

$$Y \text{ (мм)} = M_q \cdot 31,5$$

**Коэффициент стока** –  
отношение слоя стока к слою  
атмосферных осадков

$$\alpha = y/x$$

# Пример расчета характеристик стока для устья Волги

- средний слой осадков  $x = 660$  мм
- площадь водосбора  $F = 1\,360\,000$  км<sup>2</sup>
- средний многолетний расход воды  
 $Q_0 = 7780$  м<sup>3</sup>/с

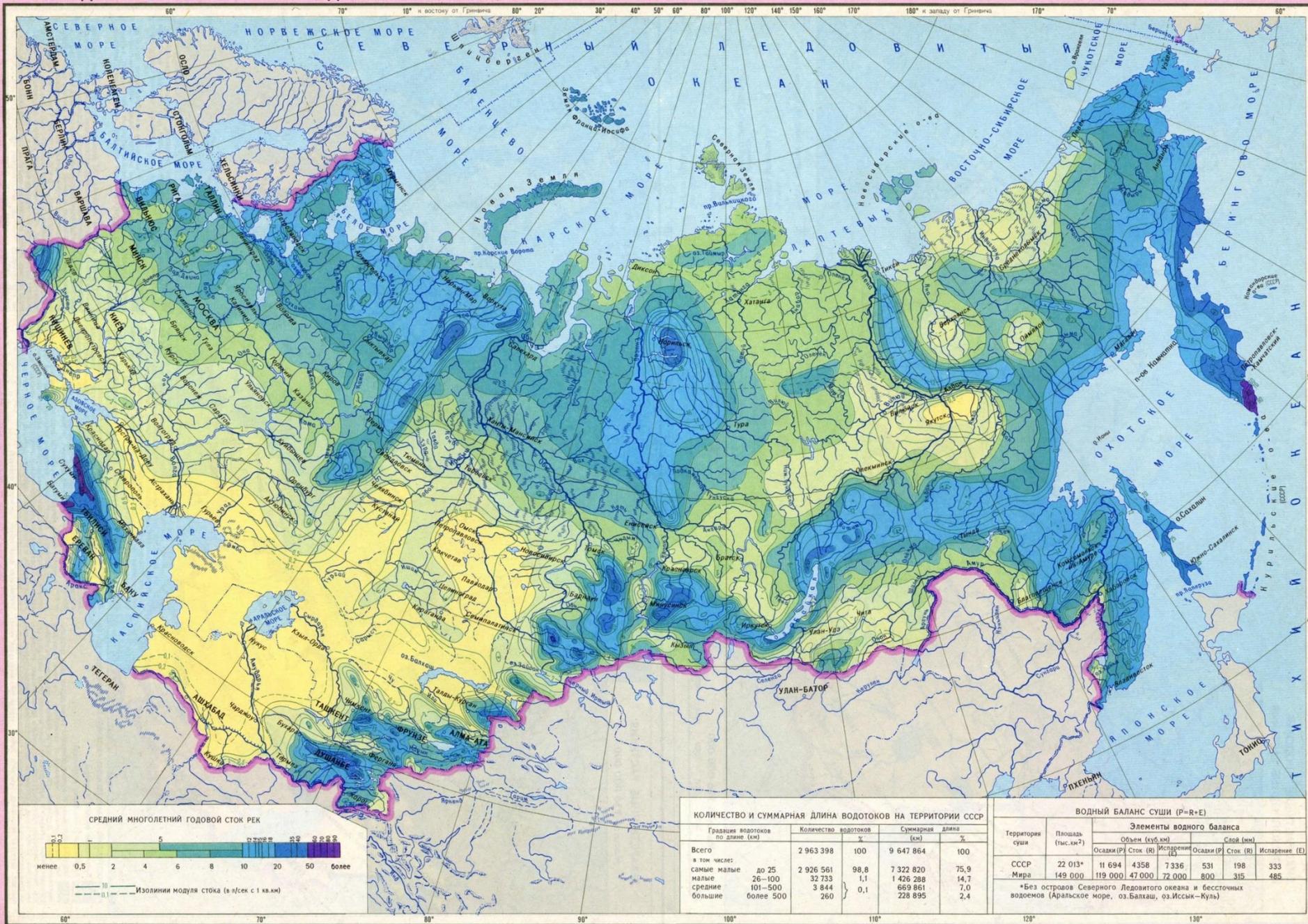
Найти:

- объем стока  $W_Q$
- модуль стока  $M_q$
- слой стока  $y$
- коэффициент стока  $\alpha$

## Пример расчета характеристик стока для устья Волги

- средний слой осадков  $x = 660$  мм
- площадь водосбора  $F = 1\,360\,000$  км<sup>2</sup>
- средний многолетний расход воды  
 $Q_0 = 7780$  м<sup>3</sup>/с
- объем стока  $W_Q = 245$  км<sup>3</sup>/год
- модуль стока  $M_q = 5,64$  л/(с·км<sup>2</sup>)
- слой стока  $y = 180$  мм
- коэффициент стока  $\alpha = 0,27$

# СРЕДНИЙ МНОГОЛЕТНИЙ ГОДОВОЙ СТОК РЕК



КОЛИЧЕСТВО И СУММАРНАЯ ДЛИНА ВОДОТОКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СССР

Градации водотоков по длине (км)	Количество водотоков		Суммарная длина (км)	
	количество	%	длина	%
Всего	2 963 398	100	9 647 864	100
в том числе:				
самые малые	до 25	2 926 561	98,8	7 322 820
малые	26-100	32 733	1,1	1 428 298
средние	101-500	3 844	0,1	669 861
большие	более 500	260		228 895

ВОДНЫЙ БАЛАНС СУШИ (P=R+E)

Территория суши	Площадь (тыс. км <sup>2</sup> )	Элементы водного баланса					
		Осадки (Р) Сток (R)		Испарение (E)		Осадки (P) Сток (R)	
		Объем (куб км)	Средн. (мм)	Объем (куб км)	Средн. (мм)	Объем (куб км)	Средн. (мм)
СССР	22 013*	11 694	4358	7 336	531	198	333
Мира	149 000	119 000	47 000	72 000	800	315	485

\*Без островов Северного Ледовитого океана и бессточных водоемов (Аральское море, оз. Балхаш, оз. Иссык-Куль)

# • Коэффициент стока (по В.А. Троицкому)

