

## 5.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ДЛЯ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

### 5.1.1 Определение параметров водосборного бассейна

1. Сначала по табл. 5.1 задают вероятность превышения расчетного максимального расхода воды (ВП) [1].

Таблица 5.1 - Вероятности превышения для малых искусственных сооружений

Категория дороги	ВП, %
I	1
II, III	2
IV, V	3

2. Выбирают на плане трассы место для проектируемого малого искусственного сооружения и на карте с планом трассы карандашом намечают *границы водосборного бассейна*. Границами являются водоразделы, существующие и проектируемые

дороги.

3. Затем определяют *параметры бассейна*:

- площадь водосборного бассейна  $F$ , км<sup>2</sup>;
- длину бассейна  $L$ , км;
- средний уклон бассейна:

$$i = \frac{H_3 - H_0}{L}, \quad (5.1)$$

где  $H_3$ ,  $H_0$  – отметки дна в вершине бассейна и створе сооружения соответственно;

- уклон бассейна в створе сооружения:

$$i_c = \frac{H_B - H_H}{100}, \quad (5.2)$$

где  $H_B$ ,  $H_H$  – отметки дна бассейна на расстоянии 50 м от оси дороги вверх и вниз по течению соответственно.

Далее необходимо вычислить максимальные расходы воды, образующиеся в результате ливня и таяния снегов.

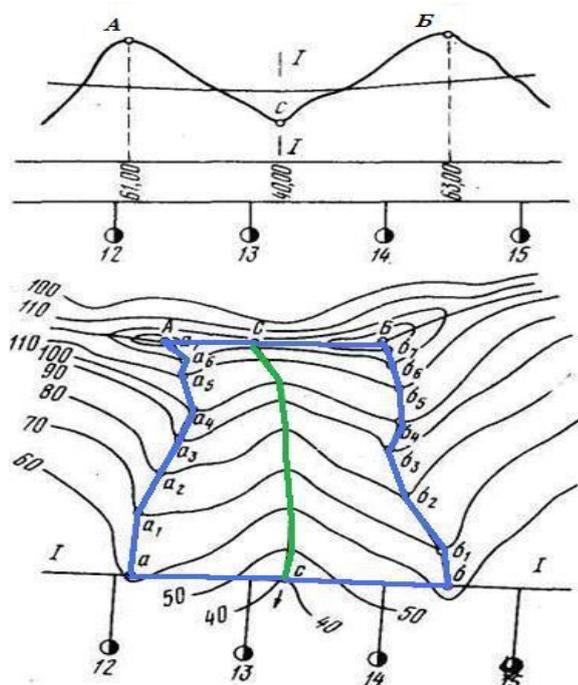


Рисунок 5.1 – Границы бассейна и тальвег

### 5.1.2 Определение максимального расхода ливневых вод

Значение расхода ливневых вод вычисляют по формуле

$$Q_{\text{л}} = 16,7 a_{\text{час}} K_t \alpha \varphi F, \quad (5.3)$$

где  $a_{\text{час}}$  – интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин;  $K_t$  – коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности;  $\alpha$  – коэффициент потерь стока;  $\varphi$  – коэффициент редукиции<sup>1</sup>,  $F$  – площадь бассейна, км<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Реду́кция (лат. *reductio* – сведение, возведение, приведение обратно) – приведение результатов наблюдений и измерений из одной системы отсчёта в другую путём введения в них некоторых поправок, обусловленных влиянием тех или иных причин.

1. Для этого определяют по специальной карте-схеме номер ливневого района (см. рис.5.3).
2. По табл. 5.2. в зависимости от номера ливневого района и ВП находят интенсивность ливня часовой продолжительности  $a_{\text{час}}$ .

Таблица 5.2 – Интенсивность ливня часовой продолжительности

Район	$a_i$ , мм/мин при ВП, %							
	10	5	4	3	2	1	0,3	0,1
1	0,27	0,27	0,29	0,32	0,34	0,40	0,49	0,57
2	0,29	0,36	0,39	0,42	0,45	0,50	0,61	0,75
3	0,29	0,41	0,47	0,52	0,58	0,70	0,95	1,15
4	0,45	0,59	0,64	0,69	0,74	0,90	1,14	1,32
5	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97	1,26	1,48
6	0,49	0,65	0,73	0,81	0,89	1,01	1,46	1,79
7	0,54	0,74	0,82	0,89	0,97	1,15	1,50	1,99
8	0,79	0,98	1,07	1,15	1,24	1,41	1,78	2,07
9	0,81	1,02	1,11	1,20	1,28	1,48	1,83	2,14
10	0,82	1,11	1,23	1,35	1,46	1,74	2,25	2,65

3. По таблице 5.3 назначают коэффициент перехода  $K_t$  в зависимости от длины и уклона бассейна.

Таблица 5.3 – Коэффициенты перехода

$L$ , км	Значения $K_t$ при уклоне бассейна $i$									
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7		
0,15	4,21	Полный сток 5,24								
0,30	2,57								3,86	
0,50	1,84								2,76	3,93
0,75	1,41								2,08	2,97
1,0	1,16	1,71	2,53	3,74	4,18	4,50	4,90	5,18		
1,25	1,00	1,49	2,20	3,24	3,60	3,90	4,23	4,46		
1,50	0,88	1,30	1,93	2,82	3,15	3,40	3,70	3,90		
1,75	0,80	1,18	1,75	2,58	2,84	3,06	3,33	3,52		
2,0	0,73	1,07	1,59	2,35	2,64	2,85	3,09	3,27		
2,5	0,63	0,92	1,37	2,02	2,26	2,44	2,65	2,80		
3,0	0,56	0,82	1,21	1,79	2,0	2,16	2,34	2,49		

4. Коэффициент потерь стока  $\alpha$  определяют по табл.5.4 в зависимости от вида и характера поверхности дна бассейна.

Таблица 5.4 – Коэффициент потерь стока

Вид и характер поверхности	Коэффициент $\alpha$ при площади $F$ , км <sup>2</sup>		
	0-1	1-10	10-100
Асфальт, бетон, скала без трещин	1,0	1,0	1,0
Жирная глина, тыкыры <sup>2</sup>	0,7 – 0,95	0,65 – 0,95	0,65 – 0,9
Суглинки, подзолистые, тундровые и болотные почвы	0,6 – 0,9	0,55 – 0,8	0,5 – 0,75
Чернозем, лёсс, каштановые и карбонатные почвы	0,55 – 0,75	0,45 – 0,7	0,35 – 0,65
Супеси, степные почвы	0,3 – 0,55	0,2 – 0,5	0,2 – 0,45
Песчаные, гравелистые, рыхлые и каменистые почвы	0,2	0,15	0,10

<sup>2</sup> Тыкыры – плоские глинистые поверхности, почти лишённые растительности в пустынях субтропической зоны

5. Вычисляют коэффициент редукции  $\varphi$ :

$$\varphi = \begin{cases} 1/\sqrt[4]{10F}, & \text{при } F > 0,1 \text{ км}^2, \\ 1, & \text{при } F \leq 0,1 \text{ км}^2. \end{cases}$$

### 5.1.3 Определение максимального расхода талых вод

Максимальный расход талых вод находят по формуле

$$Q_T = \frac{k_0 \cdot h_p \cdot F \cdot \delta_1 \cdot \delta_2}{(F + 1)^n}, \quad (5.4)$$

где  $k_0$  – коэффициент дружности половодья;  $h_p$  – расчетный слой суммарного стока той же вероятности превышения, что и расчетный расход, мм;  $\delta_1$  – коэффициент заозеренности;  $\delta_2$  – коэффициент залесенности и заболоченности;  $n$  – показатель степени.

1. Коэффициент дружности половодья  $k_0$  зависит от вида местности (равнинной или горной) и определяется по табл. 5.5 и 5.6.

Таблица 5.5 – Коэффициент дружности половодья и показатель степени для равнинных районов

Природная зона	Равнинные районы	$n$	$k_0$
Тундра и лес	Европейская территория СНГ и Восточная Сибирь	0,17	0,01
	Западная Сибирь	0,25	0,013
Лесостепь и степь	Европейская территория (без Северного Кавказа)	0,25	0,02
	Северный Кавказ	0,25	0,03
	Западная Сибирь	0,25	0,03
Засушливая степь и полупустыня	Западный и Центральный Казахстан	0,35	0,06
	Центральный Алтай	0,35	0,0007

Таблица 5.6 – Коэффициент дружности половодья для горных районов

Горные районы	Средняя высота бассейна над уровнем моря, м	$k_0$
Урал	До 500	0,0025
	Более 500	0,0018
Алтай	До 1000	0,0025
	1000 – 2000	0,0015
	Более 2000	0,0010
Северо-восток России		0,003
Камчатка		0,001
Северный Сахалин		0,0014
Южный Сахалин		0,002

2. По карте средних слоев талых вод определяют  $h'$  – средний многолетний слой стока, (см. рис. 5.4).

3. По карте коэффициентов вариации слоев стока талых вод, находят значение коэффициента вариации  $C_{v, \text{карт}}$ , (см. рис. 5.5).

4. Так как карта составлена для водосборных бассейнов площадью более 200 км<sup>2</sup>, то необходимо умножить его на поправочный коэффициент  $k_{\text{попр}}$ , который берут из табл. 5.7

$$C_v = C_{v, \text{карт}} \cdot k_{\text{попр}}. \quad (5.5)$$

Таблица 5.7 – Поправочный коэффициент

Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	$k_{\text{попр}}$
До 50	1,25
51 – 100	1,20
101 – 150	1,15
151 – 200	1,05

5. Выбирают коэффициент асимметрии  $C_s$ , табл. 5.8.

Таблица 5.8 – Коэффициент асимметрии

Район проектирования	Коэффициент асимметрии
Равнинные районы	$2C_v$
Северо-запад и северо-восток России (обильные дожди), горные районы	$3C_v$

6. По графикам (рис.5.2) для расчетных величин  $P$  (вероятности превышения),  $C_v$  и  $C_s$  находят значение модульного коэффициента слоя стока  $K_p$ .

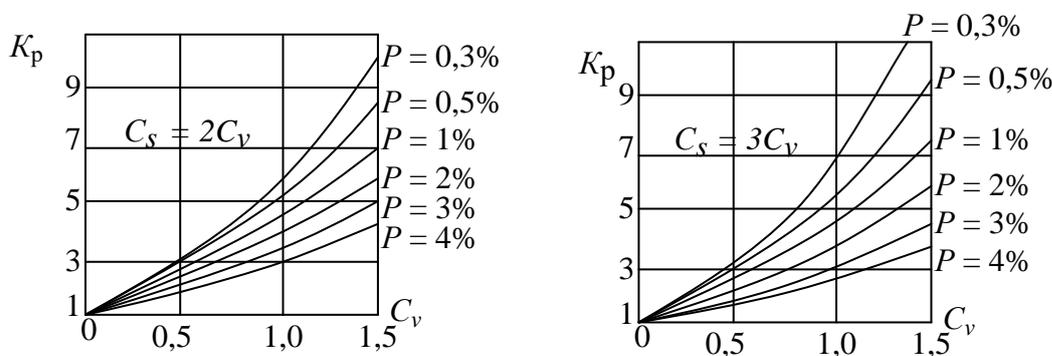


Рисунок 5.2 – Кривые модульных коэффициентов слоев стока

7. Вычисляют расчетный слой суммарного стока

$$h_p = h' \cdot K_p. \quad (5.6)$$

8. Задают коэффициенты заозёрности, залесенности и заболоченности. Для водосборов малой площади коэффициенты  $\delta_1$  и  $\delta_2$  можно принимать равными 1, т.к. озера встречаются там редко, а лес часто вырубается во время строительства автомобильной дороги.

9. Назначают значение показателя степени  $n$ . Для равнинных рек его берут из табл. 5.5, для горных рек  $n$  принимают равным 0,15.

#### 5.1.4 Назначение расчетного максимального расхода воды

В качестве расчетного максимального расхода воды принимают наибольший расход из найденных, т.е.

$$Q_p = \max(Q_l, Q_T). \quad (5.7)$$

Данный расчётный максимальный расход используют при гидравлических расчётах труб и малых мостов.

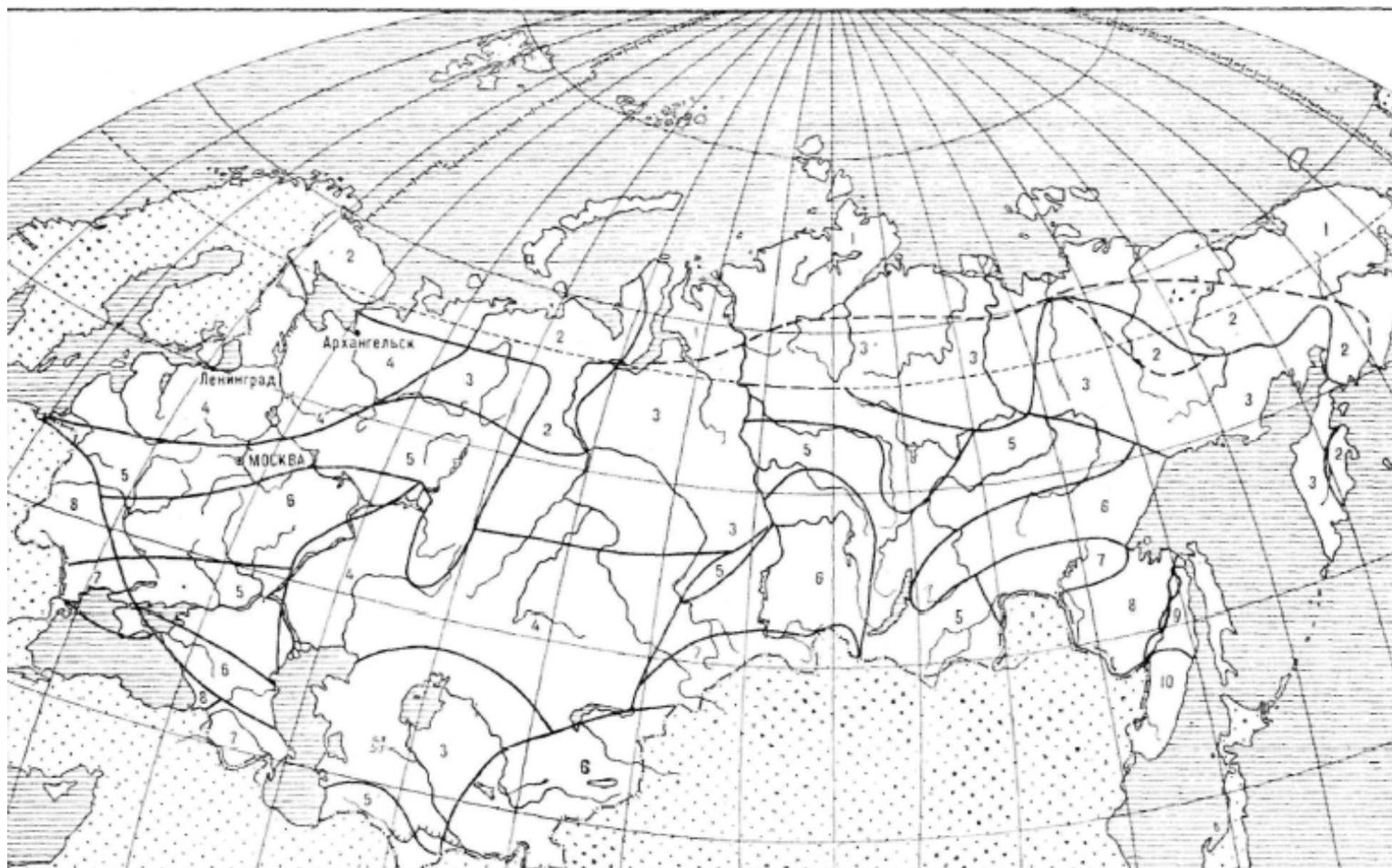


Рисунок 5.3 – Карта-схема ливневых районов

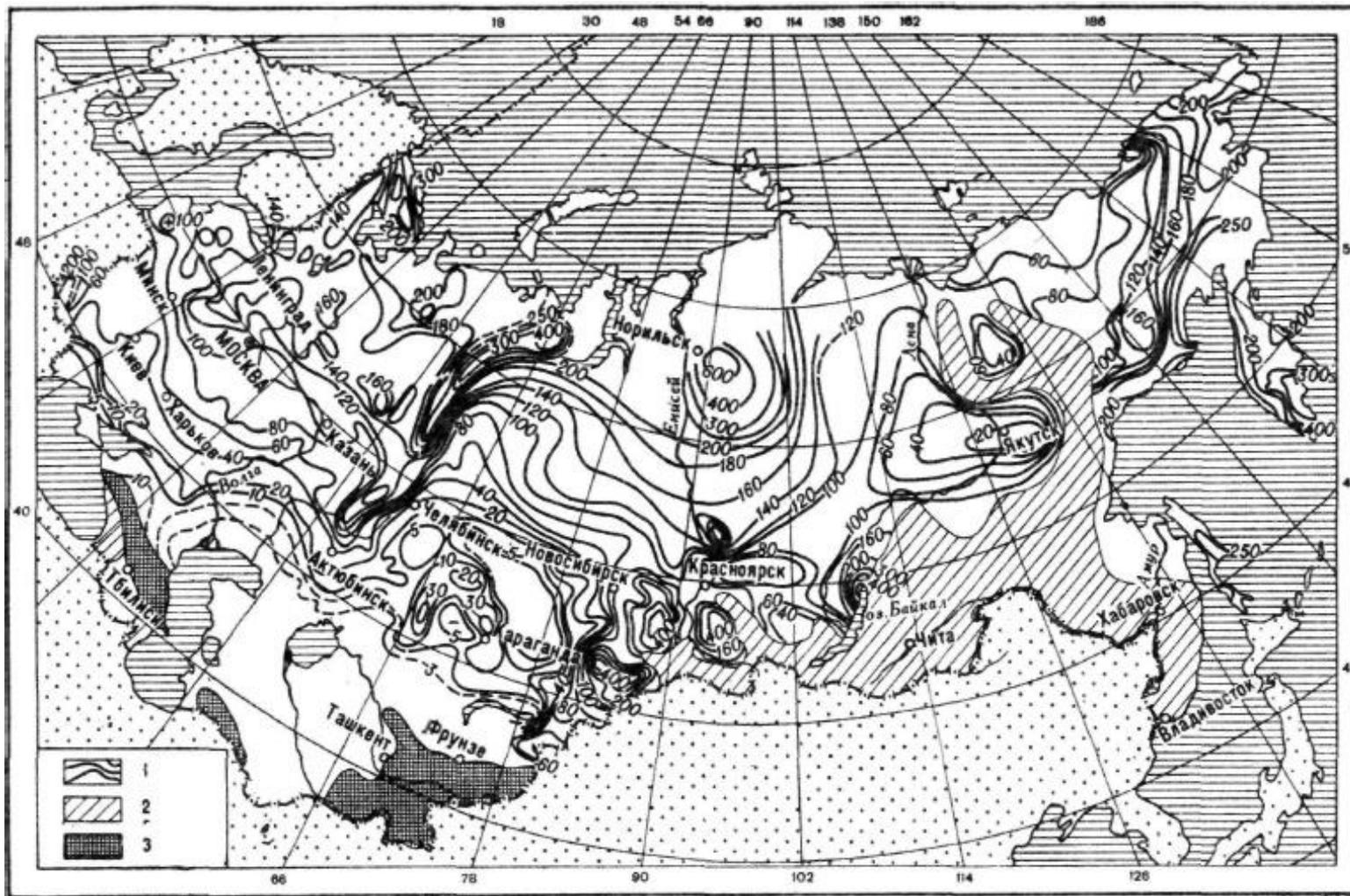


Рисунок 5.4 – Карта-схема средних слоев талых вод

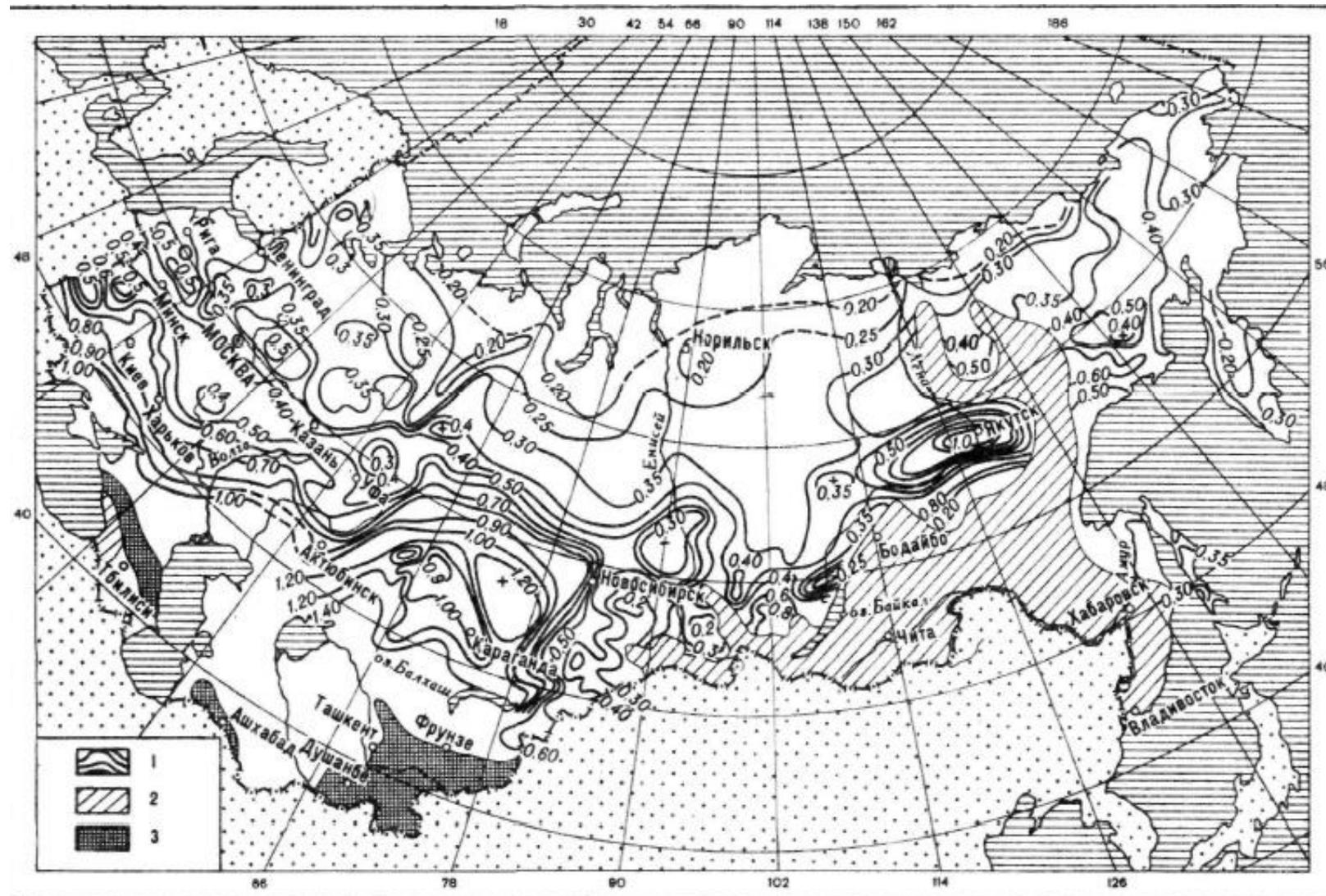


Рисунок 5.5 – Карта-схема коэффициентов вариации слоев стока талых вод

### Источники информации

1. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М., 2011. – 287 с.
2. Федотов, Г.А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2-х кн. Кн. 1: Учебник / Г.А. Федотов, П.И. Поспелов. – М.: Высш. шк., 2009. – 646 с.
3. Проектирование переходов через водотоки: Методические указания к курсовой работе для студентов специальности 291000 «Автомобильные дороги и аэродромы» /Т.В. Гавриленко, П.В. Милашенко, Е.А. Иванова. – Красноярск: КрасГАСА, 2001. – 44с.