МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(бакалаврская работа)

На тему **Анализ пространственно-временной изменчивости минимального летне-осеннего стока рек Карелии**

Исполнитель **Тимофеев Ярослав Владимирович**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель **кандидат географических наук, доцент**
(ученая степень, ученое звание)

Сикан Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат технических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Гайдукова Екатерина Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«1» июня 2026 г.

Санкт–Петербург
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ 4
1.1. Основные сведения о районе исследований 4
1.2. Природные условия 5
1.2.1. Рельеф 5
1.2.2. Геологическое строение 5
1.2.3. Почвенный покров 5
1.2.4. Растительность 7
1.2.5. Гидрографическая сеть Карелии 7
2. КЛИМАТ КАРЕЛИИ 9
2.1. Общая характеристика климата 9
2.1.1. Температура воздуха 11
2.1.2. Атмосферные осадки 13
3. ПРОВЕРКА РЯДОВ НА ОДНОРОДНОСТЬ И СТАЦИОНАРНОСТЬ 16
3.1. Исходные данные 16
3.2. Описание расчетных методик 18
3.2.1. Методика проверки рядов на однородность с использованием двухвыборочного критерия Стьюдента 18
3.2.2. Методика проверки рядов на однородность с использованием двухвыборочного критерия Фишера 19
3.2.3. Методика проверки рядов на значимость линейного тренда 19
3.3. Проверка рядов минимальных летне-осенних суточных расходов воды на однородность 20
3.4. Проверка рядов минимальных летне-осенних суточных расходов воды на значимость трендов 23
4. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА МИНИМАЛЬНЫЙ ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ СТОК РЕК КАРЕЛИИ 30
4.1. Особенности формирования минимального летне-осеннего стока на реках Карелии в современных условиях 30

4.2. Влияние изменений климата на однородность и стационарность рядов минимального летне-осеннего стока 36
4.3. Расчет минимального летне-осеннего стока рек Карелии в условиях меняющегося климата 37
4.4. Расчет минимального летне-осеннего стока малых рек Карелии при отсутствии данных гидрометрических наблюдений 41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 45
ПРИЛОЖЕНИЯ 47

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящей работы – исследование минимального летне-осеннего стока рек Карелии. В связи с этим решались следующие задачи.

- Дать краткую физико-географическую и климатическую характеристику района исследований.
- Выполнить проверку рядов минимального стока на однородность и значимость трендов. Рассчитать основные статистические характеристики.
- Оценить пространственную и временную изменчивость минимального летне-осеннего стока. Дать рекомендации по его расчету в современных условиях.

Работа состоит из 4 глав, введения и заключения.

В первой главе представлена физико-географическая характеристика исследуемого региона.

Во второй главе описывается климат республики Карелия, включающий в себя северную и южную часть республики.

В третьей главе проведен анализ рядов на однородность и стационарность.

В четвертой главе рассматривается влияние климатических изменений на минимальный летне-осенний сток рек Карелии.

В заключении представлены основные результаты проделанной работы.

Бакалаврская работа содержит 35 рисунков, 7 таблиц, 5 приложений и список использованных источников из 19 наименований. Общий объем работы 68 страниц.

1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

1.1. Основные сведения о районе исследований

Республика Карелия расположена в северо-западной части России (рисунок 1.1).

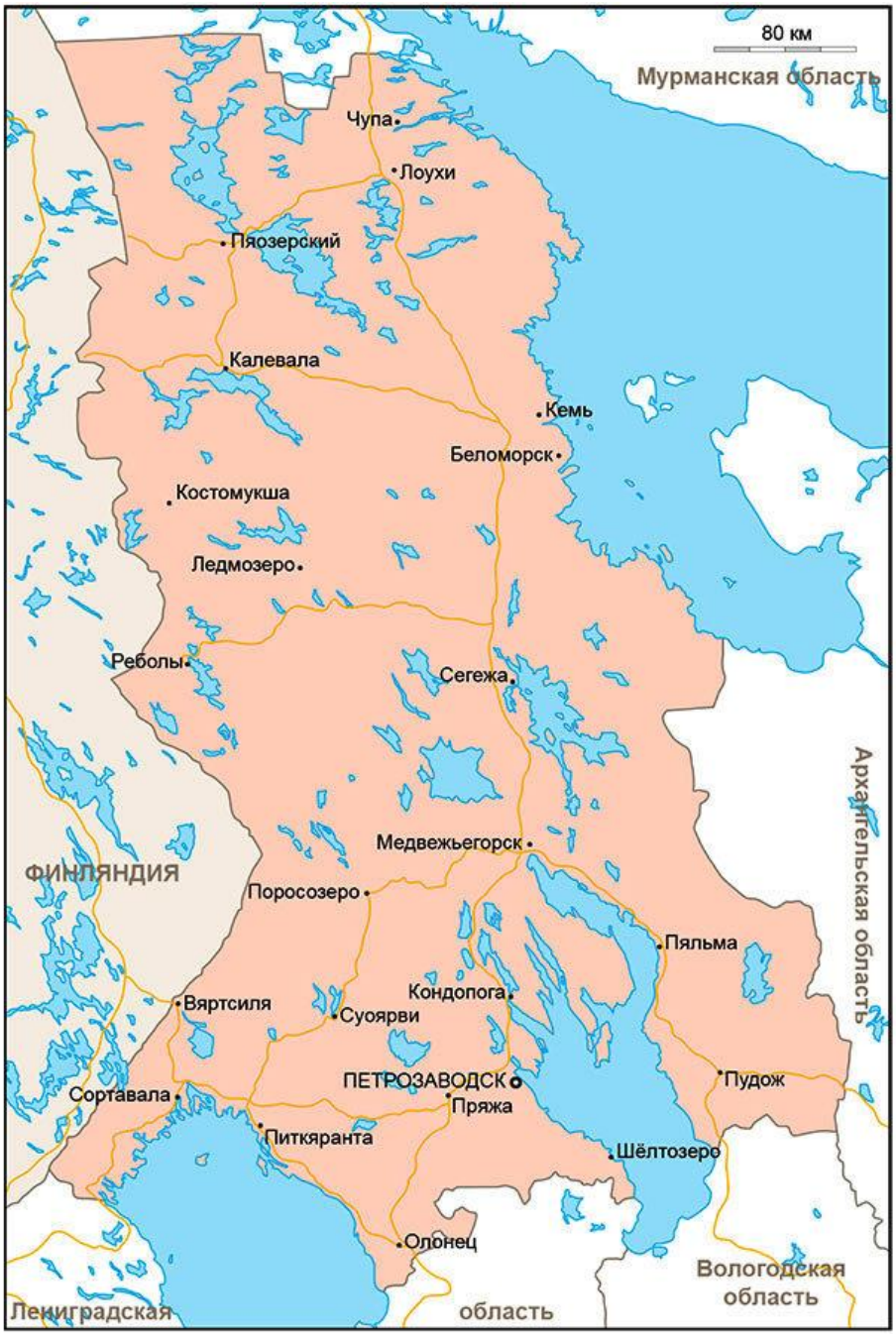


Рисунок 1.1. Карта республики Карелия

Западная граница Карелии является частью государственной границы Российской Федерации и Финляндии. На востоке Карелия граничит с Архангельской областью, на юге – с Вологодской и Ленинградской областями, на севере – с Мурманской областью. Протяженность территории: с севера на юг – 660 км, с запада на восток – 424 км.

1.2. Природные условия

1.2.1. Рельеф

Республика Карелия расположена на северо-западе Восточно-Европейской (Русской) равнины, в восточной части Балтийского щита. Карелия представляет собой холмистую равнину со множеством озёрных котловин, плоских и возвышенных скал, одиночных глыб и валунов, скоплений песка, глины, гальки, валунов в форме холмов и гряд. Вдоль северо-западной границы Карелии протянулся хребет Маанселькя, на западе расположилась Западно-Карельская возвышенность, на юге – Олонецкая возвышенность, на юго-востоке –Андомская возвышенность. В прилегающих к Белому морю районах расположена заболоченная Прибеломорская низменность (рисунок 1.2).

1.2.2. Геологическое строение

В геологическом отношении территория Карелии является восточной частью Балтийского или Фенноскандинавского кристаллического щита и представляет собой область распространения преимущественно древнейших кристаллических пород архейско-протерозойского комплекта.

1.2.3. Почвенный покров

Основными процессами почвообразования на территории Карелии являются подзолообразование и заболачивание, что обусловлено положением территории в зоне с холодным климатом, а также преобладанием лесной,

преимущественно хвойной растительности. По характеру почвообразования территория может быть разделена на две зоны: северную и южную. Граница между ними проходит примерно на широте Ладожского и Онежского озер.

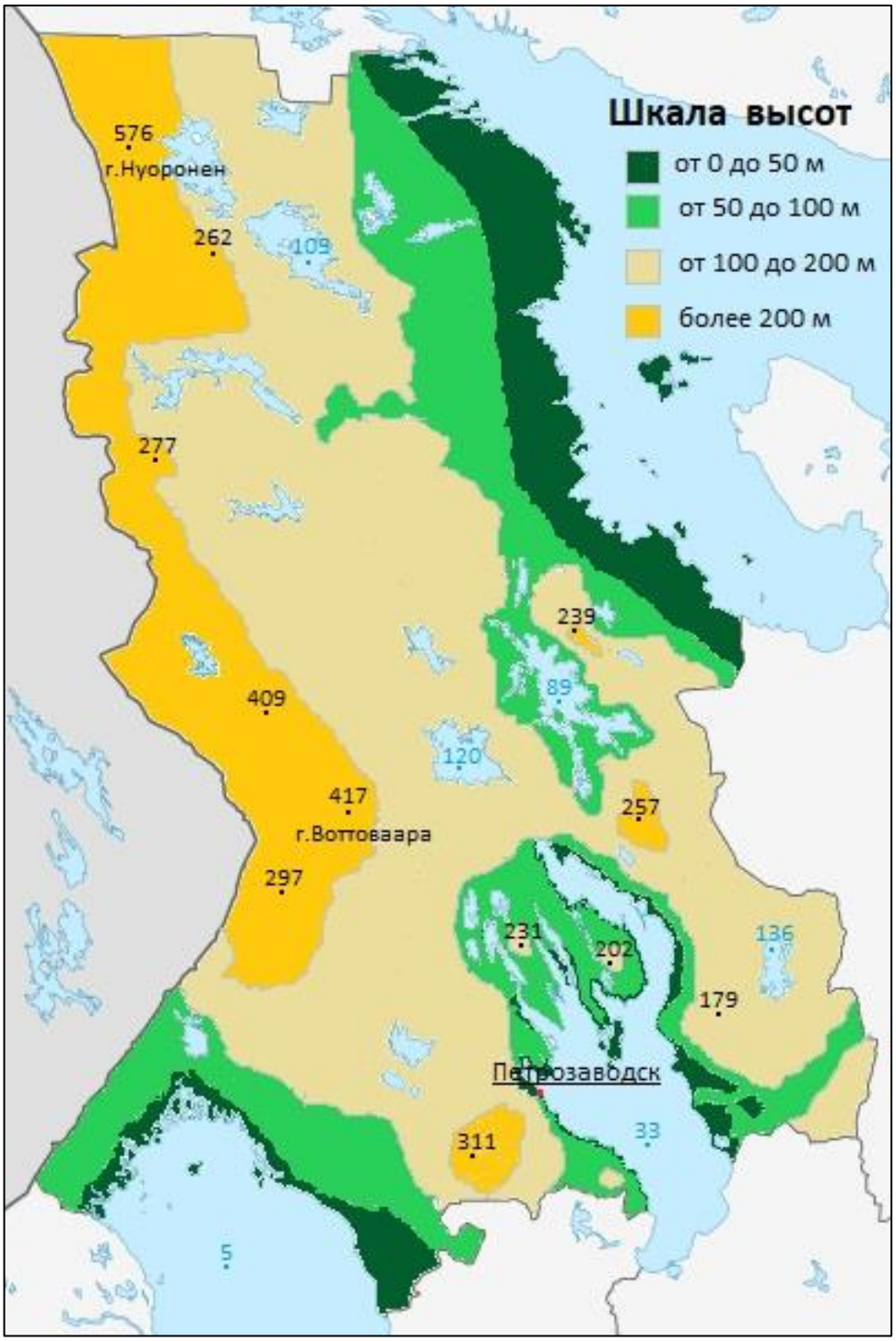


Рисунок 1.2 – Карта рельефа Карелии.

Почвообразующей породой в северной части являются ледниковые наносы, преимущественно неоднородные, грубые по механическому составу; в южной части моренные отложения имеют различный состав – от песков до глин, что и определяет различие в механическом составе почв.

1.2.4. Растительность

Рассматриваемая территория расположена преимущественно в пределах таежной зоны. Карелию пересекают две широтные полосы этой зоны: северотаежная, или полоса воронично-лишайниково-зеленомошных хвойных лесов, и среднетаежная, или полоса зеленомошных хвойных лесов. Граница этих полос совпадает с границей почвенных подзон и проходит примерно по 63° северной широты. Только на крайнем севере территории в горах северного озерного района находятся тундровые и лесотундровые группировки растительности.

Распределение растительности по территории определяется климатом, рельефом, почво-грунтовыми условиями и фитоценотическими взаимоотношениями растений. Господствующим типом растительности являются леса, состоящие преимущественно из хвойных пород – сосны и ели.

1.2.5. Гидрографическая сеть Карелии

Реки Карелии относятся к бассейнам Белого и Балтийского морей. (рисунок 1.3). Реки Карелии небольшие по протяженности, многоводные. Со множеством порогов и водопадов.

Наиболее крупные реки: Кемь, Выг, Кереть, впадающие в Белое море, и Водла, Суна, Шуя, впадающие в Онежское озеро.

На территории республики насчитывается более 60 тыс. озёр суммарной площадью около 18 тыс. км².



Рисунок 1.3 – Карта гидрографической сети Карелии.

2. КЛИМАТ КАРЕЛИИ

2.1. Общая характеристика климата

Климат территории Карелии определяется как умеренный, переходный от морского к континентальному. Для него характерны прохладное лето, относительно мягкая зима и частая смена погодных условий, связанная с прохождением циклонов во все сезоны года.

За начало весны принимается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через нуль. На севере Карелии он осуществляется в конце апреля, на юге – в середине апреля. Период с положительными средними суточными температурами составляет соответственно 175-190, 190-200 дней.

Лето, за начало которого принимается переход средней суточной температуры воздуха через 10°, на севере Карелии наступает в середине июня, на юге – в конце мая. Средняя продолжительность лета на севере Карелии менее 3 месяцев, на юге – около 3,5 месяца. В начале лета еще возможны заморозки.

Осень наступает раньше всего на севере Карелии (в конце августа), а в конце первой – начале второй декады сентября – на юге Карелии.

В Карелии зима хотя и не суровая, но длительная. Период со средними суточными температурами ниже –5° составляет 125-135 дней на севере и 115-125 дней на юге территории. Переход температуры воздуха через –5° осуществляется в середине ноября в северных и в конце ноября – в южный районах Карелии и длится до конца марта и на севере, и на юге. Период со средними суточными температурами ниже –10° непродолжительный и колеблется от 70-80 дней на севере, до 50-60 дней на юге Карелии. Устойчивого периода с температурами ниже –15° по Карелии не наблюдается. Наиболее холодная зима присуща северо-западной части республики. Наиболее благоприятные условия наблюдаются южнее 63° с.ш., при этом

самым мягким климатом отличаются юго-западные районы, прилегающие к Ладожскому озеру.

Для более детального анализа климата использовались данные по 4 метеостанциям: Калевала, Реболы, Паданы, Сортавала (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Схема расположения метеостанций.

2.1.1. Температура воздуха

Холодный период на севере Карелии продолжается 5-6 месяцев (с ноября по март-апрель). Минимальная среднемесячная температура воздуха на МС Калевала наблюдается в январе и составляет минус 11 С° (рисунок 2.2). Максимальная среднемесячная температура воздуха наблюдается в июле: плюс 16 С°. Ряд среднегодовых температур воздуха содержит значимый тренд на повышение. Интенсивность тренда +0,22 °С за 10 лет (рисунок 2.3). Повышение среднегодовой температуры произошло главным образом за счет потепления в холодный период, где интенсивность тренда составила +0,26 °С за 10 лет.

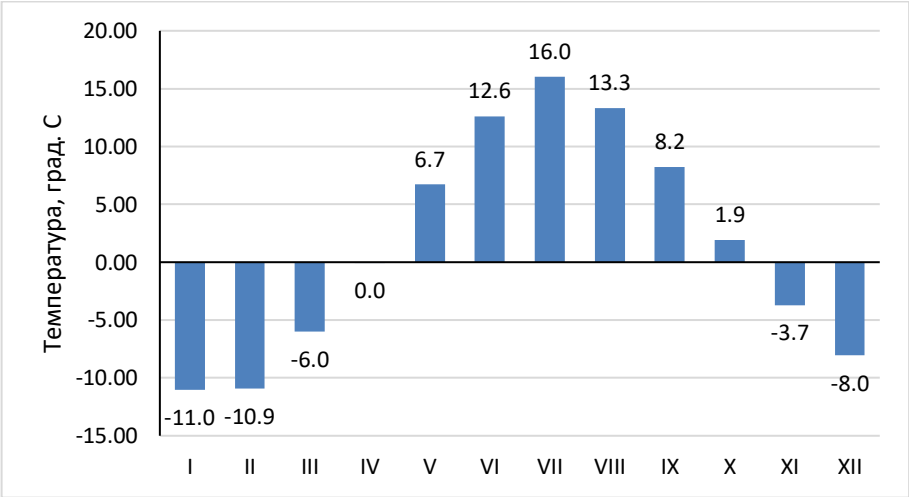


Рисунок 2.2 – Средние многолетние среднемесячные температуры воздуха на МС Калевала (северная Карелии).

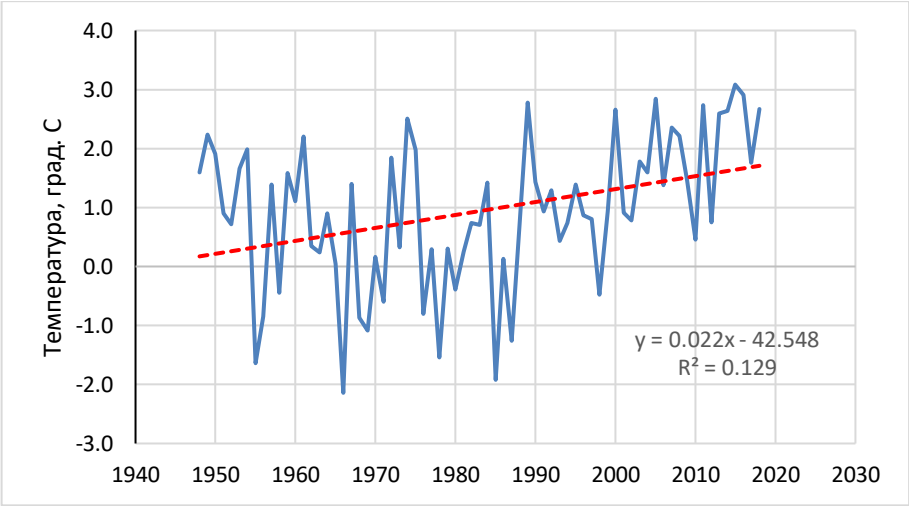


Рисунок 2.3 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха на МС Калевала (северная Карелия).

Холодный период на юге Карелии продолжается 7 месяцев (с ноября по март). Минимальная среднемесячная температура воздуха на МС Сортавала наблюдается в феврале и составляет минус 8 С° (рисунок 2.4). Ряд среднегодовых температур воздуха содержит значимый тренд на повышение. Интенсивность тренда +0,10 °С за 10 лет (рисунок 2.5). Повышение среднегодовой температуры произошло главным образом за счет потепления в холодный период, где интенсивность тренда составила +0,13 °С за 10 лет.

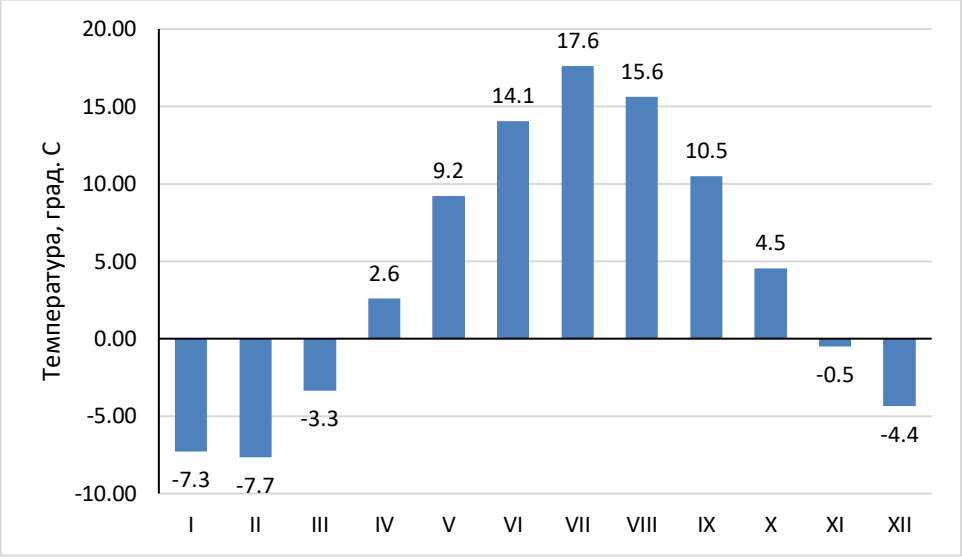


Рисунок 2.4 – Средние многолетние среднемесячные температуры воздуха на МС Сортавала (южная Карелия).

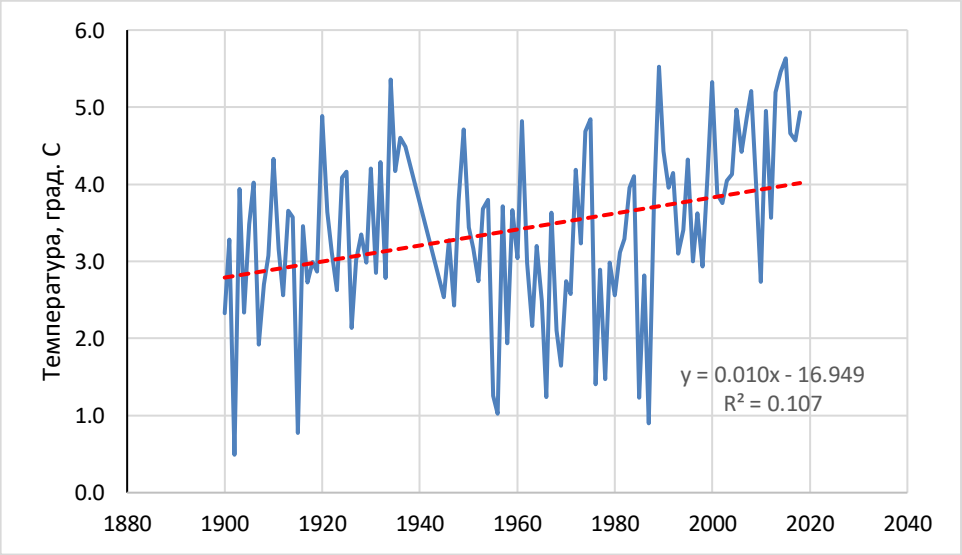


Рисунок 2.5 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха на МС Сортавала (южная Карелия).

Точка перелома на суммарных кривых и на севере, и на юге Карелии приходится на конец 80-х годов XX века (рисунки 2.6-2.7).

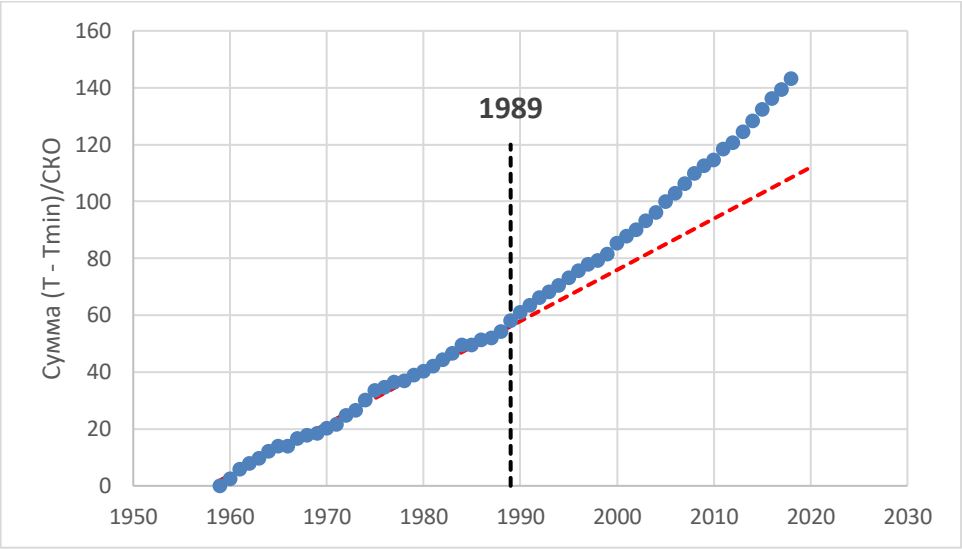


Рисунок 2.6 – Нормированная суммарная кривая среднегодовых температур воздуха; МС Калевала (северная Карелия).

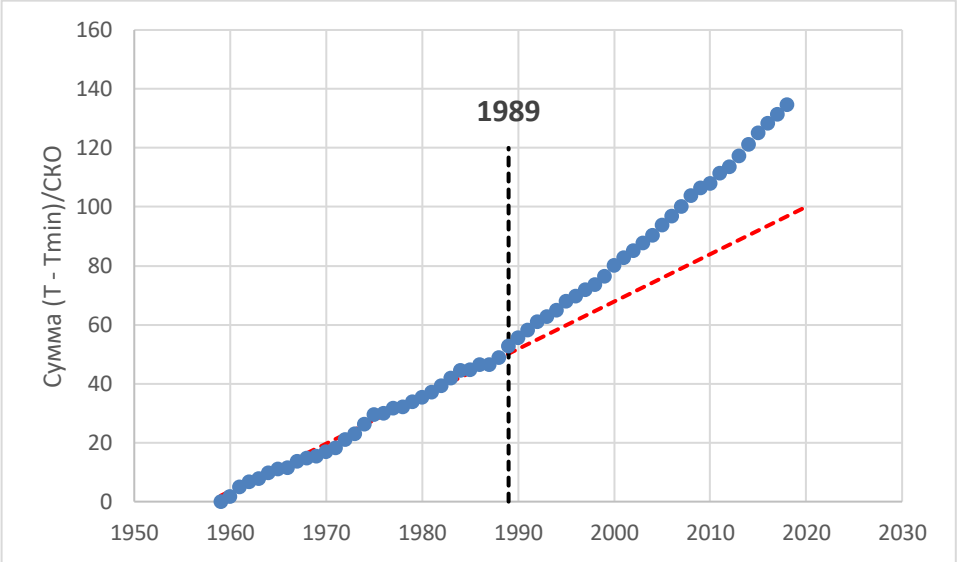


Рисунок 2.7 – Нормированная суммарная кривая среднегодовых температур воздуха; МС Сортавала (южная Карелия).

2.1.2. Атмосферные осадки

Средняя многолетняя сумма осадков на севере Карелии находится в диапазоне от 600 до 660 мм. Большая часть из них (66%) выпадает в теплый период года с апреля-мая по октябрь. Наименьшее количество осадков на МС

Калевала выпадает в апреле – 30-33 мм, наибольшее в июле – 80-83 мм (рисунок 2.6).

Ряды годовых сумм осадков и сумм осадков за теплый период являются однородными и стационарными, тренды отсутствуют (рисунок 2.9). Приращение осадков не превышает 10%.

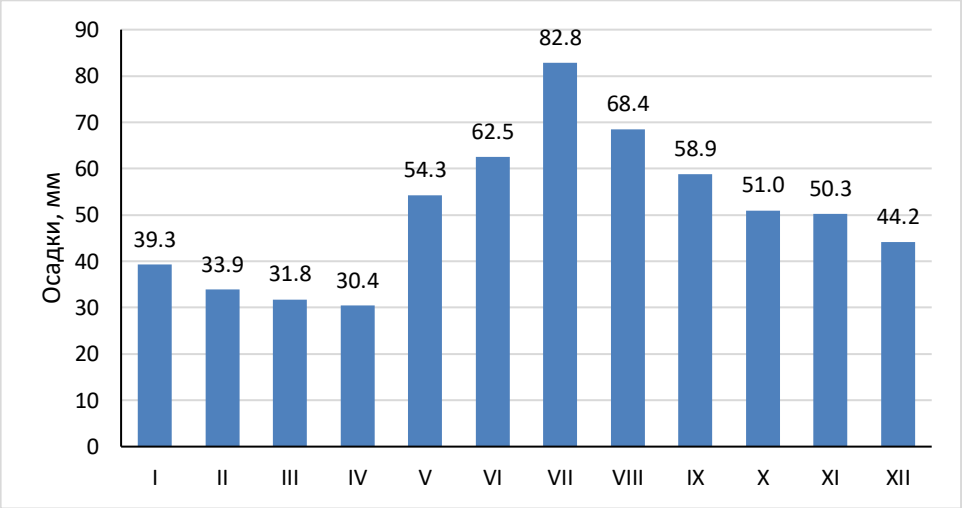


Рисунок 2.8 – Средние многолетние суммы осадков на МС Калевала (северная Карелия).

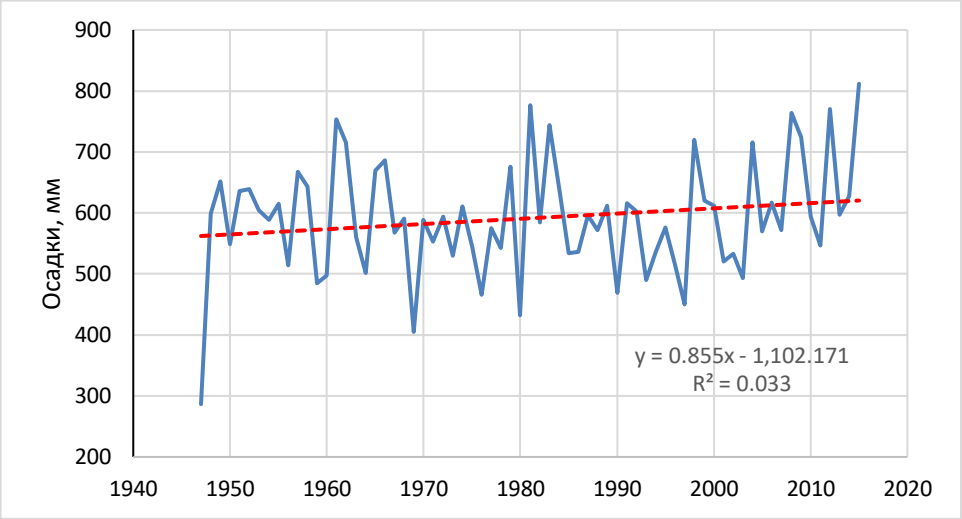


Рисунок 2.9 – Хронологический график сумм осадков за год на МС Калевала (северная Карелия).

Средняя многолетняя сумма осадков на юге Карелии находится в диапазоне от 590 до 675 мм. Большая часть из них (63%) выпадает в теплый период года с апреля по октябрь. Наименьшее количество осадков на МС Сортавала выпадает в марте – 36 мм, а наибольшее в августе – 78 мм (рисунок 2.10).

В рядах годовых сумм осадков на интервале с 1960 по 2015 год значимые тренды отсутствуют (рисунок 2.11). Приращение осадков за последние 30 лет не превышает 10%.

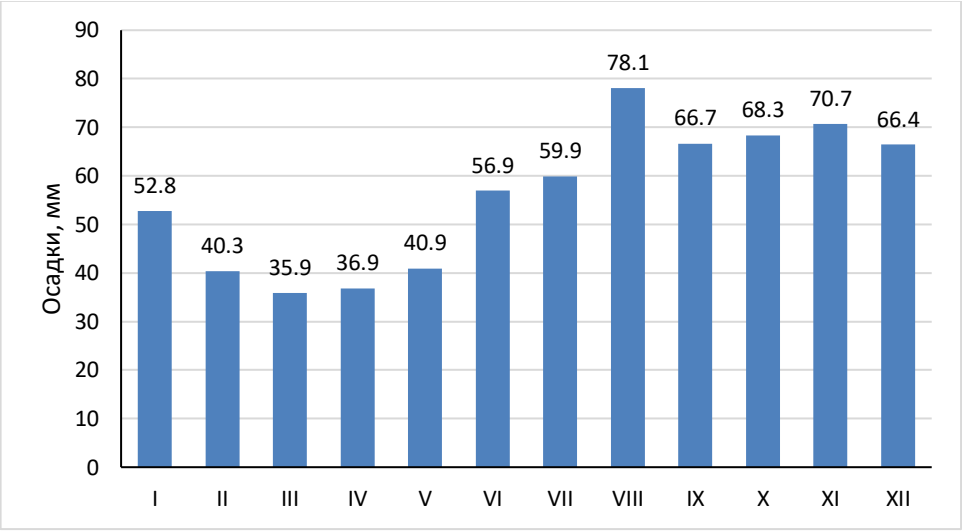


Рисунок 2.10 – Средние многолетние суммы осадков на МС Сортавала (южная Карелия).

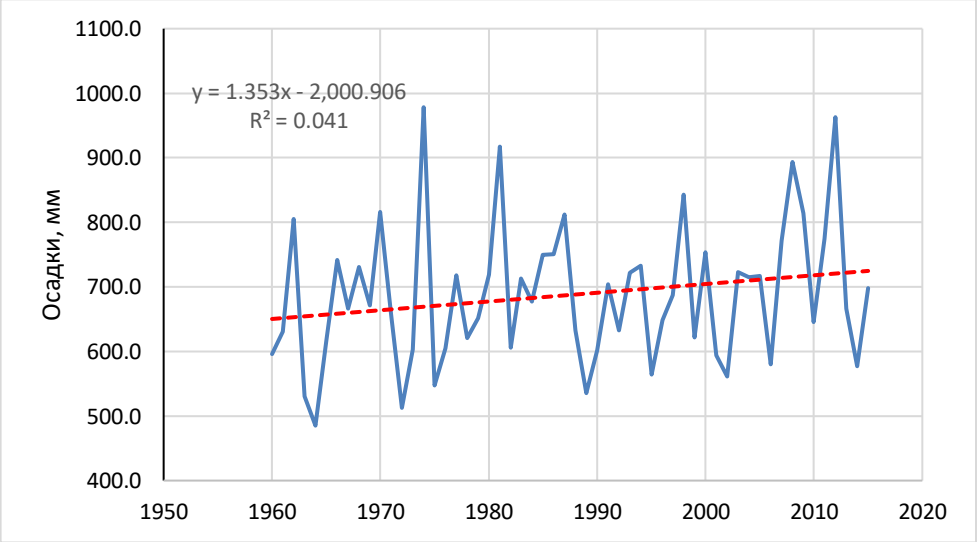


Рисунок 2.11 – Хронологический график сумм осадков за год на МС Сортавала (южная Карелия).

3. ПРОВЕРКА РЯДОВ НА ОДНОРОДНОСТЬ И СТАЦИОНАРНОСТЬ

3.1. Исходные данные

Для анализа использовались данные по 63 гидрологическим постам с диапазоном площадей водосбора от 41 км^2 до 12 000 км^2 [4-6]. Распределение постов по градациям площадей водосборов дано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Распределение постов по градациям площадей водосборов

Площадь водосбора, км^2	< 100	100-1000	1000-5000	5000-10000	> 10000
Количество рядов	7	34	18	3	1

Схема расположения гидрологических постов на реках бассейна Белого моря представлена на рисунке 3.1, для постов, расположенных на реках Балтийского моря – на рисунке 3.2.

Рассматривались ряды минимальных суточных летне-осенних расходов воды. Распределение постов по продолжительности наблюдений дано в таблице 3.2. Большинство рядов имеют продолжительность более 60 лет.

Таблица 3.2 – Распределение постов по продолжительности рядов наблюдений

Продолжительность рядов, лет	$n < 30$	$30 < n \leq 40$	$40 < n \leq 60$	$n > 60$	всего
Количество рядов	0	5	24	34	63



Рисунок 3.1 – Схема расположения постов на реках Бассейна Белого моря (Северная Карелия).



Рисунок 3.2 – Схема расположения гидрологических постов на реках бассейна Балтийского моря (южная Карелия).

3.2. Описание расчетных методик

3.2.1. Методика проверки рядов на однородность с использованием двухвыборочного критерия Стьюдента

Критерий Стьюдента используется для проверки значимости различия средних значений двух частей ряда.

Эмпирическое значение статистики Стьюдента рассчитывалось по формуле:

$$t^* = \frac{x_1 - x_2}{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}, \quad (3.1)$$

где x_1, x_2 – средние значения по двум частям ряда; n_1, n_2 – длина первой и второй частей ряда; S – несмещенная оценка среднеквадратического отклонения разности ($x_1 - x_2$), определяемая по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{(n_1-1)\,\sigma_1^2+(n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}, \quad (3.2)$$

где σ_1, σ_2 – среднеквадратические отклонения по двум частям ряда.

Гипотеза об однородности по критерию Стьюдента не опровергалась, если выполнялось условие:

$$|t^*| < t_{2\alpha}\,, \quad (3.3)$$

где $t_{2\alpha}$ – критическое значение статистики Стьюдента при уровне значимости $2\alpha = 5\%$ (с учетом автокорреляции).

3.2.2. Методика проверки рядов на однородность с использованием двухвыборочного критерия Фишера

Критерий Фишера позволяет оценить однородность ряда по дисперсии. Критерий рассчитывался по формуле:

$$F^* = \frac{D_1^*}{D_2^*}, \quad (3.4)$$

где D^*_1 и D^*_2 – дисперсии по двум частям ряда, при условии, что первой дисперсией выступает та, которая больше.

Гипотеза об однородности рядов не опровергалась при выполнении условия:

$$F^* < F_{2\alpha}\,, \quad (3.5)$$

где $F_{2\alpha}$ – критическое значение статистики Фишера при уровне значимости $2\alpha = 5\%$ (с учетом автокорреляции).

3.2.3. Методика проверки рядов на значимость линейного тренда

Для оценки линейных трендов использовался критерий значимости выборочного коэффициента корреляции (R) для зависимости $Q = at + b$. Тренд считался незначимым если выполнялось условие:

$$\frac{|R|}{\sigma_R} < t_{2\alpha}, \quad (3.6)$$

где σ_R – стандартная ошибка коэффициента корреляции определяется по формуле:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1-R^2}{n-2}}, \quad (3.7)$$

где R – коэффициент корреляции; $t_{2\alpha}$ - ордината стандартного распределения Стьюдента при уровне значимости 2α и числе степеней свободы $(n - 2)$.

3.3. Проверка рядов минимальных летне-осенних суточных расходов воды на однородность

Проверка рядов минимальных летне-осенних суточных расходов воды выполнялась в соответствии с методиками, описанными в параграфах 3.2.1 и 3.2.2. Результаты проверки представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты проверки рядов минимальных летне-осенних расходов воды рек Карелии на однородность при уровне значимости $2\alpha = 5\%$

№	Река – пост	$\lvert t^* \rvert$	$t_{2\alpha}$	F^*	$F_{2\alpha}$	Опровержение гипотезы об однородности (⊕)	
						Стьюдент	Фишер
1	Шелтозерка – с. Шелтозеро	2,84	2,01	1,75	2,19	⊕	–
2	Лососинка – г. Петрозаводск	1,95	1,99	1,80	1,95	–	–
3	Неглинка – г. Петрозаводск	4,79	2,00	1,28	2,00	⊕	–
4	Шуя – д. Бесовец	1,05	1,99	1,09	1,83	–	–
5	Пета-оя – с. Крошнозеро	0,06	2,2	1,32	1,42	–	–
6	Сяньга – д. Чуралахта	1,13	1,99	1,75	1,96	–	–
7	Святрека – пгт Пряжа	1,44	1,99	1,38	1,97	–	–
8	Суна – пгт Поросозеро	0,04	1,99	1,02	1,81	–	–

№	Река – пост	$\lvert t^* \rvert$	$t_{2\alpha}$	F^*	$F_{2\alpha}$	Опровержение гипотезы об однородности (⊕)	
						Стьюдент	Фишер
9	Суна – д. Кивач	0,45	2,04	2,27	2,76	–	–
10	Уница – с. Уница	0,71	1,99	1,84	1,94	–	–
11	Малая Пигма – с. Уница	3,13	2,01	1,55	2,18	⊕	–
12	Кумса – г. Медвежьегорск	1,63	2,00	1,97	2,10	–	–
13	Немина – пос. Немино-3	2,02	2,00	3,02	2,02	⊕	⊕
14	Пяльма – д. Пяльма	1,21	1,99	1,32	1,97	–	–
15	Водла – д. Водла	1,65	2,00	1,04	2,04	–	–
16	Водла – г. Пудож	0,38	1,99	1,15	1,88	–	–
17	Колода – д. Кубовская	0,44	2,01	1,20	2,21	–	–
18	Сомба – д. Кривцы	0,31	2,03	1,31	2,70	–	–
19	Рагнукса – д. Харловская	3,78	2,00	1,36	2,00	⊕	–
20	Большая Велмукса – г. Пудож	1,17	2,01	1,52	2,17	–	–
21	Шалица – пос. Онежский	0,02	2	1,09	2,04	–	–
22	Черная – с. Каршево	0,22	2,00	1,06	2,06	–	–
23	Корпи-Йоки – пос. Пяозерский	0,78	2,01	1,10	2,30	–	–
24	Гридина – с. Гридино	0,29	2,03	1,75	2,67	–	–
25	Кузема – ст. Кузема	1,54	2,00	1,48	2,06	–	–
26	Поньгома – с. Поньгома	3,46	2,02	2,52	2,41	⊕	⊕
27	Судно – с. Вокнаволок	3,06	2,01	4,00	2,23	⊕	⊕
28	Войница – с. Войница	1,37	2,01	1,32	2,28	–	–
29	Ухта – пгт Калевала	9,33	1,99	1,10	1,97	⊕	–
30	Норви-Йоки – пгт Калевала	3,70	2,00	1,96	2,16	⊕	–
31	Керкешь – устье	1,06	2,00	1,81	2,16	–	–

№	Река – пост	$\lvert t^* \rvert$	$t_{2\alpha}$	F^*	$F_{2\alpha}$	Опровержение гипотезы об однородности (⊕)	
						Стьюдент	Фишер
32	Чирко-Кемь – с. Андронова гора	0,73	2,00	1,48	2,11	–	–
33	Чирко-Кемь – с. Юшкозеро	0,14	2,00	1,48	2,00	–	–
34	Шуя – с. Шуерецкое	2,38	1,99	2,53	1,83	⊕	⊕
35	Выг(Верхний) – д. Огорелыши	0,05	1,99	1,35	1,97	–	–
36	Лекса – пос. Сергиево	3,83	2,00	1,23	2,09	⊕	–
37	Вожма – пос. Вожмозеро	0,26	2,01	3,09	2,23	–	⊕
38	Ундужа – д. Вожмогора	1,82	2,00	1,08	2,10	–	–
39	Волома – д. Венгигора	0,51	2,02	1,36	2,45	–	–
40	Онда – пос. Лососий порог	0,66	2,01	1,40	2,22	–	–
41	Онигма – пос. Черный порог	0,59	2,00	1,36	1,99	–	–
42	Летняя – пос. Летний 1-й	0,45	1,99	1,27	1,96	–	–
43	Сума – с. Сумский Посад	0,77	1,99	1,36	1,82	–	–
44	Нюхча – с. Нюхча	2,28	2,00	1,49	2,03	⊕	–
45	Понча – пос. Пяозерский	0,29	2,02	1,42	2,36	–	–
46	Така – пгт Кестеньга	0,72	2,01	1,67	2,34	–	–
47	Кепа – пос. Кепа	0,37	2,02	2,13	2,36	–	–
48	Мининька – д. Тунгозеро	1,15	2,02	1,15	2,36	–	–
49	Контокки – г. Костомукша	1,36	2,02	1,22	2,41	–	–
50	Тунгуда – пос. Новое Машозеро	0,20	2,02	1,57	2,53	–	–
51	Янис-Йоки – пос. Хямекоски	0,15	1,99	1,60	1,97	–	–
52	Юуван-Йоки – пгт Вяртсиля	0,57	2,03	1,44	2,55	–	–
53	Уксун-Йоки – д. Ууксу	0,47	2,00	1,19	2,07	–	–
54	Тулема-Йоки – пгт Салми	3,88	2,00	1,65	2,02	⊕	–

№	Река – пост	$\lvert t^* \rvert$	$t_{2\alpha}$	F^*	$F_{2\alpha}$	Опровержение гипотезы об однородности (⊕)	
						Стьюдент	Фишер
55	Эня-Йоки – д. Ряймяля	0,92	2,00	3,04	2,10	–	⊕
56	Видлица – с. Большие Горы	0,69	1,99	1,07	1,88	–	–
57	Новзема – с. Видлица	0,61	2,00	1,55	2,02	–	–
58	Олонка – с. Верховье	1,21	1,99	1,55	1,88	–	–
59	Олонка – г. Олонец	1,11	2,00	1,15	1,98	–	–
60	Мегрега – д. Куйтежа	2,59	1,99	2,38	1,94	⊕	⊕
61	Ивина – пгт Ладва	1,85	2,00	1,28	2,00	–	–
62	Лендерка – пос. Лендеры	0,03	2,00	1,60	1,98	–	–
63	Тукса – с. Тукса	0,37	2,01	2,36	2,22	–	⊕

3.4. Проверка рядов минимальных летне-осенних суточных расходов воды на значимость трендов

Проверка рядов минимальных летне-осенних суточных расходов воды выполнялась в соответствии с методикой, описанной в параграфе 3.2.3. Результаты проверки представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Оценка значимости линейных трендов в рядах минимальных летне-осенних расходов воды рек Карелии при уровне значимости $2\alpha = 5\%$

№	Река – пост	n	R	σ_R	R/σ_R	$t_{2\alpha}$	*тренд*
1	Шелтозерка – с. Шелтозеро	54	0,16	0,137	1,19	2,01	–
2	Лососинка – г. Петрозаводск	73	0,34	0,112	3,00	1,99	⊕(–)
3	Неглинка – г. Петрозаводск	68	0,57	0,101	5,63	2,00	⊕(+)
4	Шуя – д. Бесовец	88	0,12	0,107	1,12	1,99	–
5	Пета-оя – с. Крошнозеро	43	0,11	0,155	0,7	2,02	–

№	Река – пост	n	R	σ_R	R/σ_R	$t_{2\alpha}$	*тренд*
6	Сяньга – д. Чуралахта	72	0,20	0,117	1,67	1,99	–
7	Святрека – пгт Пряжа	71	0,25	0,117	2,10	1,99	⊕(–)
8	Суна – пгт Поросозеро	92	0,04	0,105	0,37	1,99	–
9	Суна – д. Кивач	34	0,17	0,174	0,98	2,04	–
10	Уница – с. Уница	75	0,04	0,117	0,35	1,99	–
11	Малая Пигма – с. Уница	55	0,45	0,123	3,66	2,01	⊕(–)
12	Кумса – г. Медвежьегорск	60	0,15	0,130	1,12	2,00	–
13	Немина – пос. Немино-3	66	0,15	0,124	1,21	2,00	–
14	Пяльма – д. Пяльма	71	0,07	0,120	0,58	1,99	–
15	Водла – д. Водла	65	0,18	0,124	1,49	2,00	–
16	Водла – г. Пудож	81	0,07	0,112	0,65	1,99	–
17	Колода – д. Кубовская	53	0,01	0,140	0,04	2,01	–
18	Сомба – д. Кривцы	35	0,05	0,174	0,31	2,03	–
19	Рагнукса – д. Харловская	68	0,44	0,111	3,96	2,00	⊕(+)
20	Большая Велмукса – г. Пудож	55	0,12	0,136	0,85	2,01	–
21	Шалица – пос. Онежский	65	0,03	0,126	0,24	2,00	–
22	Черная – с. Каршево	63	0,00	0,128	0,01	2,00	–
23	Корпи-Йоки – пос. Пяозерский	49	0,17	0,144	1,20	2,01	–
24	Гридина – с. Гридино	36	0,07	0,171	0,44	2,03	–
25	Кузема – ст. Кузема	63	0,18	0,126	1,46	2,00	–
26	Поньгома – с. Поньгома	44	0,36	0,144	2,52	2,02	⊕(–)
27	Судно – с. Вокнаволок	52	0,42	0,128	3,26	2,01	⊕(+)
28	Войница – с. Войница	49	0,19	0,143	1,30	2,01	–
29	Ухта – пгт Калевала	71	0,75	0,079	9,48	1,99	⊕(+)

№	Река – пост	n	R	σ_R	R/σ_R	$t_{2\alpha}$	*тренд*
30	Норви-Йоки – пгт Калевала	56	0,60	0,108	5,57	2,00	⊕(+)
31	Керкешь – устье	56	0,03	0,136	0,22	2,00	–
32	Чирко-Кемь – с. Андронова гора	59	0,12	0,132	0,90	2,00	–
33	Чирко-Кемь – с. Юшкозеро	69	0,04	0,122	0,33	2,00	–
34	Шуя – с. Шуерецкое	88	0,20	0,106	1,91	1,99	–
35	Выг(Верхний) – д. Огорелыши	71	0,01	0,120	0,07	1,99	–
36	Лекса – пос. Сергиево	61	0,44	0,117	3,76	2,00	⊕(–)
37	Вожма – пос. Вожмозеро	52	0,15	0,140	1,09	2,01	–
38	Ундужа – д. Вожмогора	60	0,31	0,125	2,45	2,00	⊕(–)
39	Волома – д. Венгигора	43	0,16	0,154	1,05	2,02	–
40	Онда – пос. Лососий порог	53	0,17	0,138	1,21	2,01	–
41	Онигма – пос. Черный порог	69	0,12	0,121	1,00	2,00	–
42	Летняя – пос. Летний 1-й	72	0,02	0,119	0,19	1,99	–
43	Сума – с. Сумский Посад	91	0,01	0,106	0,05	1,99	–
44	Нюхча – с. Нюхча	65	0,30	0,120	2,51	2,00	⊕(–)
45	Понча – пос. Пяозерский	46	0,12	0,150	0,84	2,02	–
46	Така – пгт Кестеньга	47	0,11	0,148	0,77	2,01	–
47	Кепа – пос. Кепа	46	0,03	0,151	0,21	2,02	–
48	Мининька – д. Тунгозеро	46	0,17	0,149	1,12	2,02	–
49	Контокки – г. Костомукша	44	0,11	0,153	0,72	2,02	–
50	Тунгуда – пос. Новое Машозеро	40	0,14	0,161	0,86	2,02	–
51	Янис-Йоки – пос. Хямекоски	71	0,01	0,120	0,08	1,99	–
52	Юуван-Йоки – пгт Вяртсиля	39	0,00	0,164	0,02	2,03	–
53	Уксун-Йоки – д. Ууксу	62	0,09	0,129	0,68	2,00	–

№	Река – пост	n	R	σ_R	R/σ_R	$t_{2\alpha}$	*тренд*
54	Тулема-Йоки – пгт Салми	67	0,53	0,105	5,02	2,00	⊕(+)
55	Эня-Йоки – д. Ряймяля	60	0,24	0,128	1,87	2,00	–
56	Видлица – с. Большие Горы	82	0,05	0,112	0,46	1,99	–
57	Новзема – с. Видлица	67	0,11	0,123	0,93	2,00	–
58	Олонка – с. Верховье	81	0,07	0,112	0,65	1,99	–
59	Олонка – г. Олонец	70	0,15	0,120	1,24	2,00	–
60	Мегрега – д. Куйтежа	75	0,27	0,113	2,40	1,99	⊕(+)
61	Ивина – пгт Ладва	69	0,42	0,111	3,83	2,00	⊕(+)
62	Лендерка – пос. Лендеры	70	0,12	0,120	0,99	2,00	–
63	Тукса – с. Тукса	53	0,16	0,138	1,19	2,01	–
Обозначение: ⊕ - тренд значим; (+) – знак тренда.							

Как видно из таблицы 3.4, тренд имеет разнонаправленный характер, 8 рядов на повышение, 7 на понижение. Примеры рядов с трендом на повышение даны на рисунках 3.3, 3.4.

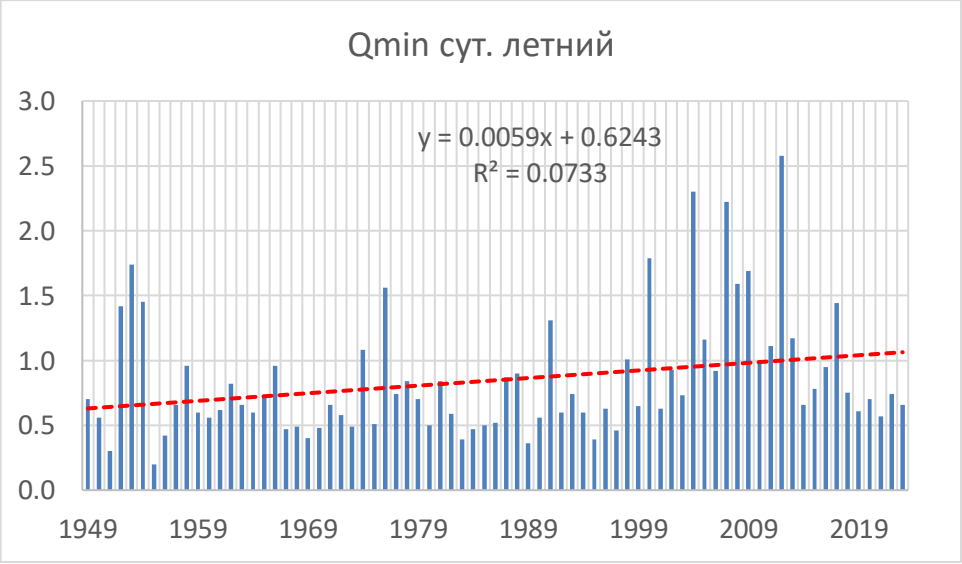


Рисунок 3.3 – Минимальный летне-осенний сток р. Мегрега - д. Куйтежа.



Рисунок 3.4 – Минимальный летне-осенний сток р. Судно - с. Вокнаволок.

Примеры рядов с трендом на понижение даны на рисунках 3.5, 3.6.

На рисунке 3.7 показано положение постов с положительным и отрицательным трендом.

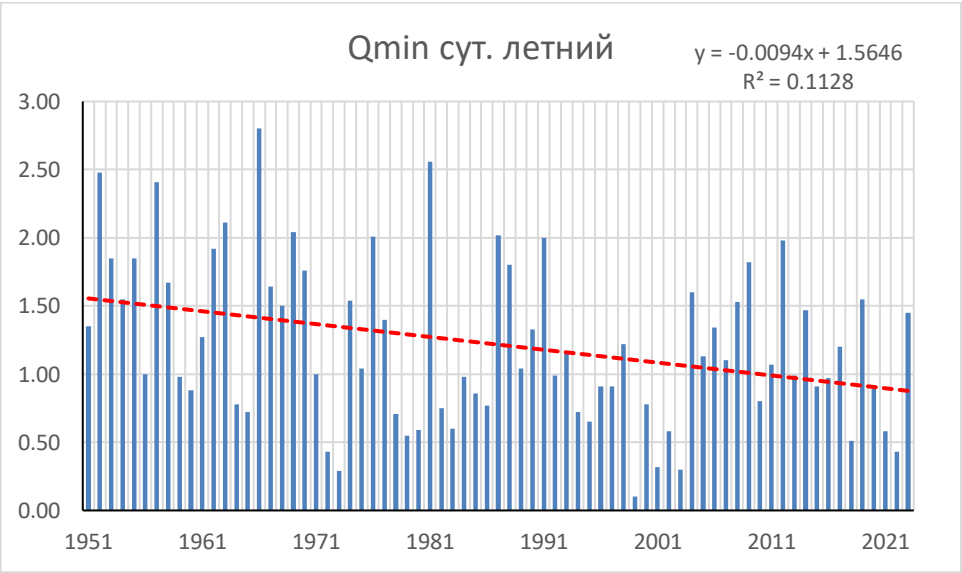


Рисунок 3.5 – Минимальный летне-осенний сток р. Лососинка – г. Петрозаводск.

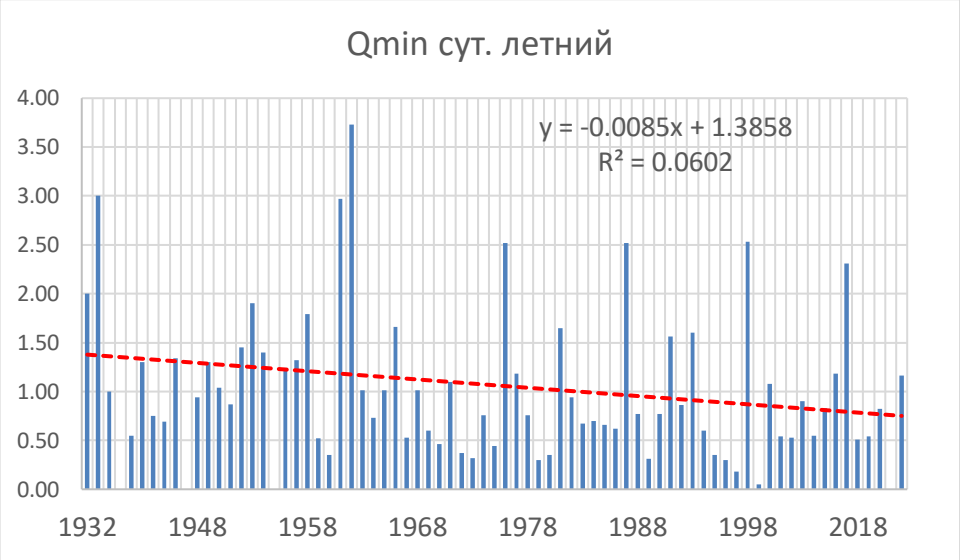


Рисунок 3.6 – Минимальный летне-осенний сток р. Святрека – пгт Пряжа.

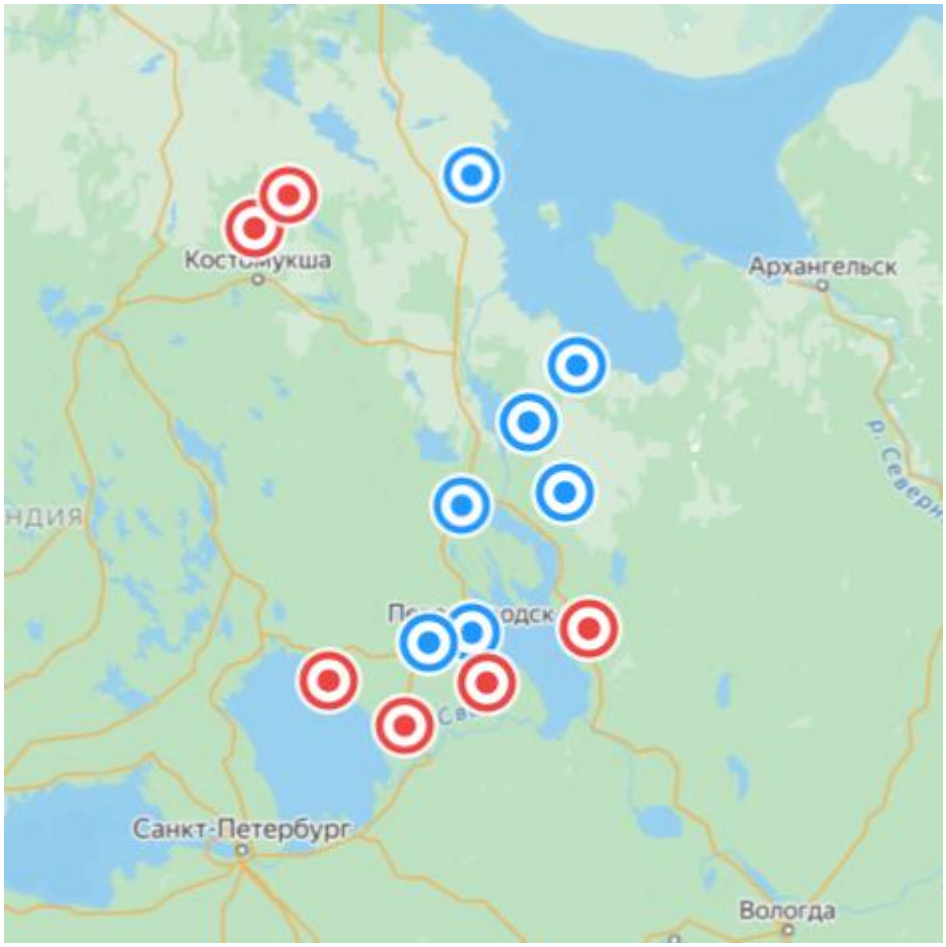


Рисунок 3.7 – Схема расположения постов с положительным (красный) и отрицательным (синий) трендом в рядах минимальных летне-осенних суточных расходов воды.

Как видно на рисунке, посты с положительным трендом расположены в непосредственной близости от Ладожского и Онежского озер, а также севернее города Костомукша.

Ряды с отрицательным трендом сосредоточены преимущественно на Западно-Карельской возвышенности восточнее линии Петрозаводск – Кемь.

На рисунке 3.8. представлена тепловая карта Северо-Запада РФ, построенная А.В. Гилевым [5] с использованием данных по 14 метеостанциям и показывающая приращение среднегодовой температуры воздуха за последний климатический период.

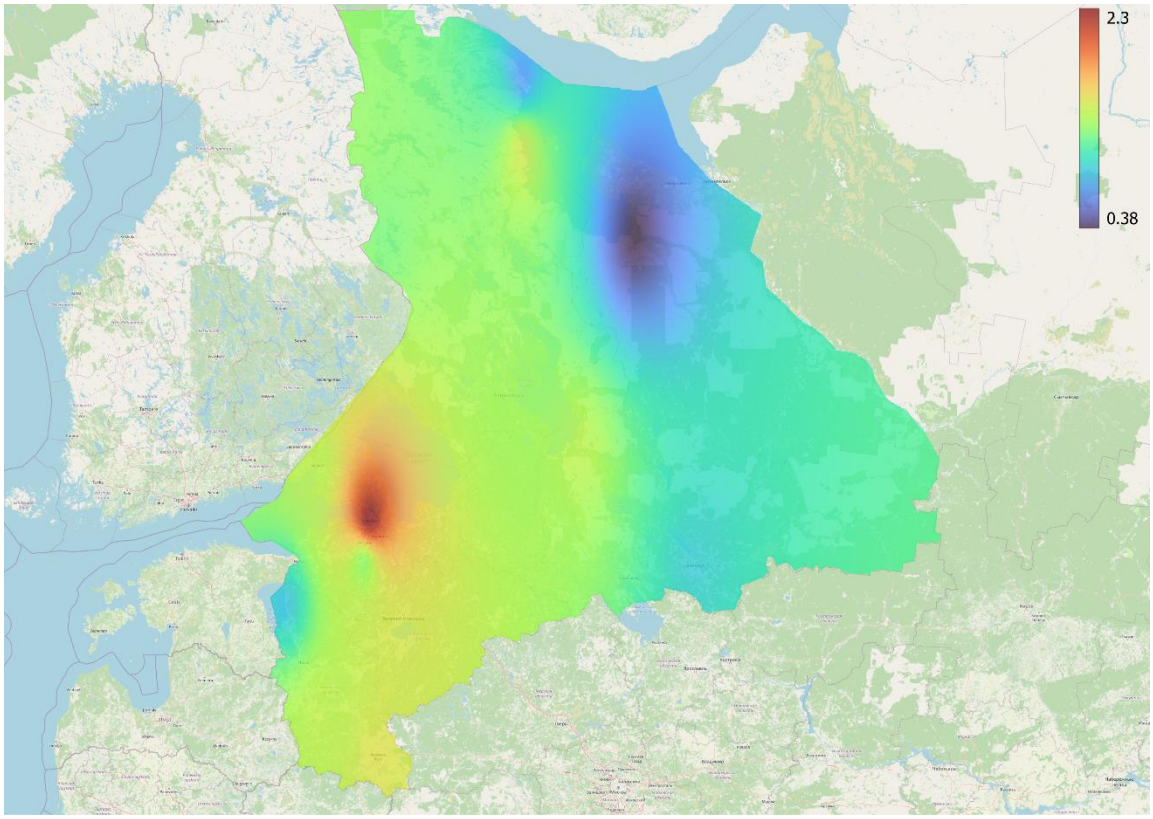


Рисунок 3.8 – Тепловая карта приращений среднегодовой температуры воздуха.

Как видно на рисунках, реки с положительным трендом расположены в зоне высоких приращений температуры.

4. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА МИНИМАЛЬНЫЙ ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ СТОК РЕК КАРЕЛИИ

4.1. Особенности формирования минимального летне-осеннего стока на реках Карелии в современных условиях

Все реки Карелии имеют смешанное питание с преобладанием снегового. В годовом ходе уровня воды четко выражены четыре фазы: весеннее половодье, летняя межень, осенне-зимний период и зимняя межень. Эти фазы более отчетливо выражены на реках с малой озерностью. На реках с большим процентом озерности наблюдается сравнительно невысокое растянутое весеннее половодье и нечетко выраженные дождевые паводки.

В ходе работы выполнен анализ различий в режиме внутригодового распределения стока для рек с различной озерностью водосборов. Выбраны гидрологические посты: р. Верхний Выг – д. Огорелыши, озерность 2% и р. Видлица – с. Большие горы, озерность 11%.

Основой для сравнительной оценки послужили характерные гидрографы стока для трех фаз водности: маловодный период; средний по водности период; многоводный период (рисунки 4.1-4.6).

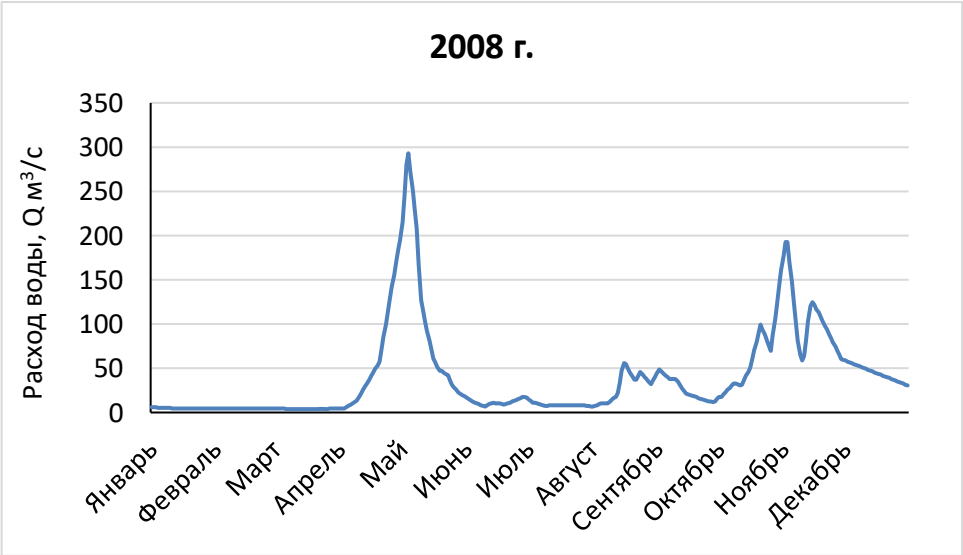


Рисунок 4.1 – Гидрограф р. Верхний Выг – д. Огорелыши за многоводный год; бассейн Белого моря; озерность 2%.

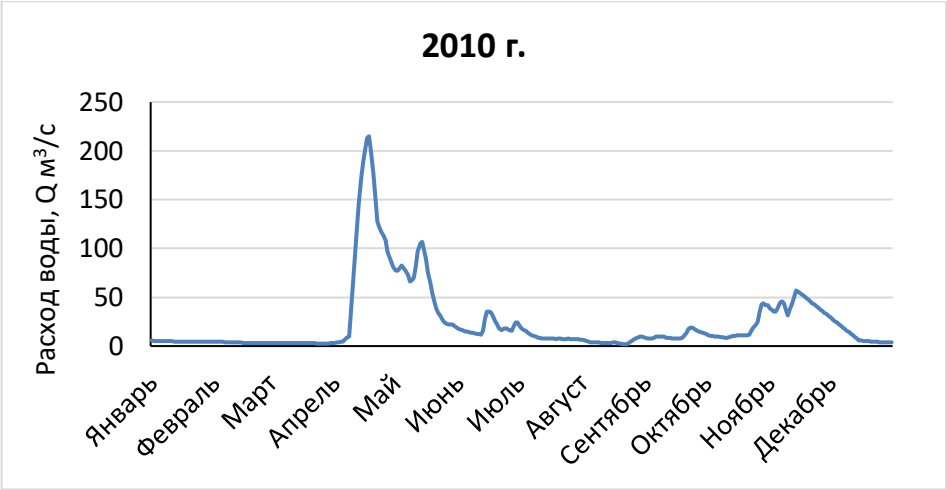


Рисунок 4.2 – Гидрограф р. Верхний Выг – д. Огорелыши за средний по водности год; бассейн Белого моря; озерность 2%.

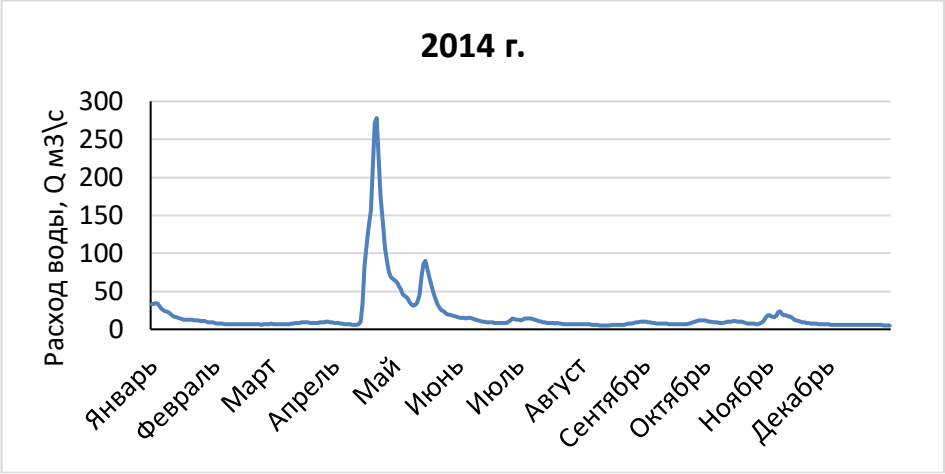


Рисунок 4.3 – Гидрограф р. Верхний Выг – д. Огорелыши за маловодный год; бассейн Белого моря; озерность 2%.

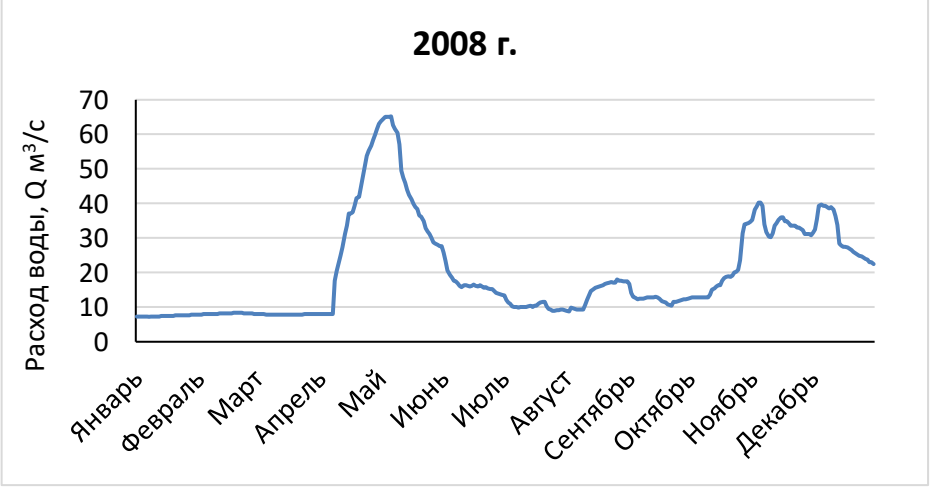


Рисунок 4.4 – Гидрограф р. Видлица – с. Большие горы за многоводный год; бассейн Балтийского моря; озерность 11%.

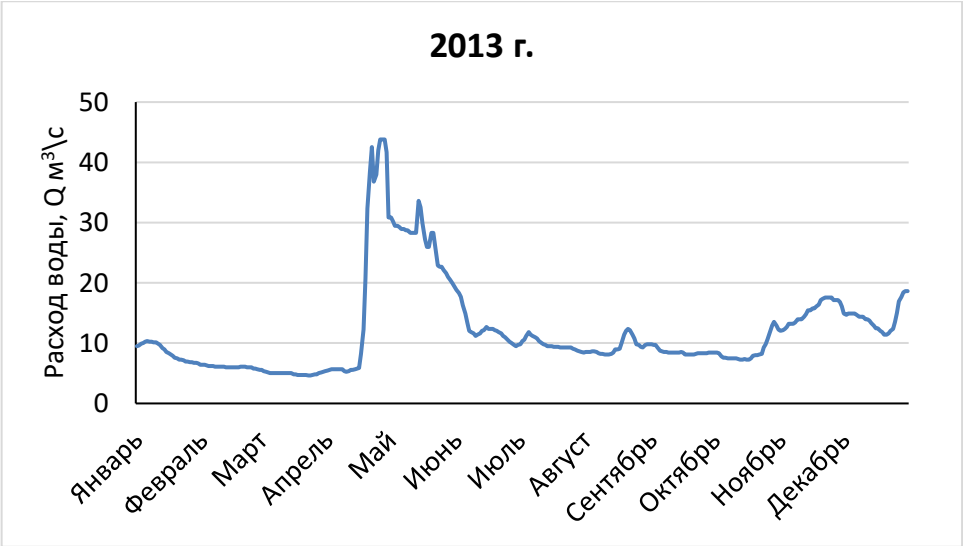


Рисунок 4.5 – Гидрограф р. Видлица – с. Большие горы за средний по водности год; бассейн Балтийского моря; озерность 11%.

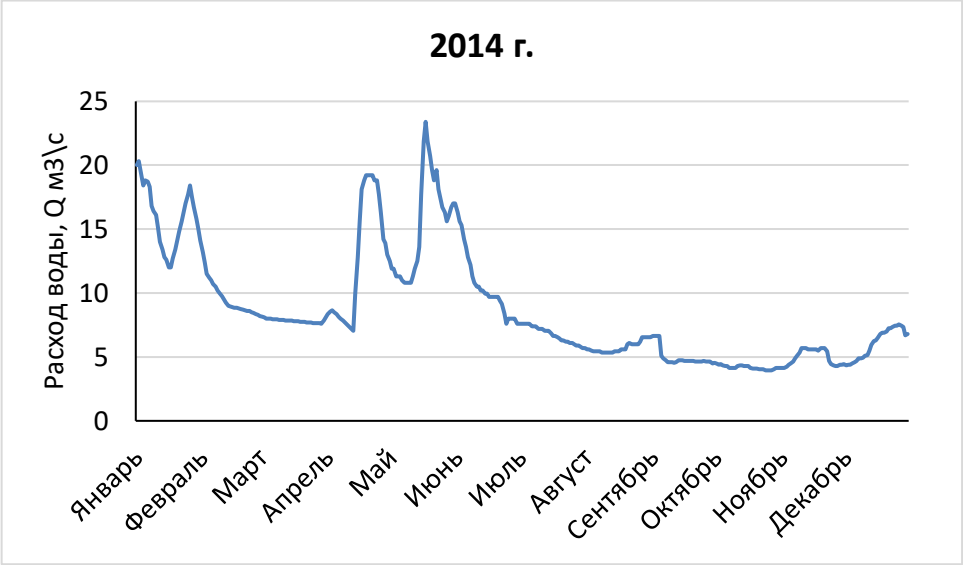


Рисунок 4.6 – Гидрограф р. Видлица – с. Большие горы за маловолный год; бассейн Балтийского моря; озерность 11%.

Летняя межень на большинстве рек Карелии начинается с конца спада половодья и нарушается подъемами уровня воды от дождей. Четко выделяется летняя межень только на реках с малым процентом озерности (до 5%).

В настоящее время в связи с изменением климата соотношение между минимальными летними и зимними расходами изменилось. Анализ, выполненный по данным за последний климатический период (с 1991 по 2023 г.) показал, следующее.

Для 55% постов медианное значение минимального летнего суточного расхода воды выше зимнего в среднем на 28%. В тоже время для 45% постов наблюдается обратная картина. На этих постах зимний минимум выше летнего в среднем на 47% (рисунок 4.7). А в годы с большим числом оттепелей зимние минимумы могут превосходить летние в 2-2,5 раза (таблица 4.1). Это наиболее характерно для небольших рек с малой озерностью водосбора.

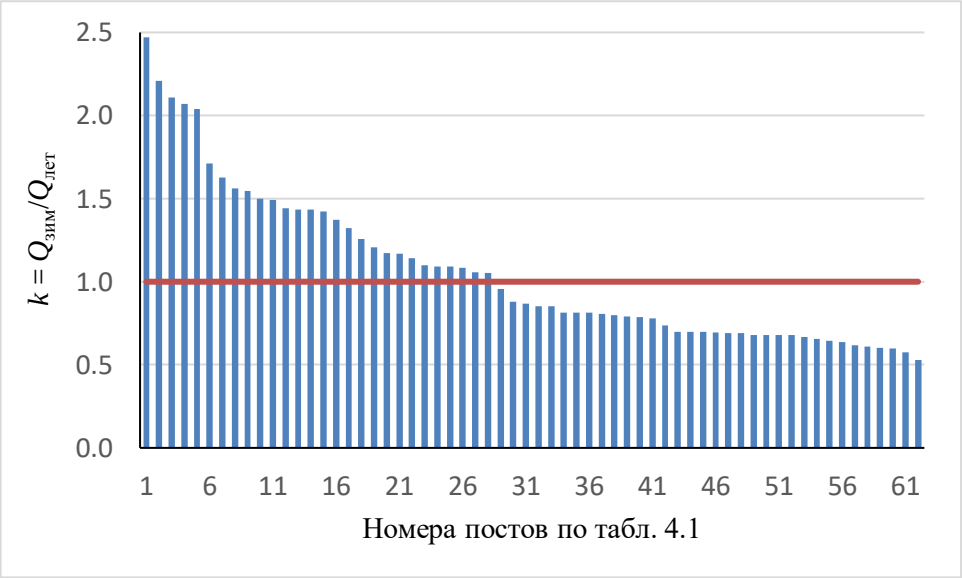


Рисунок 4.7 – Ранжированные по убыванию значения среднего коэффициента $k = Q_{зим,50\%}/Q_{лет,50\%}$ для территории Карелии.

Таблица 4.1 – Соотношение между минимальными суточными зимними и летними расходами воды для рек Карелии

№	Река - пост	F, км^2	$f_{оз}$, %	$Q_{min,50\%}$, м^3/с		$k = Q_з/Q_л$	$Q_з > Q_л$
				зим.	лет.		Число лет, %
1	Шелтозерка – с. Шелтозеро	64,6	4	0,20	0,08	2,47	67
2	Олонка – г. Олонец	2120	3	7,63	3,45	2,21	76
3	Тукса – с. Тукса	142	0,5	0,49	0,23	2,11	77
4	Олонка – с. Верховье	1090	4	5,12	2,48	2,07	78
5	Эня-Йоки – д. Ряймяля	450	1	2,09	1,03	2,04	86
6	Уксун-Йоки – д. Ууксу	1080	5	6,25	3,65	1,71	65
7	Уница – с. Уница	340	3	1,04	0,64	1,63	51

№	Река - пост	F, км^2	$f_{оз}$, %	$Q_{min,50\%}$, м^3/с		$k = Q_з/Q_л$	$Q_з > Q_л$
				зим.	лет.		Число лет, %
8	Кумса – г. Медвежьегорск	735	9	2,50	1,60	1,56	55
9	Шалица – пос. Онежский	593	9	1,36	0,88	1,55	65
10	Пета-оя – с. Крошнозеро	68.6	23	0,24	0,16	1,50	67
11	Лекса – пос. Сергиево	463	1	0,87	0,58	1,49	45
12	Новзема – с. Видлица	245	3	1,40	0,97	1,44	74
13	Святрека – пгт Пряжа	355	14	1,06	0,74	1,44	33
14	Нюхча – с. Нюхча	1350	3	1,90	1,33	1,43	42
15	Большая Велмукса – г. Пудож	139	1	0,19	0,13	1,42	53
16	Мегрега – д. Куйтежа	381	2	1,07	0,78	1,37	58
17	Лососинка – г. Петрозаводск	276	1	1,31	0,99	1,32	56
18	Рагнукса – д. Харловская	328	6	1,80	1,43	1,26	44
19	Ундужа – д. Вожмогора	81.0	1	0,04	0,03	1,21	50
20	Янис-Йоки – пос. Хямекоски	3650	10	24,5	20,9	1,17	60
21	Немина – пос. Немино-3	601	3	1,81	1,55	1,17	47
22	Видлица – с. Большие Горы	977	11	5,69	4,98	1,14	39
23	Шуя – д. Бесовец	9560	10	32,5	29,6	1,10	42
24	Тулема-Йоки – пгт Салми	1700	5	8,39	7,68	1,09	54
25	Пяльма – д. Пяльма	908	2	1,87	1,71	1,09	41
26	Неглинка – г. Петрозаводск	43,4	10	0,13	0,12	1,08	58
27	Сума – с. Сумский Посад	1990	14	11,1	10,5	1,06	26
28	Юуван-Йоки – пгт Вяртсиля	270	4	0,91	0,86	1,05	61
29	Сяньга – д. Чуралахта	1610	8	8,32	8,70	0,96	38
30	Ивина – пгт Ладва	862	1	1,36	1,54	0,88	41
31	Шуя – с. Шуерецкое	934	8	2,05	2,36	0,87	24
32	Вожма – пос. Вожмозеро	595	5	1,28	1,50	0,85	42

№	Река - пост	F, км^2	$f_{оз}$, %	$Q_{min,50\%}$, м^3/с		$k = Q_з/Q_л$	$Q_з > Q_л$
				зим.	лет.		Число лет, %
33	Мининька – д. Тунгозеро	232	1	0,87	1,02	0,85	31
34	Корпи-Йоки – пос. Пяозерский	217	14	0,84	1,03	0,82	27
35	Понча – пос. Пяозерский	728	1	2,91	3,58	0,81	26
36	Суна – пгт Поросозеро	3370	14	19,5	24,0	0,81	24
37	Тунгуда – пос. Нов. Машозеро	1200	1	5,55	6,88	0,81	26
38	Контокки – г. Костомукша	41.0	1	0,20	0,25	0,80	20
39	Керкешь – устье	77,4	10	0,60	0,76	0,79	21
40	Чирко-Кемь – с. Юшкозеро	8220	8	34,6	44,0	0,79	19
41	Малая Пигма – с. Уница	166	16	0,57	0,73	0,78	35
42	Выг (Верхний) – д. Огорелыши	2210	2	3,32	4,50	0,74	26
43	Водла – г. Пудож	12000	6	40,7	58,20	0,70	12
44	Судно – с. Вокнаволок	1160	8	5,14	7,36	0,70	21
45	Онда – пос. Лососий порог	3360	13	15,4	22,1	0,70	21
46	Войница – с. Войница	869	6	3,65	5,27	0,69	15
47	Лендерка – пос. Лендеры	4000	14	22,5	32,6	0,69	18
48	Водла – д. Водла	8010	7	25,8	37,4	0,69	13
49	Гридина – с. Гридино	540	15	0,94	1,39	0,68	36
50	Чирко-Кемь – Андронова гора	2730	6	12,2	18,0	0,68	21
51	Ухта – пгт Калевала	361	6	2,06	3,04	0,68	15
52	Така – пгт Кестеньга	132	1	0,21	0,31	0,68	26
53	Норви-Йоки – пгт Калевала	61.6	8	0,34	0,51	0,67	20
54	Волома – д. Венгигора	1860	15	7,69	11,75	0,65	23
55	Черная – с. Каршево	380	1	0,31	0,48	0,65	29
56	Кузема – ст. Кузема	882	10	2,11	3,30	0,64	24
57	Летняя – пос. Летний 1-й	570	7	1,08	1,75	0,62	23

№	Река - пост	F, км^2	$f_{оз}$, %	$Q_{min,50\%}$, м^3/с		$k = Q_з/Q_л$	$Q_з > Q_л$
				зим.	лет.		Число лет, %
58	Онигма – пос. Черный порог	349	6	0,90	1,48	0,61	30
59	Колода – д. Кубовская	1330	3	1,67	2,77	0,60	6
60	Сомба – д. Кривцы	689	1	0,42	0,70	0,60	15
61	Кепа – пос. Кепа	651	1	2,29	3,99	0,57	7
62	Поньгома – с. Поньгома	1220	11	2,94	5,57	0,53	16
	Среднее при $k > 1$ или сумма лет	1148		4,41	3,54	1,47	28
	Среднее при $k < 1$ или сумма лет	1922		6,77	9,38	0,72	34

4.2. Влияние изменений климата на однородность и стационарность рядов минимального летне-осеннего стока

В таблице 4.2 представлены обобщенные результаты проверки рядов минимального летне-осеннего стока на однородность и стационарность. Как видно из таблицы, большинство рядов (около 70%) являются однородными и стационарными.

Таблица 4.2 – Обобщенные результаты проверки рядов минимального летне-осеннего стока на однородность и стационарность (63 ряда)

Опровержение гипотезы о стационарности							
Критерий Стьюдента		Критерий Фишера		Значимость тренда		Всего	
Число рядов	%	Число рядов	%	Число рядов	%	Число рядов	%
14	22	8	13	15	25	20	32

Неоднородность выявлена либо на реках, где существенную роль играют антропогенные факторы, либо на реках, где прослеживается значимый тренд.

Тренд на понижение наблюдается на реках, в бассейнах которых температура воздуха в зимний период повысилась незначительно, а ряды осадков являются стационарными. Здесь понижение летне-осеннего стока произошло из-за увеличения среднегодовой температуры воздуха и, как следствие, повышения испарения.

Тренд на повышение наблюдается на реках, где существенно повысилась температура воздуха в зимний период и прослеживается небольшое увеличение осадков за летне-осенний период. Потепление зим привело к увеличению числа оттепелей и повышению минимальных зимних расходов воды. В результате к началу летней межени базисный сток повысился и даже небольшое увеличение осадков привело к формированию тренда на повышение.

4.3. Расчет минимального летне-осеннего стока рек Карелии в условиях меняющегося климата

Как уже отмечалось, большинство рядов минимальных суточных летне-осенних расходов воды являются однородными и стационарными. В этом случае расчет расходов заданной обеспеченности производится с использованием аналитических кривых обеспеченностей.

Как показал анализ наилучшая сходимость эмпирических и аналитических кривых обеспеченностей наблюдается при использовании кривой Крицкого – Менкеля. При построении аналитических кривых обеспеченностей значения отношения Cs/Cv находилось методом подбора.

Примеры эмпирических и аналитических кривых обеспеченностей для однородных рядов представлены на рисунках 4.8-4.10 и в приложении В.

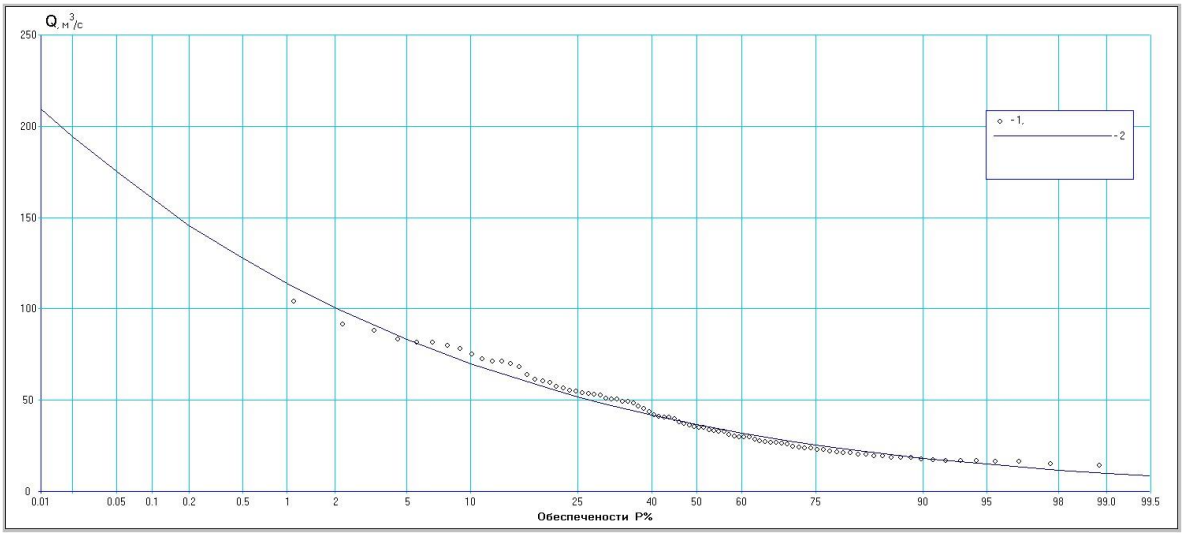


Рисунок 4.8 – Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей минимальных летне-осенних расходов воды; р. Шуя – д. Бесовец;
$Q_{ср}$ = 41,3 м^3/с; Cv = 0,52; Cs/Cv = 1,57.

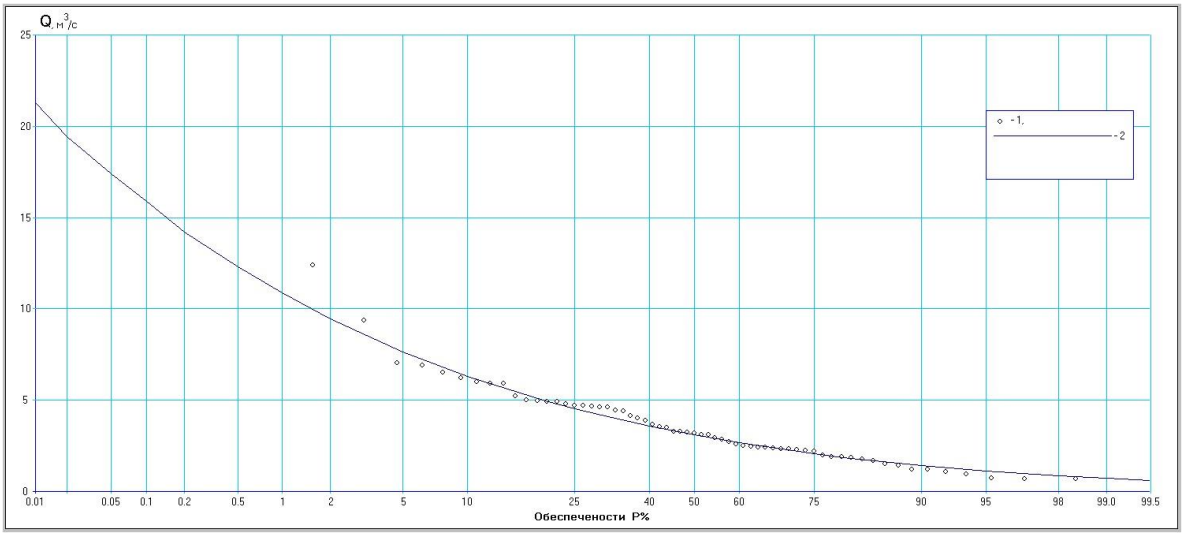


Рисунок 4.9 – Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей минимальных летне-осенних расходов воды; р. Корпи-Йоки – пос. Пяозерский;
$Q_{ср}$ = 1,09 м^3/с; Cv = 0,44; Cs/Cv = 1,34.

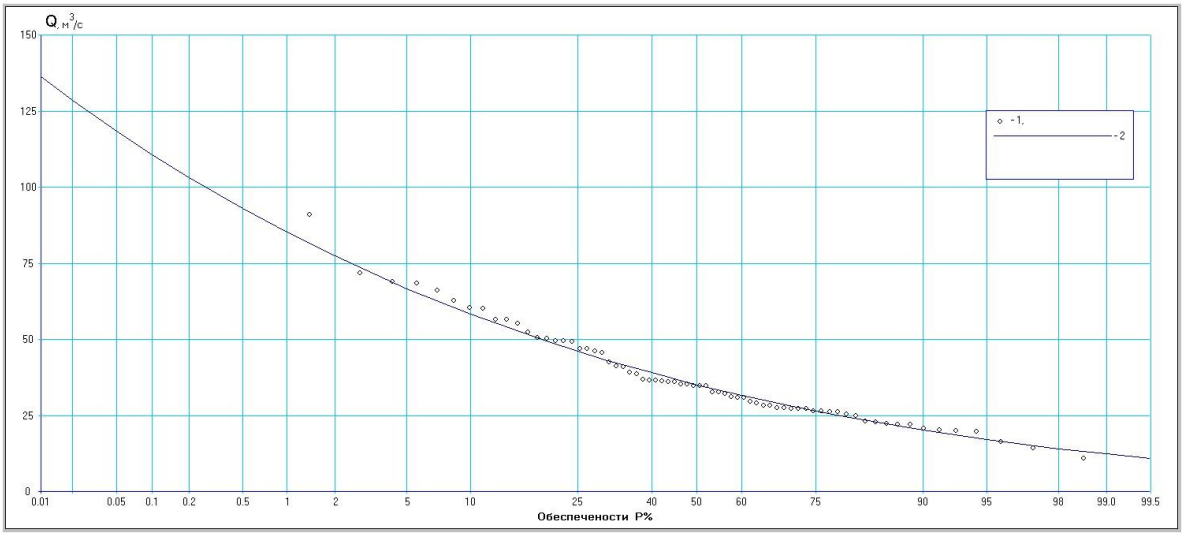


Рисунок 4.10 – Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей минимальных летне-осенних расходов воды; р. Лендерка – пос. Лендеры;
$Q_{ср}$ = 37,6 м^3/с; Cv = 0,41; Cs/Cv = 2,37.

Расчет параметров распределения выполнен методом моментов. Относительные ошибки среднего значения и коэффициента вариации для всех рядов не превышают 20%. Средняя ошибка среднего значения 6,64 %, средняя ошибка коэффициента вариации 10,3%. Основные статистические характеристики однородных рядов минимальных суточных расходов воды даны в приложении В и в обобщенном виде в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – средние, максимальные и минимальные значения основных статистических характеристики рядов минимальных суточных летне-осенних расходов воды

Показатель	F, км^2	$f_{оз}$, %	Средне		Cv	Cs/Cv	$\sigma_{Qср}$%	σ_{Cv}%
			м^3/с	л/с км^2				
Среднее	1919	7	10,2	4,50	0,50	1,84	6,6	10,3
max	12000	23	60,8	10,5	0,83	3,43	12	13
min	41	1	0,17	1,15	0,30	0,125	3,97	8

Для неоднородных рядов рекомендуется строить усеченные кривые обеспеченностей с точкой усечения в диапазоне от P = 50% до P = 75%.

Так как усеченная кривая аппроксимирует не всю ранжированную выборку, а только ее нижнюю часть, то при выборе аналитической кривой обеспеченностей можно ограничить выбор двух параметрическими распределениями. При этом наиболее удобными являются распределения, которые можно линеаризовать с по мощью обычных алгебраических преобразований. К числу таких распределений относятся, в частности, двухпараметрическое распределение Вейбулла и распределение Гумбеля. После линеаризации параметры распределения находятся методом наименьших квадратов. Примеры усеченных кривых представлены на рисунках 4.11-4.12.

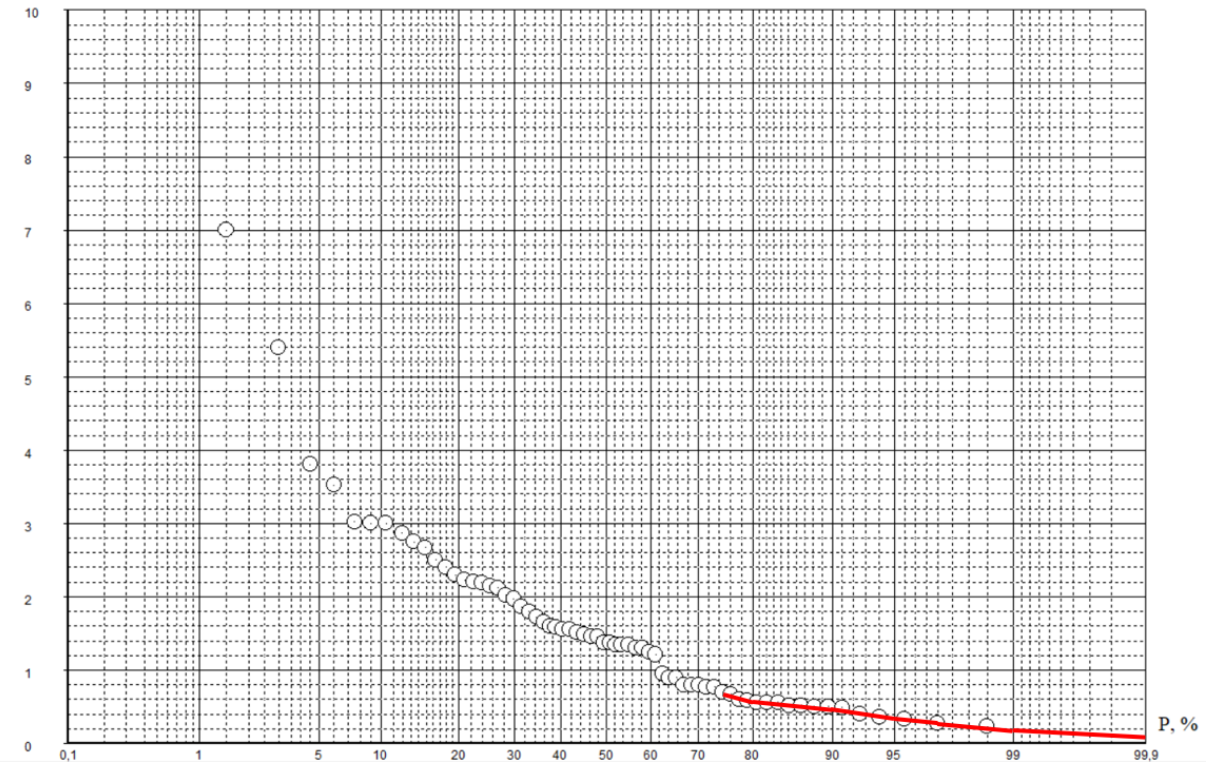


Рисунок 4.11 – Эмпирическая и усеченная аналитическая кривые обеспеченностей минимальных летне-осенних расходов воды; р. Немина – пос. Немино-3; В качестве усеченной кривой использована кривая Вейбулла.

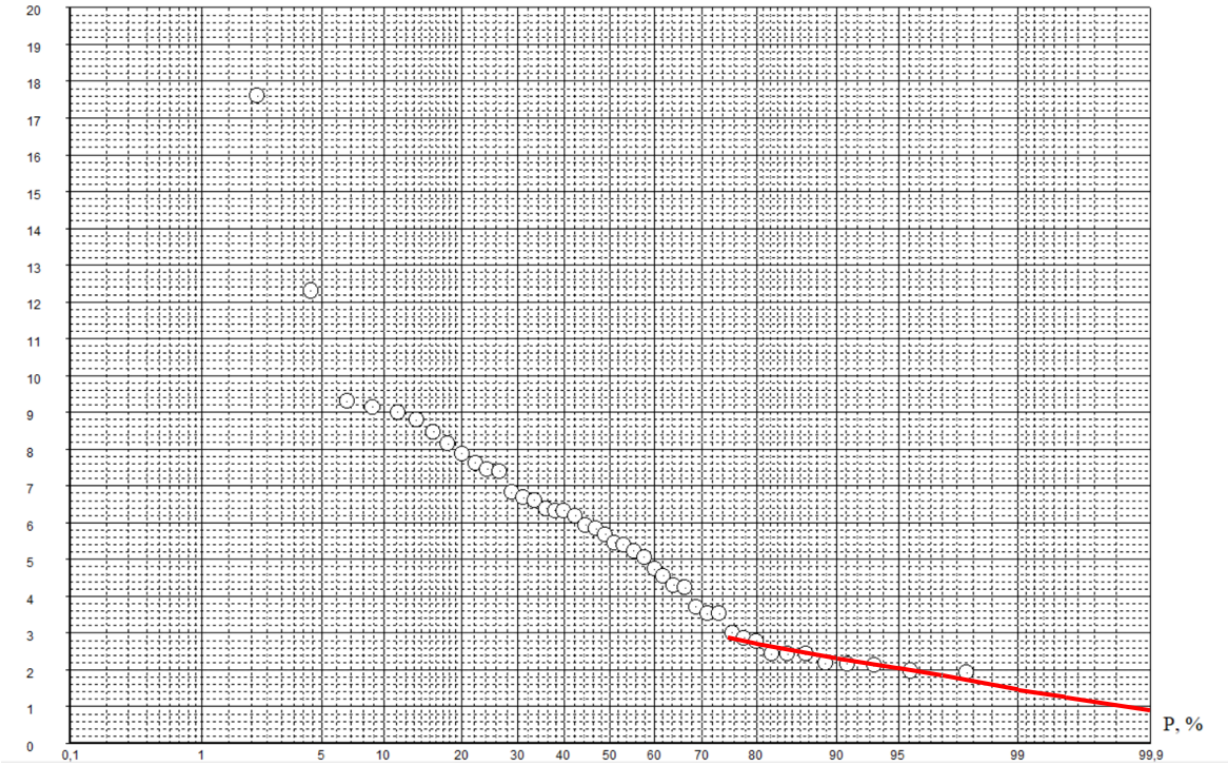


Рисунок 4.12 – Эмпирическая и усеченная аналитическая кривые обеспеченностей минимальных летне-осенних расходов воды; р. Поньгома – с. Поньгома; В качестве усеченной кривой использована кривая Гумбеля Cs<0.

4.4. Расчет минимального летне-осеннего стока малых рек Карелии при отсутствии данных гидрометрических наблюдений

Для рек с относительной озерностью 5% и более для всей территории Карелии получена зависимость минимального суточного летне-осеннего расхода воды 80 %-ной обеспеченности от площади водосбора (рисунок 4.13).

Зависимость аппроксимирована многочленом второй степени при нулевом свободном члене. Коэффициент детерминации 0,96:

$$Q_{сут.80\%} = 1,39X^2 + 1,19X\,, \qquad (4.1)$$

где $X = F/1000$; F – площадь водосбора, км^2.

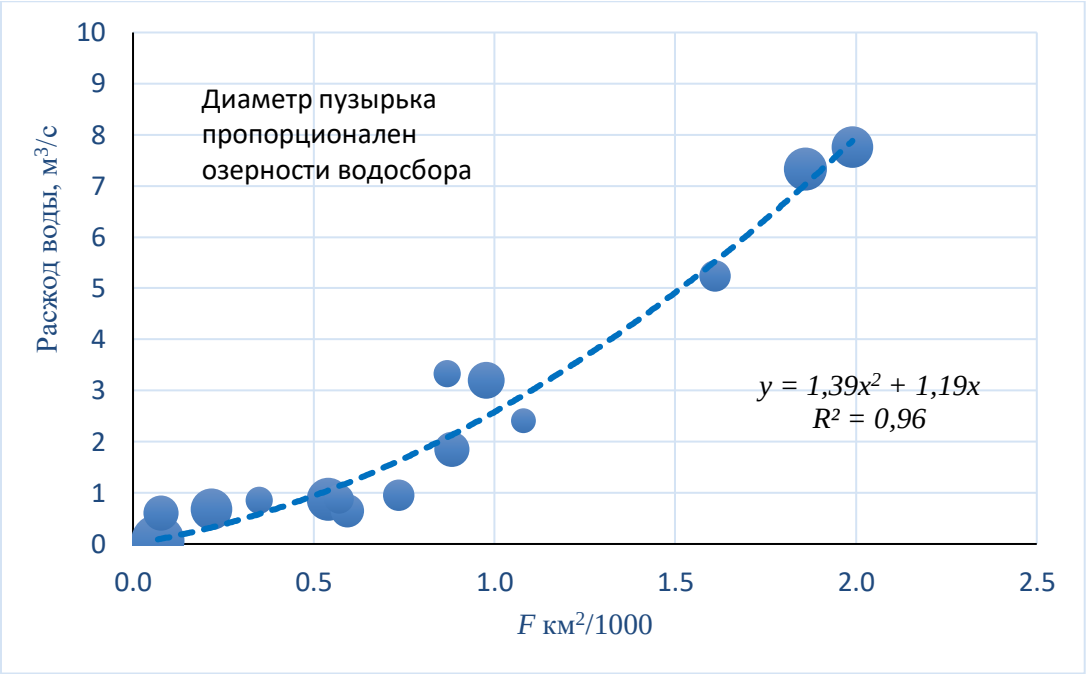


Рисунок 4.13 – Зависимость минимальных суточных летне-осенних расходов воды 80 %-ной обеспеченности от площади водосбора для рек Карелии при $F < 2000$ км^2 и $f_{оз} \geq 5\%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показал анализ, на территории Карелии для 55% постов медианное значение минимального летне-осеннего суточного расхода воды выше зимнего в среднем на 28%. В тоже время для 45% постов наблюдается обратная картина. На этих постах зимний минимум выше летнего в среднем на 47%. А в годы с большим числом оттепелей зимние минимумы могут превосходить летние в 2-2,5 раза. Это наиболее характерно для небольших рек с малой озёрностью водосбора.

Большинство рядов (около 70%) минимальных суточных летне-осенних расходов воды являются однородными и стационарными. Неоднородность выявлена либо на реках, где существенную роль играют антропогенные факторы, либо на реках, где прослеживается значимый тренд.

Тренд на понижение наблюдается на реках, в бассейнах которых температура воздуха в зимний период повысилась незначительно, а ряды осадков являются стационарными. Здесь понижение летне-осеннего стока произошло из-за увеличения среднегодовой температуры воздуха и, как следствие, повышения испарения.

Тренд на повышение наблюдается на реках, где существенно повысилась температура воздуха в зимний период и прослеживается небольшое увеличение осадков за летне-осенний период. Потепление зим привело к увеличению числа оттепелей и повышению минимальных зимних расходов воды. В результате к началу летней межени базисный сток повысился и даже небольшое увеличение осадков привело к формированию тренда на повышение.

Для однородных и стационарных рядов расчет расходов заданной обеспеченности производился с использованием аналитических кривых. Как показал анализ наилучшая сходимость эмпирических и аналитических кривых обеспеченностей наблюдается при использовании кривой Крицкого-Менкеля.

При построении аналитических кривых значения отношения *Cs*/*Cv* находилось методом подбора.

В случае неоднородности рядов для расчета минимальных суточных летне-осенних расходов воды строились усеченные кривые с использованием распределений Гумбеля и Вейбулла.

Для малых рек (с $F \leq 2000$ км^2) и относительной озерностью 5% и более для всей территории Карелии получена зависимость минимального суточного летне-осеннего расхода воды 80 %-ной обеспеченности от площади водосбора. Зависимость аппроксимирована многочленом второй степени с нулевым свободным членом. Коэффициент детерминации 0,96. Полученную зависимость можно рекомендовать для расчета минимального летне-осеннего стока малых озерных рек при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Богословский Б.Б.* Общая гидрология: учебник для студ. ВУЗов/ Богословский Б.Б. [и др.] – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.–356 с.
2. *Владимиров А.М.* Гидрологические расчёты. – Л.: Гидрометеоидат, 1990. – 365 с.
3. Гидрологические ежегодники. Том 1. Вып. 5. Бассейн Балтийского моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1926-2015 гг.
4. Гидрологические ежегодники. Том 1. Вып. 7. Бассейн западного побережья Белого моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1926-2015 гг.
5. *Гилев А.В.* Исследование влияния изменений климата на максимальные расходы весеннего половодья рек Северо-Запада России. Магистерская диссертация. РГГМУ. – 2025 г.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 1, РСФСР, Бассейны рек Балтийского моря, Онежского и Ладожского озёр. Вып. 5. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986.
7. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 1, РСФСР, Бассейн западного побережья Белого моря. Вып. 7. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987.
8. *Евстигнеев В. М.* Речной сток и гидрологические расчеты.– М.: Изд-во МГУ,1990. – 304 с.
9. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 248 с.
10. Методические рекомендации по определению расчётных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2007. – 134 с.
11. Методические указания по дисциплине «Гидрологические расчеты», часть I. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 52 с.

12. Методические указания по дисциплине «Гидрологические расчеты», часть II. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 36 с.

13. *Назарова, Л. Е.* Климат Республики Карелия (Россия): температура воздуха, изменчивость и изменения / Л. Е. Назарова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 1. – С. 746-749. – EDN VQDWYN.
14. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 2. Карелия и Северо-запад. Часть 2. – Гидрометеоиздат. Ленинград. – 1972 год. – 528 с.
15. *Рождественский А.В., Чеботарев А.И.* Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 424 с.
16. Свод правил СП 529.1325800.2023. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 2023.
17. *Сикан А.В.* Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007.–279 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РУСУРСЫ

18. Большая российская энциклопедия/Карелия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://old.bigenc.ru/geography/text/5666060 (дата обращения 05.01.2026).
19. Программный комплекс «Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов» (АИС ГМВО). [Электронный ресурс] Сетевой (ограниченный) доступ Федеральное агентство водных ресурсов: URL: https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=505 (дата обращения 10.08.2025).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Основные сведения о гидрологических постах

№ п/п	Река – пост	Код	Расстояние от, км		F, км^2	Период действия		Координаты, град. мин.		№ МДС	Принадлежность
			истока	устья		открыт	закрыт	широта	долгота		
1	Шелтозерка – с. Шелтозеро	48002	9.00	2.00	64,6	15,08.1968	Действ.	61.22	35.21	05	Сев-Зап.
2	Лососинка – г. Петрозаводск	48006	16.0	9.10	276	11.11.1950	Действ.	61.44	34.20	05	Сев-Зап.
3	Неглинка – г. Петрозаводск	48011	13.0	1.10	43,4	01.07.1946	Действ.	61.47	34.21	05	Сев-Зап.
4	Шуя – д. Бесовец	48021	183	11.0	9560	15.11.1925	Действ.	61.53	34.09	05	Сев-Зап.
5	Пета-оя – с. Крошнозеро	48028	11.0	0.50	68.6	26.11.1970	Действ.	61.38	33.10	05	Сев-Зап.
6	Сяньга – д. Чуралахта	48029	1.00	35.0	1610	25.12.1925	Действ.	61.55	33.23	05	Сев-Зап.
7	Святрека – пгт Пряжа	48030	11.0	17.0	355	10.04.1932	Действ.	61.40	33.38	05	Сев-Зап.
8	Суна – пгт Поросозеро	48038	125	155	3370	14.06.1916	Действ.	62.42	32.45	05	Сев-Зап.
9	Суна – д. Кивач	48043	249	31.0	570	01.11.1962	Действ.	62.17	33.58	05	Сев-Зап.
10	Уница – с. Уница	48055	53.0	2.10	340	01.09.1945	Действ.	62.37	34.26	05	Сев-Зап.
11	Малая Пигма – с. Уница	48056	34.0	0.50	166	07.05.1969	Действ.	62.36	34.28	05	Сев-Зап.
12	Кумса – г. Медвежьегорск	48058	58.0	3.50	735	28.08.1930	Действ.	62.55	34.26	05	Сев-Зап.
13	Немина – пос. Немино-3	48069	56.0	20.0	601	24.04.1958	Действ.	62.37	35.49	05	Сев-Зап.
14	Пяльма – д. Пяльма	48071	71.0	0.60	908	01.11.1939	Действ.	62.24	35.52	05	Сев-Зап.
15	Водла – д. Водла	48075	21.0	128	8010	01.07.1953	Действ.	62.05	37.27	05	Сев-Зап.
16	Водла – г. Пудож	48079	106	40.0	12000	10.01.1926	Действ.	61.49	36.28	05	Сев-Зап.

№ п/п	Река – пост	Код	Расстояние от, км		F, км^2	Период действия		Координаты, град. мин.		№ МДС	Принадлежность
			истока	устья		открыт	закрыт	широта	долгота		
17	Колода – д. Кубовская	48085	112	0.50	1330	16.08.1932	Действ.	61.57	37.12	05	Сев-Зап.
18	Сомба – д. Кривцы	48087	65.0	1.80	689	27.06.1946	Действ.	61.48	36.56	05	Сев-Зап.
19	Рагнукса – д. Харловская	48088	44.0	4.00	328	13.01.1926	Действ.	61.52	36.26	05	Сев-Зап.
20	Большая Велмукса – г. Пудож	48089	33.0	3.70	139	31.08.1966	Действ.	61.50	36.31	05	Сев-Зап.
21	Шалица – пос. Онежский	48090	74.0	30.0	593	01.11.1958	Действ.	61.59	35.53	05	Сев-Зап.
22	Черная – с. Каршево	48091	71.0	18.0	380	01.09.1958	Действ.	61.40	36.19	05	Сев-Зап.
23	Корпи-Йоки – пос. Пяозерский	49014	21.0	2.30	217	13.05.1974	Действ.	65.47	31.04	07	Сев-Зап.
24	Гридина – с. Гридино	49026	72.0	0.20	540	25.07.1945	Действ.	65.55	34.38	07	Сев-Зап.
25	Кузема – ст. Кузема	49030	60.0	2.50	882	07.09.1957	Действ.	65.23	34.14	07	Сев-Зап.
26	Поньгома – с. Поньгома	49031	83.0	2.50	1220	01.05.1927	Действ.	65.20	34.23	07	Сев-Зап.
27	Судно – с. Вокнаволок	49047	56.0	8.20	1160	11.12.1971	Действ.	64.56	30.26	07	Сев-Зап.
28	Войница – с. Войница	49048	92.0	2.20	869	16.04.1959	Действ.	65.12	30.21	07	Сев-Зап.
29	Ухта – пгт Калевала	49052	41.0	6.30	361	08.02.1927	Действ.	65.13	31.09	07	Сев-Зап.
30	Норви-Йоки – пгт Калевала	49053	5.00	0.20	61,6	01.01.1968	Действ.	65.11	31.14	07	Сев-Зап.
31	Керкешь – устье	49054	12.0	0.50	77,4	01.01.1968	Действ.	65.10	31.18	07	Сев-Зап.
32	Чирко-Кемь – Андронова гора	49055	124	97.0	2730	15.07.1932	Действ.	64.09	32.23	07	Сев-Зап.
33	Чирко-Кемь – с. Юшкозеро	49058	215	6.00	8220	01.03.1930	Действ.	64.44	32.07	07	Сев-Зап.
34	Шуя – с. Шуерецкое	49070	79.0	5.80	934	15.09.1932	Действ.	64.45	34.42	07	Сев-Зап.
35	Выг(Верхний) – д. Огорелыши	49090	93.0	42.0	2210	18.04.1962	Действ.	63.01	35.40	07	Сев-Зап.

№ п/п	Река – пост	Код	Расстояние от, км		F, км^2	Период действия		Координаты, град. мин.		№ МДС	Принадлежность
			истока	устья		открыт	закрыт	широта	долгота		
36	Лекса – пос. Сергиево	49093	64.0	8.20	463	19.08.1962	Действ.	62.55	36.01	07	Сев-Зап.
37	Вожма – пос. Вожмозеро	49094	64.0	29.0	595	01.01.1972	Действ.	63.19	35.49	07	Сев-Зап.
38	Ундужа – д. Вожмогора	49095	20.0	2.40	81.0	01.03.1963	Действ.	63.27	35.29	07	Сев-Зап.
39	Волома – д. Венгигора	49103	103	35.0	1860	18.11.1971	Действ.	63.33	33.04	07	Сев-Зап.
40	Онда – пос. Лососий порог	49110	181	16.0	3360	18.04.1970	Действ.	63.52	34.08	07	Сев-Зап.
41	Онигма – пос. Черный порог	49114	8.00	30.0	349	18.10.1950	Действ.	64.00	33.39	07	Сев-Зап.
42	Летняя – пос. Летний 1-й	49120	52.0	2.80	570	13.06.1933	Действ.	64.16	34.23	07	Сев-Зап.
43	Сума – с. Сумский Посад	49123	158	5.90	1990	03.01.1926	Действ.	64.15	35.26	07	Сев-Зап.
44	Нюхча – с. Нюхча	49125	96.0	10.0	1350	01.05.1954	Действ.	63.55	36.13	07	Сев-Зап.
45	Понча – пос. Пяозерский	49127	65.0	6.90	728	10.12.1976	Действ.	65.48	31.04	07	Сев-Зап.
46	Така – пгт Кестеньга	49128	28.0	2.10	132	29.12.1976	Действ.	65.54	31.53	07	Сев-Зап.
47	Кепа – пос. Кепа	49129	68.0	86.0	651	01.08.1977	Действ.	65.11	32.04	07	Сев-Зап.
48	Мининька – д. Тунгозеро	49130	34.0	8.60	232	01.01.1978	Действ.	65.46	31.14	07	Сев-Зап.
49	Контокки – г. Костомукша	49135	7.50	26.5	41.0	01.01.1980	Действ.	64.34	30.35	07	Сев-Зап.
50	Тунгуда – пос. Нов. Машозеро	49149	61.0	67.0	1200	29.07.1983	Действ.	64.22	33.24	07	Сев-Зап.
51	Янис-Йоки – пос. Хямекоски	72090	102	24.0	3650	28.10.1940	Действ.	61.52	30.59	05	Деп РГМ
52	Юуван-Йоки – пгт Вяртсиля	72095	43.0	5.40	270	06.07.1973	Действ.	62.10	30.46	05	Деп РГМ
53	Уксун-Йоки – д. Ууксу	72096	119	1.60	1080	06.10.1940	Действ.	61.30	31.36	05	Деп РГМ
54	Тулема-Йоки – пгт Салми	72098	53.0	2.40	1700	26.07.1923	Действ.	61.22	31.52	05	Деп РГМ

№ п/п	Река – пост	Код	Расстояние от, км		F, км^2	Период действия		Координаты, град. мин.		№ МДС	Принадлежность
			истока	устья		открыт	закрыт	широта	долгота		
55	Эня-Йоки – д. Ряймяля	72102	82.0	8.40	450	10.08.1962	Действ.	62.21	31.58	05	Деп РГМ
56	Видлица – с. Большие Горы	72104	35.0	32.0	977	04.04.1927	Действ.	61.19	32.29	05	Деп РГМ
57	Новзема – с. Видлица	72106	33.0	3.40	245	11.08.1932	Действ.	61.13	31.26	05	Деп РГМ
58	Олонка – с. Верховье	72109	51.0	33.0	1090	26.11.1925	Действ.	60.59	33.01	05	Деп РГМ
59	Олонка – г. Олонец	72110	59.0	28.0	2120	20.04.1949	Действ.	60.59	32.59	05	Деп РГМ
60	Мегрега – д. Куйтежа	72113	24.0	28.0	381	11.04.1027	Действ.	60.56	33.07	05	Деп РГМ
61	Ивина – пгт Ладва	72130	15.0	28.0	862	18.12.1939	Действ.	61.21	34.38	05	Деп РГМ
62	Лендерка – пос. Лендеры	72738	115	35.0	4000	06.11.1929	Действ.	63.26	31.13	05	Деп РГМ
63	Тукса – с. Тукса	72739	19.0	6.20	142	28.07.1962	Действ.	61.02	31.51	05	Деп РГМ

Приложение Б – Основные статистические характеристики рядов минимальных суточных летне-осенних расходов воды

№ п/п	Код	Река – пост	F, км^2	$f_{оз}$	Среднее	q, л/с км^2	Cv	Cs	Cs/Cv	$\sigma_{Qср}$%	σ_{Cv}%
1	48021	Шуя – д.Бесовец.	9560	10	41,32	4,32	0,52	0,82	1,57	5,56	8,4
2	48028	Пета–оя – с.Крошнозеро.	68,6	23	0,18	2,62	0,78	1,02	1,31	11,93	13
3	48029	Сяньга – д.Чуралахта.	1610	8	9,39	5,83	0,52	1,08	2,08	6,16	9,3
4	48038	Суна – пгт Поросозеро.	3370	14	24,14	7,16	0,5	1,3	2,60	5,25	8,2
5	48043	Суна – д.Кивач.	570	13	1,95	3,42	0,4	0,05	0,13	6,84	12,8
6	48055	Уница – с.Уница.	340	3	0,79	2,32	0,83	1,87	2,25	9,55	10,2
7	48058	Кумса – г.Медвежьегорск.	735	8	2,23	3,03	0,68	1,09	1,60	8,79	10,7
8	48071	Пяльма – д.Пяльма.	908	2	1,98	2,18	0,55	0,96	1,75	6,53	9,4
9	48075	Водла – д.Водла.	8010	7	44,39	5,54	0,46	0,3	0,65	5,71	9,5
10	48079	Водла – г.Пудож.	12000	6	60,8	5,07	0,39	0,57	1,46	4,37	8,4
11	48085	Колода – д.Кубовская.	1330	3	3,05	2,29	0,41	0,94	2,29	5,68	10,4
12	48087	Сомба – д.Кривцы.	689	1	0,79	1,15	0,5	1,27	2,54	8,41	13
13	48089	Большая Велмукса – г.Пудож.	139	1	0,17	1,22	0,61	1,99	3,26	8,29	10,9
14	48090	Шалица – пос.Онежский.	593	9	1,22	2,06	0,55	1,03	1,87	6,84	9,8
15	48091	Черная – с.Каршево.	380	1	0,46	1,21	0,56	0,98	1,75	7,09	10
16	49014	Корпи–Йоки – пос.Пяозерский.	217	14	1,09	5,02	0,44	0,6	1,36	6,35	10,9
17	49026	Гридина – с.Гридино.	540	15	1,54	2,85	0,51	0,51	1,00	8,49	12,9
18	49030	Кузема – ст.Кузема.	882	10	3,58	4,06	0,59	1,49	2,53	7,49	10,1
19	49048	Войница – с.Войница.	869	6	4,83	5,56	0,37	0,32	0,89	5,22	10,6

№ п/п	Код	Река – пост	F, км^2	$f_{оз}$	Среднее	q, л/с км^2	Cv	Cs	Cs/Cv	$\sigma_{Qср}$%	σ_{Cv}%
20	49054	Керкешь – устье.	77,4	10	0,81	10,47	0,3	0,27	0,91	3,97	9,8
21	49055	Чирко–Кемь – с.Андронова гора.	2730	6	18,07	6,62	0,5	1,3	2,60	6,5	10,1
22	49058	Чирко–Кемь – с.Юшкозеро.	8220	8	54,64	6,65	0,46	1,13	2,45	5,58	9,3
23	49090	Выг(Верхний) – д.Огорелыши.	2210	2	4,76	2,15	0,49	0,34	0,7	5,79	9,2
24	49103	Волома – д.Венгигора.	1860	15	11,88	6,39	0,45	0,82	1,83	6,82	11,6
25	49110	Онда – пос.Лососий порог.	3360	13	21,9	6,52	0,33	0,8	2,39	4,6	10,2
26	49114	Онигма – пос.Черный порог.	349	6	1,53	4,38	0,53	1,3	2,46	6,39	9,5
27	49120	Летняя – пос.Летний 1–й.	570	7	1,86	3,26	0,68	1,81	2,66	8,03	9,8
28	49123	Сума – с.Сумский Посад.	1990	14	12,27	6,17	0,43	0,37	0,86	4,53	8
29	49127	Понча – пос.Пяозерский.	728	1	3,57	4,90	0,3	0,34	1,12	4,49	10,8
30	49128	Така – пгт Кестеньга.	132	1	0,36	2,73	0,64	1,51	2,34	9,41	11,9
31	49129	Кепа – пос.Кепа.	651	1	3,91	6,01	0,36	0,97	2,68	5,34	11
32	49130	Мининька – д.Тунгозеро.	232	1	1,2	5,17	0,5	1,73	3,43	7,43	11,4
33	49135	Контокки – г.Костомукша.	41	1	0,27	6,59	0,41	1,2	2,92	6,17	11,3
34	49149	Тунгуда – пос.Новое Машозеро.	1200	1	8,72	7,27	0,47	0,5	1,06	7,42	12,1
35	72090	Янис–Йоки – пос.Хямекоски.	3650	10	21,83	5,98	0,37	0,4	1,10	4,35	8,9
36	72095	Юуван–Йоки – пгт Вяртсиля.	270	4	0,87	3,22	0,62	1,28	2,05	9,98	12,8
37	72096	Уксун–Йоки – д.Ууксу.	1080	5	4,5	4,17	0,54	0,61	1,13	6,91	10
38	72104	Видлица – с.Большие Горы.	977	11	5,36	5,49	0,47	0,73	1,54	5,2	8,5
39	72106	Новзема – с.Видлица.	245	3	0,99	4,04	0,5	0,96	1,93	6,1	9,5
40	72109	Олонка – с.Верховье.	1090	4	2,62	2,40	0,65	1,33	2,05	7,19	9,2

№ п/п	Код	Река – пост	F, км^2	$f_{оз}$	Среднее	q, л/с км^2	Cv	Cs	Cs/Cv	$\sigma_{Qср}$%	σ_{Cv}%
41	72110	Олонка – г.Олонец.	2120	3	4,18	1,97	0,6	1,17	1,94	7,22	9,7
42	72738	Лендерка – пос.Лендеры.	4000	14	37,58	9,40	0,41	0,98	2,37	4,95	9,1

Приложение В – Примеры эмпирических и аналитических кривых обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды рек Карелии для однородных рядов

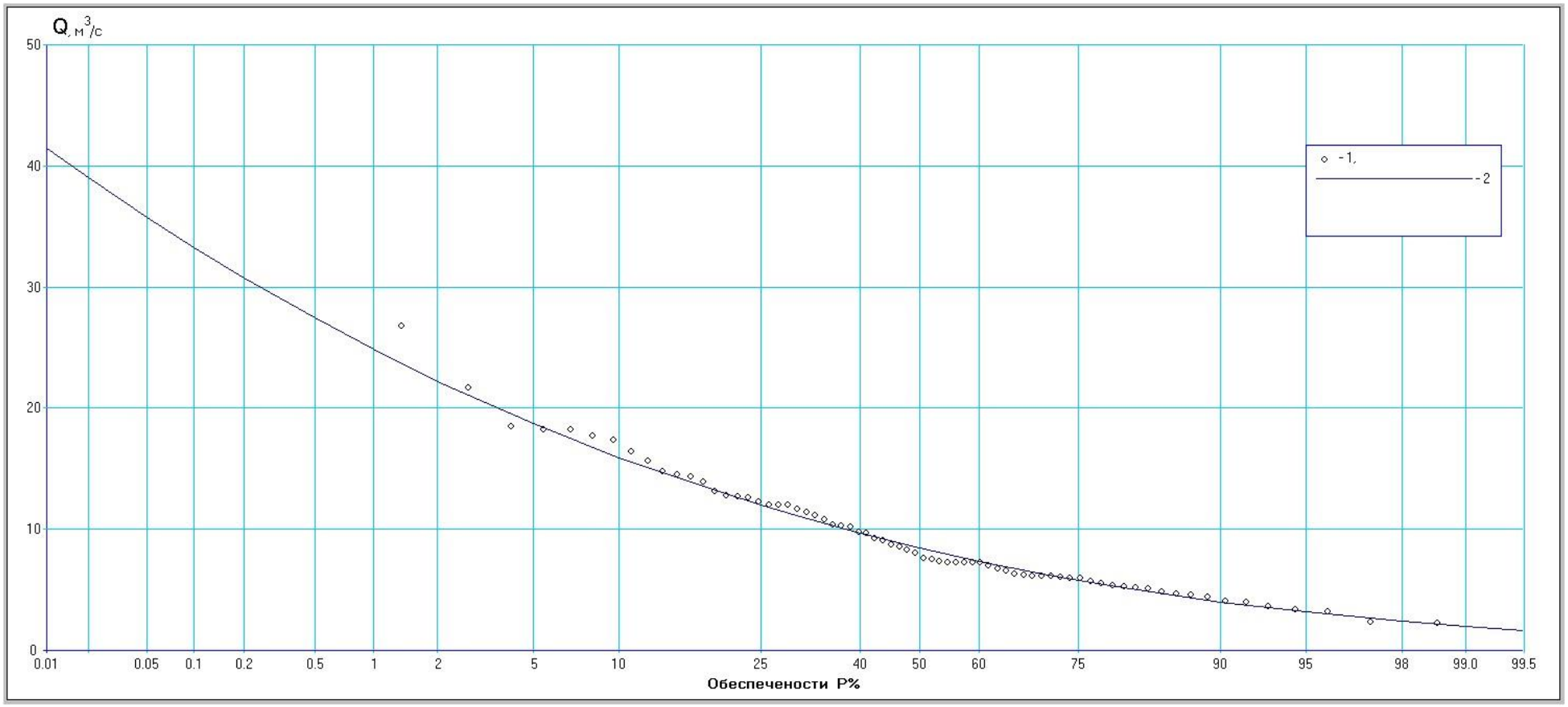


Рисунок В.1 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Сяньга – д.Чуралахта;

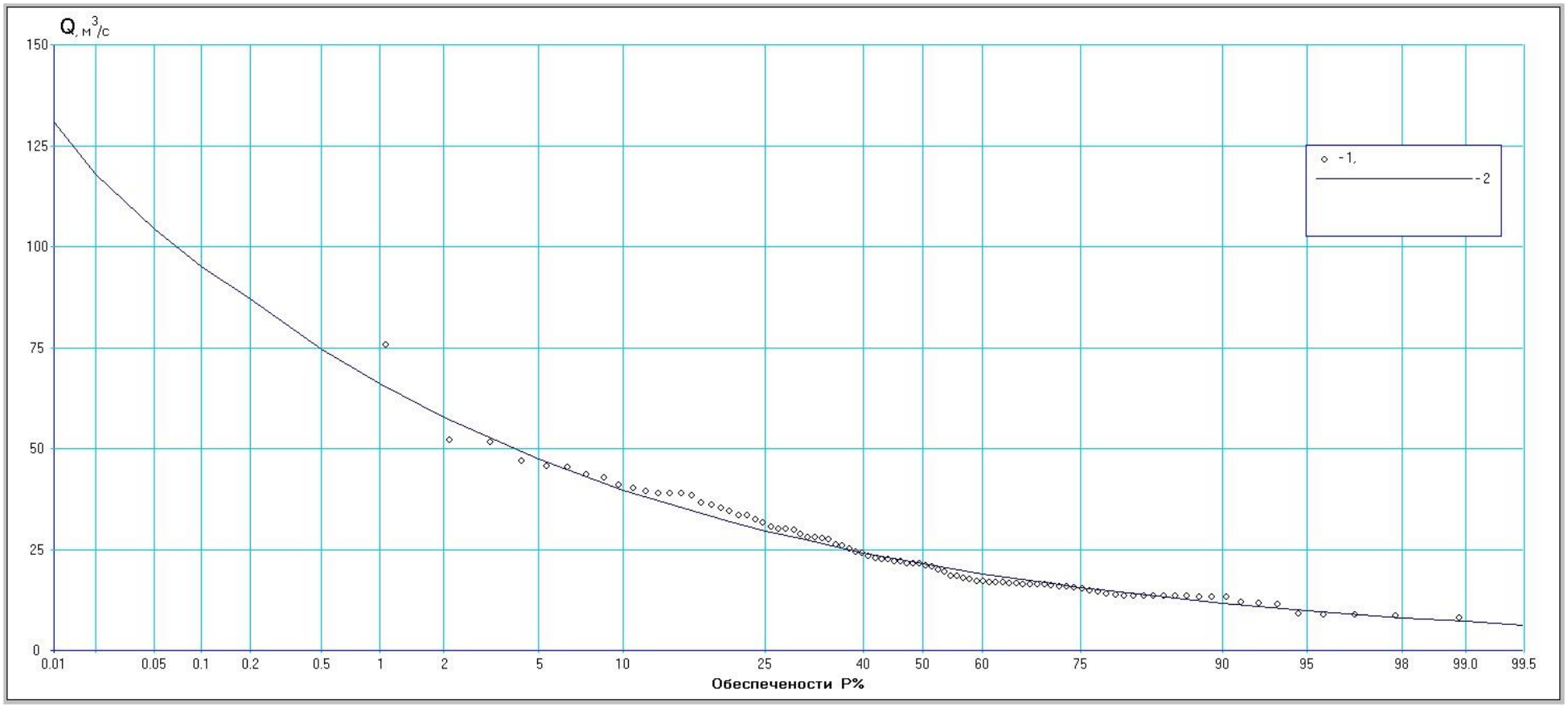


Рисунок В.2 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Суна – пгт Поросозеро;

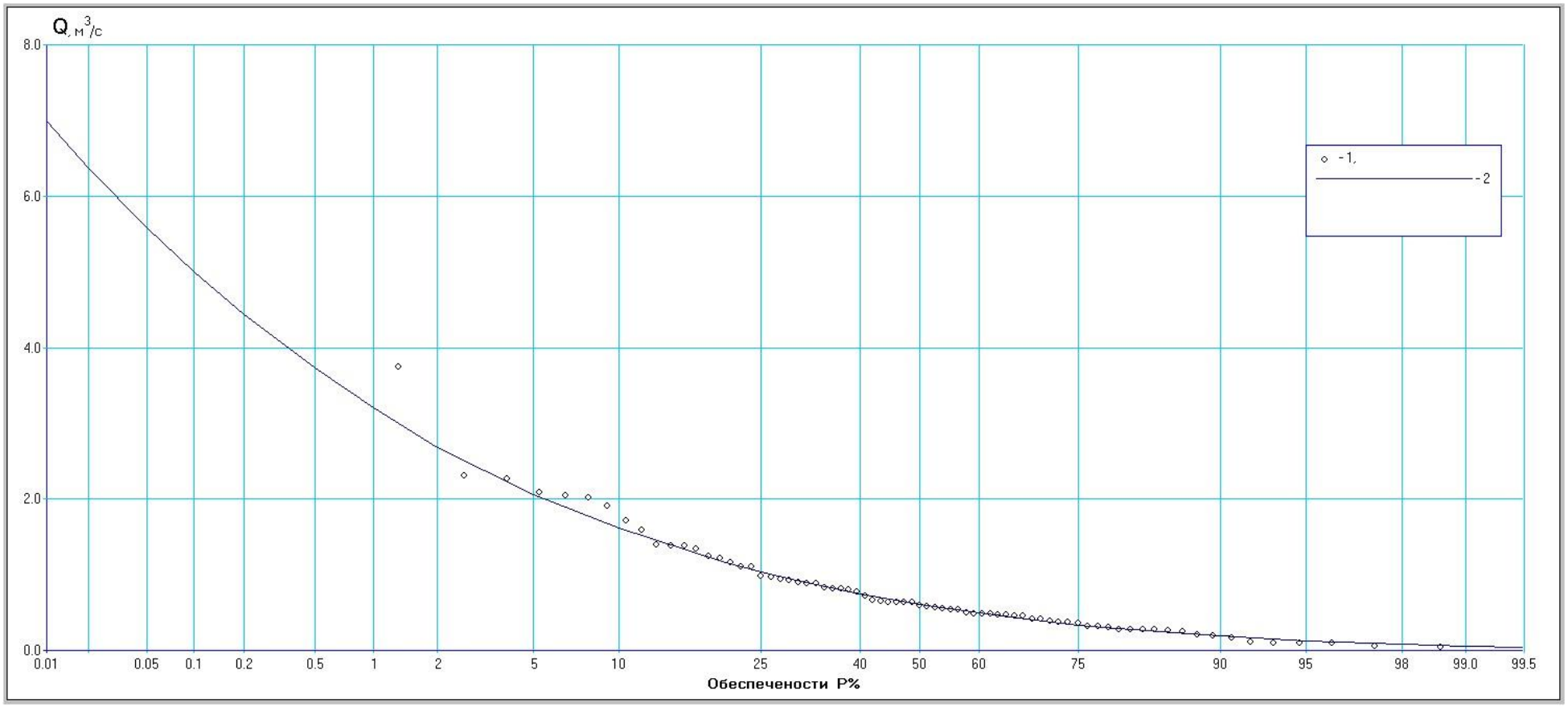


Рисунок В.3 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Уница – с.Уница;

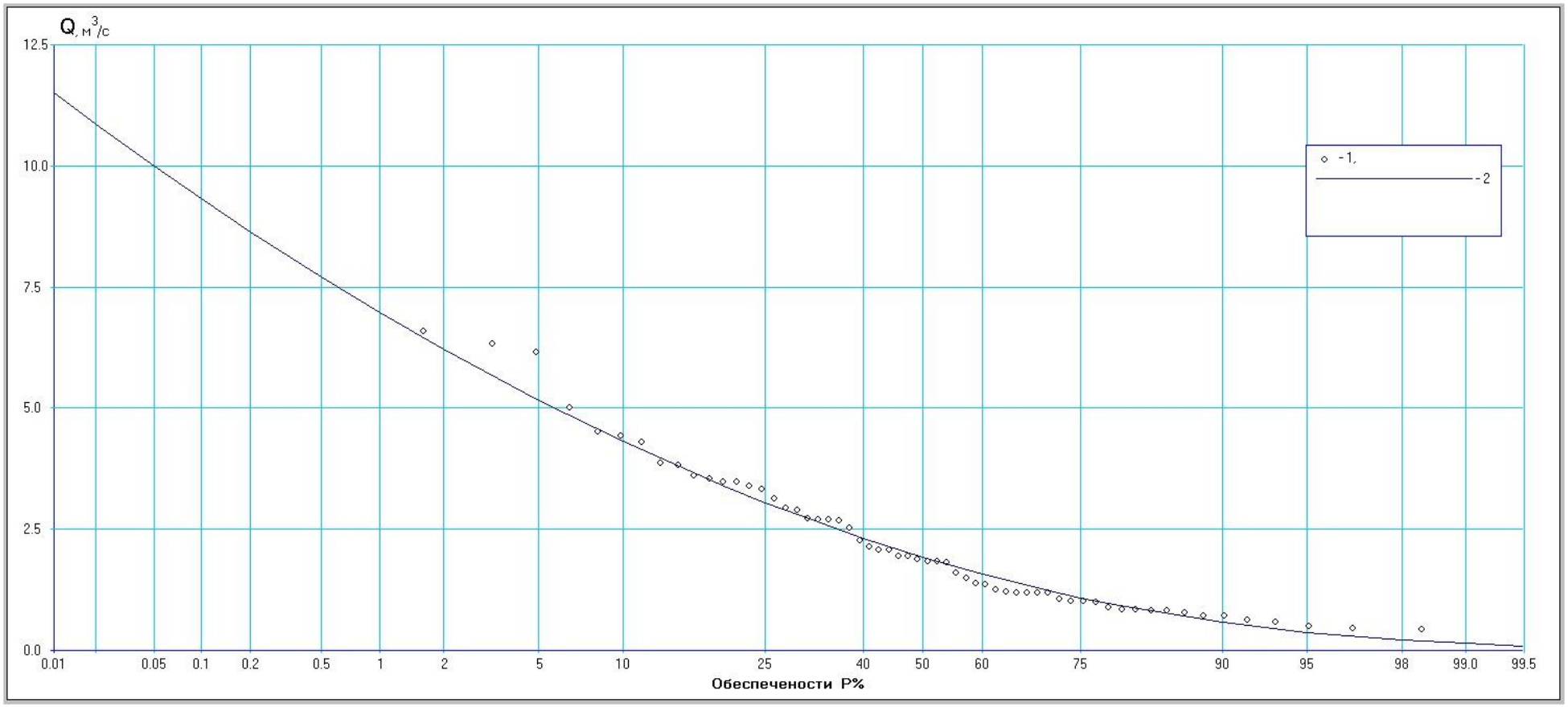


Рисунок В.4 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Кумса – г.Медвежьегорск;

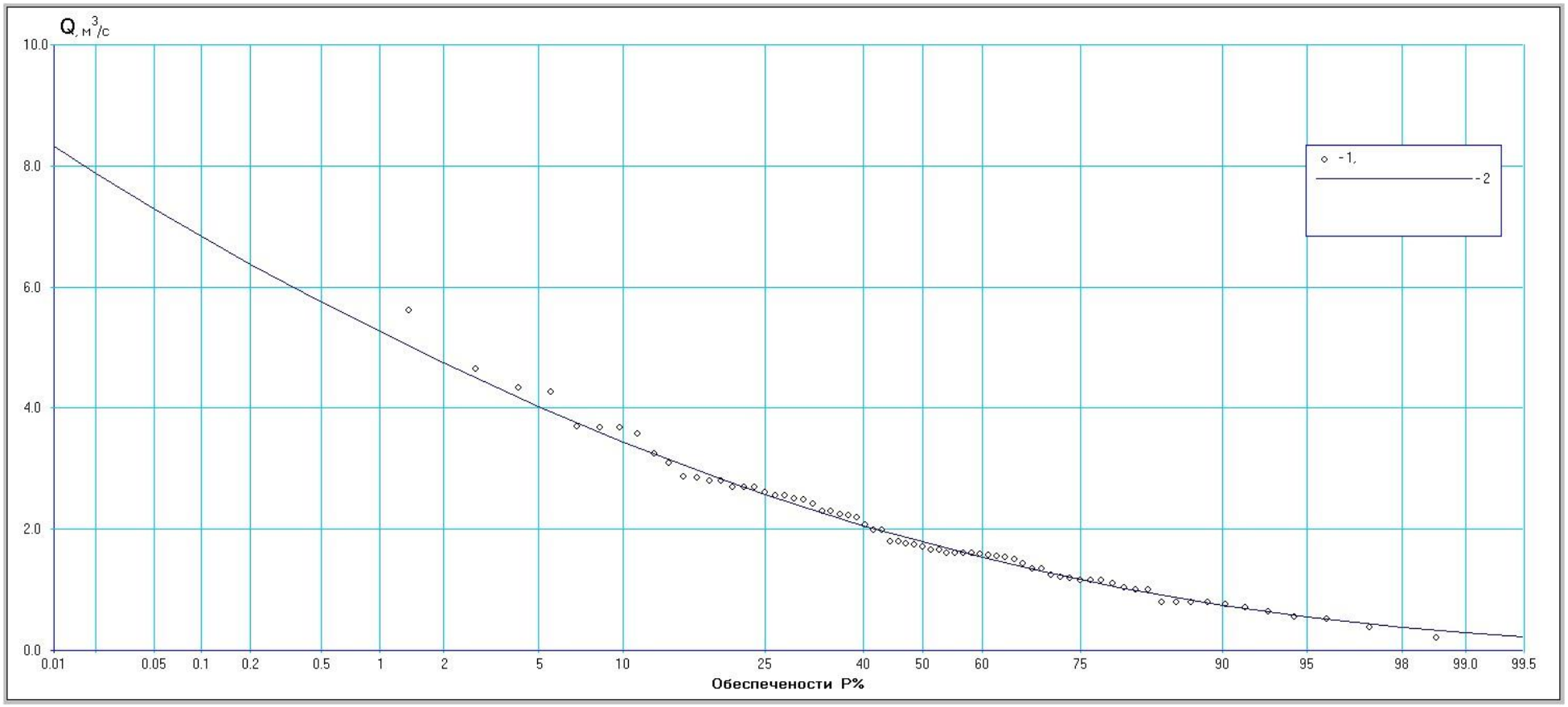


Рисунок В.5 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Пяльма – д.Пяльма;

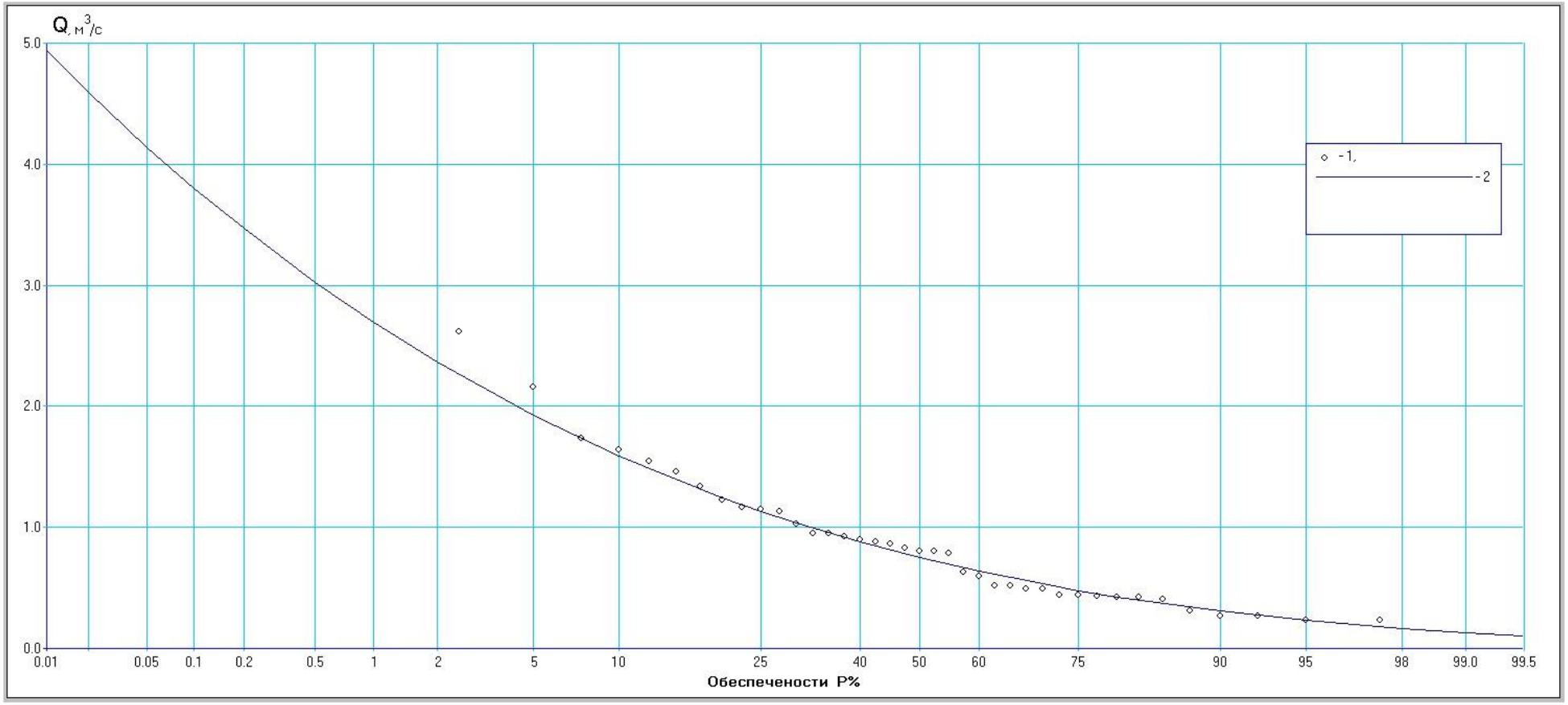


Рисунок В.6 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Юуван-Йоки – пгт Вяртсиля;

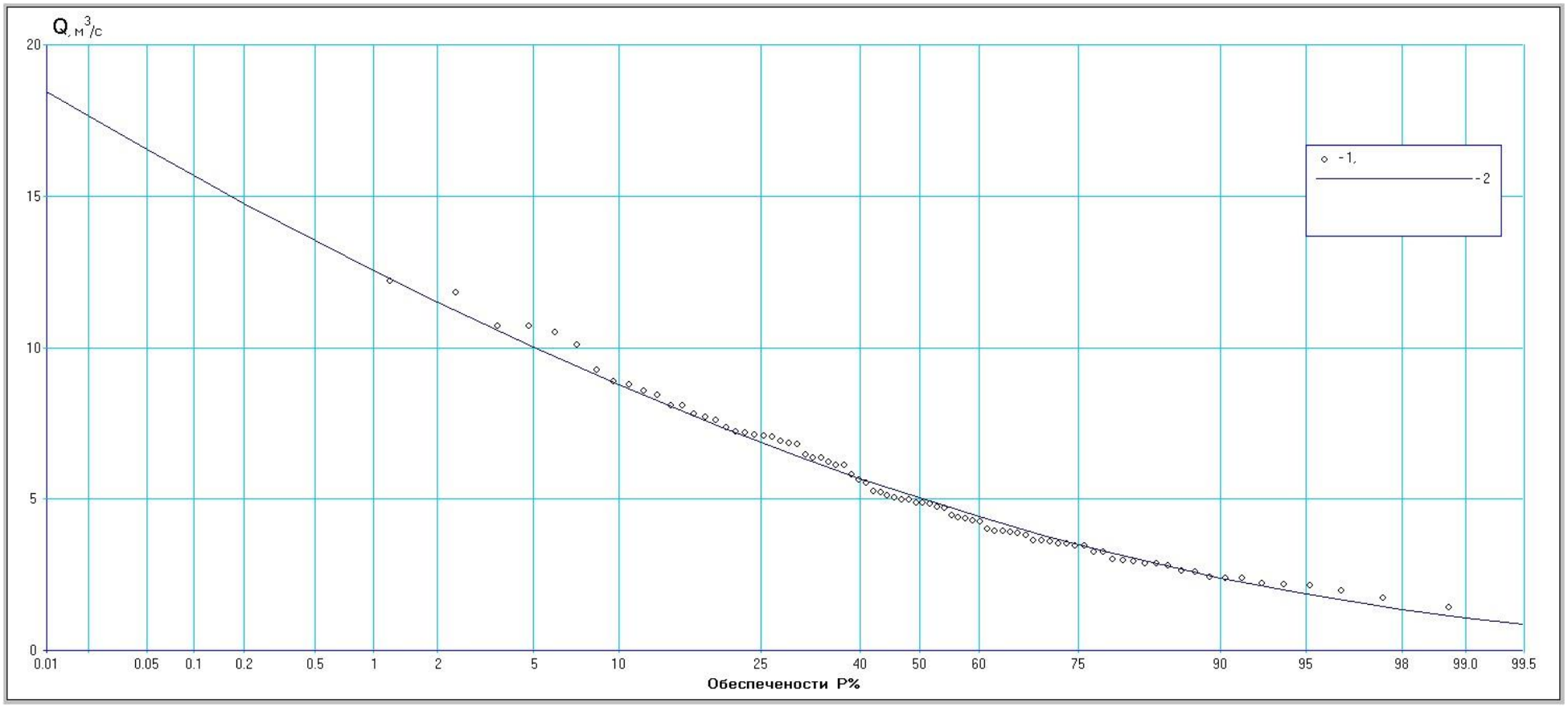


Рисунок В.7 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Видлица – с.Большие Горы.;

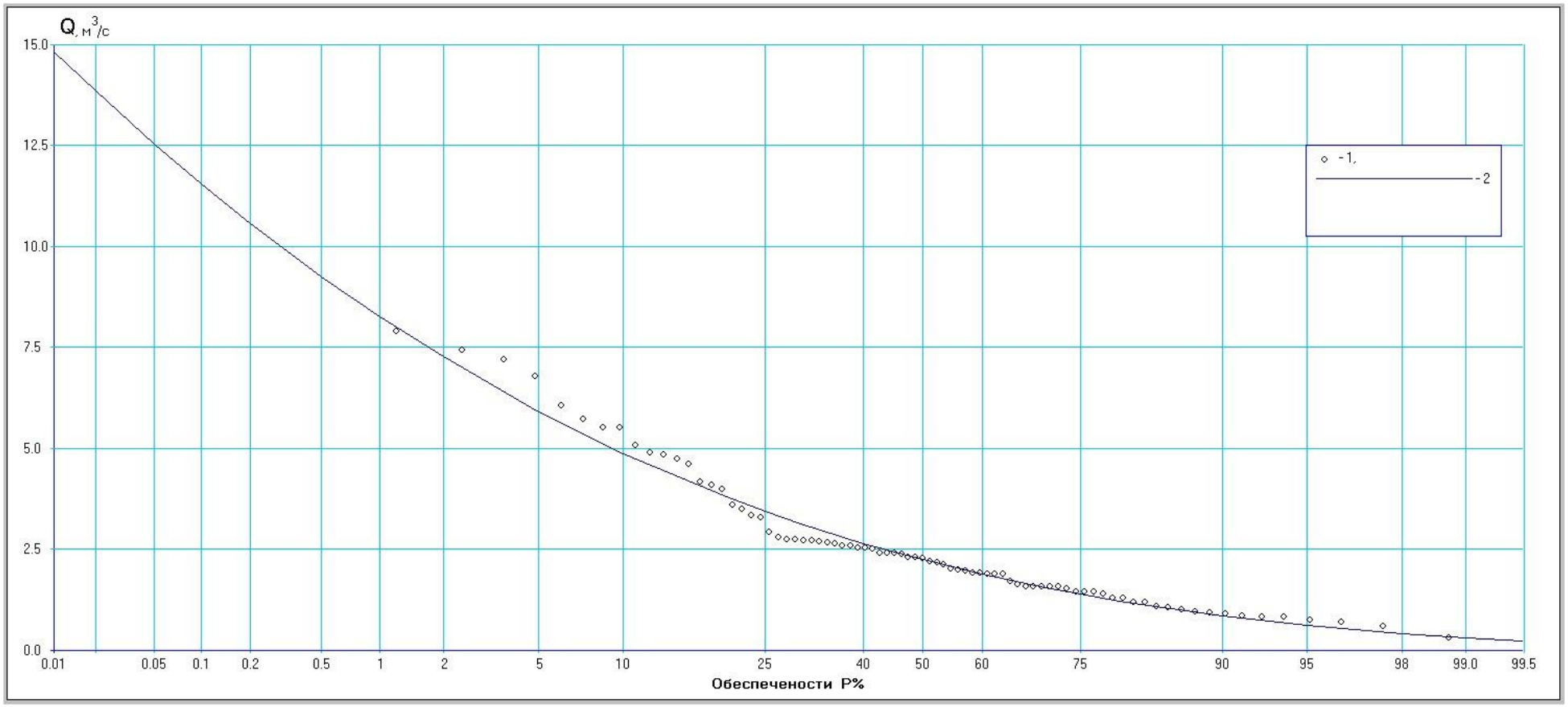


Рисунок В.8 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Олонка – с.Верховье;

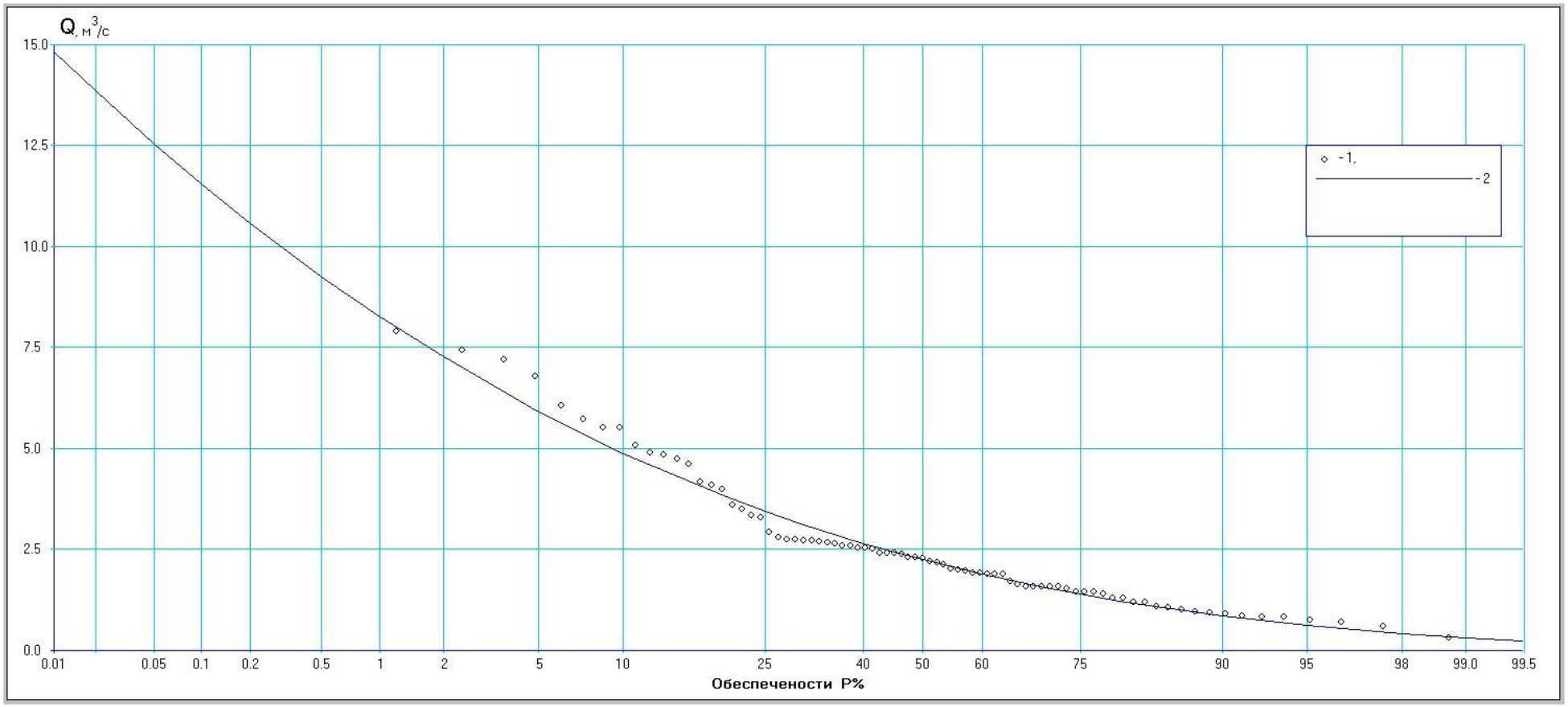


Рисунок В.9 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Олонка – с.Верховье;

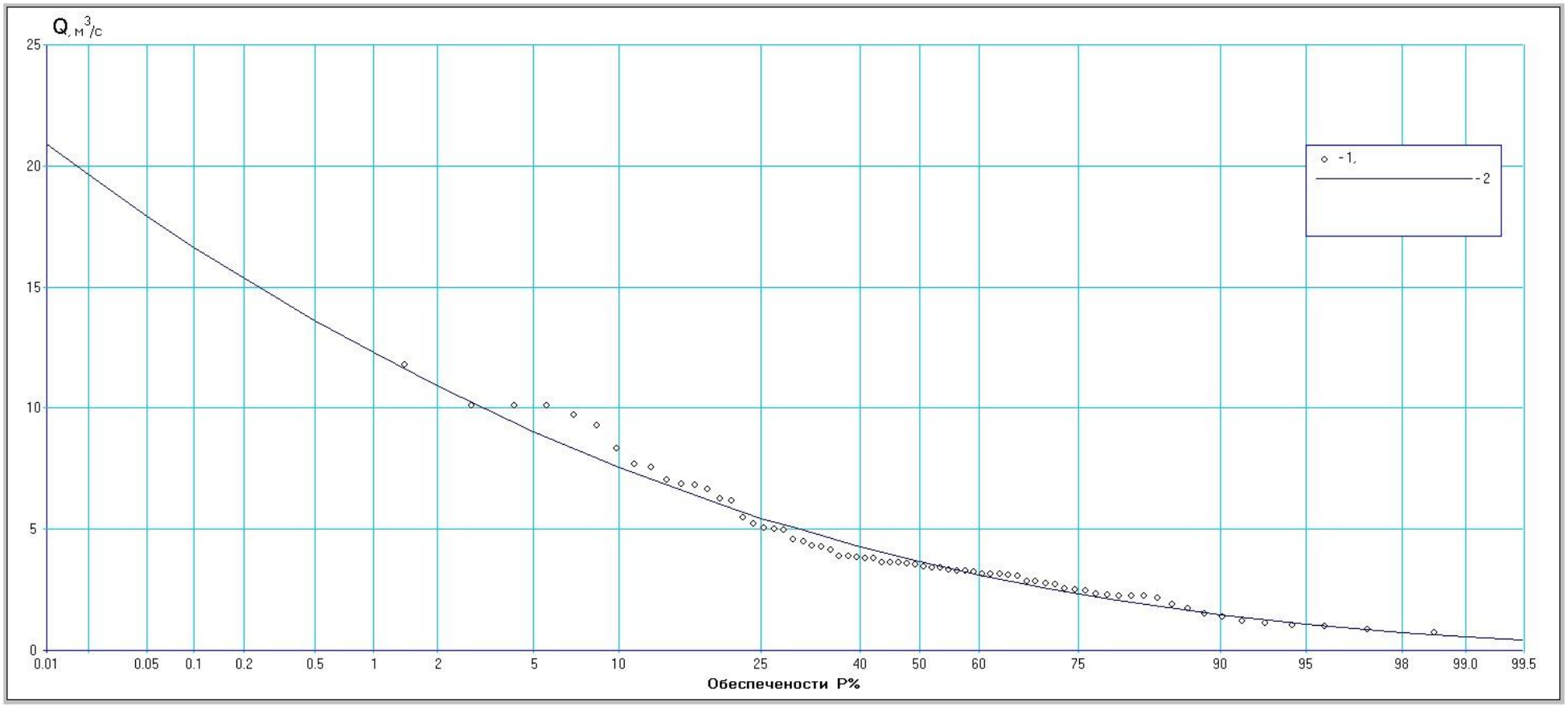


Рисунок В.10 – Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей минимальных суточных летне-осенних расходов воды; р.Олонка - г.Олонец;

Приложение Г – Расчетные значения минимальных суточных летне-осенних расходов воды рек Карелии, $м^3/с$

№	Река – пост	F, $км^2$	$f_{оз}$	Обеспеченность Р%										
				1	5	10	25	50	75	80	90	95	97	99
1	Контокки – г.Костомукша.	41	1	0,64	0,48	0,42	0,33	0,25	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
2	Пета–оя – с.Крошнозеро.	68,6	23	0,63	0,46	0,38	0,26	0,16	0,08	0,06	0,03	0,00	–0,02	–0,03
3	Керкешь – устье.	77,4	10	1,42	1,22	1,12	0,96	0,80	0,64	0,60	0,51	0,44	0,35	0,30
4	Така – пгт Кестеньга.	132	1	1,16	0,81	0,66	0,45	0,29	0,19	0,17	0,14	0,12	0,10	0,10
5	Большая Велмукса – г.Пудож.	139	1	0,58	0,39	0,31	0,20	0,13	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09
6	Корпи–Йоки – пос.Пяозерский.	217	14	2,44	1,97	1,74	1,39	1,04	0,74	0,68	0,51	0,39	0,26	0,19
7	Мининька – д.Тунгозеро.	232	1	3,43	2,43	1,99	1,43	1,01	0,77	0,73	0,67	0,64	0,62	0,62
8	Новзема – с.Видлица.	245	3	2,48	1,92	1,65	1,26	0,91	0,63	0,57	0,43	0,34	0,25	0,21
9	Юуван–Йоки – пгт Вяртсиля.	270	4	2,69	1,94	1,60	1,14	0,75	0,47	0,43	0,31	0,25	0,20	0,18
10	Уница – с.Уница.	340	3	2,72	1,63	1,17	0,90	0,46	0,29	0,23	0,20	0,18	0,18	0,18
11	Онигма – пос.Черный порог.	349	6	4,18	3,11	2,61	1,92	1,35	0,93	0,85	0,69	0,58	0,49	0,46
12	Черная – с.Каршево.	380	1	1,25	0,95	0,81	0,60	0,42	0,27	0,24	0,17	0,12	0,08	0,06
13	Гридина – с.Гридино.	540	15	3,67	2,95	2,58	2,02	1,47	0,98	0,87	0,59	0,39	0,17	0,04
14	Летняя – пос.Летний 1–й.	570	7	6,49	4,43	3,51	2,35	1,46	0,97	0,88	0,74	0,68	0,65	0,64
15	Шалица – пос.Онежский.	593	9	3,28	2,49	2,12	1,58	1,10	0,72	0,65	0,48	0,36	0,24	0,19
16	Кепа – пос.Кепа.	651	1	8,24	6,59	5,81	4,68	3,67	2,87	2,71	2,33	2,07	1,83	1,72
17	Сомба – д.Кривцы.	689	1	2,11	1,56	1,32	0,98	0,69	0,50	0,46	0,39	0,34	0,30	0,29
18	Понча – пос.Пяозерский.	728	1	6,38	5,46	5,00	4,25	3,49	2,80	2,64	2,22	1,90	1,55	1,34
19	Кумса – г.Медвежьегорск.	735	8	7,01	5,15	4,27	3,03	1,95	1,11	0,95	0,58	0,33	0,10	0,00
20	Войница – с.Войница.	869	6	9,38	7,90	7,15	5,95	4,72	3,58	3,33	2,64	2,12	1,54	1,19
21	Кузема – ст.Кузема.	882	10	10,9	7,82	6,42	4,53	3,02	2,03	1,85	1,51	1,29	1,14	1,10

№	Река – пост	F, км^2	$f_{оз}$	Обеспеченность Р%										
				1	5	10	25	50	75	80	90	95	97	99
22	Пяльма – д.Пяльма.	908	2	5,26	4,02	3,43	2,57	1,80	1,18	1,05	0,75	0,54	0,35	0,25
23	Видлица – с.Большие Горы.	977	11	12,6	9,98	8,74	6,85	5,05	3,53	3,20	2,39	1,84	1,20	0,88
24	Уксун–Йоки – д.Ууксу.	1080	5	11,3	8,93	7,76	5,98	4,24	2,73	2,41	1,57	0,98	0,32	–0,04
25	Олонка – с.Верховье.	1090	4	8,23	5,96	4,91	3,45	2,24	1,38	1,21	0,86	0,64	0,46	0,40
26	Тунгуда – пос.Новое Машозеро.	1200	1	19,8	16,0	14,1	11,2	8,35	5,79	5,24	3,77	2,69	1,51	0,83
27	Колода – д.Кубовская.	1330	3	6,87	5,43	4,74	3,75	2,95	2,13	1,98	1,63	1,39	1,17	1,06
28	Сяньга – д.Чуралахта.	1610	8	24,8	18,8	16,0	12,0	8,48	5,75	5,24	4,03	3,21	2,44	2,12
29	Волома – д.Венгигора.	1860	15	27,5	21,7	19,0	14,3	11,1	8,00	7,33	5,73	4,85	3,53	2,97
30	Сума – с.Сумский Посад.	1990	14	26,1	21,5	19,3	15,6	11,9	8,51	7,76	5,74	4,19	2,51	1,47

Приложение Д – Расчетные значения минимальных суточных летне-осенних модулей стока рек Карелии, л/с км^2

№	Река – пост	F, км^2	$f_{оз}$	Обеспеченность Р%										
				1	5	10	25	50	75	80	90	95	97	99
1	Контокки – г.Костомукша.	41	1	15,6	11,7	10,2	8,0	6,1	4,6	4,4	3,9	3,4	3,2	2,9
2	Пета–оя – с.Крошнозеро.	68,6	23	9,18	6,71	5,54	3,79	2,33	1,17	0,87	0,44	0,00	0,00	0,00
3	Керкешь – устье.	77,4	10	18,3	15,8	14,5	12,4	10,3	8,3	7,8	6,6	5,7	4,5	3,9
4	Така – пгт Кестеньга.	132	1	8,8	6,1	5,0	3,4	2,2	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8
5	Большая Велмукса – г.Пудож.	139	1	4,2	2,8	2,2	1,4	0,9	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
6	Корпи–Йоки – пос.Пяозерский.	217	14	11,2	9,1	8,0	6,4	4,8	3,4	3,1	2,4	1,8	1,2	0,9
7	Мининька – д.Тунгозеро.	232	1	14,8	10,5	8,6	6,2	4,4	3,3	3,1	2,9	2,8	2,7	2,7
8	Новзема – с.Видлица.	245	3	10,1	7,8	6,7	5,1	3,7	2,6	2,3	1,8	1,4	1,0	0,9
9	Юуван–Йоки – пгт Вяртсиля.	270	4	10,0	7,2	5,9	4,2	2,8	1,7	1,6	1,1	0,9	0,7	0,7
10	Уница – с.Уница.	340	3	8,0	4,8	3,4	2,6	1,4	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5
11	Онигма – пос.Черный порог.	349	6	12,0	8,9	7,5	5,5	3,9	2,7	2,4	2,0	1,7	1,4	1,3
12	Черная – с.Каршево.	380	1	3,3	2,5	2,1	1,6	1,1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2
13	Гридина – с.Гридино.	540	15	6,8	5,5	4,8	3,7	2,7	1,8	1,6	1,1	0,7	0,3	0,1
14	Летняя – пос.Летний 1–й.	570	7	11,4	7,8	6,2	4,1	2,6	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1
15	Шалица – пос.Онежский.	593	9	5,5	4,2	3,6	2,7	1,9	1,2	1,1	0,8	0,6	0,4	0,3
16	Кепа – пос.Кепа.	651	1	12,7	10,1	8,9	7,2	5,6	4,4	4,2	3,6	3,2	2,8	2,6
17	Сомба – д.Кривцы.	689	1	3,1	2,3	1,9	1,4	1,0	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
18	Понча – пос.Пяозерский.	728	1	8,8	7,5	6,9	5,8	4,8	3,8	3,6	3,0	2,6	2,1	1,8
19	Кумса – г.Медвежьегорск.	735	8	9,5	7,0	5,8	4,1	2,7	1,5	1,3	0,8	0,4	0,1	0,0
20	Войница – с.Войница.	869	6	10,8	9,1	8,2	6,8	5,4	4,1	3,8	3,0	2,4	1,8	1,4
21	Кузема – ст.Кузема.	882	10	12,4	8,9	7,3	5,1	3,4	2,3	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2

№	Река – пост	F, км^2	$f_{оз}$	Обеспеченность Р%										
				1	5	10	25	50	75	80	90	95	97	99
22	Пяльма – д.Пяльма.	908	2	5,8	4,4	3,8	2,8	2,0	1,3	1,2	0,8	0,6	0,4	0,3
23	Видлица – с.Большие Горы.	977	11	12,9	10,2	8,9	7,0	5,2	3,6	3,3	2,4	1,9	1,2	0,9
24	Уксун–Йоки – д.Ууксу.	1080	5	10,5	8,3	7,2	5,5	3,9	2,5	2,2	1,5	0,9	0,3	0,0
25	Олонка – с.Верховье.	1090	4	7,6	5,5	4,5	3,2	2,1	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,4
26	Тунгуда – пос.Новое Машозеро.	1200	1	16,5	13,3	11,8	9,3	7,0	4,8	4,4	3,1	2,2	1,3	0,7
27	Колода – д.Кубовская.	1330	3	5,2	4,1	3,6	2,8	2,2	1,6	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8
28	Сяньга – д.Чуралахта.	1610	8	15,4	11,7	9,9	7,5	5,3	3,6	3,3	2,5	2,0	1,5	1,3
29	Волома – д.Венгигора.	1860	15	14,8	11,7	10,2	7,7	6,0	4,3	3,9	3,1	2,6	1,9	1,6
30	Сума – с.Сумский Посад.	1990	14	13,1	10,8	9,7	7,8	6,0	4,3	3,9	2,9	2,1	1,3	0,7