



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»


Кафедра Гидрологии суши

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему

**Водный режим рек бассейна  
р. Туры**

<b>Исполнитель</b>	Корнилова Надежда Николаевна
<b>Руководитель</b>	к.г.н., доцент Мальшева Наталья Геннадьевна

<b>«К защите допускаю» Заведующий кафедрой</b>	 (подпись)
канд. геогр. наук. Сикан Александр Владимирович	

«20» июня 2017 г.

Санкт-Петербург  
2017



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
	.
ВВЕДЕНИЕ	
1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА р. ТУРЫ	
2 ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ БАСЕЙНА р.ТУРЫ	
3 КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ	
4 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	
4.1 Оценка трендов гидрологических рядов	
4.2 Проверка рядов на однородность	
4.3 Расчет параметров распределения и обеспеченных рас- ходов воды на реках бассейна р. Туры	
4.3.1 Годовой сток	
4.3.2 Максимальный сток весеннего половодья	
4.3.3 Минимальный сток	
5 КАРТИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГОДОВОГО СТОКА РЕК БАСЕЙНА Р. ТУРЫ КАРТЫ	
5.1 Построение карты изолиний годового модуля стока для средних рек бассейна р. Туры	
5.2 Построение карты изолиний значения коэффициента ва- риации $C_v$	
5.3 Районирование $C_s/C_v$	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	

## ВВЕДЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе оценивался водный режим бассейна рек Туры в рядах годового, максимального и минимального стока бассейна р. Туры, а также уделялось внимание климатическим характеристикам – осадкам и температуре воздуха. Использовались данные по 6 створам наблюдений за период с начала наблюдений по 1985 г. включительно. Длина рядов составила от 28 до 90 лет.

В 1 и 2 главах выпускной квалификационной работы бакалавра приводятся соответственно физико-географическая и гидрологическая изученность бассейна р. Туры.

В 3. главе описывается климатическая характеристика района исследований.

В 4 главе проводится анализ исходных данных и оценка трендов гидрологических рядов, а так же выполнен расчет статистических характеристик гидрологических рядов и обеспеченных расходов воды на реках бассейна р. Туры.

В главе 5 построены карты изолиний годового модуля стока и значения коэффициента вариации  $C_v$ , а также произведено районирование  $C_s/ C_v$ .

В заключении сформулированы основные выводы по результатам расчетов.

## 1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА р. ТУРЫ

Бассейн р. Туры, представленные на рисунке 1. располагается на территории Тюменской и Свердловской областей.



Рисунок 1.1 – Бассейна р. Туры

Бассейн реки Тура простирается в длину на 505 км и в ширину до 285 км. Отличается ассиметричным строением, правобережная его часть по площади в три раза превышает левобережную. По характеру рельефа бассейн представляет всхолмленную равнину с абсолютными отметками преимущественно 60 – 160 м. Изменение высотных отметок хорошо видно на рисунке 2, представляющему собой физическую карту района.

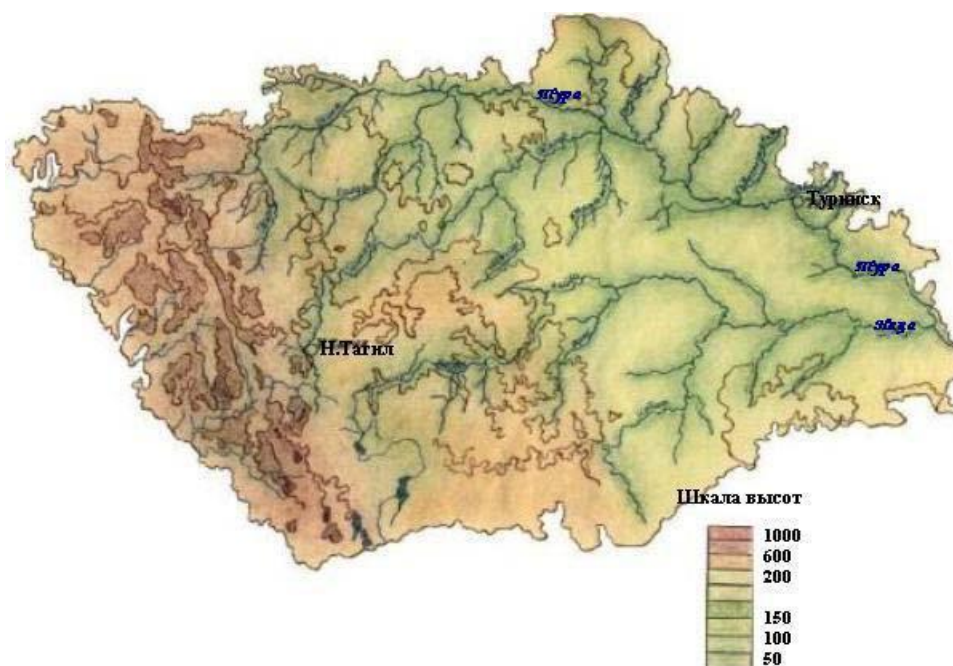


Рисунок 1.2 - Физическая карта бассейна р. Туры

В верхней части водосбора преобладают массивно-кристаллические эффузивные и интрузивные породы, в средней - осадочные песчано-глинистые грунты, в нижней преимущественно осадочные супесчаные. Почвы преимущественно подзолистые, местами болотные. К югу от верховьев р. Туры преобладают дерново-подзолистые и отчасти серые лесные почвы, сформировавшиеся на третичных глинах. В районе г. Нижняя Тура, в верхних частях бассейнов рек Тагила и Нейвы распространены карстовые явления. Поверхностные формы карста представлены небольшими воронками и суходолами, к которым относятся участки притоков р. Нейвы. Древние карстовые формы более значительны по размерам.

По характеру растительности водосбор относится к зоне лесов (залесенность водосбора 51%, до Туринска 57%). Лесные массивы разобцены травяными, реже сфагновыми болотами, а также открытыми луговыми участками. В бассейне болота распределяются отдельными крупными пятнами, преобладают хвойные и лиственные породы. Заболоченность бассейна увеличивается с запада на восток и составляет 20% (до Туринска 27%). Озера сосредоточены в горной части бассейна и в междуречье Пышмы и Туры.

*Dmitriy Sukhnov®  
Photographer*





## 2 .ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ БАССЕЙНА р. ТУРЫ

Река Тура образуется от слияния нескольких ключей на восточном склоне Главного Уральского хребта, в 4 км к юго-западу от ж.д. станции Хребет-Уральский и в 18 км к северо-западу от г. Кушва Свердловской области, впадает в р. Тобол слева на 260-м км от устья. Все основные реки бассейна р. Тобол текут с северо-запада на юго-восток (рисунок 2). Для этих рек характерно обилие стоячих вод – обширных болот и многочисленных озер. Главные притоки р. Тобол текут, в основном, в широтном направлении на значительном расстоянии друг от друга. Долины их широкие, а берега низкие и болотистые, причем не только на равнине, но нередко и в горной части территории. Река Тура от верховья до г. Верхотурье носит горный характер с большим количеством плотин. Долина реки на этом участке узкая, преимущественно с крутыми каменистыми склонами, покрытыми смешанным лесом. Русло реки на этом участке имеет много порогов и перекатов. Преобладающая глубина реки равна 0,7 м. Наибольшая скорость течения достигает 2,0 – 2,5 м/с. Ниже г. Верхотурье долина расширяется, в русле встречаются перекаты, осередки, косы и пляжи. Река течет здесь более спокойно, скорость течения не превышает 1,5 м/с, преобладающие глубины 2,0 м.

Река на этом участке пригодна для лесосплава и мелкого судоходства. От г. Туринск до устья река имеет:

- равнинный характер
- малые уклоны
- большую извилистость
- множество протоков и стариц.

Доминирующими глубинами являются 3,5 м, иногда они достигают 11 – 16 м. Регулярное судоходство осуществляется на участке от г. Туринск до устья. [8]



Площадь водосбора 80400 км<sup>2</sup> (до Туринска 29000 км<sup>2</sup>), средняя высота его 151 м (до Туринска 172 м). Общая длина реки 1030 км (до Туринска 588 км). Густота речной сети до створа

Туринск 0,34 км/км<sup>2</sup>.

Наиболее крупные притоки р. Тура:

- р. Салда
- р. Тагил
- р. Санкино
- р. Ницца
- р. Пышма

В данной работе рассматриваются ряды годового, максимального и минимального стока рек бассейна р. Тура. Всего было использовано 6 постов, число наблюдений, которых составляет от 31 до 89 лет. Самая маленькая площадь водосбора составила 3120 км<sup>2</sup> (р. Салда – Прокопьевская Салда), а самая большая площадь водосбора на реке Тура – Тюмень – 58500 км<sup>2</sup>.

Карта-схема расположения гидрологических постов представлена на рисунке 2.1; в таблице 2,1 – гидрографические характеристики рек, данные наблюдений по которым использовались в расчетах.

Таблица 2.1 – Гидрографические характеристики рек бассейна р. Тура

№ по МДС	Код	Река	Пункт	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$I$ , ‰	$H_{ср.}$ , м	$f_{оз.}$ , %	$f_{б.}$ , %	$f_{л.}$ , %
1	12264	Салда	Прокопьевская Салда	3120	146	61	168	0	37	61
2	12276	Тагил	Малыгина	3900	263	-	275	1	9	68
3	12239	Тура	Туринск	29000	588	-	172	0	27	57
4	12244	Тура	Тюмень	58500						
5	12383	Пышма	Богандинское	18600	68	-	144	0	10	50
6	12382	Пышма	Зотино	11000	298	-	168	0	11	48

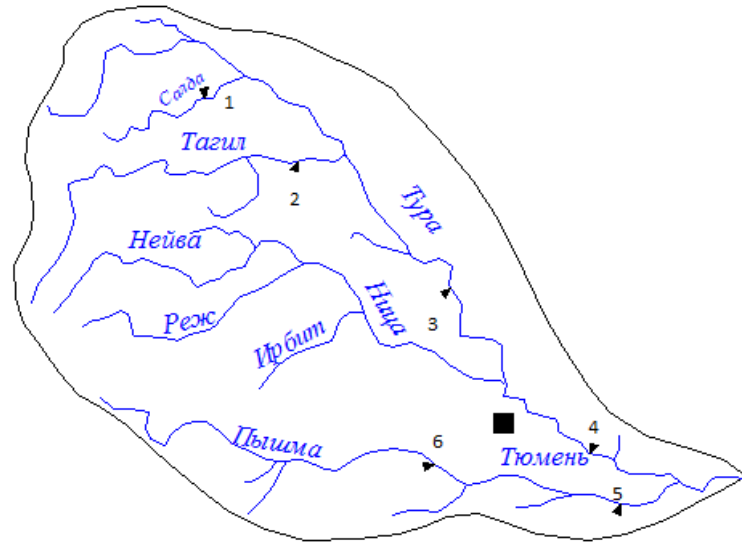


Рисунок 2.1 – Карта-схема расположения гидрологических постов

### 3. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Климат территории бассейна Туры умеренно-континентальный с продолжительной холодной зимой и сравнительно теплым и влажным летом. Зимой рассматриваемая территория находится преимущественно под влиянием сибирского антициклона, обуславливающего повсюду устойчивую морозную погоду. Здесь наблюдаются частые вторжения холодных воздушных масс с севера, а также прорывы южных циклонов, с которыми связаны резкие изменения погоды.

Летом территория находится, в основном, в области низкого давления. Нередко происходит вторжение воздушных масс с Баренцева и Карского морей, а также с Азорских островов.

Средняя годовая температура воздуха в бассейне Туры изменяется от 0,5 °С до 1,0 °С. Самый холодный месяц – январь. Средняя температура воздуха в январе от минус 16 °С до минус 17 °С. (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Средняя месячная и годовая температура воздуха

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Верхотурье	-17,3	-15,1	-7,7	2,3	8,9	14,7	17,0	14,4	8,7	0,7	-7,9	-15,1	0,3
Виспм	-17,0	-15,0	-8,2	2,0	8,7	13,9	16,0	13,5	8,1	0,2	-7,6	-14,3	0,0
Туринская Слобода	-18,0	-16,2	-8,3	3,0	10,8	15,7	17,8	15,0	9,5	0,9	-7,7	-14,8	0,6

Абсолютные минимумы температуры воздуха приходятся на декабрь – февраль и составляют от минус 48 °С до минус 51 °С. Переход средней суточной температуры через минус 5 °С, весной обычно осуществляется во второй половине марта (26 – 31 марта), переход через 0 °С осенью наступает 16 – 21 октября, а весной 4 – 10 сентября. В горных районах весна запаздывает по сравнению с прилегающими равнинами на 4 – 6 дней.

Переход средней суточной температуры воздуха через +5 °С на территории бассейна происходит 25 – 27 сентября, в горах он запаздывает на 4 – 5 дней.

Самый теплый месяц – июль. Средняя температура воздуха 17,2 – 17,7°C. В августе температура воздуха понижается, но остается достаточно высокой, в отдельные редкие годы она снижается до 5°C.

Устойчивый переход через +5° С осенью происходит в конце сентября – начале октября (27.сентябрь – 3.октябрь).

Переход средней суточной температуры через -5° С обычно совпадает с образованием устойчивого снежного покрова. Зима длится около 5 месяцев.

Годовые суммы осадков в бассейне Туры 450 – 580 мм. В течении года осадки выпадают неравномерно. Большая часть их, 70 – 75% годовой суммы, выпадает в теплый период года, остальные 25 – 30% – в зимний период (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Месячное и годовое количество осадков.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
Верхотурье	21	17	21	24	47	68	76	74	53	39	32	27	118	381	499
Висим	26	22	23	29	56	80	90	79	57	47	40	32	143	438	581
Туринская Слобода	19	16	18	26	37	63	72	62	47	36	28	25	106	343	449

Минимум осадков в течение года выпадает в январе – феврале. Наибольшее количество осадков наблюдается преимущественно в июле.

Образование устойчивого снежного покрова в горной части бассейна отмечается в третьей декаде октября, на остальной территории – в первой декаде ноября. Интенсивное нарастание снежного покрова происходит в начале зимы (ноябрь – декабрь). Максимальная высота снежного покрова наступает обычно во второй декаде марта. Высота снежного покрова на открытых участках доходит до 35 – 46 см, а на защищенных – 55 – 60 см. Максимальные снеготолщины наблюдаются обычно в марте. Распределение их по территории аналогично распределению высоты снежного покрова. Наибольшие величины максимальных снеготолщин наблюдаются в горной и северной частях бассейна (100 – 130 мм), на остальной территории запасы воды в снеге несколько ниже (90 – 100 мм).

Снеготаяние наблюдается, как правило, при установлении положительных температур воздуха в дневное время еще до устойчивого перехода сред-

них суточных значений через 0° С. Обычно оно начинается во второй декаде марта, и продолжается 15 – 20 дней, 21 в равнинной части и более 25 дней в горной.

Окончательный сход снежного покрова отмечается в верховьях р. Тагил в первой декаде апреля, на остальной территории бассейна – во второй декаде апреля, в горных районах – в первой декаде мая.

По данным агрометеорологической станции Тюмень с 1951 по 2016 год был проведен анализ изменения климатических характеристик: температуры воздуха и осадков за год, теплый и холодный периоды года.

На рисунках 3.1 – 3.6 представлены хронологические графики хода температуры воздуха и суммарных осадков.

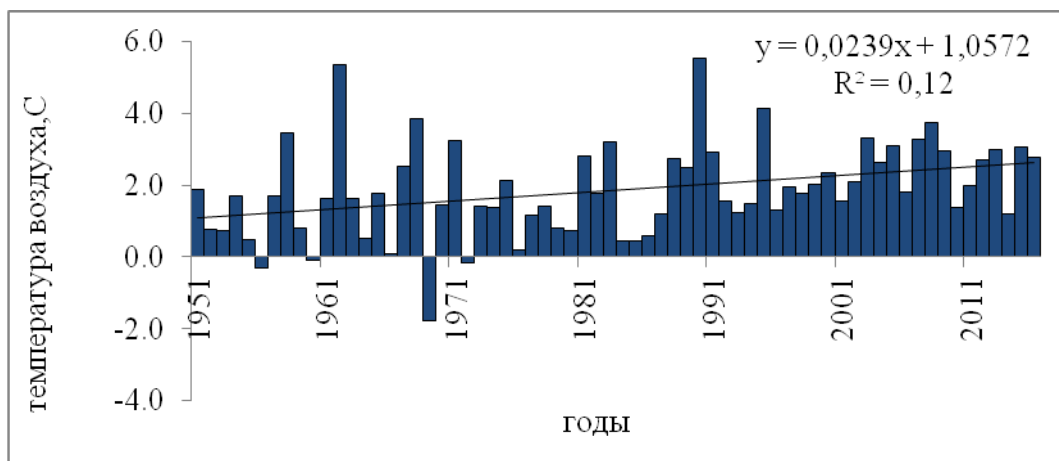


Рисунок 3.1 – Средняя температура воздуха за год по агрометеорологической станции Тюмень

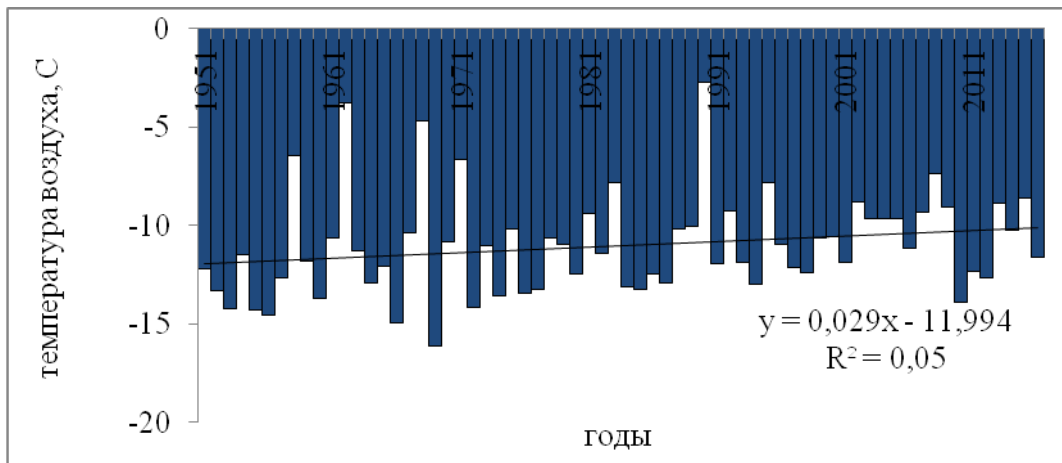


Рисунок 3.2 – Средняя температура воздуха за холодный период по агрометеорологической станции Тюмень

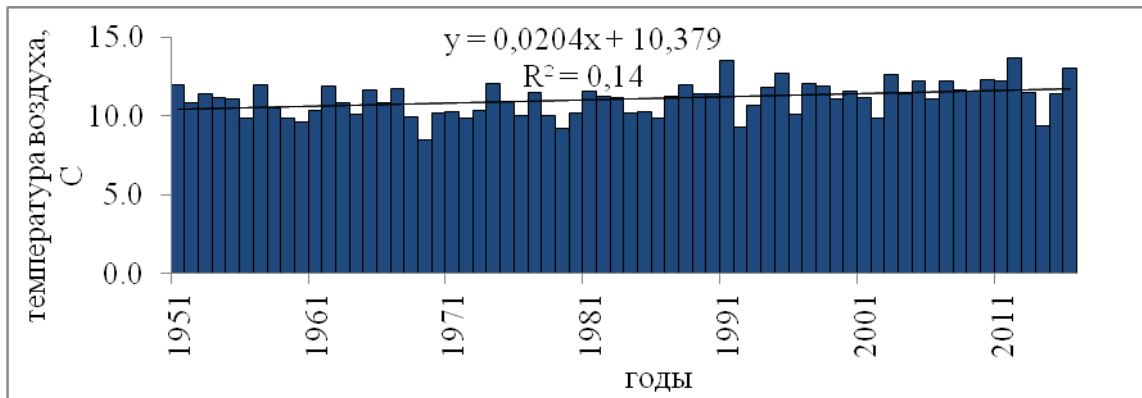


Рисунок 3.3 – Средняя температура воздуха за теплый период по данным станции агрометеорологической станции Тюмень

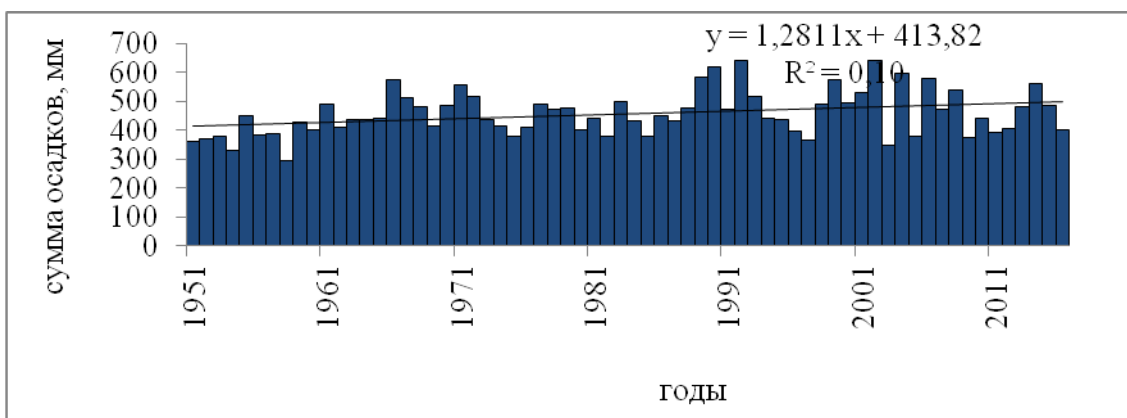


Рисунок 3.4 – Сумма осадков за год по данным агрометеорологической станции Тюмень

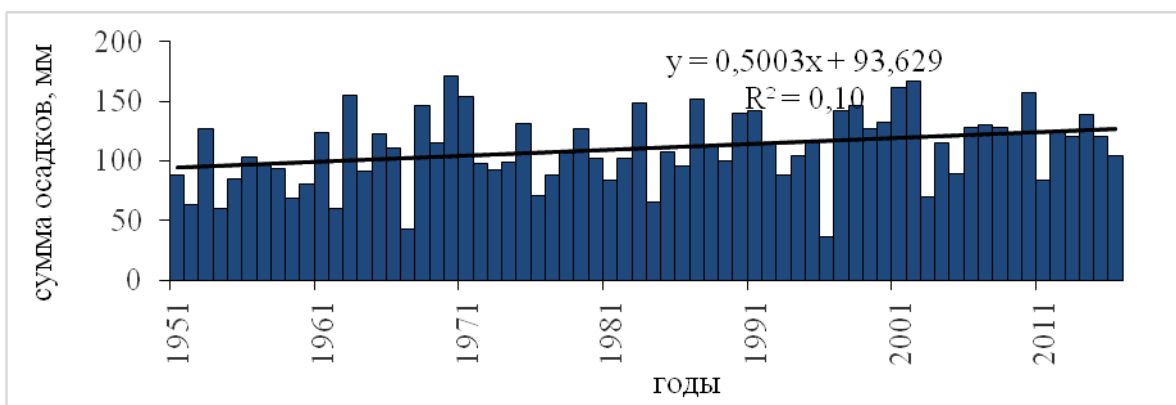


Рисунок 3.5 – Сумма осадков за холодный период по данным агрометеорологической станции Тюмень

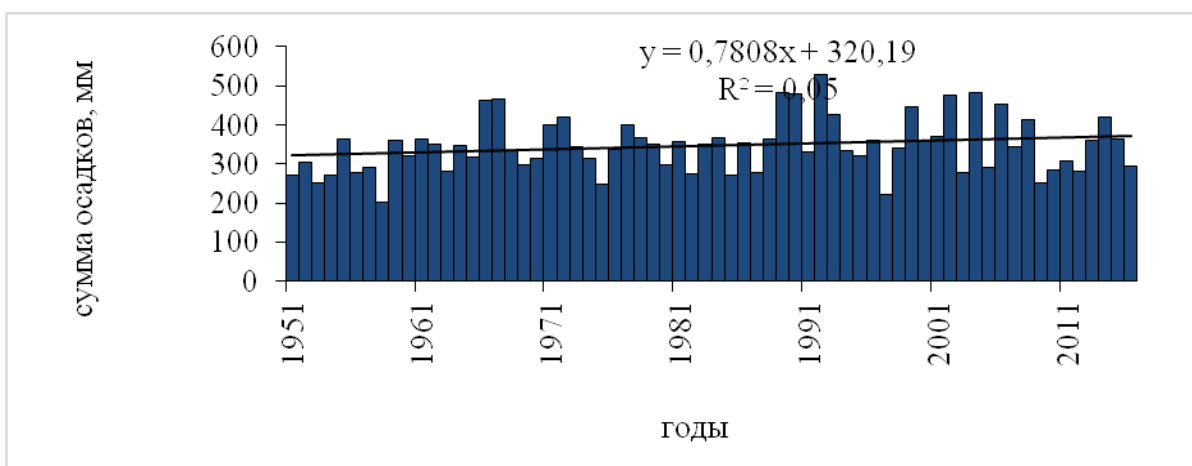


Рисунок 3.6 – Сумма осадков за теплый период по данным агрометеорологической станции Тюмень

Линейные тренды, показанные на графиках, позволяют в первом приближении оценить изменение суммарных осадков в теплый и холодный периоды года, а также температуру воздуха в эти периоды. Значимость трендов оценивалась по соотношению коэффициента корреляции  $R$  и его среднеквадратической погрешности  $\sigma_R$ .



$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n - 1}}$$

где  $R$  - коэффициент корреляции

$n$  - число членов ряда

При соотношении  $R / \sigma_R \geq 2$  тренд признавался значимым. Цветом отмечены статистически значимые тренды.

Оценка линейных трендов рядов температуры воздуха в теплый и холодный периоды представлена в таблице 3.1, средняя температура за год в таблице 3.2, оценка трендов рядов суммарных осадков за теплый и холодный периоды в таблице 3.3, Оценка линейных трендов рядов суммарных осадков за год в таблице 3.4

Таблица 3.1 – Оценка линейных трендов рядов температуры воздуха за теплый и холодный период года по данным агрометеорологической станции Тюмень

Метеостанция	Теплый период			Холодный период		
	$R$	$\sigma_R$	$R / \sigma_R$	$R$	$\sigma_R$	$R / \sigma_R$
Агрометеостанция Тюмень	0,37	0,11	> 2	0,21	0,12	< 2

Таблица 3.2 – Оценка линейных трендов рядов средней температуры воздуха за год по данным агрометеорологической станции Тюмень

Метеостанция	Средняя температура за год		
	$R$	$\sigma_R$	$R / \sigma_R$
Агрометеостанция Тюмень	0,35	0,11	> 2

Таблица 3.3 – Оценка линейных трендов рядов суммарных осадков за теплый и холодный период года по данным агрометеорологической станции Тюмень

Метеостанция	Теплый период			Холодный период		
	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$
Агрометеостанция Тюмень	0,21	0,12	< 2	0,32	0,11	>2

Таблица 3.4 – Оценка линейных трендов рядов суммарных осадков за год по данным агрометеорологической станции Тюмень

Метеостанция	Сумма осадков за год		
	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$
Агрометеостанция Тюмень	0,32	0,11	> 2

Анализ климатических характеристик, определённых за период наблюдений, включающий последние годы (по 2016 г) по агрометеорологической станции Тюмень показал значимость линейных трендов в рядах температуры воздуха за теплый период года, в рядах средней температуры за год, суммарных осадков за год и суммарных осадков за холодный период года.

## 4. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

### 4.1 Оценка трендов гидрологических рядов рек бассейна р. Туры

На рисунках 4.1 – 4.6 представлены хронологические графики среднегодовых расходов воды по постам ближайшим к агрометеорологической станции Тюмень.

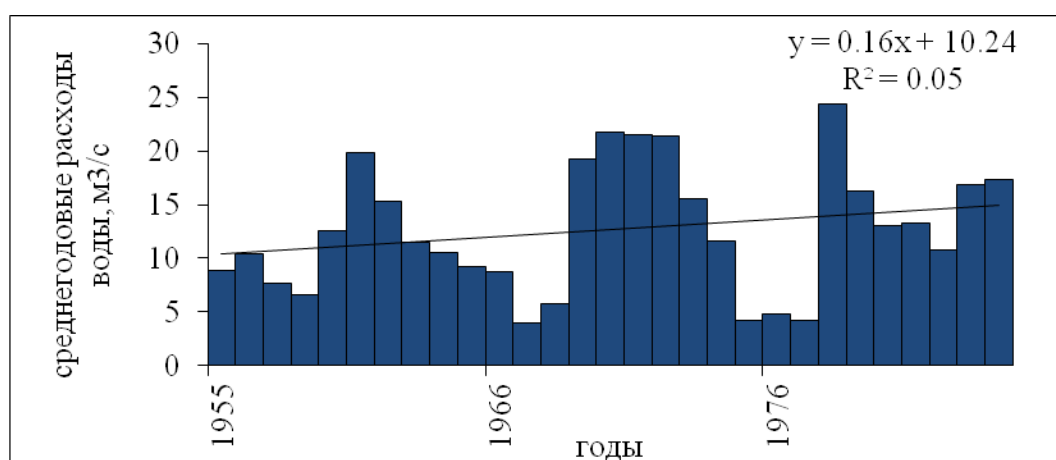


Рисунок 4.1 – Среднегодовые расходы воды в пункте Салда – Прокопьевская Салда

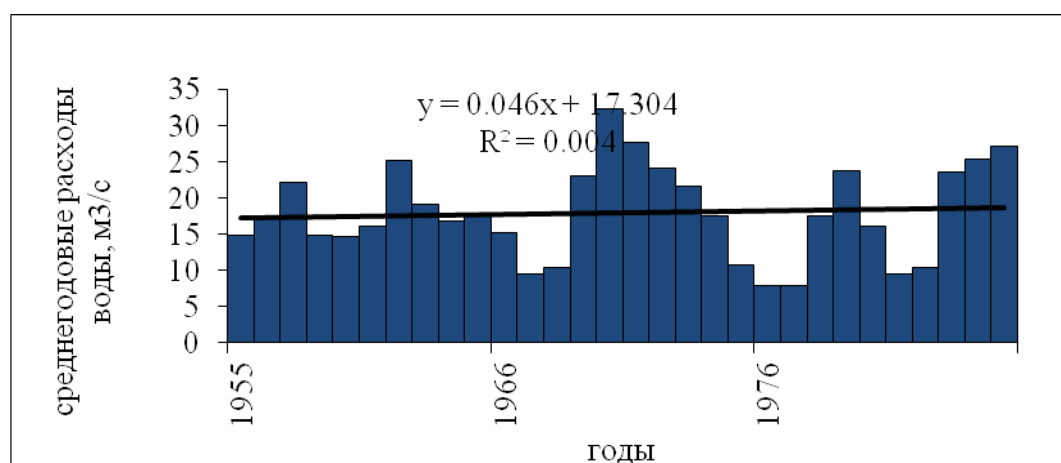


Рисунок 4.2 – Среднегодовые расходы воды в пункте Тагил – Малыгина

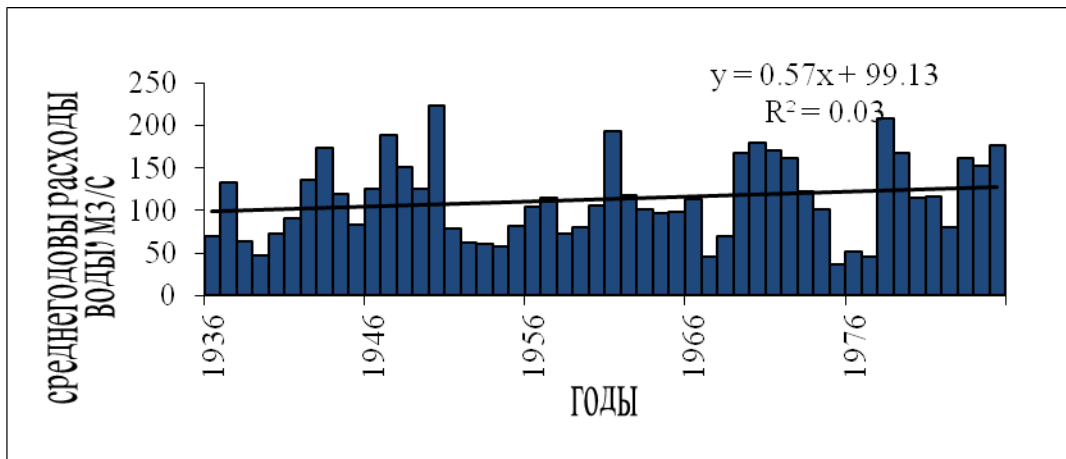


Рисунок 4.3 – Среднегодовые расходы воды в пункте Тура – Туринск

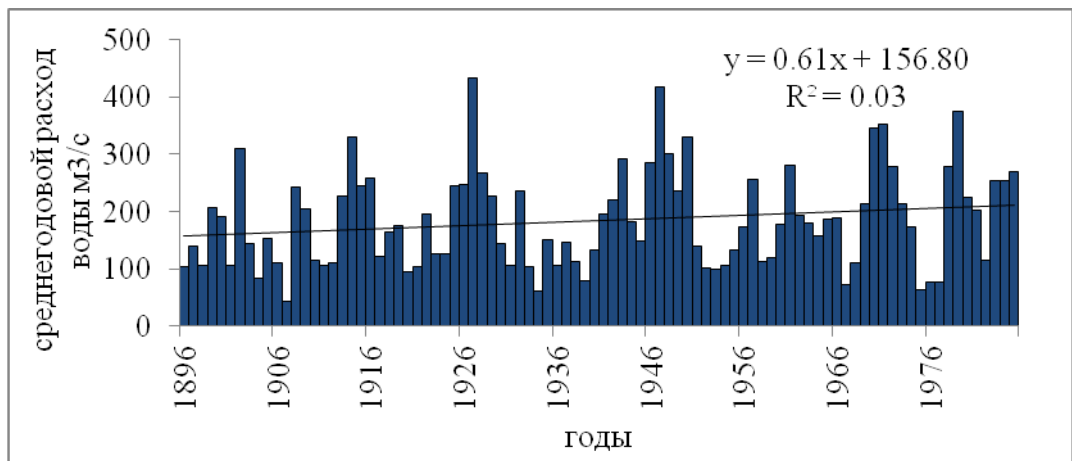


Рисунок 4.4 – Среднегодовые расходы воды в пункте Тура – Тюмень

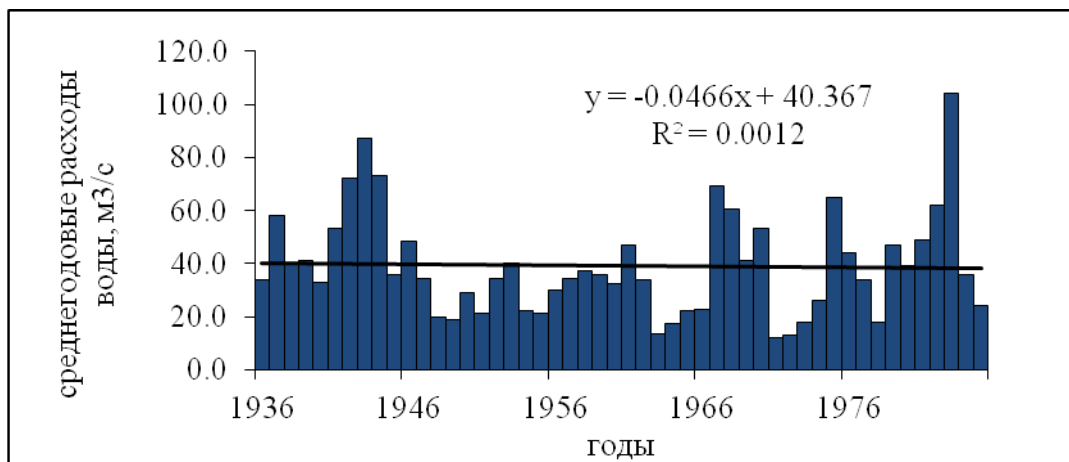


Рисунок 4.5 – Среднегодовые расходы воды в пункте Пышма – Богандинское

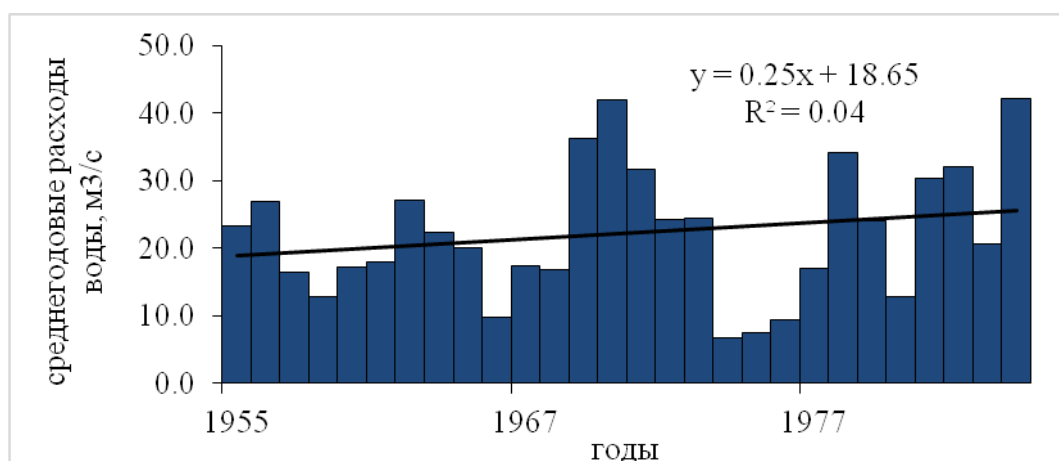


Рисунок 4.6 – Среднегодовые расходы воды в пункте Пышма – Зотино

Значимость трендов оценивалась по соотношению коэффициента корреляции  $R$  и его среднеквадратической погрешности  $\sigma_R$ .

В таблице 4.1 Привидены результаты оценки линейных трендов в рядах среднегодовых расходов воды рек бассейна р. Туры.

Таблица 4.1 – Оценка линейных трендов в рядах среднегодовых расходов воды рек бассейна р. Туры

Река – Пункт	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$
Салда-Прокопьевская Салда	0,23	0,18	< 2
Тагил-Малыгина	0,06	0,17	< 2
Тура-Туринск	0,17	0,14	< 2
Тура-Тюмень	0,15	0,10	< 2
Пышма-Богандинское	0,03	0,14	< 2
Пышма-Зотино	0,21	0,18	< 2

Анализ среднегодового стока рек бассейна р. Туры не показал значимости линейных трендов в рядах среднегодовых расходов воды. Увеличение суммарных годовых осадков не оказывает заметного влияния на уве-

личение годового стока, поскольку увеличение температуры воздуха приводит к увеличению испарения.

Оценка трендов в рядах максимальных расходов воды рек бассейна р. Туры

На рисунках 4.7 – 4.12 представлены хронологические графики максимальных расходов воды по постам ближайшим к агрометеорологической станции Тюмень.

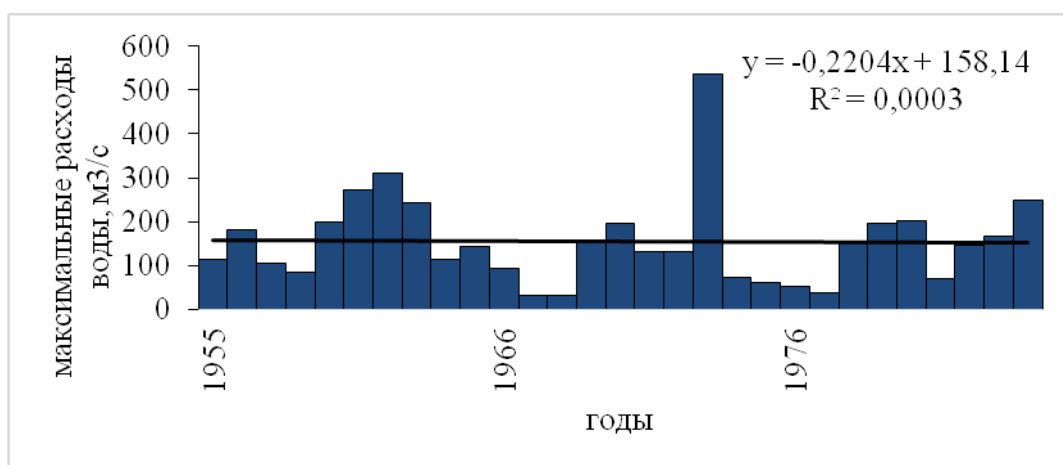


Рисунок 4.7 – Максимальные расходы воды в пункте Салда – Прокопьевская Салда

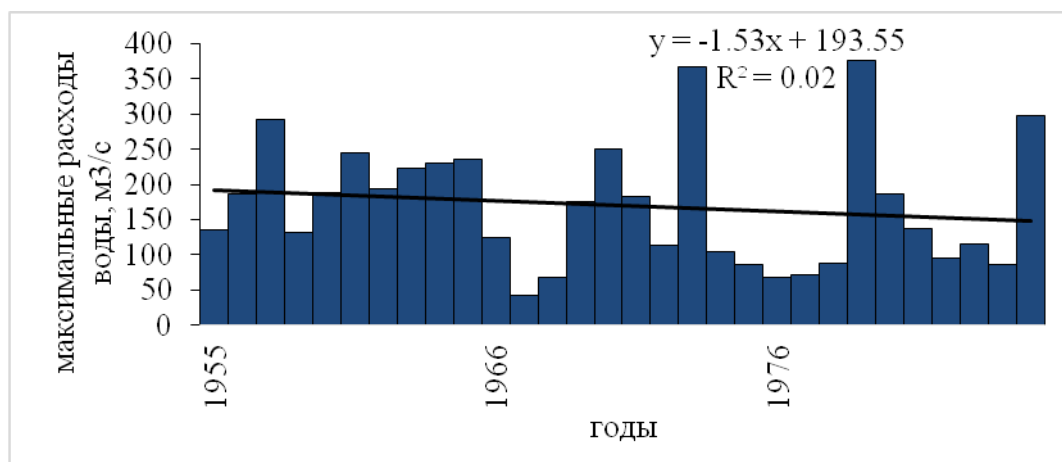


Рисунок 4.8 – Максимальные расходы воды в пункте Тагил – Малыгина

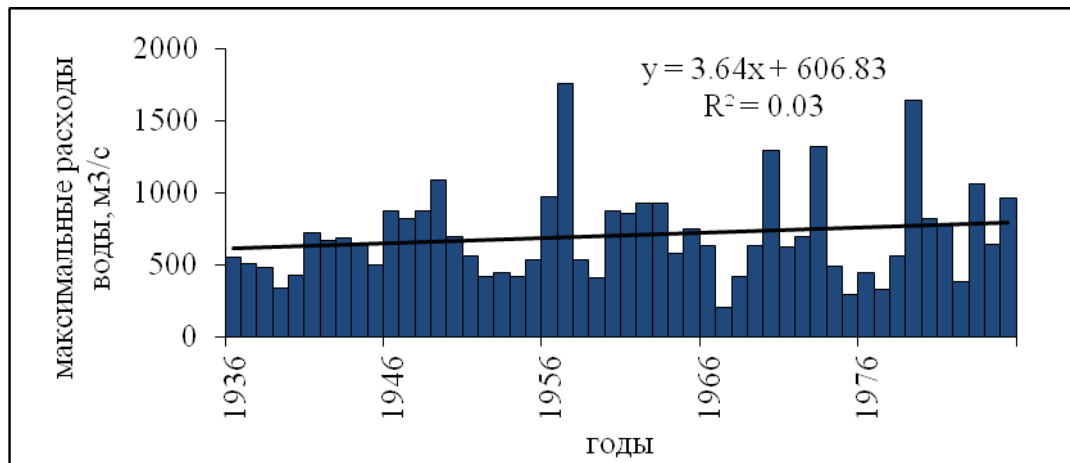


Рисунок 4.9 – Максимальные расходы воды в пункте Тюмень – Туринск

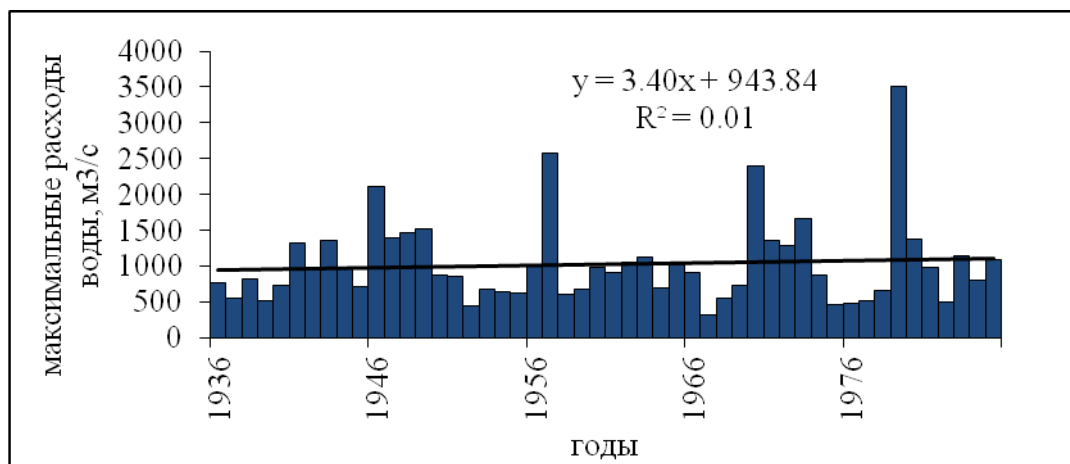


Рисунок 4.10 – Максимальные расходы воды в пункте Тюмень – Тюмень

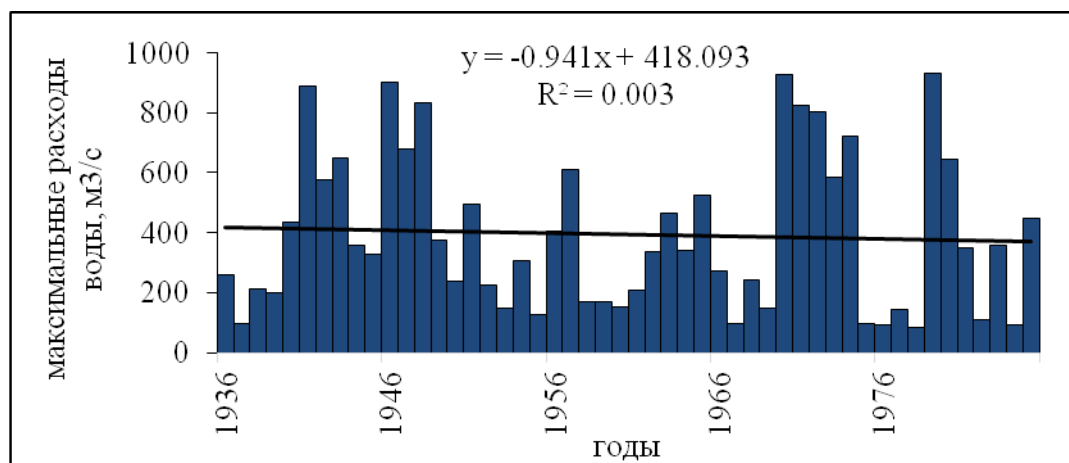




Рисунок 4.11 – Максимальные расходы воды в пункте Пышма – Богандинское

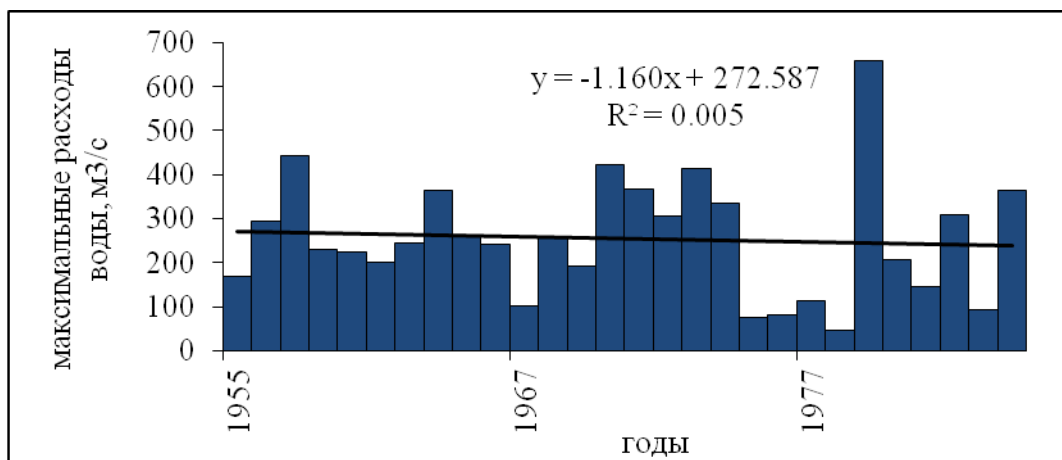


Рисунок 4.12 – Максимальные расходы воды в пункте Пышма – Зотино

Значимость трендов оценивалась по соотношению коэффициента корреляции  $R$  и его среднеквадратической погрешности  $\sigma_R$ .

В таблице 4.2 Привидены результаты оценки линейных трендов в рядах максимальных расходов воды рек бассейна р. Туры.

Таблица 4.2 – Оценка линейных трендов в рядах максимальных расходов воды рек бассейна р. Туры

Река – Пункт	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$
Салда- Прокопьевская Сал- да	0,02	0,19	< 2
Тагил-Малыгина	0,15	0,18	< 2
Тура-Туринск	0,17	0,14	< 2
Тура-Тюмень	0,08	0,14	< 2
Пышма- Богандинское	0,05	0,14	< 2
Пышма-Зотино	0,07	0,19	< 2

Анализ максимального стока рек бассейна р. Туры не показал значимости линейных трендов в рядах максимальных расходов воды.

Оценка трендов в рядах слоев весеннего половодья расходов воды рек бассейна р. Туры

На рисунках 4.13 – 4.18 представлены хронологические графики слоев весеннего половодья расходов воды по постам ближайшим к агрометеорологической станции Тюмень.

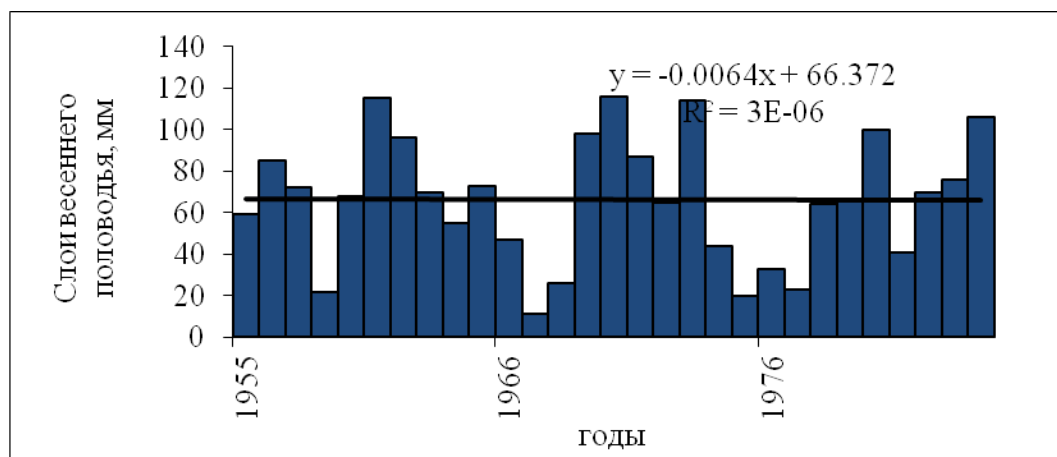


Рисунок 4.13 – Слой весеннего половодья в пункте Салда – Прокопьевская Салда

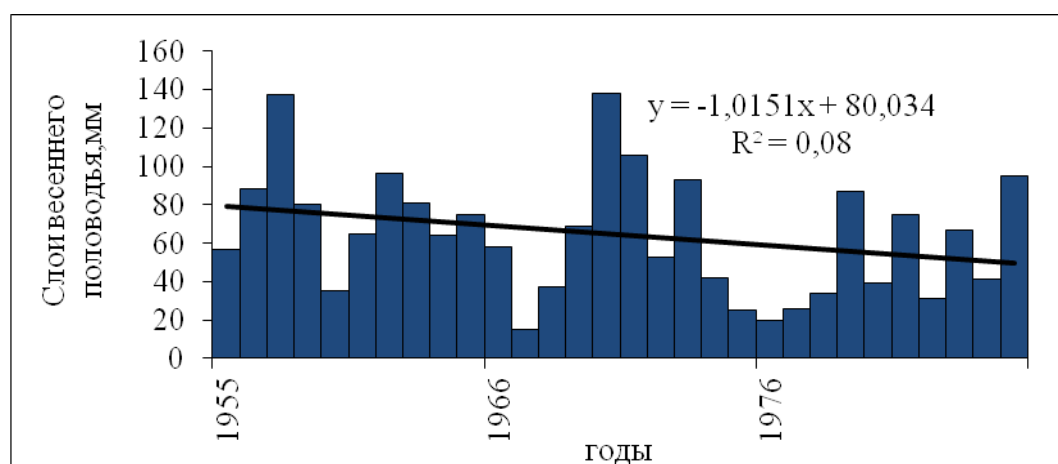


Рисунок 4.14 – Слой весеннего половодья в пункте Тагил – Малыгина

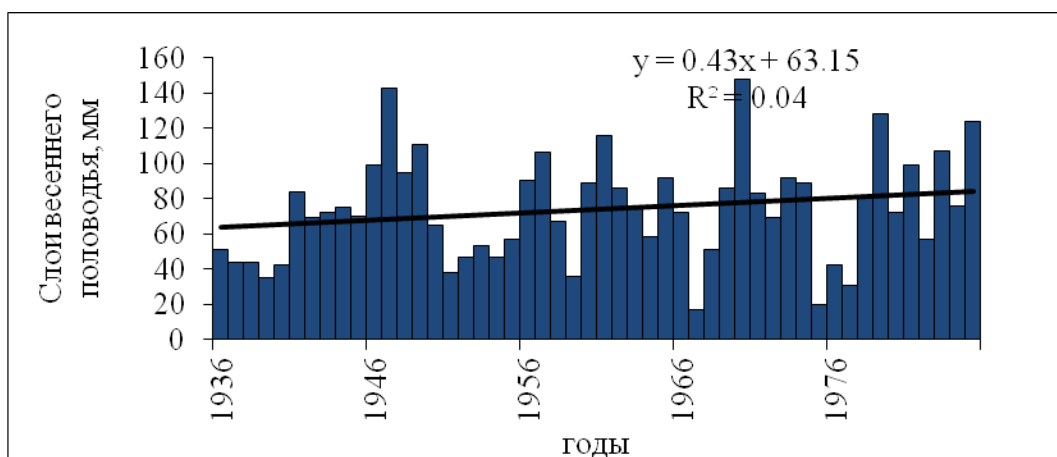


Рисунок 4.15 – Слои весеннего половодья в пункте Тура – Туринск

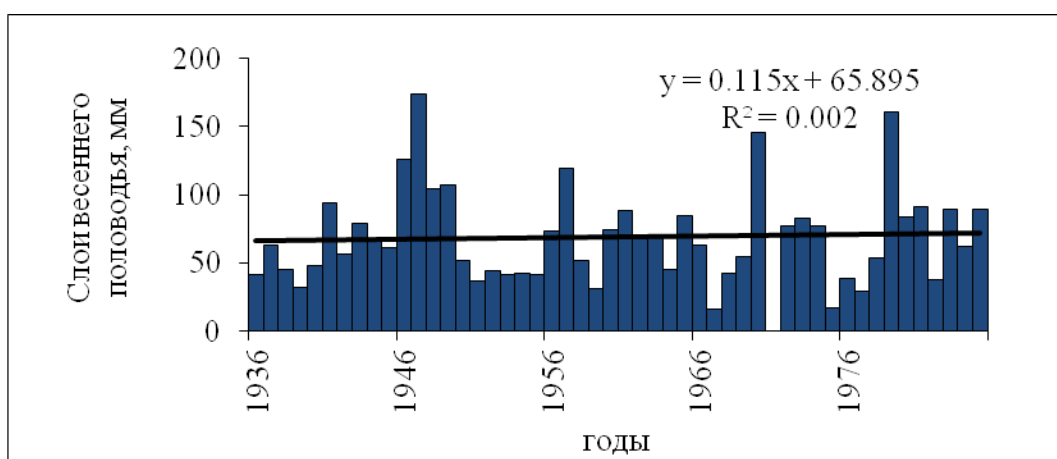


Рисунок 4.16 – Слои весеннего половодья в пункте Тура – Тюмень

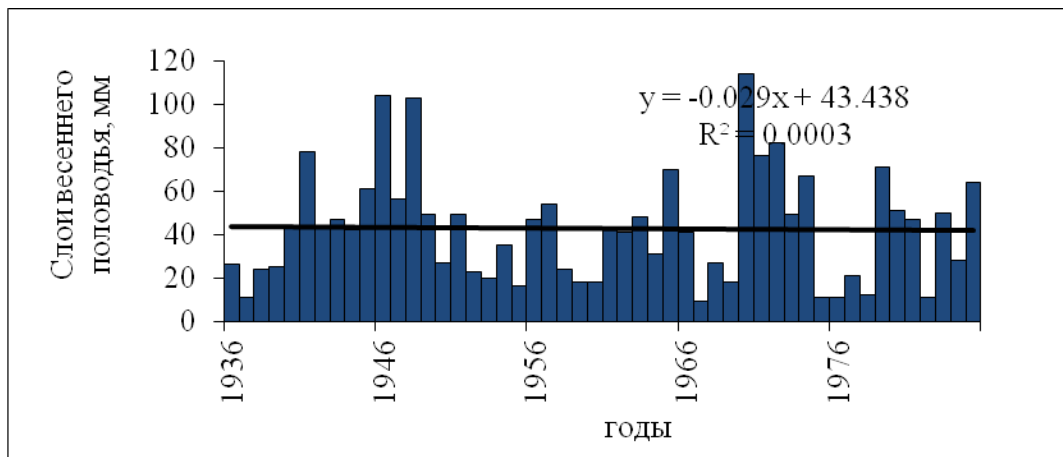


Рисунок 4.17 – Слой весеннего половодья в пункте Пышма – Богандинское

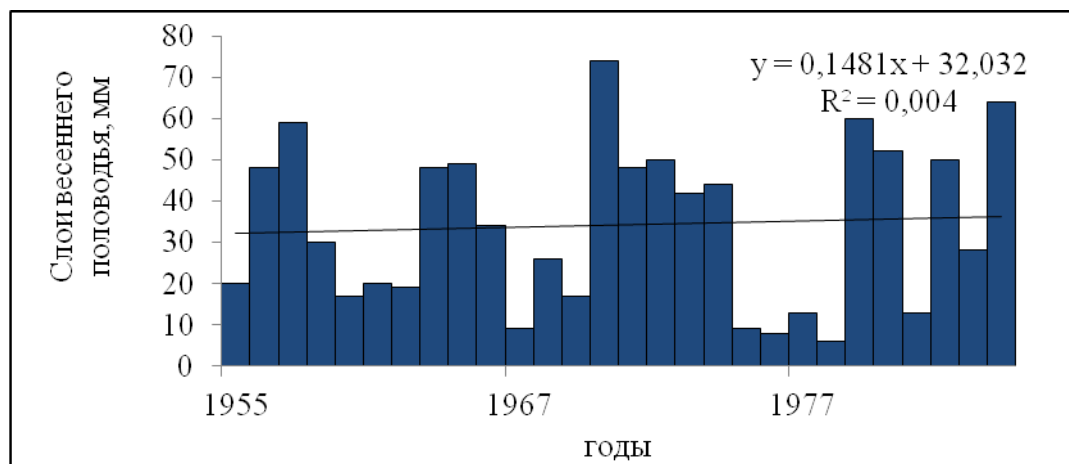


Рисунок 4.18 – Слой весеннего половодья в пункте Пышма – Зотино

Оценка линейных трендов в рядах слоя весеннего половодья рек бассейна р. Туры представлена в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Оценка линейных трендов в рядах слоя весеннего половодья стока рек бассейна р. Туры

Река – Пункт	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$
Салда-Прокопьевская Салда			$< 2$
Тагил-Мальгина	0,28	0,17	$< 2$
Тура-Туринск	0,21	0,14	$< 2$

Тура-Тюмень	0,05	0,14	< 2
Пышма-Богандинское	0,02	0,14	< 2
Пышма-Зотино	0,06	0,14	< 2

Анализ слоя весеннего половодья рек не показал значимости линейных трендов в рядах слоев весеннего половодья расходов воды во всех пунктах.

Оценка трендов в рядах минимальных летних 30-суточных расходов воды рек бассейна р. Туры

На рисунках 4.19 – 4.24 представлены хронологические графики минимальных 30-суточных летних расходов воды по постам ближайшим к агрометеорологической станции Тюмень.

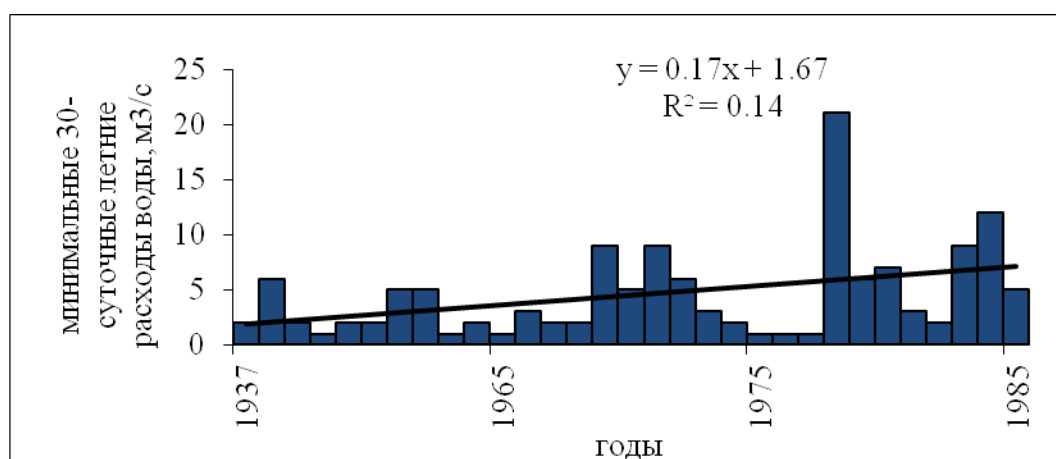


Рисунок 4.19 – Минимальные 30-суточные летние расходы воды в пункте Салда – Прокопьевская Салда

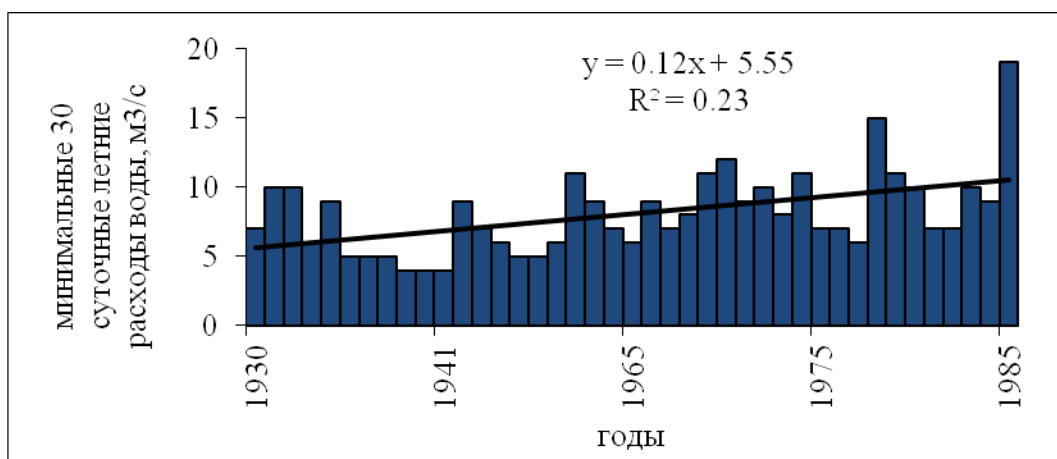


Рисунок 4.20 – Минимальные 30-суточные летние расходы воды в пункте Тагил– Малыгина

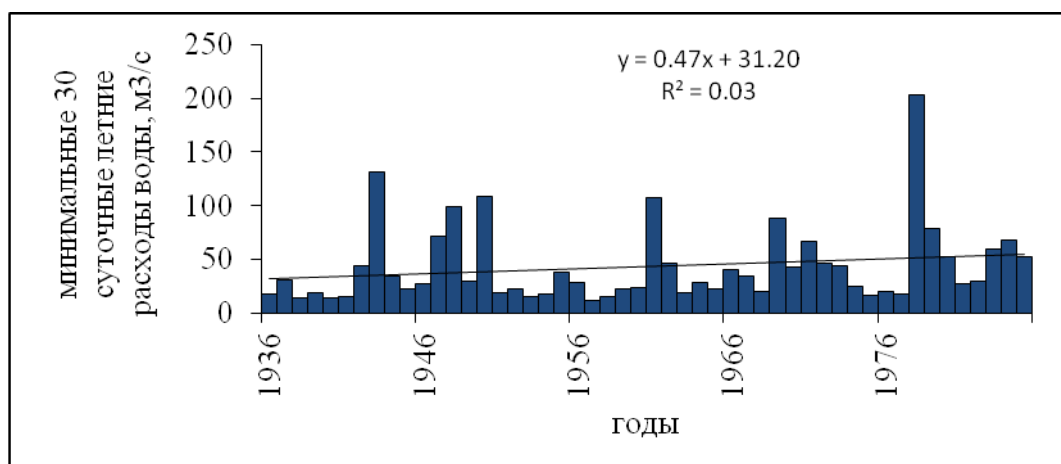


Рисунок 4.21 – Минимальные 30-суточные летние расходы воды в пункте Тура– Туринск

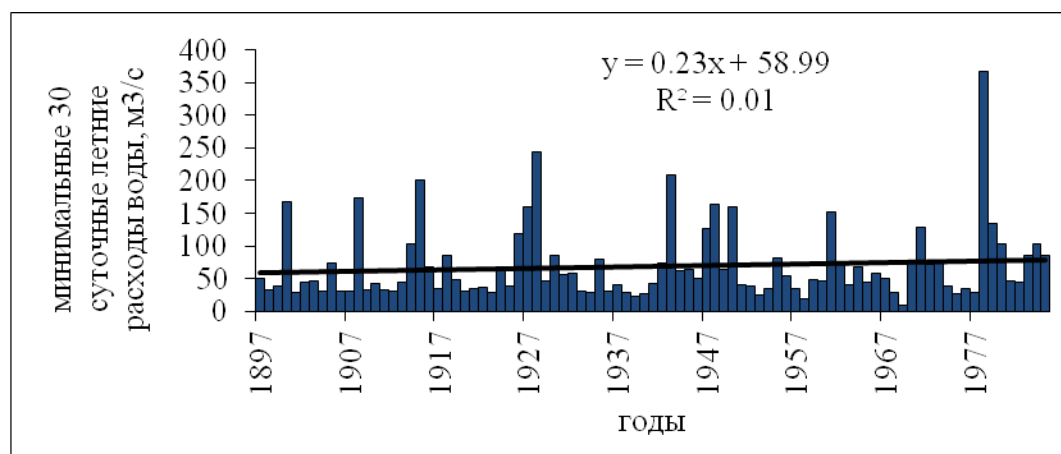


Рисунок 4.22 – Минимальные 30-суточные летние расходы воды в пункте Тура-Тюмень

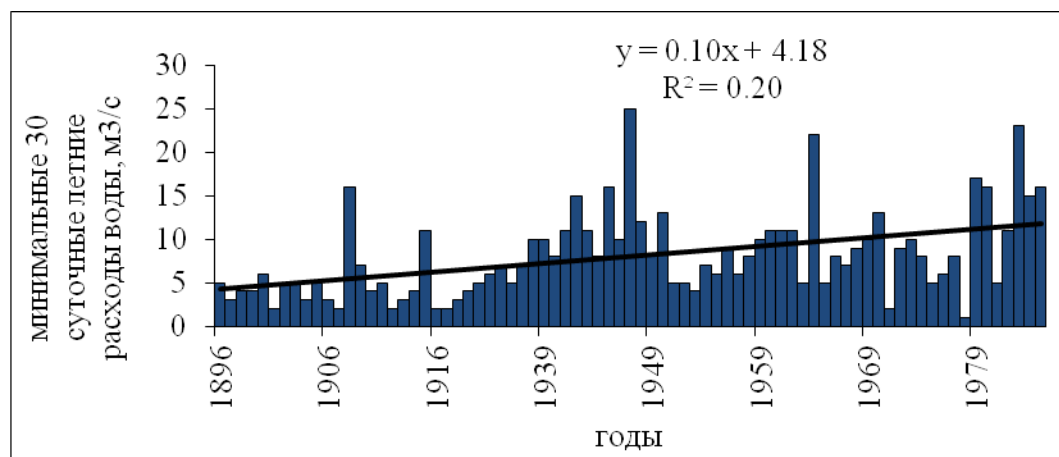


Рисунок 4.23 – Минимальные 30-суточные летние расходы воды в пункте Пышма– Богандинское

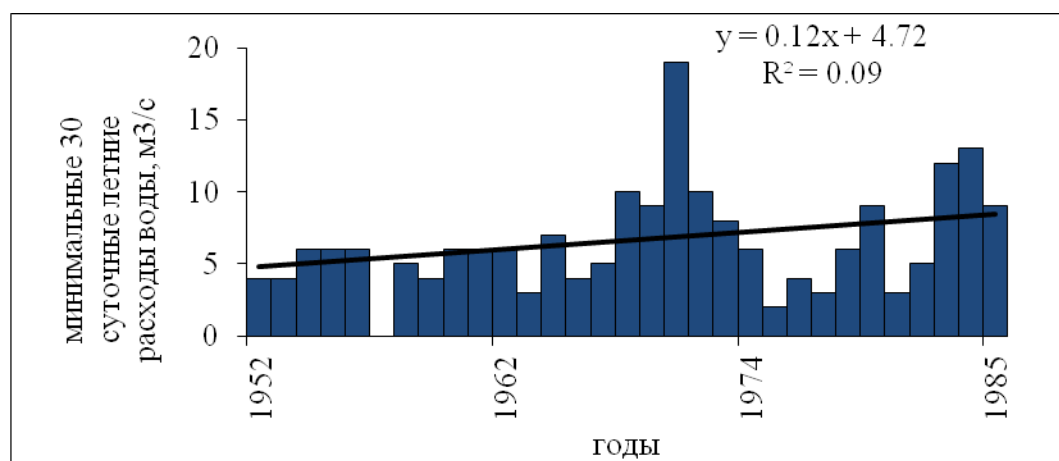


Рисунок 4.24 – Минимальные 30-суточные летние расходы воды в пункте Пышма– Зотино

Оценка линейных трендов в рядах минимальных 30 суточных летних расходов воды рек бассейна р. Туры представлена в таблице 4.4



Таблица 4.4 – Оценка линейных трендов в рядах минимальных 30 суточных летних расходов воды рек бассейна р. Туры

Река – Пункт	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$
Салда-Прокопьевская Салда	0,37	0,16	> 2
Тагил-Малыгина	0,48	0,12	> 2
Тура-Туринск	0,19	0,14	< 2
Тура-Тюмень	0,10	0,11	< 2
Пышма-Богандинское	0,44	0,09	> 2
Пышма-Зотино	0,30	0,17	< 2

Анализ стока рек не показал значимости линейных трендов в рядах минимальных 30 суточных летних расходов воды в пунктах Тура–Туринск, Тура – Тюмень, Пышма – Зотино, а в пунктах Салда – Прокопьевская Салда, Тагил – Малыгина, Пышма – Богандинское значим.

Оценка линейных трендов в рядах минимальных зимних 30 суточных зимних расходов воды рек бассейна р. Туры

На рисунках 4.25 – 4.30 представлены хронологические графики минимальных 30-суточных летних расходов воды по постам ближайшим к агрометеорологической станции Тюмень.

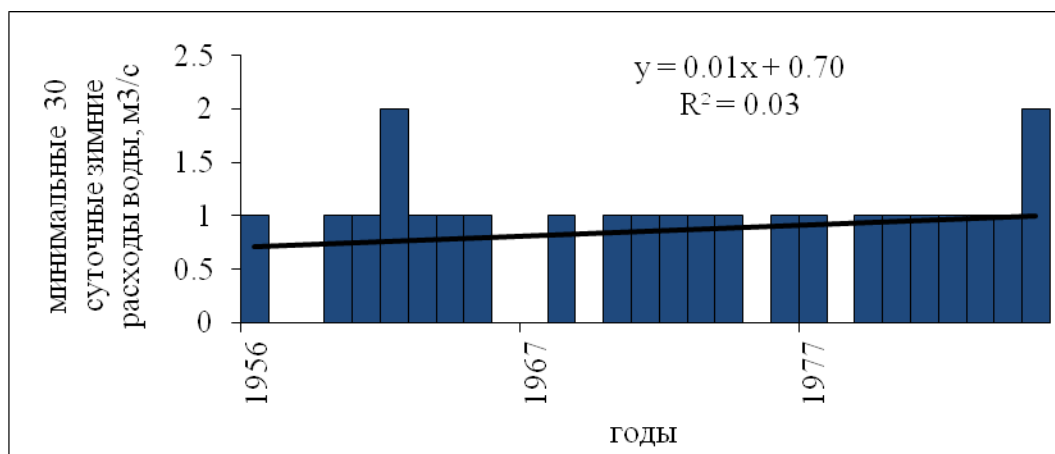


Рисунок 4.25 – Минимальные 30-суточные зимние расходы воды в пункте  
Салда – Прокопьевская Салда

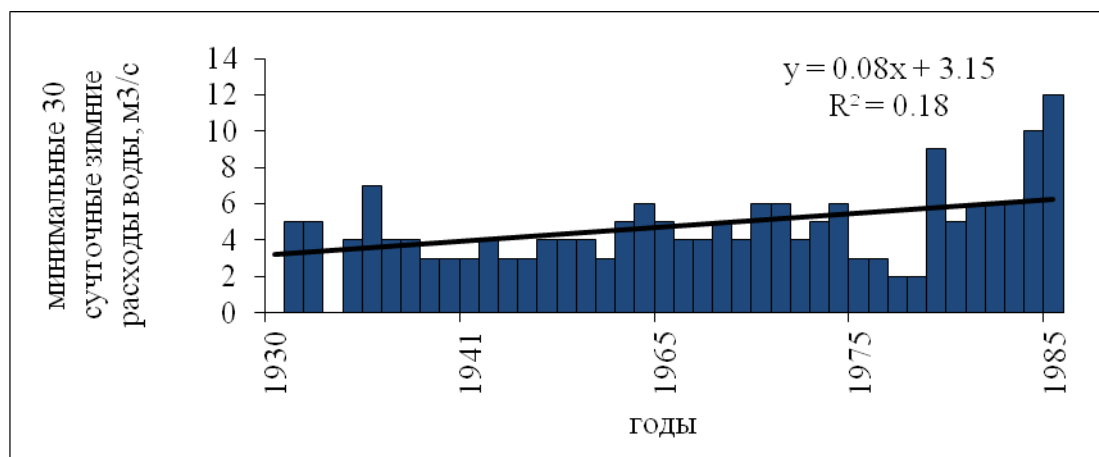


Рисунок 4.26 – Минимальные 30-суточные зимние расходы воды в пункте  
Тагил – Малыгина

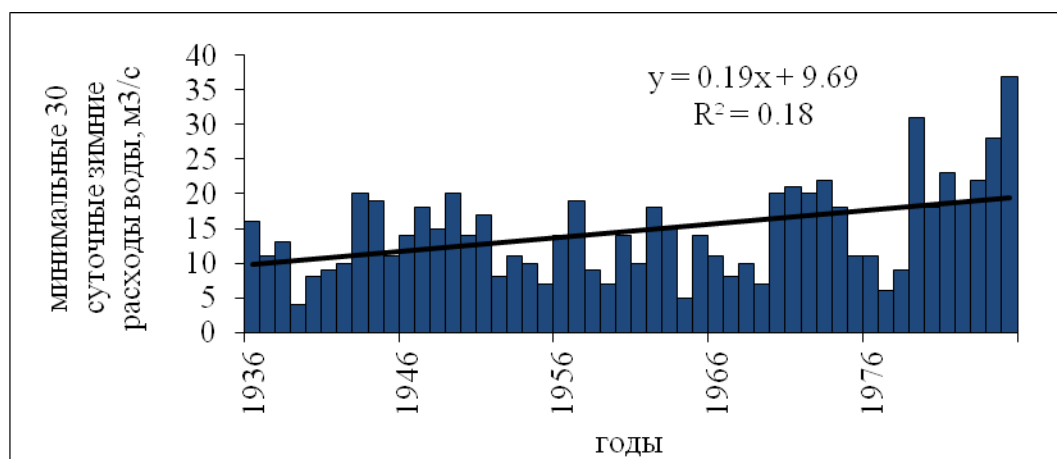


Рисунок 4.27 – Минимальные 30-суточные зимние расходы воды в пункте  
Тура – Туринск

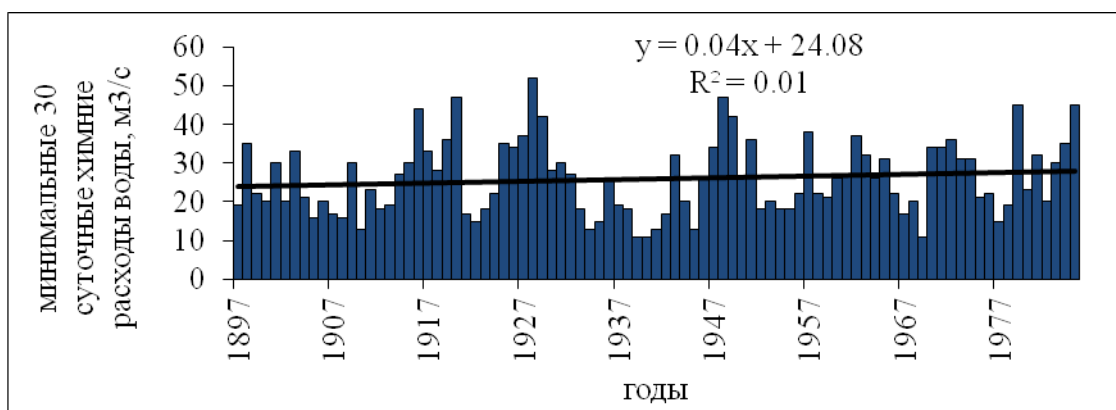


Рисунок 4.28 – Минимальные 30-суточные зимние расходы воды в пункте Тура – Тюмень

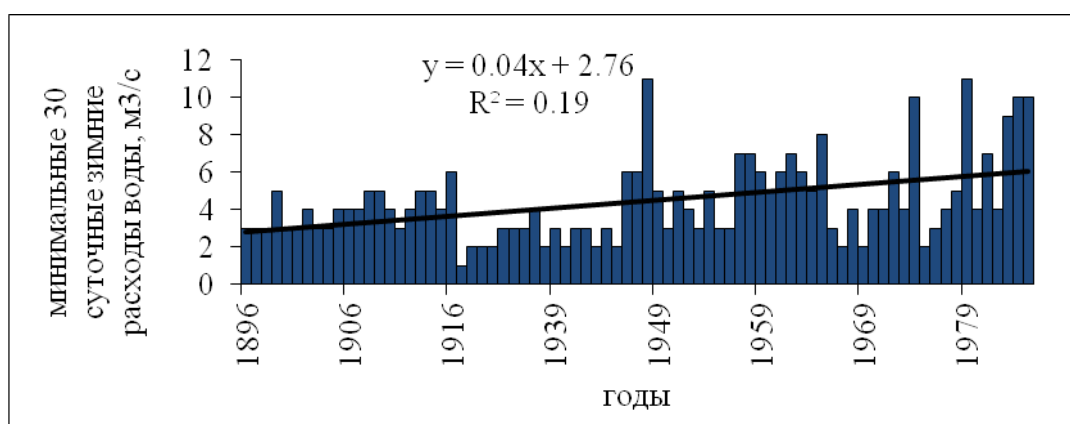


Рисунок 4.29 – Минимальные 30-суточные зимние расходы воды в пункте Пышма – Богандинское

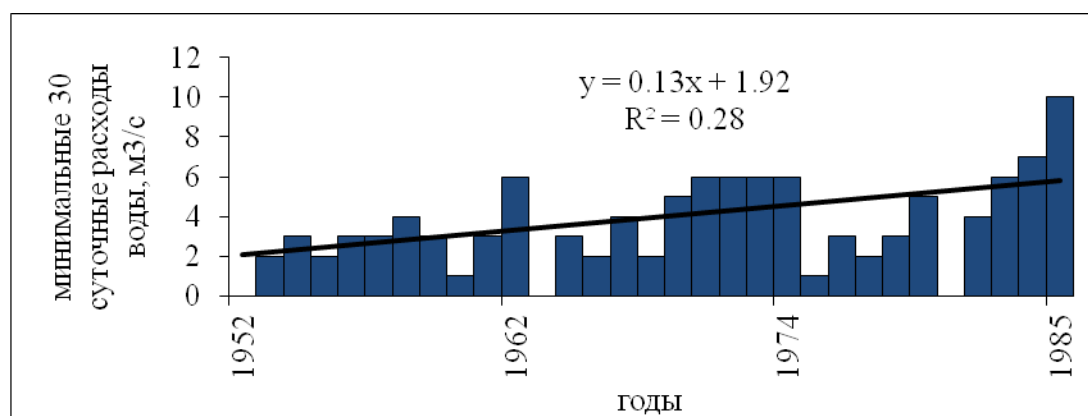


Рисунок 4.30 – Минимальные 30-суточные зимние расходы воды в пункте  
Пышма – Зотино

Анализ стока рек не показал значимости линейных трендов в рядах минимальных 30 суточных летних расходов воды в пунктах Тура–Туринск, Тура – Тюмень, Пышма – Зотино, а в пунктах Салда – Прокопьевская Салда, Тагил – Малыгина, Пышма – Богандинское значим.

Оценка линейных трендов в рядах минимальных 30 суточных зимних расходов воды рек бассейна р. Туры представлена в таблице 4.5

Таблица 4.5 – Оценка линейных трендов в рядах минимальных 30 суточных зимних расходов воды рек бассейна р. Туры

Река – Пункт	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$
Салда- Прокопьевская Салда	0,16	0,18	< 2
Тагил-Малыгина	0,42	0,13	> 2
Тура-Туринск	0,42	0,12	> 2
Тура-Тюмень	0,11	0,11	< 2
Пышма- Богандинское	0,43	0,09	> 2
Пышма-Зотино	0,53	0,13	> 2

Анализ стока рек не показал значимости линейных трендов в рядах минимальных 30 суточных зимних расходов воды в пунктах Салда – Прокопьевская Салда, Тура–Туринск, а в пунктах Тагил – Малыгина, Тура–Туринск, Пышма – Богандинское, Пышма – Зотино значим.

4.3. Расчет параметров распределения и обеспеченных расходов воды на реках бассейна р. Туры

4.3.1 Годовой сток

Таблица 4.6 – Основные статистические характеристики рядов среднегодовых расходов воды рек бассейна р. Тура.

№	Река - створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средний расход, м <sup>3</sup> /с	Модуль стока, л/с×км <sup>2</sup>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	Относительная погрешность	
								$\bar{Q}$	C <sub>v</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	р. Салда – Прокопьевская Салда	3120	12,9	4,12	0,46	0,19	0,41	8,40	14,2
2	р. Тагил – Малыгина	3900	18,0	4,62	0,36	0,21	0,59	6,56	13,7
3	р. Тура – Туринск	29000	113,6	3,92	0,42	0,39	0,94	5,92	10,8
4	р. Тура – Тюмень	58500	195,5	3,34	0,45	0,54	1,19	6,34	11,0
5	р. Пышма – Богандинское	18600	31,9	1,72	0,62	1,13	1,83	8,72	11,7
6	р. Пышма – Зотино	11000	22,3	2,02	0,44	0,38	0,88	8,25	14,6

4.3.2 Максимальный сток весеннего половодья

Таблица 4.7 – Основные статистические характеристики рядов максимальных расходов воды рек бассейна р. Тура.

№	Река - створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средний расход, м <sup>3</sup> /с	Модуль-дутьстока, л/с×км <sup>2</sup>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	Относительная погрешность	
								$\bar{Q}$	C <sub>v</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	р. Салда – Прокопьевская Салда	3120	154,8	49,62	0,67	1,84	2,74	12,23	15,5
2	р. Тагил – Малыгина	3900	169,8	43,54	0,52	0,74	1,42	9,51	14,6
3	р. Тура – Туринск	29000	699,6	24,12	0,46	1,36	2,95	6,51	11,0
4	р. Тура – Тюмень	58500	1030,5	17,62	0,58	2,13	3,69	8,16	11,5
5	р. Пышма – Богандинское	18600	394,1	21,19	0,67	0,69	1,04	9,41	12,0

6	р. Пышма – Зотино	11000	22,3	23,25	0,54	0,79	1,47	10,13	15,2
---	-------------------	-------	------	-------	------	------	------	-------	------

Таблица 4.8– Основные статистические характеристики рядов слоев весеннего половодья рек бассейна р. Тура.

№	Река - створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средний расход, м <sup>3</sup> /с	Модуль стока, л/с×км <sup>2</sup>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	Относительная погрешность	
								$\bar{Q}$	C <sub>v</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	р. Салда – Прокопьевская Салда	3120	66,3	21,24	0,46	-0,07	-0,15	8,42	14,2
2	р. Тагил – Малыгина	3900	64,3	16,49	0,50	0,56	1,11	9,14	14,4
3	р. Тура – Туринск	29000	74,0	2,55	0,41	0,38	0,93	5,76	10,8
4	р. Тура – Тюмень	58500	68,8	1,18	0,50	1,15	2,28	7,10	11,2
5	р. Пышма – Богандинское	18600	42,7	2,30	0,60	0,90	1,49	8,48	11,7
6	р. Пышма – Зотино	11000	34,2	3,11	0,58	0,19	0,33	10,91	15,2

#### 4.3.3 Минимальный сток

Таблица 4.9 – Основные статистические характеристики рядов минимальных 30 суточных зимних расходов воды рек бассейна р. Туры.

№	Река - створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средний расход, м <sup>3</sup> /с	Модуль стока, л/с×км <sup>2</sup>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	Относительная погрешность	
								$\bar{Q}$	C <sub>v</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	р. Салда – Прокопьевская Салда	3120	0,9	0,27	0,61	-0,20	-0,33	11,17	15,1
2	р. Тагил – Малыгина	3900	5,0	1,27	0,45	1,52	3,41	8,16	14,1
3	р. Тура – Туринск	29000	14,6	0,50	0,46	0,99	2,14	6,54	11,0
4	р. Тура – Тюмень	58500	25,8	0,44	0,36	0,43	1,20	5,12	10,6
5	р. Пышма – Богандинское	18600	4,9	0,26	0,51	0,97	1,90	7,23	11,2
6	р. Пышма – Зотино	11000	4,1	0,37	0,52	0,80	1,54	9,80	15,1

Таблица 4.10– Основные статистические характеристики рядов минимальных 30 суточных летних расходов воды рек бассейна р. Туры.

№	Река - створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средний расход, м <sup>3</sup> /с	Модуль стока, л/с×км <sup>2</sup>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>s</sub> /C <sub>v</sub>	Относительная погрешность	
								$\bar{Q}$	C <sub>v</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	р. Салда – Прокопьевская Салда	3120	4,5	1,45	0,95	2,23	2,36	17,27	17,8
2	р. Тагил – Малыгина	3900	8,8	2,26	0,34	1,56	4,59	6,22	13,6
3	р. Тура – Туринск	29000	43,1	1,48	0,85	2,35	2,77	11,99	13,1
4	р. Тура – Тюмень	58500	71,2	1,22	0,85	2,84	3,35	11,9	13,1
5	р. Пышма – Богандинское	18600	9,9	0,53	0,51	1,09	2,14	7,20	11,2
6	р. Пышма – Зотино	11000	6,9	0,63	0,54	1,51	2,83	10,13	15,2



## 5. КАРТИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГОДОВОГО СТОКА РЕК БАССЕЙНА Р. ТУРЫ

Параметры распределения рядов годового стока, полученные по 6 постам бассейна р. Тура с начала наблюдений по 1985 г. были использованы для построения карт изолиний годового модуля стока и значения коэффициента вариации  $C_v$ . Отношение  $C_s/C_v$  было районировано.

Полученные карты сравнивались с картами, помещенными в «Ресурсах поверхностных вод СССР, т.11 Средний Урал и Приуралье», построенными по результатам обобщения данных наблюдений за стоком в исследуемом районе по 1965-70 гг.

### 5.1. Построение карты изолиний годового модуля стока для средних рек бассейна р. Туры

На рисунке 5.1 приведена карта годового модуля стока для средних рек бассейна р. Туры, построенная по данным расчетов, выполненных в работе.

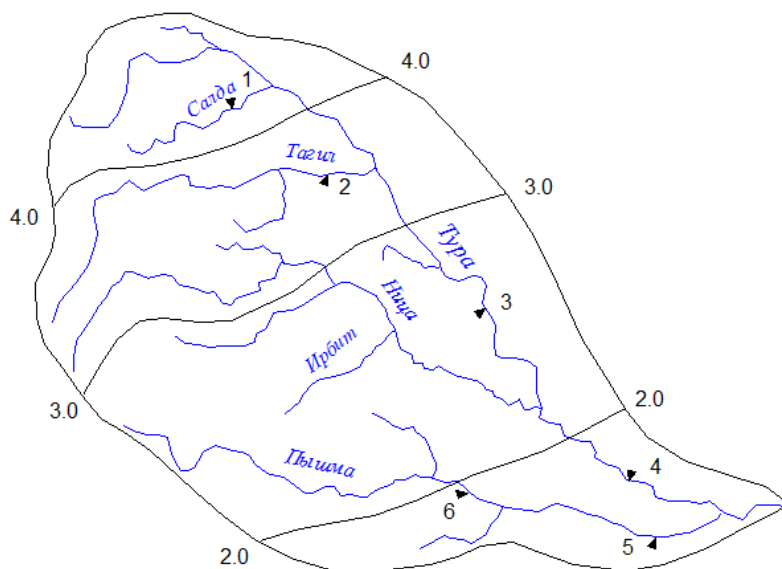


Рисунок 5.1 – Карта изолиний годового модуля стока для средних рек бассейна р. Туры

Рассчитанные значения годового модуля стока позволили провести изолинии 4,0; 3,0 и 2,0 л/с\*км<sup>2</sup>. Годовой модуль стока изменяется по территории в направлении с северо-востока на юго-запад. В верховьях р. Тура, включая её правый приток р. Салда, годового модуль стока имеет значение более 4,0 л/с\*км<sup>2</sup>, ниже по течению в районе впадения в р. Тура р. Тагил, также являющимся её правым притоком, годового модуль стока изменяется от 4,0 до 3,0 л/с\*км<sup>2</sup>. В среднем течении и на притоках р. Ницца и р. Пышма его значение составляет 3,0-2,0 л/с\*км<sup>2</sup>, а в нижнем течении – менее 2,0 л/с\*км<sup>2</sup>.

На рисунке 5.2 приведена карта изолиний годового модуля стока приведенная из «Ресурсов поверхностных вод СССР, т.11 Средний Урал и Приуралье».

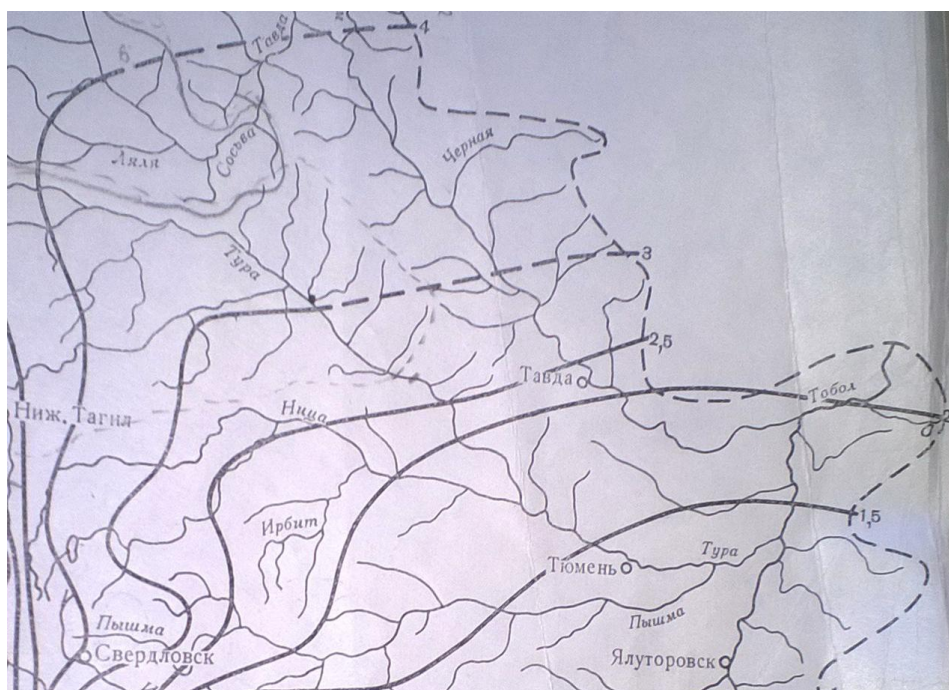


Рисунок 5.2 – Карта изолиний годового модуля стока для средних рек бассейна р. Туры, приведенная из Ресурсов поверхностных вод СССР, т.11 Средний Урал и Приуралье. - Л., Гидрометеиздат, 1973.

Сравнение карт позволяет отметить совпадение направления изолиний, а также значений годового модуля стока, имеющих лишь незначительные от-

личия. Так на притоках, впадающих в р. Тура в нижнем течении, годовой модуль стока по данным включающим период с 1971 по 1985 г., увеличился на  $0,5 \text{ л/с*км}^2$ .

## 5.2 Построение карты изолиний значения коэффициента вариации $C_v$

На рисунке 5.3 приведена карта изолиний значения коэффициента вариации  $C_v$  для средних рек бассейна р. Туры, построенная по данным расчетов, выполненных в работе.

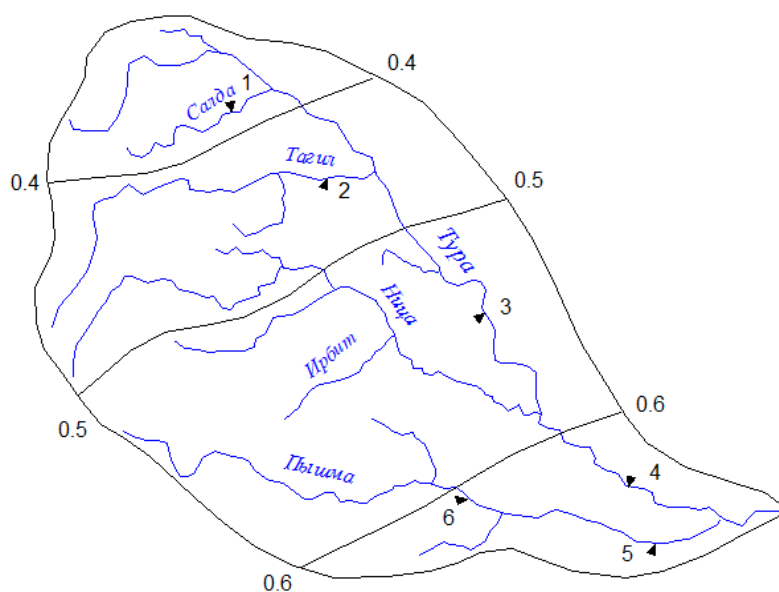


Рисунок 5.3 – Карта изолиний значения коэффициента вариации  $C_v$  для средних рек бассейна р. Туры

Рассчитанные значения коэффициента вариации  $C_v$  позволили провести изолинии 0,4; 0,5 и 0,6. Коэффициента вариации  $C_v$  изменяются по территории в направлении с северо-востока на юго-запад. В верховьях р. Тура, включая её правый приток р. Салда коэффициента вариации  $C_v$  имеет значение более 0,4, ниже по течению в районе впадения в р. Тура р. Тагил, также являющимся ей правым притоком, коэффициента вариации  $C_v$  изменяется от 0,4 до 0,5. В среднем течении и на притоках р. Ницца и р. Пышма его значение составляет 0,5-0,6, а в нижнем течении – более 0,6

На рисунке 5.4 приведена карта изолиний значения коэффициента вариации  $C_v$  приведенная из «Ресурсов поверхностных вод СССР, т.11 Средний Урал и Приуралье».

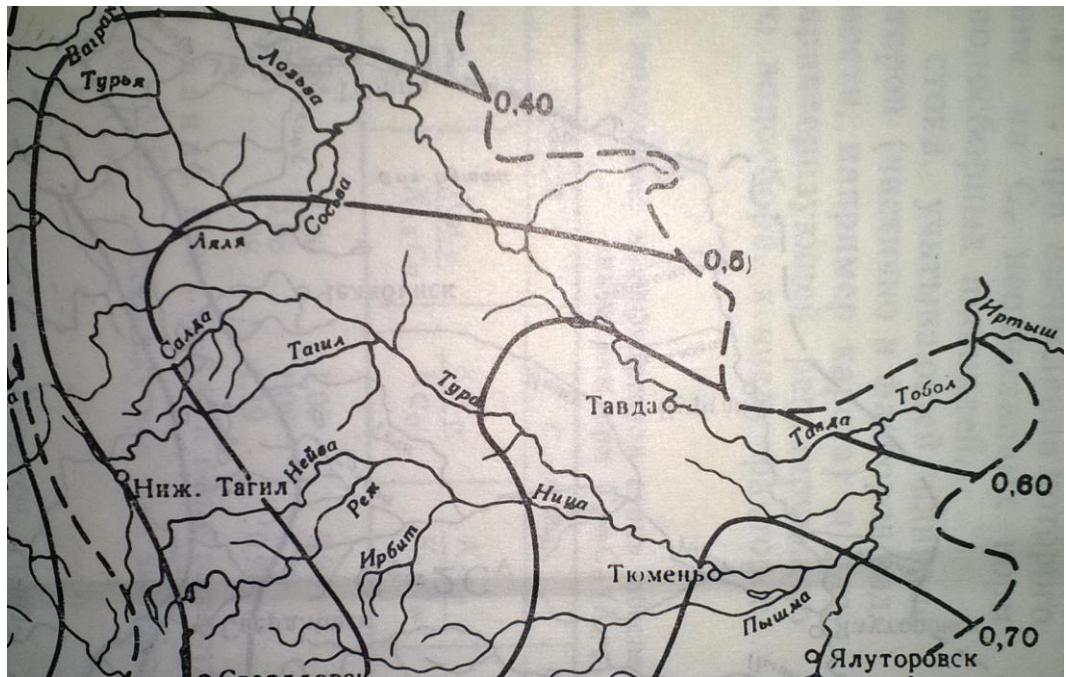


Рисунок 5.4 – карта изолиний значения коэффициента вариации  $C_v$  для средних рек бассейна р. Туры, приведенная из Ресурсов поверхностных вод СССР, т.11 Средний Урал и Приуралье. - Л., Гидрометеиздат, 1973

Сравнение карт позволяет отметить совпадение направления изолиний, а также значений коэффициента вариации  $C_v$ , имеющих лишь незначительные отличия для всего бассейна. И только на притоках, впадающих в р. Тура в нижнем течении, по сравнению с данным Монографии,  $C_v$  увеличился на 0,1.

### 5.3 Районирование $C_s/C_v$

По рекомендациям СП-1983 г. соотношение  $C_s/C_v$  для годового стока принималось равным 2.0 практически для всей территории СССР, включая и исследуемый в работе район. Расчеты показали, что для рек бассейна р. Туры можно выделить три гидрологически однородных района:

– 1-й гидрологический район с  $C_s/C_v = 0,5$  ( реки Салда, Тагил бассейна реки Туры);

– 2-й гидрологический район с  $C_s/C_v = 1,0$  (реки Ницца, Ирбит, Пышма бассейна р. Туры)

– 3-й гидрологический район с  $C_s/C_v = 2,0$  (река Пышма бассейна р. Туры)

Районирование бассейна реки Туры по соотношению  $C_s/C_v$  представлено на рисунке 5.4.

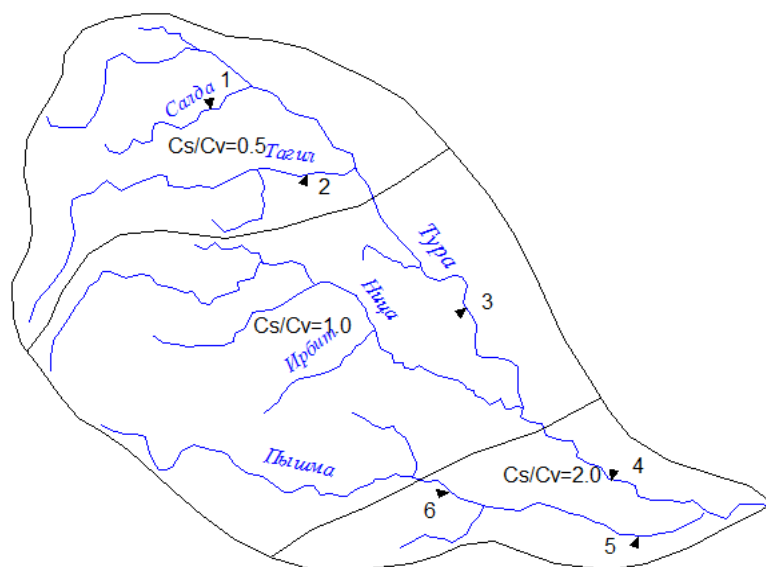


Рисунок 5.4 – районирование  $C_s/C_v$  весеннего половодья

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных работ, был проведен анализ годового, максимального и минимального стока рек бассейна р Туры с учетом климатических характеристик, который не показал значимости линейных трендов в рядах максимальных, годовых и минимальных расходов воды. Увеличение суммарных осадков за холодный период по данной метеостанции исследуемого района не оказывает заметного влияния на увеличение стока в период летне-осенней межени, поскольку увеличение температуры воздуха в теплый период приводит к увеличению испарения, в свою очередь приводящему к уменьшению стока.

По результатам расчетов были построены карты изолиний годового модуля стока и значения коэффициента вариации  $C_v$ , а также произведено районирование  $C_s/C_v$ . Полученные карты сравнивались с картами, рекомендованными СПиП 1983 г. и монографией «Ресурсы поверхностных вод СССР, т.11 Средний Урал и Приуралье» 1973 г. Отмечены различия, оказавшиеся незначительными поскольку в работе были использованы данные по 1985 г, в то время, как климатические изменения влияющие на сток рек, наблюдаются на исследуемой территории, начиная с конца 70-х – начала 80-х годов.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ресурсы поверхностных вод СССР, т.11 Средний Урал и Приуралье. - Л., Гидрометеиздат, 1973.
- 2 Зыкова В.А. Отчет по теме: «Разработка «Методики прогноза элементов весеннего половодья р. Туры у г. Туринска». Свердловск, 1978.
- 3 Научно-прикладной справочник по климату СССР. ч. 1–6, вып. 9, –Л.,Гидрометеиздат, 1990
- 4 Основные гидрологические характеристики. Том 11 Средний Урал и Приуралье, выпуск 2, – Гидрометеиздат,1967–1980.
- 5 Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1 Реки и каналы, том 1, выпуск ,11. Бассейн Иртыша, Обнинск ВНИИГМИ – МЦД, – 1987г.
- 6 Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1 Реки и каналы, том 1, выпуск 11. Екатеринбург, 1960-2005 гг