



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)

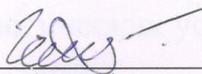
На тему **Анализ многолетних**  
**изменений минимального**  
**зимнего стока рек Кемеровской**  
**области**

Исполнитель Ишкин Виктор Владимирович  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель К.Г.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Сакович Владимир Михайлович  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

  
(подпись)

К.Т.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Гайдукова Екатерина Владимировна  
(фамилия, имя, отчество)

«16» июня 2025г.

Санкт-Петербург  
2025

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	5
1 Характеристика физико-географических условий, гидрография и гидрологический режим рек района исследований	7
1.1 Рельеф и геологическое строение.	8
1.2 Климатическая характеристика района исследования	10
1.3 Основные сведения о гидрографической сети.	12
1.4 Условия водного питания рек и особенности водного режима	16
2 Методика расчета минимального стока	19
2.1 Особенности формирования минимального зимнего стока	19
2.2 Расчет при наличии данных наблюдений	21
2.3 Расчет при отсутствии данных наблюдений	23
3 Гидрометеорологическая изученность и исходные данные	27
3.1 Гидрологическая и метеорологическая изученность, выбор опорных метеостанций и гидрологических постов для проведения исследования	27
3.2 Исходные метеорологические данные	31
3.3 Подготовка рядов исходных данных о минимальном зимнем стоке рек	32
4 Оценка изменения метеорологических условий в период формирования зимнего стока рек	36
4.1 Анализ хронологических изменений температуры воздуха и установление сроков смены климатических условий	36
4.2 Оценка статистической значимости трендов и неоднородности рядов температур	42

4.3	Анализ хронологических изменений осадков	47
4.4	Оценка статистической значимости трендов и неоднородности рядов осадков	51
5.0	Анализ изменений минимального зимнего стока рек Кемеровской области	55
5.1	Визуальная оценка особенностей хронологических колебаний минимального зимнего стока	55
5.2	Оценка значимости линейных трендов	57
5.3	Проверка на однородность рядов минимальных 30-суточных расходов воды	59
5.4	Оценка изменений расчетных значений минимального зимнего стока	60
	Заключение	66
	Список использованных источников	68
	Приложение А - Геологическая карта Кемеровской области	71
	Приложение Б - Физическая карта Кемеровской области	72
	Приложение В - Исходные данные среднемесячных температур опорных метеостанций	73
	Приложение Г - Исходные данные месячных сумм осадков опорных метеостанций	78
	Приложение Д - Исходные данные минимальных 30-суточных расходов воды на опорных гидрологических постах	83
	Приложение Е - Графики интегральных кривых и интегральных разностных кривых средних температур	86
	Приложение Ж - Хронологические графики изменения средних температур воздуха	89

Приложение И - Графики интегральных кривых и интегральных разностных кривых сумм осадков	94
Приложение К - Хронологические графики изменения сумм осадков	97
Приложение Л - графики хронологических изменений минимальных 30-суточных расходов воды за зимний период	102
Приложение М - Графики совмещенных эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных расходов	105
Приложение Н - Таблица значимости трендов минимальных 30-и суточных расходов рек Кемеровской области	107
Приложение О - Таблица проверки рядов минимальных 30-и суточных расходов воды на однородность по критерию Стьюдента при $2\alpha = 5\%$ и $r(1)=0$ и по критерию Фишера при $2\alpha = 5\%$ и $r(1) = 0$	107
Приложение П - Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды	108

## ВВЕДЕНИЕ

Речной сток, наблюдающийся в маловодные сезоны при отсутствии значительных паводков, принято называть меженным, а время, в течение которого он наблюдается, – меженным периодом. Данные о минимальном и меженном стоке используются при разработке проектов питьевого и хозяйственно-бытового, а также промышленного водоснабжения, в горнодобывающей промышленности, при проектировании ГЭС, ТЭЦ и АЭС. Вопросы охраны вод от загрязнения и истощения также не могут решаться без данных о минимальных расходах воды.

Анализ многолетних изменений минимального зимнего стока рек является важной задачей гидрологии и водного хозяйства. Этот показатель отражает изменения водных ресурсов, происходящие вследствие климатических колебаний, антропогенных воздействий и естественных процессов эрозии и осадконакопления. Изучение тенденций зимних минимумов позволяет оценить динамику водности рек, а также спрогнозировать возможные последствия изменения климата для водоснабжения и экологии региона.

Минимальный зимний сток представляет собой период низкой водности реки, характеризующийся минимальным расходом воды зимой. Его изучение важно для оценки запасов подземных вод, выявления зон подтоплений. Понимание динамики и факторов, влияющих на минимальный зимний сток, способствует разработке эффективных мер управления водными ресурсами и адаптации к изменениям климата.

Цель данной работы - проанализировать многолетнюю динамику минимального зимнего стока рек Кемеровской области. Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1. Сбор и подготовка данных о минимальном зимнем стоке рек, температуре воздуха и осадков данного региона.

2. Анализ закономерностей изменения климатических условий в зимний период и установление границ изменения климатических условий.

3. Выявление и анализ закономерностей изменения минимального стока рек Кемеровской области.

Для анализа использовались статистические методы обработки данных. Исходная информация была собрана из официальных источников гидрометеорологической службы и архивных материалов наблюдений.

Актуальность проблемы и цели исследований заключается в том, что наблюдающиеся в последние десятилетия глобальные изменения климата вероятно должны оказывать влияние на условия формирования стока рек и проявиться в изменении водного режима и характеристики речного стока. В условиях современных изменений климата возникает необходимость оценки влияния происходящих климатических изменений на величину минимального зимнего стока рек Кемеровской области.

Для анализа минимальных расходов необходимо изучить физико – географические особенности региона, затем изучить метеорологическую и гидрологическую изученность региона. Следующим этапом необходимо собрать метеорологические и гидрологические данные и проанализировать их, только после выполнения всех выше перечисленных работ можно проанализировать изменение климатических условий и выявить наличие либо отсутствие воздействий климатических условий на расход воды.



## 1.1 Рельеф и геологическое строение

Рельеф исследуемой области связан с геологическим строением и отличается большим разнообразием, что обусловлено расположением на стыке нескольких географических и геологических структур и характеризуется сочетанием 5 орографических районов: Западно-Сибирская равнина - на севере, предгорных и горных районов, Кузнецкий Алатау - на востоке, Салаирский кряж - на западе, Горная Шория - на юге, и межгорной равниной, Кузнецкой котловины - в центральной части [2,3].

На территории области преобладает горный рельеф, занимая почти 64 % всей территории региона.

Кузнецкий Алатау представляет систему разнонаправленных горных хребтов, протяженностью более 500 км в меридиональном направлении [2]. Снежники и ледники лежат на значительно меньших высотах, чем в других горных системах Евразии.

Горная Шория - горно-таёжный регион в южной части области на стыке хребтов Северо-Восточного Алтая, Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа. Горный массив средней высоты, 500-800 м. Рельеф региона образовался в результате длительного разрушения горных пород и постепенного поднятия всей территории, поэтому характерна ярусность, отсутствие выраженных горных хребтов и преобладание небольших плоских массивов. На фоне округлых возвышенностей выделяются гольцы.

Салаирский кряж представляет собой плоскогорье с высотами 400-500 м, протяженностью 300 км. Рельеф включает многочисленные останцы [1,2].

Кузнецкая котловина на севере через Колывань-Томскую складчатую зону сливается с окраинами Западно-Сибирской равнины и представляет собой межгорную тектоническую впадину, образовавшуюся на месте краевого прогиба с окружающими ее горными сооружениями Салаира, Кузнецкого Алатау и Горной Шории.

Большая разность высот поверхности определяет разнообразие природных условий. Наивысшая точка - голец Верхний Зуб на границе с Республикой Хакасия поднимается на 2178 м, наименьшая - 78 м над уровнем моря лежит в долине реки Томи на границе с Томской областью [2, 3].

*Геологическое строение.* Исследуемая область по геологическому строению представляет собой разнородную территорию, поскольку в ее состав входят участки нескольких геологических структур. Они различаются по времени образования, вещественным составом отложений, характером складчатых деформаций [2].

На территории области распространены стратифицированные образования позднего докембрия - фанерозоя и прорывающие их разновозрастные интрузивные комплексы. Северо-восточная окраина области является частью Западно-Сибирской платформы и характеризуется двухъярусным строением.

Нижний ярус - складчатый фундамент – представлен испытанными погружением геоструктурами северного продолжения Кузнецкого Алатау.

Верхний ярус - чехол платформы - сложен горизонтально залегающими отложениями мезозоя и кайнозоя. Большая часть территории Кемеровской области входит в состав Алтае-Саянской складчатой области. В ее пределах выделяются Кузнецкий прогиб герцинского возраста и окружающие его горно-складчатые образования: Кузнецкий Алатау, Горная Шория (раннекаледонские или салаирские структуры) и Салаир (раннегерцинские структуры). На северо-западной окраине области располагаются структуры Томь-Колыванской складчатой зоны (позднегерцинские) [1].

Восточная часть области более гористая, где расположены горные образования, которые формируются из мелкозернистых песчаников и сланцев. На западе области расположены мощные кремниевые отложения, включая песчаники, глины и известняки, которые образовались в процессе древнего моря, покрывавшего эту территорию миллионы лет назад.

Геологическая структура исследуемой области подвержена различным геодинамическим процессам, включая поднятие и опускание земли, которые произошли в разные исторические эпохи. Это привело к образованию трещин, разломов и других геологических явлений, что, в свою очередь, оказывает влияние на распределение природных ресурсов и экосистем региона.

Таким образом, на территории Кемеровской области имеются самые разнообразные формы рельефа, которые оказывают влияние на гидрологические и климатические условия, природные ресурсы региона [2].

## 1.2 Климатические условия

Климат формируется под влиянием и в зависимости от ряда физических процессов и географических факторов (атмосферная циркуляция воздуха, количество солнечной радиации, географическая широта, высота над уровнем моря, характер подстилающей поверхности и др.) [2].

Для Кемеровской области характерно умеренное количество суммарной солнечной радиации (от 95 ккал/см<sup>2</sup> на севере до 115 ккал/см<sup>2</sup> на юге), ярко выраженная сезонность климата, господство западного переноса воздушных масс со значительной ролью циклональной и антициклональной циркуляции. Продолжительность светового дня составляет от 7 ч в середине декабря и возрастает до 17 ч 30 мин в середине июня.

Исследуемая область характеризуется континентальным климатом умеренного пояса, который формируется под влиянием нескольких факторов, включая удаленность от океанов и горный рельеф, что создает значительные резкие погодные колебания температуры воздуха по временам года, в течение месяца и даже в течение суток и определяет климатические условия региона. Колебания характерны для лесостепи и тайги, несколько меньше они в горах.

Самые низкие температуры воздуха в регионе могут превышать -50 °С, а наиболее высокие могут достигать +35... +38 °С, годовая амплитуда колебаний

температуры может составлять 90°. Средние температуры января -14...-22 °С, июля +17...+19 °С.

Зима умеренно-холодная и продолжительная, лето тёплое и короткое. Зима начинается в ноябре и длится около 5,5 месяцев, самый холодный месяц январь, весна приходит в начале апреля, лето начинается в начале июня, самый жаркий месяц июль, а осень в начале сентября. Продолжительность безморозного периода на севере области составляет от 100 дней, а на юге Кузнецкой котловины до 120 дней [1].

В Кемеровской области наблюдается неравномерность количества выпадающих осадков. Самым влажным районом является западный склон Кузнецкого Алатау. По данным сети наблюдений Росгидромета годовые нормы осадков на севере Кузбасса наименьшие - 476 мм/год (г. Кемерово), а на склонах Кузнецкого Алатау наибольшие - 1176 мм/год (п. Центральный Рудник) [5].

Основная часть осадков приходится на зимнее время. В горах первый снег выпадает уже в первой половине сентября. Сплошной *снежный покров* в Кузнецком Алатау и Горной Шории устанавливается уже к середине-концу октября [3]. Высота снежного покрова зависит от рельефа местности, количества осадков. Так, в северной лесостепи мощность снежного покрова в середине марта, перед началом таяния, достигает 50 см, в южной лесостепи она составляет 40 см, в равнинной тайге 80-120 см, в горной тайге 200-250 см, а в горных и речных долинах достигает 300 см [2,4].

Исследуемая область в силу своего географического положения и особенностей орографии находится далеко от морей и океанов, закрыта горами от ветров, дуящих с востока и юга, при этом открыта ветрам с севера и запада. Западные ветры с Атлантики приносят зимой в регион снежную погоду с метелями. Северные ветры с Северного Ледовитого океана на протяжении всего года несут похолодание. Юго-западные ветры способствуют оттепелям в зимний период, а юго-восточные, образовавшиеся над степями и пустынями Китая и Монголии, приносят зимой сильные морозы.

В целом, зимой исследуемая область находится под сильным воздействием Сибирского максимума, и преобладают антициклональные погоды с сильными морозами (ниже  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Максимальная температура зимы зарегистрирована -  $57\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Крапивино). Прохождение циклонов способствует формированию слабо и умеренно морозных погод (от 0 до  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Большое количество осадков в горах и сложный рельеф сформировало и обеспечило густую, разветвлённую гидрографическую сеть [3].

### 1.3 Общая характеристика гидрографической сети

Гидрографическая сеть Кемеровской области принадлежит бассейну реки Обь, впадающей в Карское море, которая занимает первое место в России по площади водосбора, и представлена густой сетью малых и средних рек, озерами, водохранилищами, болотами [7,11].

На территории области протекает 32109 рек, общей протяженностью более 245 тыс. км. Основные крупные реки области - Томь, Иня, Кия и Яя. Водосборные бассейны рек исследуемой области показаны на рисунке 1.2.

Густота речной сети колеблется от  $0,45\text{ км/км}^2$  - бассейн реки Иня до  $0,09\text{ км/км}^2$  - бассейн реки Томь. Площадь земель водного фонда составляет 27 тыс. га, или 0,3 % всего земельного фонда Кемеровской области [7].

На территории региона, вследствие особенностей рельефа, климата, геологических условий, речная сеть развита неравномерно и представлена реками горного и равнинного типа.



Рисунок 1.2- Схема основных водосборных бассейнов рек Кемеровской области

*Реки.* Реки горной части исследуемой области берут свое начало на склонах Кузнецкого Алатау и Горной Шории. Средняя высота водосбора рек более 500 м. Представляют собой типичные горные с быстрым течением, с порожистым и сложенным валунами руслом. Они текут с юга на север. На территории Кузнецкой котловины, в низинном районе, высота водосбора рек менее 500 м, реки типично равнинные. Поймы малых и средних рек нередко заболочены [8]. Строение долин рек и направленность течения водотоков отразило древние и сложные геологические процессы.

Наиболее развита гидрографическая сеть в южных горных районах бассейна реки Томи. Бассейн Томи занимает центральную и южную часть территории Кемеровской области.

Томь - крупный правый приток Оби, начинающийся на западном склоне Абаканского хребта и заканчивающийся впадением в Обь. Площадь её бассейна превышает 62 тыс. км<sup>2</sup>. Водораздел охватывает южные части Абаканского хребта, западные отроги Салаирского кряжа и восточные вершины Кузнецкого Алатау, охватывая территории западной части Кузнецкого Алатау, Горной Шории и межгорной Кузнецкой котловины. [5]. Томь протяжённостью 827 км имеет более 115 притоков, из которых 28 имеют длину свыше 50 км. Основные притоки - Бельсу, Уса, Мрас-Су, Кондома, Терси, Тайдон. Томь характеризуется продолжительным весенним половодьем, носящим бурный характер и сопровождающимся резким колебанием уровня подъема воды.

Река Иня - правый приток Оби, длиной 663 км и площадью бассейна 17,6 тыс. км<sup>2</sup>, протекающая в центральной и западной частях Кемеровской области. Истоки находятся на южных склонах Тарадановского увала, далее река течёт через Кузнецкую котловину с юго-востока на северо-запад. Основными притоками являются Уроп, Тарсьма, Касьма и Бачат. Река типично равнинная, долина хорошо развита, изобилует старицами, озёрами и извилистыми участками. Для регулирования стока создано Беловское водохранилище.

Реки Яя и Кия распложены в северной и северо-восточной части области, берут начало в горах Кузнецкого Алатау [9].

Река Кия - самый крупный левый приток Чулыма (приток Оби) на юго-востоке Западной Сибири, длиной 548 км, площадь бассейна – 32, 2тыс. км<sup>2</sup> [4]. Основные притоки: Тяжин, Четь, Кожух, Антибес [5]. В пределах области течет в верховьях на северо-запад в пределах восточных склонов Кузнецкого Алатау. Вокруг Кии образовались несколько стариц протяжённостью более 30 км [4].

Река Яя - левый приток Чулыма (приток Оби), берет начало на всхолмленной равнине. Длина реки в пределах области составляет около 180 км. Основные притоки: Барзас, Алчедат, Золотой Китат, Катат. Долина Яя имеет много озёр [9].

*Озера.* На территории области насчитывается 850 озер суммарной площадью 101 км<sup>2</sup>, что составляет 0,1 % от всей площади - 95725 кв. км. На

высокогорье Кузнецкого Алатау множество озер каровых и ледникового происхождения. Основная масса озер является старицами (426 - 50%) рек Иня, Кия, Яя в их нижнем течении. Много пойменных озер, в равнинной части широких долин рек Томь, Иня, Кия и Яя. Для рассматриваемой области характерно наличие искусственных озер, образованных в результате отработки угля и других ископаемых, глубиной до 80-120 метров [4, 5].

На реках области имеется около 2тыс. прудов и более 100 водохранилищ. Наиболее крупные водохранилища области: Беловское, Гурьевское [4].

По физико-географическим и геолого-гидрологическим характеристикам территория Кузбасса благоприятна для формирования и сохранения значительных запасов подземных вод.

*Подземные воды* на территории Кемеровской области относятся к гидрогеологическим структурам Алтае-Саянской сложной гидрогеологической складчатой области, в частности, Саяно-Тувинской гидрогеологической складчатой области и Алтае-Томскому гидрогеологическому массиву и Западно-Сибирскому сложному артезианскому бассейну, в частности Иртыш-Обскому артезианскому бассейну. Наиболее крупной, значимой и нагруженной гидрогеологической структурой III порядка является Кузнецкий межгорный артезианский бассейн, территориально совпадающий с Кузнецким бассейном. Подземные воды сосредоточены в зоне активного водоснабжения.[11].

Подземные воды залегают почти под всей территорией Кузнецкой котловины, а в некоторых районах области имеются настоящие подземные бассейны. Особенно велики запасы этих вод в Подобасско-Тутуясской впадине.

*Ледники.* Некоторые запасы пресных вод нашей области находятся в ледниках. В Кузнецком Алатау обнаружен 91 ледник общей площадью 75 км<sup>2</sup>, выявлено 28 снежно-ледниковых образований, переходных от снежников к ледникам, с площадью 1,41км<sup>2</sup>. Ледники занимают подветренные уступы нагорных террас, склоны за обширными площадками водоразделов и платообразных вершин, в карах, у подножий крупных склонов.

На территории области *болота* занимают площадь 908 км<sup>2</sup>, что составляет 1 % от территории Кузбасса [7].

#### 1.4 Условия водного питания рек и особенности водного режима

Исследуемые реки Кемеровской области имеют преимущественно снеговое и смешанное питание. Питание рек идет, в основном, за счет весеннего снеготаяния и ледников Горного Алтая. На долю дождевого стока приходится около 30 % от годового.

В зимний период питание рек происходит только за счет подземных вод. Например, для реки Томь основным источником питания являются зимние осадки, которые дают 60-90% годового стока. Питание дождевыми водами в горном районе составляет 15-20%, с уменьшением высоты местности оно уменьшается до 3-5%. Грунтовое питание составляет 15-20% годового стока [10,7].

Основным источником питания рек в период половодья являются талые воды, а за счет выпадения жидких атмосферных осадков увеличиваются его объем и продолжительность. Во время снеготаяния большое количество воды аккумулируется в бессточных емкостях на поверхности бассейна - озера, верховые болота, локальные понижения на поверхности водосборов, приустьевые участки рек. Накапливание воды происходит и в недрах земли.

Сток рек зависит от физико-географических факторов: климата, орографии, экспозиции склонов, ориентации бассейнов относительно направления воздушных масс, средней высоты водосборов.

Общий объем стока поверхностных вод Кемеровской области равняется 40,3 км<sup>3</sup> в год. Основная его масса - 37,4 км<sup>3</sup> (6,4 % от поверхностного стока Западно-Сибирского региона) формируется в пределах территории области, а 2,9 км<sup>3</sup> - за счет притока из соседних областей и краев.

По классификации П.С. Кузина реки исследуемой территории относятся к рекам с весенним и весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года. Сроки наступления весеннего половодья на реках Томь, Иня, Кия, Яя и их притоках варьируют в значительных пределах. Вскрытие рек ото льда продвигается с юга на север. Обычно начало половодья приходится на вторую декаду апреля на севере и в конце третьей декады апреля - начале мая на северо-востоке. Окончание половодья в среднем наблюдается в июне - начале июля.

Наибольшая часть годового стока рек приходится на долю весеннего половодья, поэтому его объем, продолжительность и доля в годовом стоке определяют особенности распределения стока в году.

Подземные водоносные горизонты залегают в закарстованных, трещиноватых породах в Горной Шории и на склонах Кузнецкого Алатау, а в равнинной части территории - в рыхлых осадочных породах. За счет сработки этих запасов и выпадающих в период половодья осадков поддерживается высокая водность рек в течение длительного времени, поэтому половодье имеет большие объемы и продолжительность. Сток половодья составляет 65-90% годового.

В водном режиме наблюдается 2 периода минимального стока: летне-осенняя межень между окончанием весеннего половодья и началом осенних паводков и зимняя межень в период отрицательных зимних температур воздуха и отсутствия жидких осадков.

*Зимняя межень*, начало которой определяется по дате появления устойчивых ледовых образований на реках, устанавливается в середине или конце ноября - начале декабря и продолжается до начала подъема половодья. Водный режим рек в период зимней межени тесно связан с режимом грунтовых вод и ледовым режимом на реках. Наименьшие расходы воды наблюдаются в конце зимней межени. На зимний сток приходится от 3 до 10% годового объема [8,12].

Изменения расхода воды и внутригодовое распределение представлена на характерном гидрографе р. Томь, рисунках 1.3.

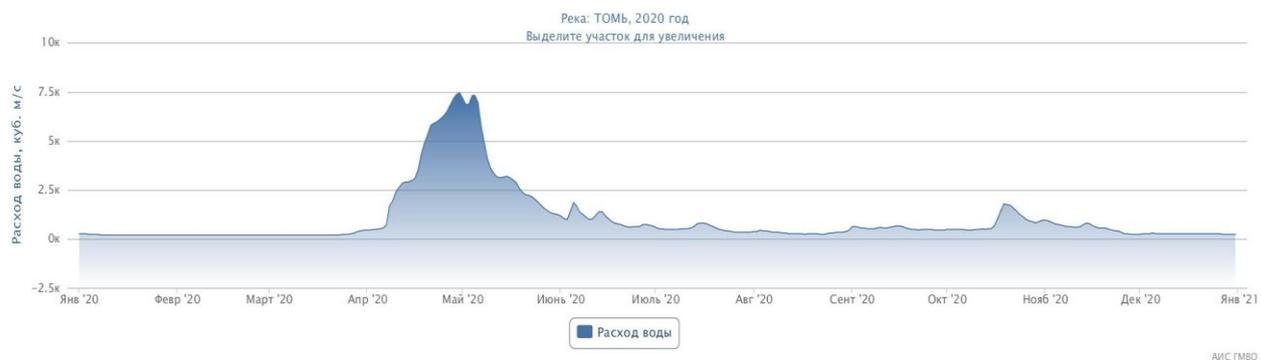


Рисунок 1.3 - Среднесуточный расход воды р. Томь г. Томск 2020г.

## 2 Методика расчета минимального стока

Минимальные расходы воды относятся к категориям основных гидрологических характеристик, широко используемых в практике гидрологических расчетов. При этом чаще всего в расчетах применяются средние 30-суточные (месячные) и суточные расходы воды, хотя иногда используются минимальные 5-, 7- или 10-суточные расходы воды.

В случае недопущения каких-либо перерывов или уменьшения подачи воды при водоснабжении промышленных предприятий в расчетах применяется минимальный среднесуточный расход воды. Расчетная обеспеченность назначается обычно в диапазоне 75 - 97%. Во избежание разделения зимнего сезона рассматривается не календарный, а гидрологический год.

Методы расчета минимального стока различаются в зависимости от объема и качества исходных данных и категории реки. В практике расчетов минимального стока, как и при расчетах других характеристик стока, может быть три случая: исходных гидрометрических данных достаточно (ряды репрезентативные), данных недостаточно (ряды нерепрезентативные). Данные отсутствуют. По категориям реки делятся на малые (в зависимости от региона они имеют площадь водосбора до 1000 - 2000 км<sup>2</sup> и более), средние (от верхнего предела площади малой реки до 50 - 75 тыс. км<sup>2</sup>) и большие (превышающие верхний предел площади средней реки). [19]

### 2.1 Особенности формирования минимального зимнего стока

Условия формирования минимального 30-дневного зимнего стока непосредственно определяются условиями формирования расходов воды в период зимней межени, но имеют свои особенности, связанные с местными условиями питания рек подземными водами.

По первостепенному значению в генезисе формирования минимального зимнего стока факторы могут быть сгруппированы в три группы:

Первая группа включает в себя стокообразующие факторы – осадки, являющиеся главным источником формирования поверхностного стока, и подземные воды, определяющие сток при отсутствии осадков за длительный период. Основное значение имеет величина подземного питания в межень период; при устойчивой межени поверхностные воды практически не участвуют в формировании минимального стока.

Вторая группа факторов (косвенных) – непосредственно не участвующих в формировании низкого стока, но влияющих на режим и расход низкого стока через пространственно временное распределение осадков (Методы расчета, 1984). Основные из них это гидрогеологические особенности строения водосборов, потери на испарение (температура, дефицит влажности воздуха), а также рельеф, залесенность и заболоченность, характер растительности, наличие карста.

Третья группа факторов включает в себя факторы бассейнового регулирования, состоящие из азональных характеристик водосбора (площадь, средняя высота, уклон, густота речной сети, глубина эрозионного вреза). В общем случае, для рек с высокой зарегулированностью стока отмечается сглаженное половодье, меньшая высота паводков и, соответственно, меньшая продолжительность межени и более высокий минимальный сток. [13]

На территории России выделяются три зоны со следующими характеристиками межень периодов:

зона I - межень период продолжительный и устойчивый;

наблюдается на большей части рек России в зимний и летне-осенний сезоны;

зона II - межень период непродолжителен и прерывист; наблюдается в оба сезона в областях с повышенным питанием рек в межень за счет поверхностного стока;

зона III - меженный период в течение года в большинстве случаев выражен нечетко вследствие частых дождей или таяния ледников в летне-осенний сезон и частых оттепелей в зимний.

Исследуемые реки находятся в зоне I, зимняя межень на реках бассейна устанавливается в январе и продолжается до начала подъема половодья. Наименьшие расходы за период межени наблюдаются, как правило, в конце периода. Водный режим рек во время зимней межени находится в тесной связи с режимом грунтовых вод и ледовым режимом на реках.

Минимальный сток наблюдается в периоды прекращения или резкого сокращения притока поверхностных вод, основное участие в питании рек в этот период принимают подземные воды из временных и постоянных водоносных горизонтов.

Определенное значение для питания рек имеет характер выклинивания подземных вод на дневную поверхность, который зависит от условий их залегания и распространения. По условиям залегания все подземные воды подразделяются на пластовые и трещинножильные. Пластовые воды разгружаются на больших пространствах по всему периметру русла. Интенсивность разгрузки пластовых вод обычно невысокая. Такие формы питания свойственны большинству равнинных рек, что касается и реки Чая.

Таким образом, режим подземных вод, принимающих участие в подземном питании рек, определяется климатическими условиями и местными физико-географическими факторами, в первую очередь геологическими и гидрогеологическими условиями, а также хозяйственной деятельностью человека. [19]

## 2.2 Расчёт при наличии данных наблюдений

В настоящее время расчет минимального стока рек стока при наличии достаточно продолжительных рядов наблюдений, полученных в условиях

естественного (незарегулированного) стока, определяются помощью широко используемых вероятностно-статистических методов.

Эти методики рекомендованы к использованию нормативными документами по расчетам основных гидрологических характеристик разных лет выпуска: СН 435-72 [18], СНиП 2.01.14-83 [19], СП 33-101-2003 [20] и СП 529.1325800.2023 [21]. Перед использованием рядов данных о минимальном стоке и их статистической обработки, рекомендуется сделать оценку о достоверности исходного материала.

Имеющийся ряд наблюдений считается достаточным, если средняя квадратическая погрешность нормы низкого стока не превышает 15 %. Это обусловлено точностью исходных гидрометрических данных. При оценке репрезентативности ряда наблюдений большое значение имеет наличие в этом ряду самых маловодных лет.

Наличие ошибок можно выявить путем сопоставления имеющихся величин как по одной реке, так и по ряду соседних рек, находящихся в одинаковых физико-географических условиях с учетом разницы в размерах площади бассейна.

Определение расчетных минимальных расходов воды при наличии данных гидрометеорологических наблюдений производят с использованием кривых обеспеченностей: Крицкого - Менкеля или Пирсона III типа. При значительных расхождениях аналитической кривой и фактических данных в нижней части (резкое отклонение последних точек, обусловленное физическими причинами) применяют эмпирические кривые обеспеченности. Такие кривые имеют достаточно плавный вид в основной части и резкий изгиб в нижней. Обычно он приходится на зону обеспеченности в 90 % - 97 %.

Если ряд содержит нулевые значения - строится кривая обеспеченностей для ряда без нулей. Затем для любого расхода можно определить ежегодную вероятность превышения (обеспеченность) по формуле:

$$P = \frac{n_1 P_1}{(n_1 + n_2)}$$

$n_1$  – число ненулевых членов ряда;

$n_2$  – число нулей;

$P_1$  – обеспеченность расхода по кривой обеспеченностей без нулей

Одновременное построение эмпирических кривых обеспеченности для меженного, минимального 30-суточного и суточного стока позволяет сразу выявить случайные ошибки в фактических данных, особенно для нижней части кривых обеспеченности. Резкое отклонение эмпирической точки одной из характеристик низкого стока, не подтвержденное другими генетически однородными характеристиками, свидетельствует о ее случайной (или ошибочной) величине. В зоне больших обеспеченностей эмпирические кривые минимального и меженного стока имеют, как правило, согласованное направление как генетически однородные характеристики. Это позволяет осуществлять взаимную увязку положения кривых обеспеченности. [19].

### 2.3 Расчет при отсутствии данных наблюдений

Основной расчетной характеристикой является минимальный 30-суточный и или среднемесячный расход воды в зимний и (или) летне-осенний сезоны. Минимальный среднесуточный расход определяют по связи с 30-суточными.

Метод определения минимального 30 - суточного расхода воды зависит от категории реки: малая; средняя или большая. К малым относят реки, у которых модуль минимального стока изменяется с возрастанием площади водосбора. В зависимости от района к малым относят реки с верхним пределом площади водосбора от 1000 до 5000 км<sup>2</sup>. Наименьшие значения отмечены в зонах избыточного и достаточного увлажнения, наибольшие в районах с

наличием пересыхающих или перемерзающих рек. К средним относят реки с площадью водосбора от вышеуказанных до 50000 - 75000 км<sup>2</sup>.

При отсутствии гидрометрических наблюдений минимальные средние месячные (30-дневные) расходы воды следует определять одним из следующих методов:

а) по картам минимального стока 80%-ной обеспеченности для средних рек (СП 529.1325800.2023 не рекомендует);

б) по эмпирическим формулам (для малых рек) [20].

Река считается малой, если модуль ( $q_{30}$ ) минимального 30-суточного стока изменяется (увеличивается или уменьшается) с увеличением площади водосбора ( $F$ ). Это устанавливается по графику связи  $q_{30}=f(F)$  для относительно однородных по условиям формирования минимального стока гидрологических районов. Эта зависимость обычно бывает недостаточно тесной для использования непосредственно в расчетах, но позволяет выявить тенденцию увеличения (или уменьшения) модуля стока с увеличением площади водосбора. Тенденцию обычно видно по нижней огибающей линии поля точек.

Минимальные расходы воды на больших и средних реках определяют по интерполяции между пунктами наблюдений с учетом боковой приточности и данных полевых гидрометеорологических изысканий в расчетном створе.

При невозможности интерполяции для расчета минимальных 30-суточных (среднемесячных) расходов используются карты изолиний модуля минимального 30-суточного модуля стока 80 %-ной обеспеченности для зимнего сезона.

Минимальный зимний сток малых равнинных рек при отсутствии данных наблюдений определяется по зависимости минимальных 30-суточных зимних расходов воды 80 %-ной обеспеченности от площади водосбора. Параметры зависимости устанавливаются для районов однородных по условиям формирования минимального зимнего стока. В общем виде эта зависимость имеет вид (формула 2.1):

$$Q_{p\%} = b(F \pm F1)^m \delta_1 \delta_2 \lambda_{p\%} \quad (2.1)$$

- где  $Q_{p\%}$  – минимальный 30-суточный зимний расход воды расчетной обеспеченности, м<sup>3</sup>/с;
- $F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;
- $F1$  – дополнительная площадь водосбора: при положительном значении отражает дополнительное подземное питание рек (за счет карста, выхода глубоких трещинных вод, подпитывание из водоносных горизонтов других бассейнов), в случае отрицательного значения показывает площади водосбора с ежегодным отсутствием стока в течение 30 суток;
- $b, m$  – параметры, определяемые по рекам-аналогам или как средние районные значения с использованием минимальных зимних расходов воды опорной обеспеченности, обычно 80 %;
- $\delta 1$  – коэффициент, учитывающий увеличение минимальных зимних расходов воды на озерных реках (при расположении озер в верхней части водосбора и озерности менее 5 % коэффициент  $\delta 1$  может быть принят равным 1);
- $\delta 2$  – коэффициент, учитывающий увеличение минимальных зимних расходов воды заболоченных водосборов;
- $\lambda_{p\%}$  – переходный коэффициент от минимального 30-суточного зимнего расхода воды 80 %-ной обеспеченности к расходу воды расчетной обеспеченности.

Основой формулы (2.1) является связь минимального зимнего расхода воды с площадью водосбора, описываемая выражением:

$$Q_{30\ 80\%} = bF^m \quad (2.2)$$

- где  $Q_{30\ 80\%}$  – минимальный 30-суточный (месячный) зимний расход воды

80%-ной обеспеченности.

Связь строится для районов, однородных по гидрогеологическим, морфологическим, климатическим и растительным характеристикам.

В зависимости от условий формирования минимального зимнего стока в каждом относительно однородном районе интенсивность увеличения расходов воды с ростом площади водосбора, характеризуемая коэффициентом  $m$ , может меняться от  $m > 1$  до  $m < 1$ .

При наличии в районе пересыхающих или перемерзающих рек, в которых сток ежегодно отсутствует в течение 30 суток формула (9.1) преобразуется в уравнение:

$$Q_{p\%} = b(F - F1)^m \lambda_{p\%} \quad (2.3)$$

При наличии дополнительного подземного питания рек формула (2.1) имеет вид:

$$Q_{p\%} = b(F + F1)^m \lambda_{p\%} \quad (2.4)$$

В озерных или сильно заболоченных районах формула (2.1) приобретает вид:

$$Q_{p\%} = bF^m \delta_1 \delta_2 \lambda_{p\%} \quad (2.5)$$

Коэффициент  $\lambda_{p\%}$ , определяется как средний в однородном районе по данным рек-аналогов с учетом гидрогеологических условий, глубины вреза русла реки и других факторов минимального стока. Коэффициент  $\lambda_{p\%}$  можно определить по графику связи  $Q_{80\%} = f(Q_{p\%})$ .

### 3 Гидрометеорологическая изученность и исходные данные

3.1 Гидрологическая и метеорологическая изученность, выбор опорных метеостанций и гидрологических постов для проведения исследования

Согласно СП 11-103-97, район достаточно изучен в гидрометеорологическом отношении. В оценку гидрологической изученности включены только речные посты. При оценке гидрологической изученности не учитывались также гидрологические станции, на которых продолжительность систематических наблюдений была меньше 10 лет. Подобное ограничение исходной выборки связано с тем, что короткие ряды статистически крайне недостоверны, и по этой причине получение по ним сколько-нибудь надёжных гидрологических характеристик не представляется возможным.

В основу гидрологической характеристики положены наблюдения на гидрологических постах, расположенных в бассейнах рек, протекающих непосредственной по территории Кемеровской области. Перечень гидрологических постов и сведения о положении постов показано на рисунке 3.1. Все сведения, взяты по справочным томам «Основные гидрологические характеристики», «Ресурсы поверхностных вод», «Гидрологическая изученность» и «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» и АИСГМВО.

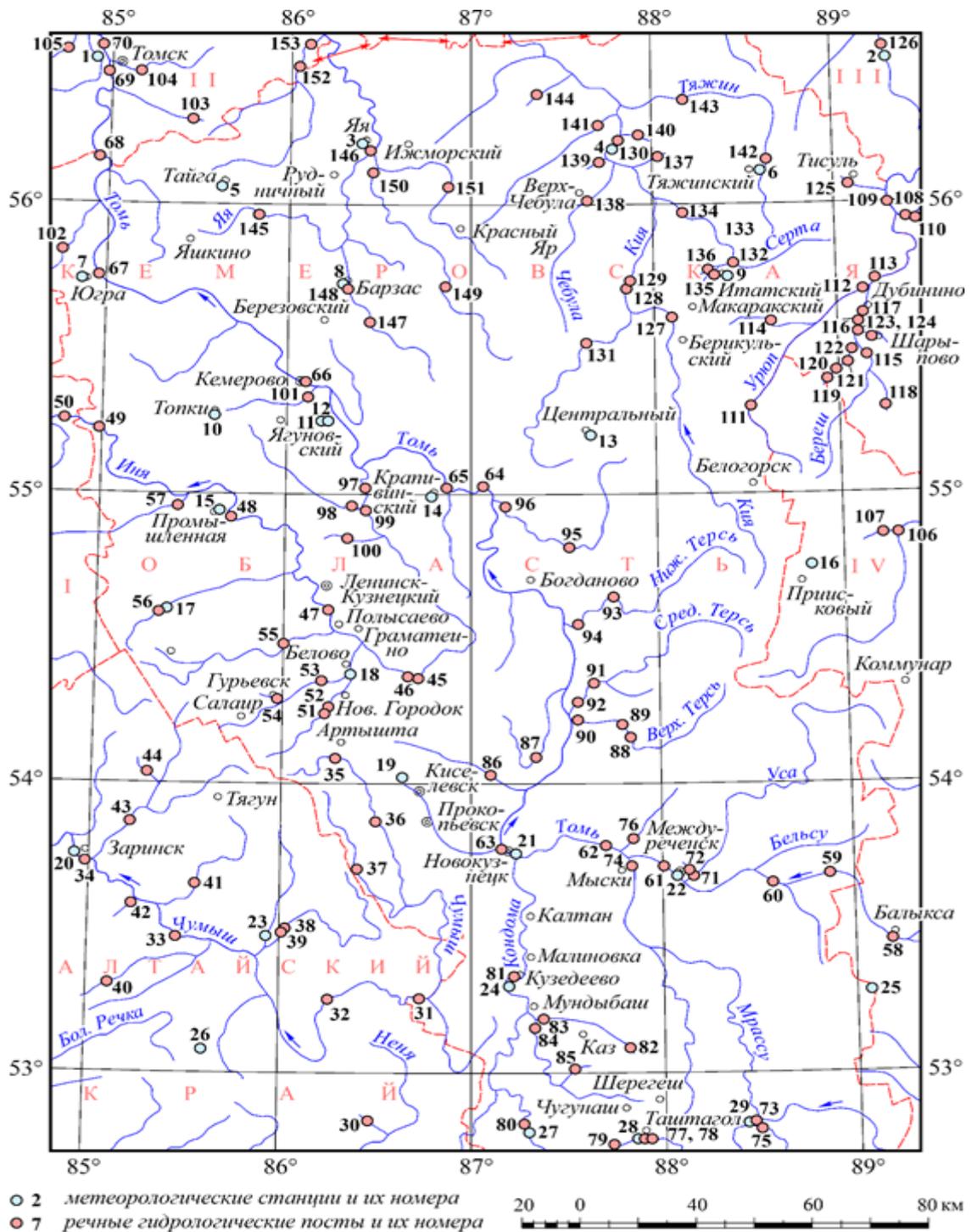


Рисунок 3.1 Стационарная гидрометеорологическая изученность Кемеровской области

Кемеровская область, как следует из рисунка 3.1, в целом отличается очень хорошей степенью гидрологической изученности - в её пределах в разное время действовало 92 гидрологических поста. Первые систематические

наблюдения за гидрологическим режимом рек рассматриваемой территории были организованы в 90-ых годах XIX столетия. К 30-ым годам XX века относится период массового открытия гидрологических постов, и к началу 1940-го года в бассейнах рек рассматриваемой территории одновременного действовало 41 постов. Пик стационарных гидрологических наблюдений, оцениваемый через число одновременно действующих постов, пришёлся на 1970-ые годы, когда параллельно велись наблюдения на 85 гидрологических постах речного типа. К началу нового столетия число постов на реках рассматриваемой территории начало сокращаться.

Из общего количества действующих гидрологических постов были выбраны 5 постов представлены в таблице 3.1. Данные посты находятся на основных реках региона, имеют более продолжительные ряды наблюдений и действуют до настоящего времени.

Таблица 3.1 Опорные гидрологические посты

№ по р. с. 3.1	Река	Пост	Расстояние, км		Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период действия		Координаты (СК Пулково-42)		Принадлежность поста
			от истока	от устья		открыт	закрыт	широта	долгота	
63	Томь	г. Новокузнецк	247 (392)	580	29 800	09.11.1893	действует	53° 45' 25"	87° 10' 36"	ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»
69	Томь	г. Томск	753 (906)	75	57 000	15.08.1963	действует	56° 27' 12"	84° 56' 09"	ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»
130	Кия	г. Мариинск	296	252	9 820	07.09.1934	действует	56° 13' 07"	87° 46' 51"	ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»
146	Яя	пгт Яя	180	200	3 460	25.10.1934	действует	56° 11' 45"	86° 26' 10"	ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»
48	Иня (Нижняя)	Пгт. Промышленная	282	380	7 960	01.11.1959	действует	54° 54' 22"	85° 40' 33"	ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»

Наиболее полно речной гидрологический режим охарактеризован в группе малых рек (гидрографическая длина которых выше пункта наблюдений находится в интервале значений 26 - 100 км, а площадь поверхностного водосбора – в интервале значений около 200 - 2000 км<sup>2</sup>); режим рек данной группы изучен на 43 постах (примерно 50% от общего числа учтённых постов). Заметно более слабой изученностью отличаются средние водотоки (с длинами от 101 до 500 км и площадью водосбора, которая обычно не выходит за пределы интервала 2000 - 20000 км<sup>2</sup>). Особенности их гидрологического режима могут быть установлены из наблюдений на 31 посту (33% от общего числа учтённых постов). Наиболее низкой изученностью обладают самые малые (с длинами до 25 км и площадью водосбора до 200 км<sup>2</sup>) и большие реки (длиной более 500 км и площадью водосбора более 20000 км<sup>2</sup>) водотоки; режим каждой из названных групп изучен на 13 и 5 постах соответственно (примерно 11% и 6% от общего числа учтённых постов).

В распределении постов по продолжительности периода наблюдений отчётливо выражен максимум в интервале 26 - 50 и 51 - 100 лет. Эти посты, расположенные на реках различной крупности (от самых малых до больших), были открыты большей частью в период массового открытия гидрологических постов (30-е годы прошлого столетия). Наибольшей продолжительностью наблюдений (около 129 лет) обладают посты на крупнейшей реке региона, р. Томь. В настоящее время продолжают действовать 50 постов (более половины от их общего числа); результаты наблюдений на них отражают современные особенности гидрологического режима водных объектов.

Первые метеорологические наблюдения в Кемеровской области начались в конце XIX века в связи со строительством Транссибирской железной дороги и началом освоения Кузбасса. В городе Кемерово метеорологическая станция была организована 01.05.1933 года при товарной конторе железнодорожного вокзала. 03.07.1934 года станция была перенесена на юг города Кемерово в аэропорт, и в 1940 году переименована в авиаметеорологическую станцию (АМСГ) 3-го разряда.

В 1951 году по приказу Западно-Сибирского управления Гидрометслужбы было открыто Гидрометбюро в городе Кемерово. Характеристика климатических условий Кемеровской области приводится по материалам многолетних наблюдений Росгидромета на метеорологических станциях в рассматриваемом регионе.

Выбор метеостанций, в качестве репрезентативных для анализа, обусловлен наличием и полнотой исходных данных, а также географическим расположением с учетом охвата территории Кемеровской области. Месторасположение метеостанций в Кемеровской области показано на рисунке 3.1.

Опорные метеостанций для проведения исследования представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Опорные метеостанций

№ по рис. 1	Станция	Высота, м БС	Координаты (СК Пулково-42)		Период действия	
			широта	долгота	начало	конец
28	г. Таштагол	424	52° 46' 12"	87° 52' 12"	1961	действует
5	г. Тайга	250	56° 04' 14"	85° 37' 10"	1898	действует
15	г. Промышленная	195	54° 55' 12"	85° 39' 00"	1961	действует

### 3.2 Исходные метеорологические данные

Климато-метеорологическая характеристика дана с использованием материалов наблюдений на государственных метеорологических станциях, расположенных на территории Кемеровской области. Из многочисленных климатических показателей для последующего анализа отобраны только те из них, что оказывают непосредственное влияние на состояние водных объектов: температура воздуха осадки и снежный покров.

Информационную основу проводимого анализа составляют материалы регулярных наблюдений на гидрологических постах и метеорологических станциях Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу

окружающей среды (Росгидромета). Эти материалы имеют исключительную ценность благодаря высокой однородности рядов наблюдений и унифицированности методик наблюдений.

Для проведенного анализа были проанализированы месторасположения метеорологических станций с наиболее длинными рядами наблюдений. Основные сведения по температуре представлены в приложении В. Всего было отобрано 3 метеорологических станций. Продолжительность рядов наблюдений представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Продолжительность рядов наблюдений

№ по рис. 1	Станция	Высота, м БС	Продолжительность рядов	
			начало	конец
28	г. Таштагол	424	1962	2023
5	г. Тайга	250	1960	2023
15	г. Промышленная	195	1961	2023



Рисунок 3.2 Стационарные метеорологические станции Кемеровской области

### 3.3 Подготовка рядов исходных данных о минимальном зимнем стоке рек

Для проведенного анализа были собраны и проанализированы ряды минимальных 30 суточных зимних расходов реки Томь, Кия, Иня и Яя. Ряды (массивы) погодичных данных о минимальном зимнем стоке воды за весь период наблюдений, актуализированные по 2023 г., получены в ответ на запросы в Кемеровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – Филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Кемеровский ЦГМС - филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»).

Период, за который собраны данные о минимальном стоке рек, находится в пределах 1894 - 2023 годов, таблица 3.4. В рядах стока отсутствуют систематические пропуски.

Таблица 3.4 Продолжительность рядов наблюдений на гидрологических постах.

Река	Пост	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период действия		Продолжительность рядов наблюдений
			открыт	закрыт	
Томь	г. Новокузнецк	29 800	09.11.1893	действует	128
Томь	г. Томск	57 000	15.08.1963	действует	79
Кия	г. Мариинск	9 820	07.09.1934	действует	86
Яя	пгт Яя	3 460	25.10.1934	действует	87
Иня	Пгт. Промышленная	7 960	01.11.1959	действует	62

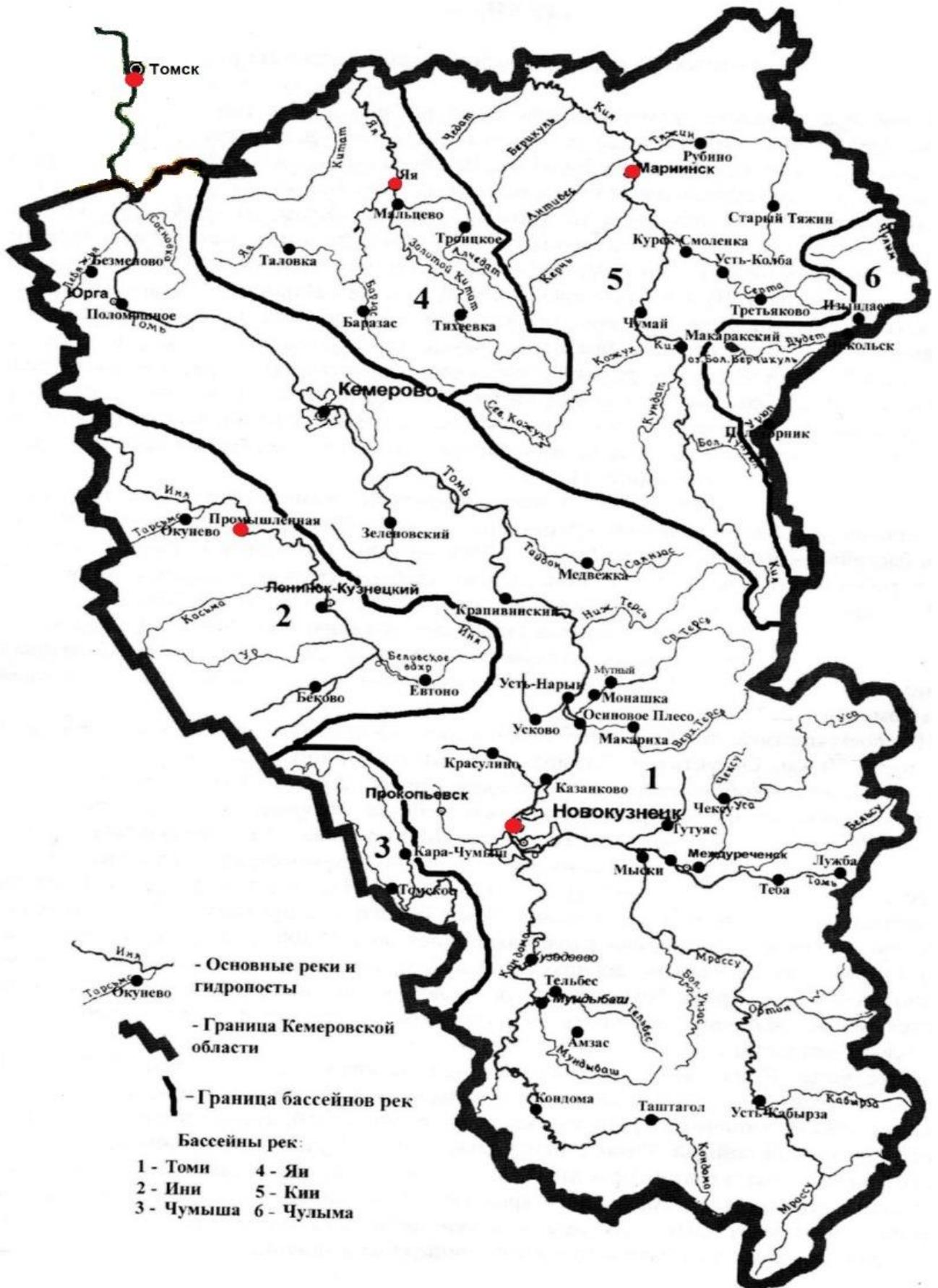


Рисунок 3.3 Стационарные гидрологические посты Кемеровской области

Используя ежедневные данные о расходах воды за год, определялось скользящее среднее значение за каждые 30 суток, среди которых затем находилось минимальное значение за осенне-зимний период с ноября по март (до начала весеннего половодья). Дополнительно оценивалась одновременность достижения минимальных показателей на разных участках изучаемого бассейна. Если обнаруживалось несоответствие дат появления минимальных расходов воды на отдельных участках относительно остальных, проводился дополнительный тщательный анализ соответствующего гидрографа конкретного года.

Приложения В содержат ряды данных о минимальных 30-суточных зимних расходах воды для рек Томь, Кия, Яя и Иня соответственно.

## 4 Оценка изменения метеорологических условий в период формирования зимнего стока рек

### 4.1 Анализ хронологических изменений температуры воздуха и установление сроков смены климатических условий

С целью установить причины колебаний объемов стока и подтвердить связь этих изменений с климатическими факторами, проведен анализ динамики метеорологических условий зимой конца XX - начала XXI века.

Для анализа долгосрочных тенденций климатических условий зимы были построены временные ряды средней температуры воздуха за следующие периоды:

Ноябрь – октябрь: гидрологический год.

Ноябрь - март: полный зимний цикл.

Январь – февраль: зимняя межень.

Такой детализированный подход позволил выявить специфику изменений климата именно в ключевые зимние месяцы, имеющие решающее влияние на объемы зимней водной массы. Результаты последующего статистического анализа позволили сделать выводы о степени влияния межгодовых вариаций температуры на изменение минимальных зимних расходов воды рассматриваемых рек.

Для оценки хронологического изменения температуры и выявления сроков изменения, по каждой метеостанции и для каждого временного интервала строились 3 графика: график хронологических изменений среднегодовых температур; график интегральной кривой среднегодовых температур и график разностной интегральной кривой среднегодовых температур. Примеры графиков показаны на рисунке 4.1- 4.9.

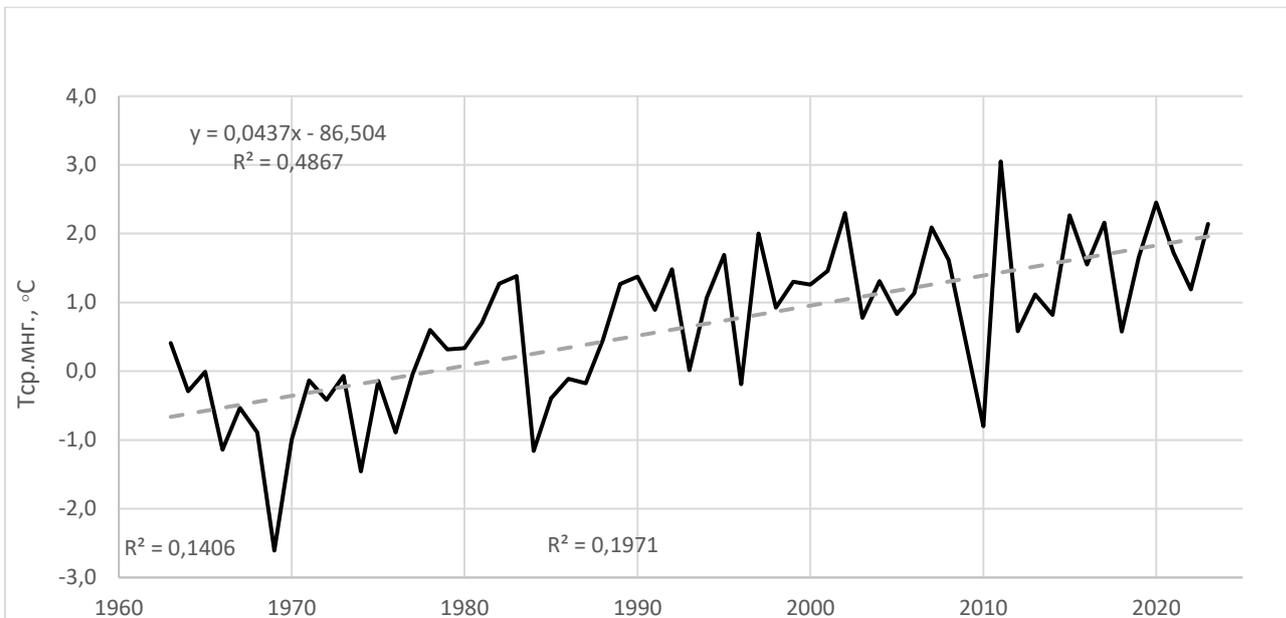


Рисунок 4.1 График хронологических изменений среднегодовых температур метеостанции Таштагол

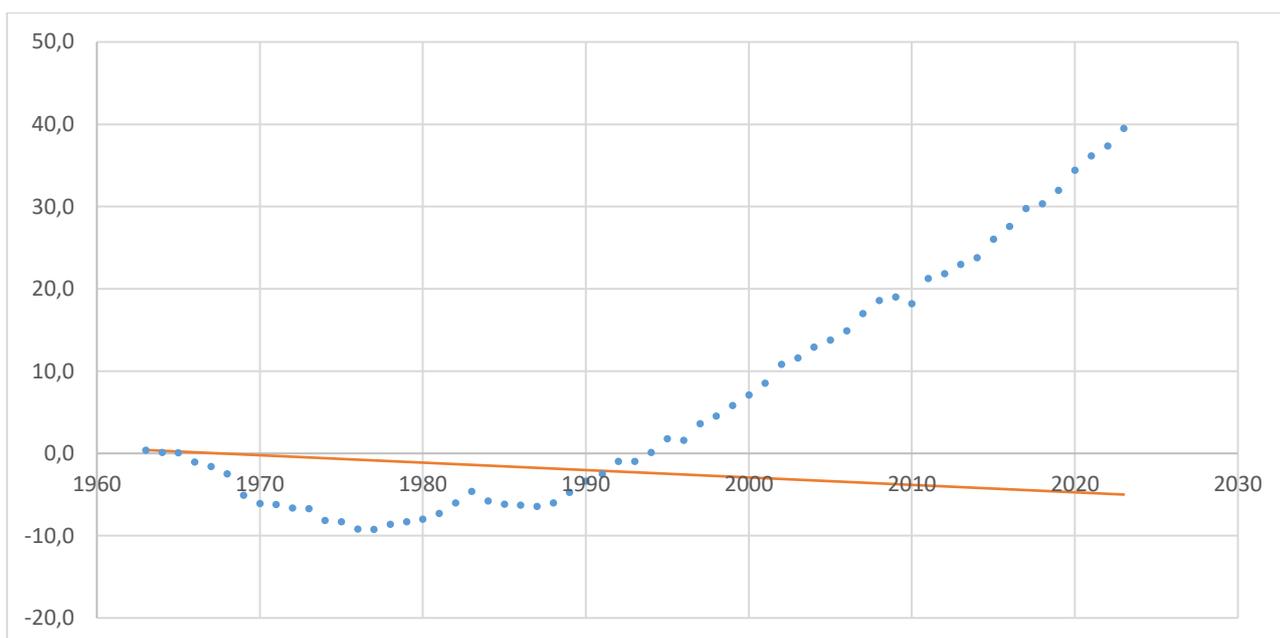


Рисунок 4.2 График интегральной кривой среднегодовых температур метеостанции Таштагол

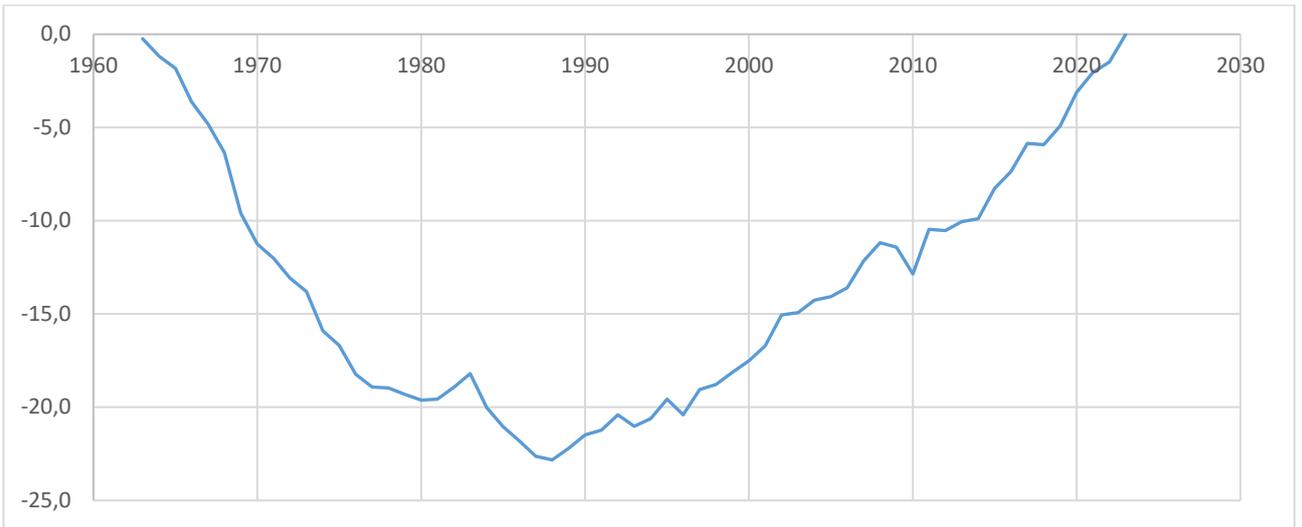


Рисунок 4.3 График разностной интегральной кривой среднегодовых температур метеостанции Таштагол

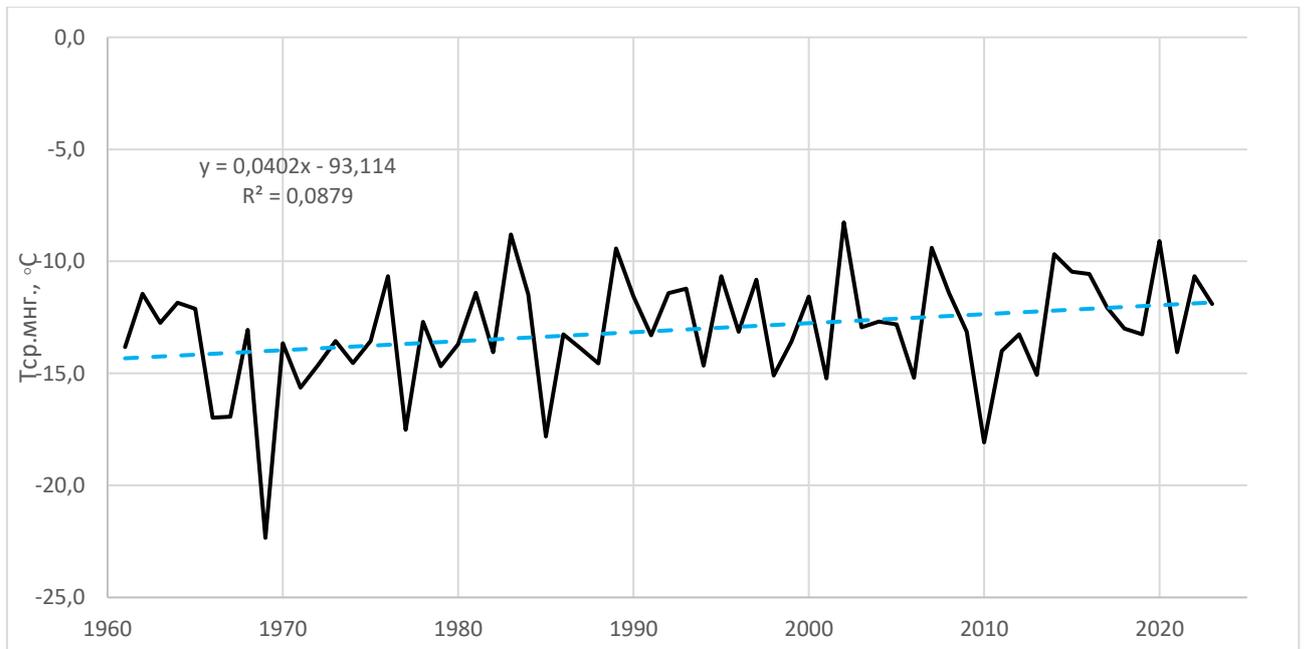


Рисунок 4.4 График хронологических изменений среднегодовых температур в зимний период метеостанции Тайга.

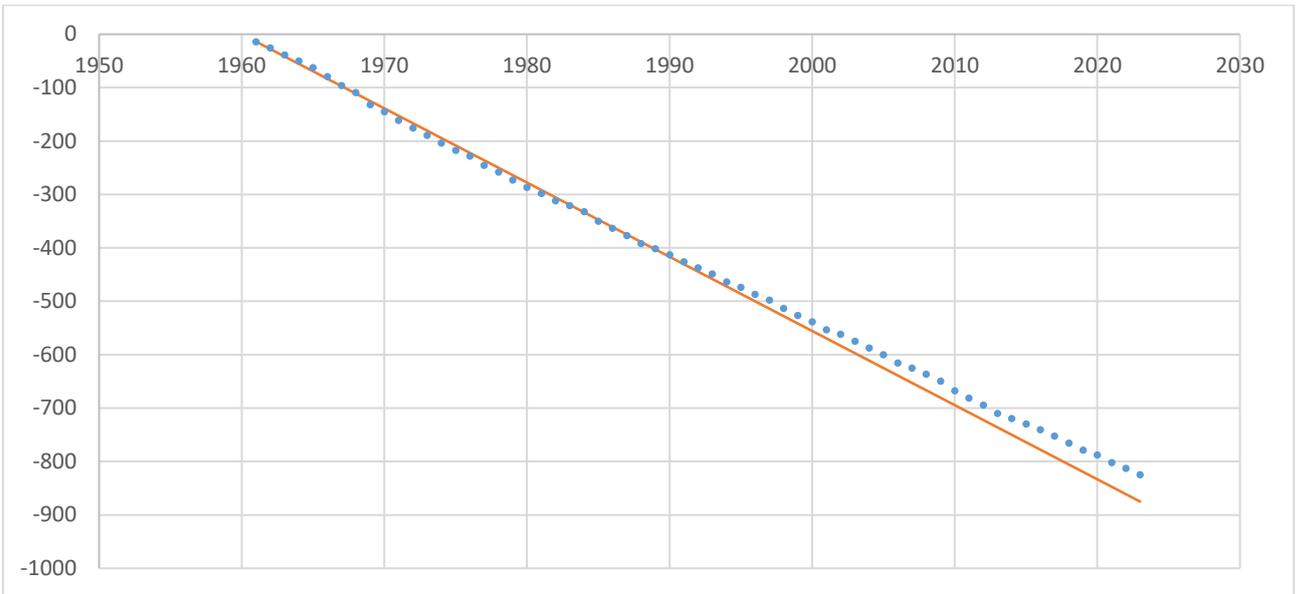


Рисунок 4.5 График интегральной кривой среднегодовых температур в зимний период метеостанции Тайга.



Рисунок 4.6 График разностной интегральной кривой среднегодовых температур метеостанции Тайга

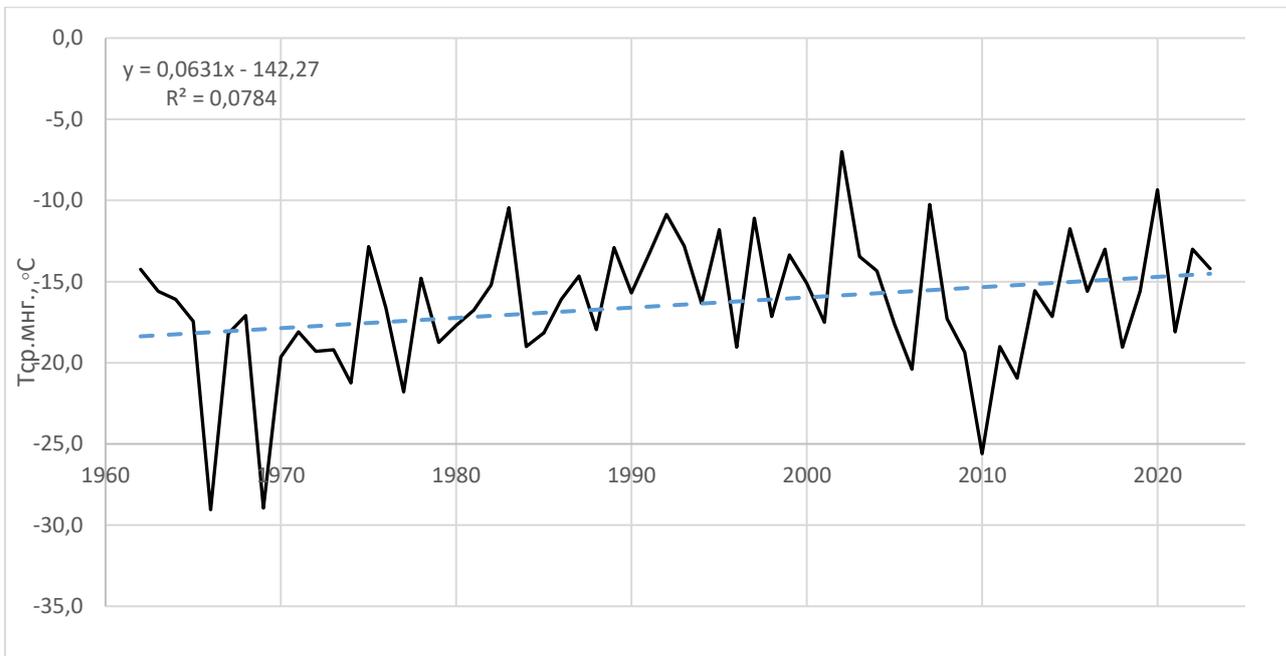


Рисунок 4.7 График хронологических изменений среднегодовых температур в период зимней межени метеостанции Промышленная.

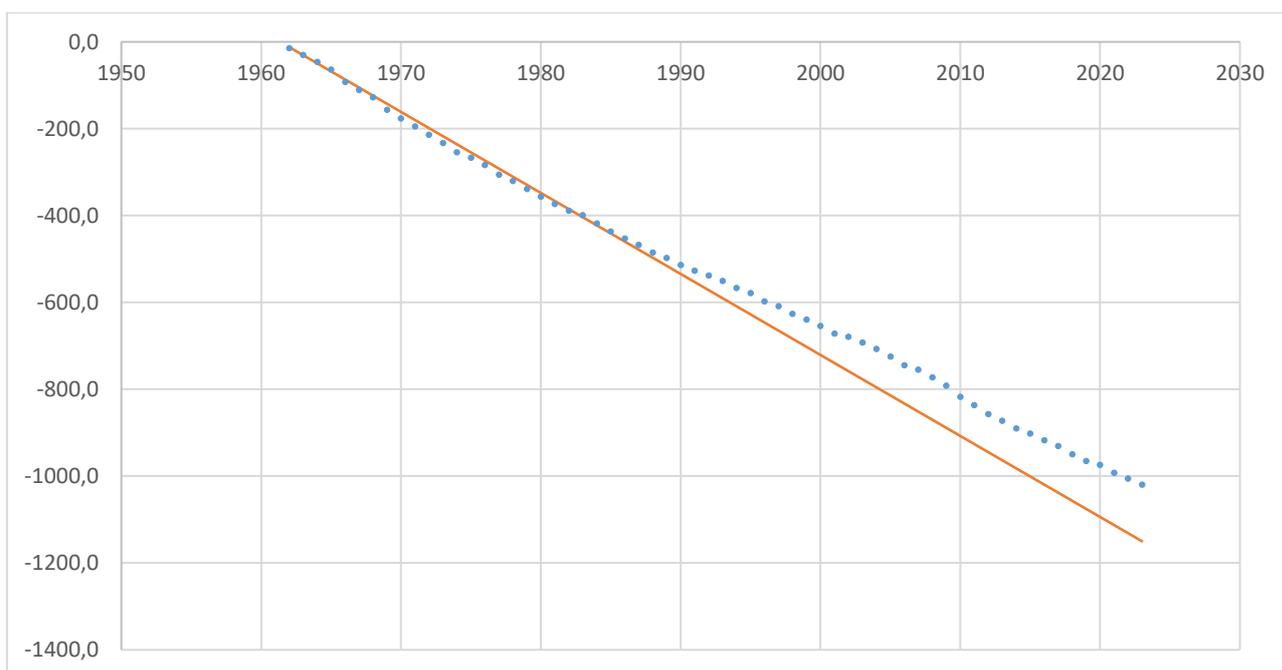


Рисунок 4.8 График интегральной кривой среднегодовых температур в период зимней межени метеостанции Промышленная.

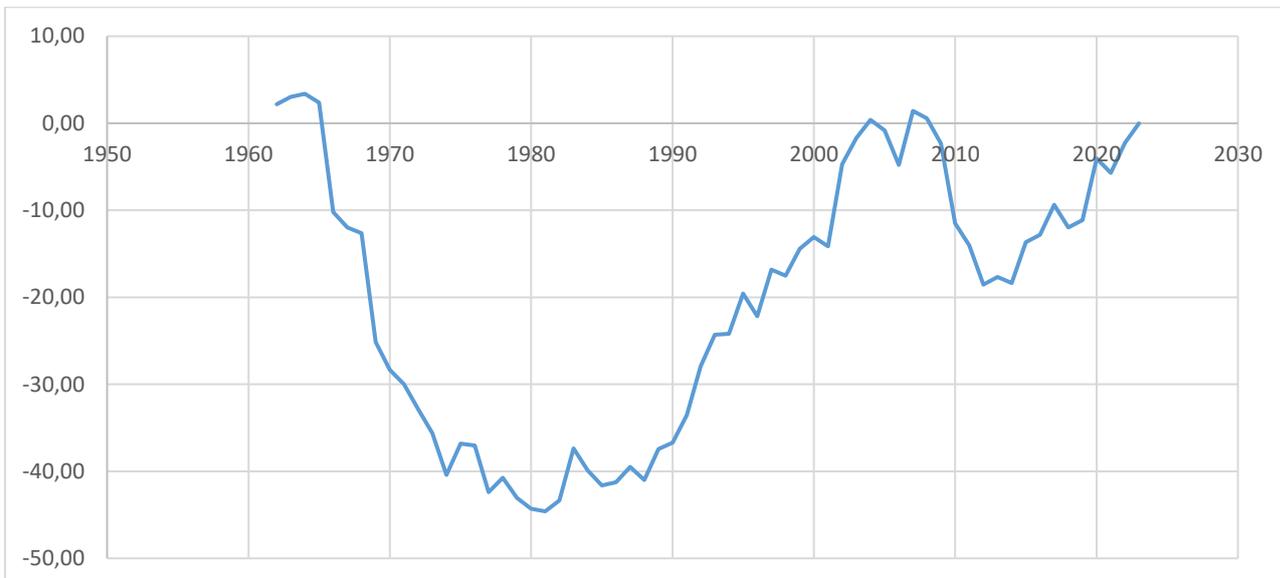


Рисунок 4.9 График разностной интегральной кривой среднегодовых температур в период зимней межени метеостанции Промышленная.

Визуальная оценка показала, что в многолетнем изменении температуры воздуха, выделяются 2 климатических периода. До 1985 года наблюдался более низкие температуры, после 1986 года произошло увеличение температуры воздуха (рисунок 4.1-4.9).

Анализ собранных данных и построенных графиков показал наличие двух условных квазистационарных этапов в динамике средней температуры воздуха: первый этап охватывает период до 1985 года (1963-1985 гг.), второй начинается после 1986 года (1986-2023 гг.). Границы указанных этапов отчетливо видны на соответствующих графиках (рисунки 4.1-4.9).

Особенностью второго этапа (после 1986 г.) является значительное увеличение температуры воздуха, превосходящих обычные показатели предыдущих лет. Подобное повышение температуры фиксируются во всех трех метеостанциях, исследуемых в данной работе, что позволяет предположить, что механизмы формирования термического режима атмосферы после 1986 года претерпели существенные изменения по сравнению с предыдущими годами.

Сравнительный анализ смены климатических условий по выбранным метеостанциям представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Анализ смены климатических условий по температуре воздуха

Метеостанция	Годы смены климатических условий		
	За год	За холодный период	За I-II месяцы
Тайга	1988-1989	1988-1989	1981-1982
Промышленная	1987-1988	1987-1988	1981-1982
Таштагол	1988-1989	1988-1989	1988-1989
Усредненные	1988-1989	1988-1989	1985-1986
Итоговые	1985-1986		

Выявленная четкая тенденция роста температур после 1985 года отражает вероятную реакцию региона на происходящие глобальные климатические изменения конца XX века. Чтобы подкрепить данное предположение строгими количественными аргументами, было проведено дополнительное исследование, направленное на проверку статистической значимости выявленных изменений температуры.

#### 4.2 Оценка статистической значимости трендов и неоднородности рядов температур

По всем рядам данных была сделана оценка значимости линейного тренда. По результатам анализа данных и разностная интегральная кривая температур в зимний период метеостанций, были разбиты на два квазистационарных климатических периода (1963-1985 и 1986-2023 гг.).

Оценка значимости линейного тренда проводится с использованием критерия значимости выборочного коэффициента корреляции  $R$ . Тренд считается статистически значимым, если не выполняется условие [13]:

$$\frac{|R|}{\sigma_R} < t_{2\alpha},$$

где  $t_{2\alpha}$  – квантиль нормированного нормального распределения статистики Стьюдента при уровне значимости  $2\alpha$ ,  $2\alpha = 5\%$ ;  $\sigma_R$  – стандартная ошибка коэффициента корреляции, определяемая по формуле:

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

Результаты оценки значимости линейных трендов среднегодовых температур, температур воздуха в зимний период, температур воздуха за самый холодный период зимы представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 Оценка значимости линейных трендов температуры воздуха Таштагол, Тайга, Промышленная

Период	$n$	$R$	$\sigma_R$	$ R /\sigma_R$	$t_{2\alpha} = 5\%$	Оценка
Таштагол среднегодовые температуры воздуха						
1963 – 2023 гг.	61	0,70	0,07	10,53	2,00	Значим
По 1985 г.	23	0,37	0,18	2,05	2,08	Не значим
После 1986 г	38	0,44	0,13	3,36	2,03	Значим
Таштагол средние температуры воздуха в зимний период						
1963 – 2023 гг.	61	0,51	0,10	5,40	2,00	Значим
По 1985 г.	23	0,21	0,20	1,05	2,08	Не значим
После 1986 г	38	0,35	0,14	2,45	2,03	Значим
Таштагол средние температуры воздуха за январь - февраль						
1963 – 2023 гг.	61	0,34	0,11	3,02	2,00	Значим
По 1985 г.	23	0,35	0,19	1,88	2,08	Не значим
После 1986 г	38	0,05	0,16	0,33	2,03	Не значим
Тайга среднегодовые температуры воздуха						
1961 – 2023 гг.	63	0,42	0,10	4,04	2,00	Значим
По 1985 г.	25	0,01	0,20	0,07	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,29	0,15	1,94	2,03	Не значим
Тайга средние температуры воздуха в зимний период						
1961 – 2023 гг.	63	0,30	0,12	2,56	2,00	Значим
По 1985 г.	25	0,10	0,20	0,48	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,18	0,16	1,15	2,03	Не значим
Тайга средние температуры воздуха за январь - февраль						
1961 – 2023 гг.	63	0,19	0,12	1,59	2,00	Не значим
По 1985 г.	25	0,03	0,20	0,16	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,02	0,16	0,11	2,03	Не значим

Продолжение таблицы 4.2

Период	$n$	$R$	$\sigma_R$	$ R /\sigma_R$	$t_{2\alpha} = 5\%$	Оценка
Промышленная среднегодовые температуры воздуха						
1962 – 2023 гг.	62	0,68	0,07	9,83	2,00	Значим
По 1985 г.	24	0,58	0,14	4,23	2,07	Значим
После 1986 г	38	0,29	0,15	1,91	2,03	Не значим
Промышленная средние температуры воздуха в зимний период						
1962 – 2023 гг.	62	0,38	0,11	3,48	2,00	Значим
По 1985 г.	24	0,22	0,20	1,10	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,13	0,16	0,78	2,03	Не значим
Промышленная средние температуры воздуха за январь - февраль						
1962 – 2023 гг.	62	0,28	0,12	2,37	2,00	Значим
По 1985 г.	24	0,22	0,20	1,09	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,08	0,16	0,52	2,03	Не значим

Анализ значимости линейных трендов, вычисленных по рядам полной длительности показал, что на всех метеостанциях тенденция на увеличение температуры воздуха. В рядах температур полной длительности для практически всех метеостанций тренды на увеличение стока оказались статистически значимы, за исключением М-II Тайга средние температуры воздуха за январь - февраль. Тренд показывает, что после 1986 года температуры стали существенно больше по величине, чем до 1985 года.

Следующим этапом проведена оценка значимости трендов при разделении рядов на две части: до 1985 года и после 1986 года. Расчеты показали отсутствие значимых трендов в первой и второй частях рядов температур за исключением нескольких случаев: Промышленная среднегодовые температуры воздуха до 1985г.; Таштагол средние температуры воздуха в зимний период после 1986г. и Таштагол среднегодовые температуры воздуха после 1986г.

Явные различия в оценке значимости трендов по рядам полной длительности и отдельно по первой и второй их частям дает основание предположить, что изменения в температуре воздуха происходили не постепенно и плавно, а достаточно интенсивно за короткий промежуток времени.

Также была проведена проверка однородности рядов по критерию Фишера и критерию Стьюдента.

Проверка проводилась при уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ :

Гипотеза об однородности рядов по дисперсии по критерию Фишера опровергается, если не выполняется следующее условие [13]:

$$F^* < F_{2\alpha},$$

где:  $F^*$  эмпирические значения статистик Фишера;

$F_{2\alpha}$  теоретические значения статистик Фишера при уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ .

Эмпирические значения статистик Фишера определяются по формуле:

$$F^* = \frac{D_1}{D_2}$$

где: дисперсии по одной и другой частям ряда ( $D_1 > D_2$ );

$D_1$  и  $D_2$

Гипотеза об однородности рядов по критерию Стьюдента не опровергается, если выполняются следующие условия [13]:

$$t^* < t_{2\alpha}, 14$$

где:  $t^*$  эмпирические значения статистик Стьюдента;

$t_{2\alpha}$  теоретические значения статистик Стьюдента, при уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ .

Эмпирические значения статистик Стьюдента определяются по формуле:

$$t^* = \left[ (\bar{Q}_1 - \bar{Q}_2) / \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \right] \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

$\sigma_1$  и  $\sigma_2$  среднеквадратические отклонения по первой и второй частям ряда;

$\bar{Q}_1$  и  $\bar{Q}_2$  средние значения по первой и второй частям ряда;

$n_1$  и  $n_2$  длина первой и второй частей ряда.

Сравнительный анализ представлен в таблице 4.3 и 4.4.

Таблица 4.3 Однородности рядов температур по критерию Фишера при  $2\alpha=5\%$  и  $r(1)=0$ .

Период	$n$	Дисп. 1 ч.р.	Дисп. 2 ч.р.	$F^*$	$F_{2\alpha}$	Результат
Таштагол среднегодовые температуры воздуха						
1963 – 2023 гг.	61	0,82	0,69	1,19	2,07	Однороден
Таштагол средние температуры воздуха в зимний период						
1963 – 2023 гг.	61	4,30	3,43	1,25	2,07	Однороден
Таштагол средние температуры воздуха за январь - февраль						
1963 – 2023 гг.	61	9,01	7,95	1,13	2,07	Однороден
Тайга среднегодовые температуры воздуха						
1961 – 2023 гг.	63	1,68	1,17	1,44	2,04	Однороден
Тайга средние температуры воздуха в зимний период						
1961 – 2023 гг.	63	7,86	4,32	1,82	2,04	Однороден
Тайга средние температуры воздуха за январь - февраль						
1961 – 2023 гг.	63	14,3	12,0	1,19	2,04	Однороден
Промышленная среднегодовые температуры воздуха						
1962 – 2023 гг.	62	1,63	1,03	1,59	2,05	Однороден
Промышленная средние температуры воздуха в зимний период						
1962 – 2023 гг.	62	8,54	4,46	1,92	2,05	Однороден
Промышленная средние температуры воздуха за январь - февраль						
1962 – 2023 гг.	62	17,5	13,2	1,33	2,05	Однороден

Таблица 4.4 Однородности рядов температур по критерию Стьюдента при  $2\alpha=5\%$  и  $r(1)=0$

Период	$n$	Сред. 1 ч.р.	Сред. 2 ч.р.	$t^*$	$t_{2\alpha}$	Результат
Таштагол среднегодовые температуры воздуха						
1963 – 2023 гг.	61	-0,27	1,20	6,48	2,00	Неоднороден
Таштагол средние температуры воздуха в зимний период						
1963 – 2023 гг.	61	-13,9	-11,8	4,04	2,00	Неоднороден
Таштагол средние температуры воздуха за январь - февраль						
1963 – 2023 гг.	61	-17,7	-15,6	2,74	2,00	Неоднороден
Тайга среднегодовые температуры воздуха						
1961 – 2023 гг.	63	-0,57	0,50	3,55	2,00	Неоднороден

Продолжение таблицы 4.4

Период	$n$	Сред. 1 ч.р.	Сред. 2 ч.р.	$t^*$	$t_{2\alpha}$	Результат
Тайга средние температуры воздуха в зимний период						
1961 – 2023 гг.	63	-14,0	-12,5	2,44	2,00	Неоднороден
Тайга средние температуры воздуха за январь - февраль						
1961 – 2023 гг.	63	-17,9	-16,0	2,07	2,00	Неоднороден
Промышленная среднегодовые температуры воздуха						
1962 – 2023 гг.	62	0,00	1,92	6,55	2,00	Неоднороден
Промышленная средние температуры воздуха в зимний период						
1962 – 2023 гг.	62	-13,8	-11,6	3,39	2,00	Неоднороден
Промышленная средние температуры воздуха за январь - февраль						
1962 – 2023 гг.	62	-18,2	-15,4	2,81	2,00	Неоднороден

Сравнительный анализ однородности рядов по Стьюденту и Фишеру, показал, что ряды однородны по критерию Фишера и не однородны по критерию Стьюдента.

#### 4.3 Анализ хронологических изменений осадков

Далее с целью установить причины колебаний объемов стока и подтвердить связь этих изменений с климатическими факторами, проведен анализ динамики изменения осадков в зимний период. Исходные данные суммарных осадков брались по метеостанции города Таштагол, Тайга и Промышленная, географически удачно расположены для анализа климатических условий региона (рис.3.2). Информационная база метеорологических данных Кемеровского ЦГМС филиала «Западно-Сибирское УГМС»; сами исходные показатели осадков размещены в Приложении В.

Для анализа долгосрочных тенденций климатических условий зимы были построены временные ряды сумм осадков за аналогичные периоды, что и температура воздуха.

Такой детализированный подход позволил выявить специфику изменений климата именно в ключевые зимние месяцы, имеющие решающее влияние на

объемы зимней водной массы. Результаты последующего статистического анализа позволили сделать выводы о степени влияния межгодовых вариаций осадков на изменение минимальных зимних расходов воды рассматриваемых рек.

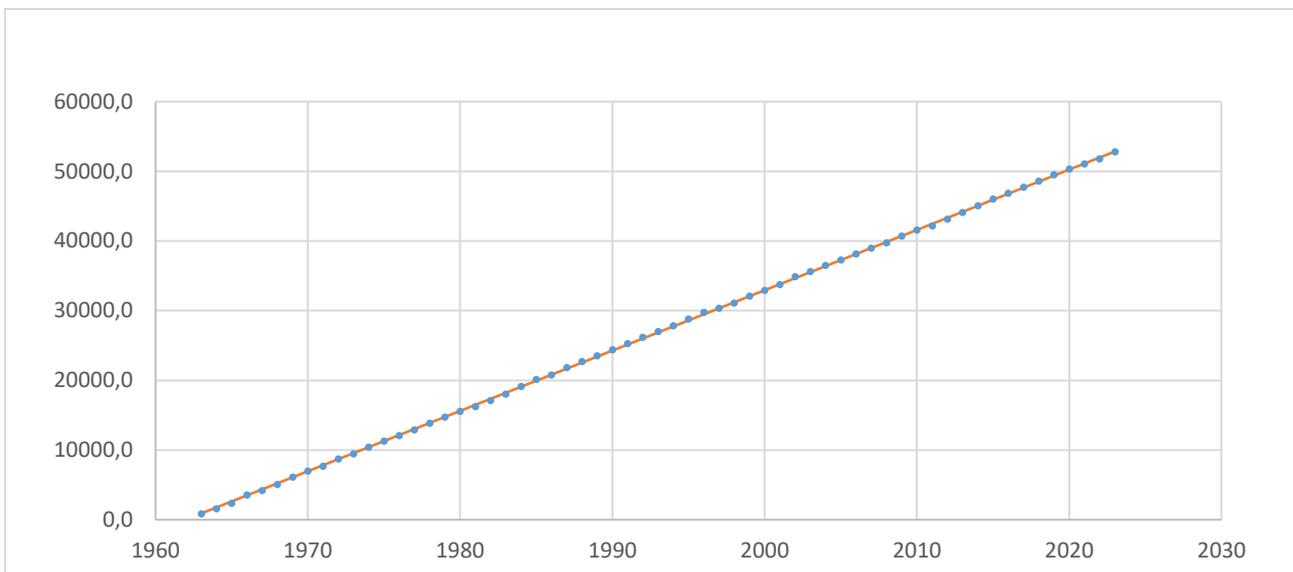


Рисунок 4.10 Интегральная кривая сумм осадков метеостанции Таштагол

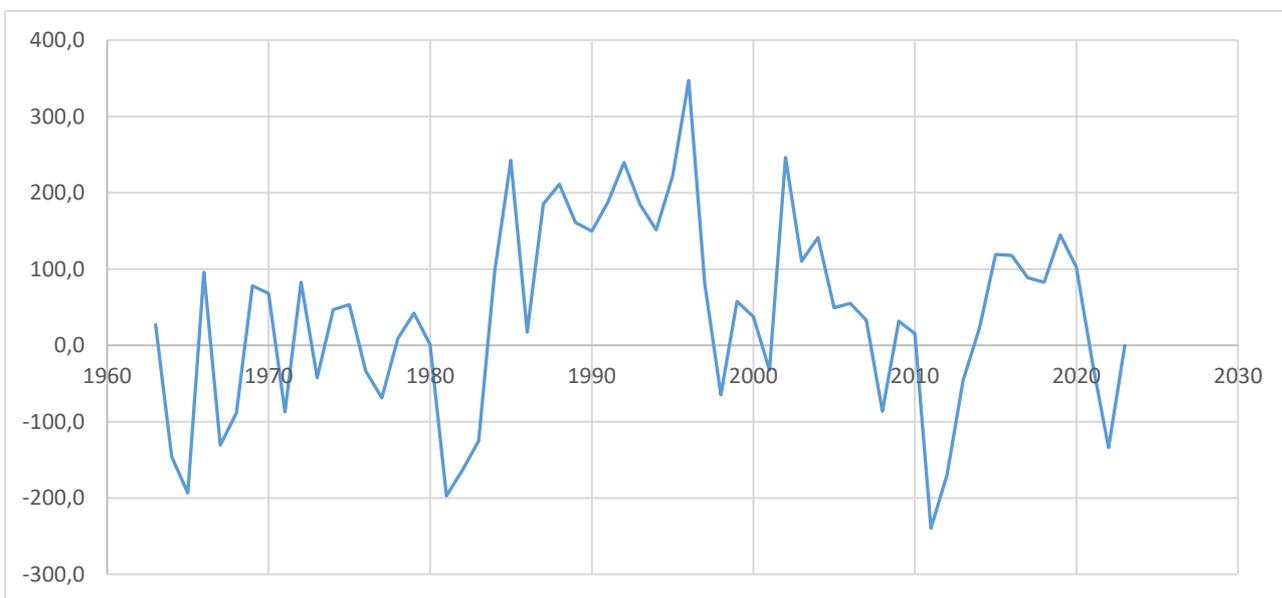


Рисунок 4.11 Разностная интегральная кривая сумм осадков метеостанции Таштагол

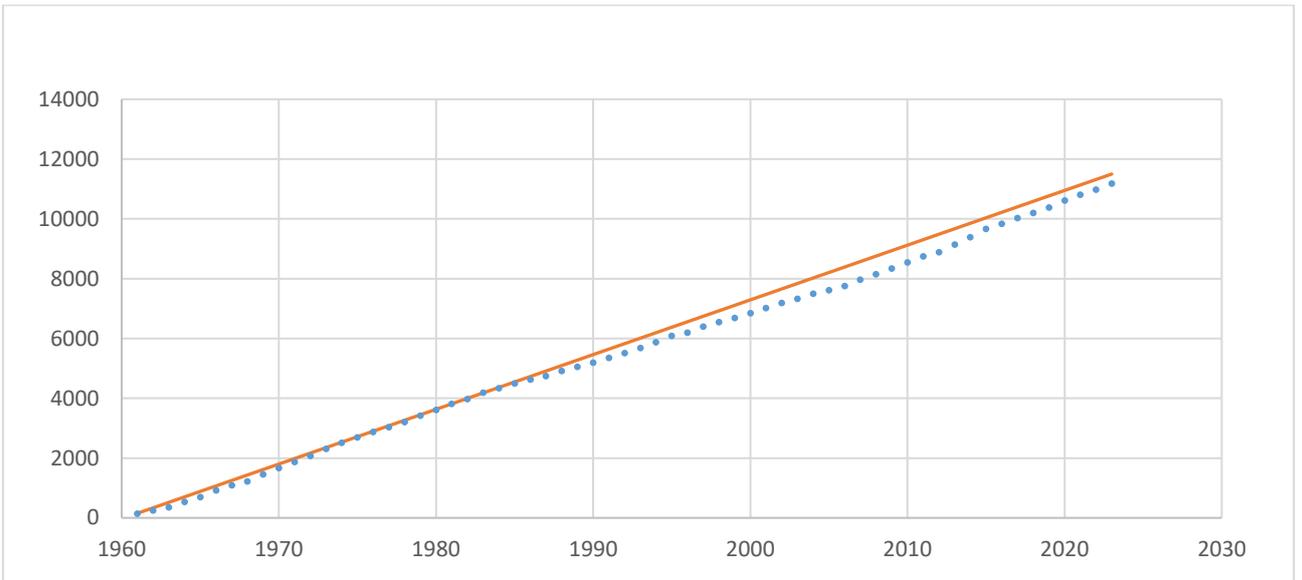


Рисунок 4.12 Интегральная кривая сумм осадков за зимний период метеостанции Тайга

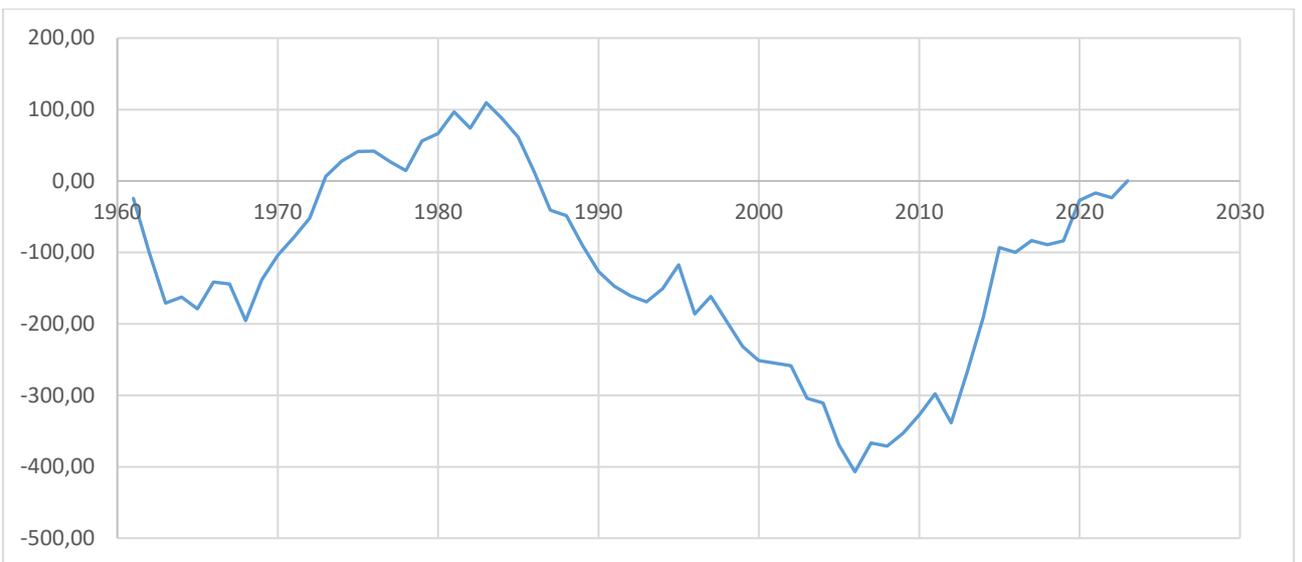


Рисунок 4.13 Разностная интегральная кривая сумм осадков за зимний период метеостанции Тайга

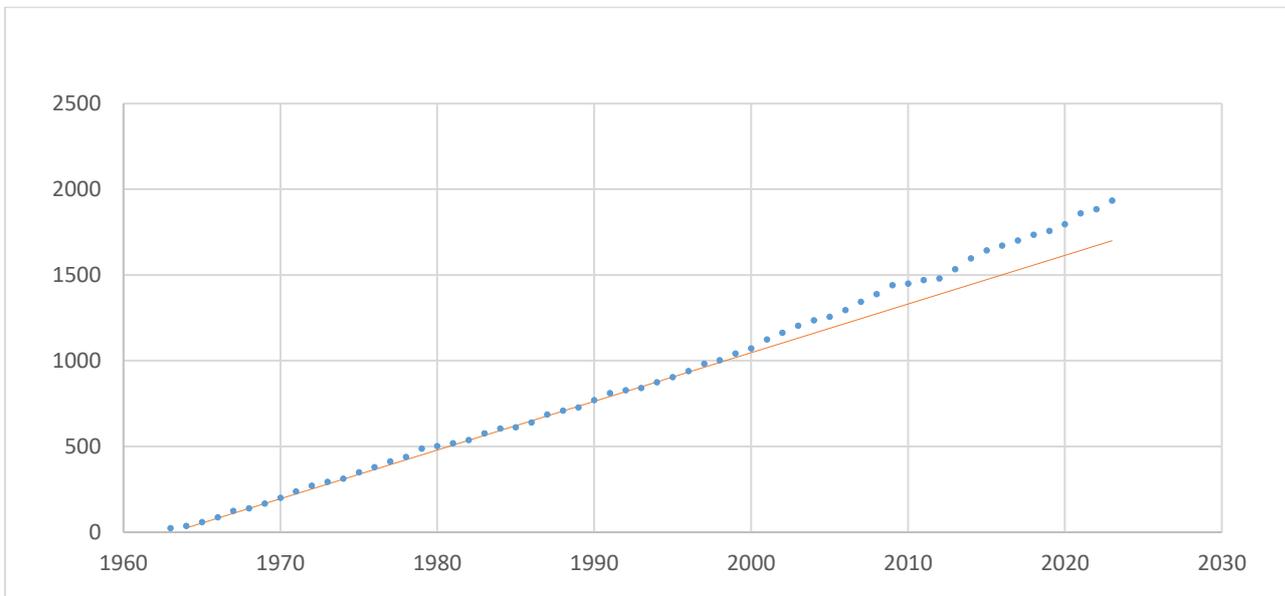


Рисунок 4.14 Интегральная кривая сумм осадков за январь - февраль метеостанции Промышленная

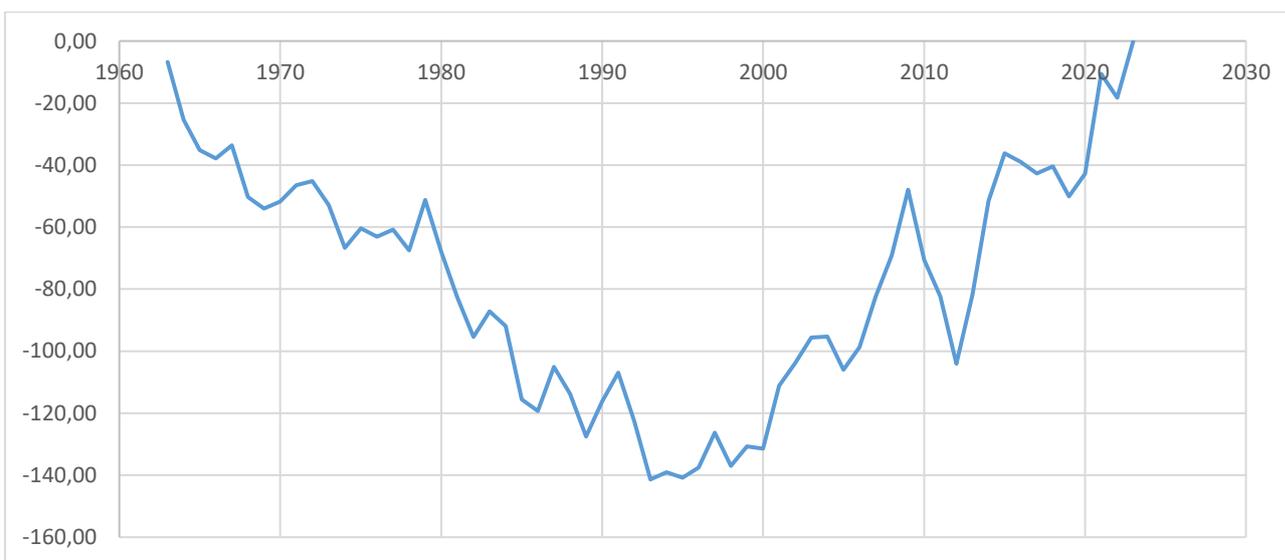


Рисунок 4.15 Разностная интегральная кривая сумм осадков за январь - февраль метеостанции Промышленная

Визуальная оценка показала, что в многолетнем изменении осадков, выделяются 2 климатических периода. Годы смены климатических условий невозможно определить по данным суммарных осадков (рисунок 4.10-4.15).

Сравнительный анализ смены климатических условий по суммам осадков выбранных метеостанциях представлен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 Анализ смены климатических условий по среднемесячным осадкам

Метеостанция	Годы смены климатических условий		
	За год	За холодный период	За I-II месяцы
Тайга	нет	нет	нет
Промышленная	1999-2000	1999-2000	1995-1996
Таштагол	нет	нет	нет
Усредненные	нет	нет	нет
Итоговые	нет		

Определить реальный год смены климатических условий по суммарным осадкам не представляется возможным. Чтобы подкрепить данное предположение строгими количественными аргументами, было проведено дополнительное исследование, направленное на проверку статистической значимости выявленных изменений осадков.

#### 4.4 Оценка статистической значимости трендов и неоднородности рядов осадков

По рядам данных была сделана оценка значимости линейного тренда. По результатам анализа данных и разностная интегральная кривая осадков в зимний период метеостанций, были разбиты на два квазистационарных климатических периода (1963-1985 и 1986-2023 гг.).

Оценка значимости линейного тренда и проверка однородности рядов по критерию Фишера и критерию Стьюдента проводится с использованием критерия значимости выборочного коэффициента корреляции  $R$  и уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ . Ход выполнения работ описан в главе 4.2.

Результаты оценки значимости линейных трендов сумм осадков, осадков в зимний период, осадков за самый холодный период зимы представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 Оценка значимости линейных трендов осадков Таштагол, Тайга, Промышленная

Период	$n$	$R$	$\sigma_R$	$ R /\sigma_R$	$t_{2a} = 5\%$	Оценка
Таштагол сумм годовых осадков						
1964 – 2023 гг.	60	0,01	0,13	0,08	2,00	Не значим
По 1985 г.	22	0,19	0,21	0,89	2,09	Не значим
После 1986 г	38	0,02	0,16	0,14	2,03	Не значим
Таштагол сумм осадков в зимний период						
1964 – 2023 гг.	60	0,01	0,13	0,08	2,00	Не значим
По 1985 г.	22	0,43	0,18	2,41	2,09	Значим
После 1986 г	38	0,10	0,16	0,61	2,03	Не значим
Таштагол сумм осадков за январь - февраль						
1964 – 2023 гг.	60	0,01	0,13	0,11	2,00	Не значим
По 1985 г.	22	0,09	0,22	0,42	2,09	Не значим
После 1986 г	38	0,05	0,16	0,30	2,03	Не значим
Тайга сумм годовых осадков						
1961 – 2023 гг.	63	0,10	0,13	0,81	2,00	Не значим
По 1985 г.	25	0,18	0,20	0,93	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,12	0,16	0,76	2,03	Не значим
Тайга сумм осадков в зимний период						
1961 – 2023 гг.	63	0,18	0,12	1,49	2,00	Не значим
По 1985 г.	25	0,25	0,19	1,29	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,52	0,12	4,29	2,03	Значим
Тайга сумм осадков за январь - февраль						
1961 – 2023 гг.	63	0,05	0,13	0,39	2,00	Не значим
По 1985 г.	25	0,14	0,20	0,72	2,07	Не значим
После 1986 г	38	0,22	0,16	1,40	2,03	Не значим
Промышленная сумм годовых осадков						
1963 – 2023 гг.	61	0,16	0,13	1,21	2,00	Не значим
По 1985 г.	23	0,04	0,21	0,20	2,08	Не значим
После 1986 г	38	0,04	0,16	0,24	2,03	Не значим
Промышленная сумм осадков в зимний период						
1963 – 2023 гг.	61	0,59	0,08	6,90	2,00	Значим
По 1985 г.	23	0,12	0,21	0,57	2,08	Не значим
После 1986 г	38	0,51	0,12	4,13	2,03	Не значим
Промышленная сумм осадков за январь - февраль						
1963 – 2023 гг.	61	0,34	0,11	2,96	2,00	Значим
По 1985 г.	23	0,02	0,21	0,11	2,08	Не значим
После 1986 г	38	0,28	0,15	1,84	2,03	Не значим

Анализ значимости линейных трендов, вычисленных по рядам полной длительности показал, что на всех метеостанциях тенденция на увеличение количеств осадков в. В рядах осадков полной длительности для практически всех метеостанций тренды на увеличение осадков оказались статистически не значимы, за исключением: Промышленная средние осадки за зимний период и Промышленная средние осадки за январь - февраль.

Следующим этапом проведена оценка значимости трендов при разделении рядов на две части: до 1985 года и после 1986 года. Расчеты показали отсутствие значимых трендов в первой и второй частях рядов температур за исключением нескольких случаев: Таштагол средние осадки в зимний период до 1985г. и Тайга средние осадки в зимний период после 1986г.

Также была проведена проверка однородности рядов по критерию Фишера и критерию Стьюдента при уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ . Сравнительный анализ представлен в таблице 4.7 и 4.8.

Таблица 4.7 Однородности рядов осадков по критерию Фишера при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1)=0$ .

Период	$n$	Дисп. 1 ч.р.	Дисп. 2 ч.р.	$F^*$	$F_{2\alpha}$	Результат
Таштагол суммарные осадки						
1963 – 2023 гг.	61	19098	13746	1,39	2,08	Однороден
Таштагол суммарные осадки в зимний период						
1963 – 2023 гг.	61	6985	4108	0,24	2,07	Однороден
Таштагол суммарные осадки за январь - февраль						
1963 – 2023 гг.	61	1462	1231	1,19	2,08	Однороден
М-II Тайга суммарные осадки						
1961 – 2023 гг.	63	11782	8421	1,40	2,04	Однороден
Тайга суммарные осадки в зимний период						
1961 – 2023 гг.	63	1497	1313	1,14	2,16	Однороден
Тайга суммарные осадки за январь - февраль						
1961 – 2023 гг.	63	602	434	1,39	2,04	Однороден
Промышленная суммарные осадки						
1962 – 2023 гг.	62	2725	5147	1,89	2,23	Однороден
Промышленная суммарные осадки в зимний период						
1962 – 2023 гг.	62	915	399	2,30	2,23	Неоднороден

Продолжение таблицы 4.7

Период	$n$	Дисп. 1 ч.р.	Дисп. 2 ч.р.	$F^*$	$F_{2\alpha}$	Результат
Промышленные суммарные осадки за январь - февраль						
1962 – 2023 гг.	62	195	99,3	1,96	2,23	Однороден

Таблица 4.8 Однородности рядов осадков по критерию Стьюдента при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1)=0$ .

Период	$n$	Сред. 1 ч.р.	Сред. 2 ч.р.	$t^*$	$t_{2\alpha}$	Результат
Таштагол суммарные осадки						
1963 – 2023 гг.	61	876	860	0,48	2,00	Однороден
Таштагол суммарные осадки в зимний период						
1963 – 2023 гг.	61	274	270	0,24	2,00	Однороден
М-II Таштагол суммарные осадки за январь - февраль						
1963 – 2023 гг.	61	80,5	80,1	0,04	2,00	Однороден
Тайга суммарные осадки						
1961 – 2023 гг.	63	589	593	0,14	2,00	Однороден
Тайга суммарные осадки в зимний период						
1961 – 2023 гг.	63	180	176	0,42	2,00	Однороден
Тайга суммарные осадки за январь - февраль						
1961 – 2023 гг.	63	55	53	0,29	2,00	Однороден
Промышленные суммарные осадки						
1962 – 2023 гг.	62	394	416	1,25	2,00	Однороден
Промышленные суммарные осадки в зимний период						
1962 – 2023 гг.	62	83	111	-3,85	2,00	Неоднороден
Промышленные суммарные осадки за январь - февраль						
1962 – 2023 гг.	62	26,7	34,8	-2,42	2,00	Неоднороден

Сравнительный анализ однородности рядов по Фишеру и Стьюденту, показал, что ряды однородны по критерию Фишера, кроме метеостанция Промышленные суммарные осадки в зимний период и однородны по критерию Стьюдента, за исключением метеостанция Промышленные суммарные осадки в зимний период и суммарные осадки за январь - февраль

## 5 Анализ изменений минимального зимнего стока основных рек Кемеровской области

### 5.1 Визуальная оценка особенностей хронологических колебаний минимального зимнего стока

На первом этапе исследования проводилось изучение особенностей исторической динамики минимального стока рек Кемеровской области. Были составлены хронологические графики, иллюстрирующие изменение минимального стока для каждого гидрологического поста. Эти графики полностью представлены в приложении Л.

Изучение хронологических изменений минимального зимнего стока рек включало визуальное сопоставление многолетней динамики 30-суточных минимальных зимних расходов воды. Графики хронологического колебания минимального зимнего стока показан на рисунке 5.1, 5.2.

При статистическом анализе учитывалось изменение температуры воздуха. Первый период характеризуется меньшими объемами стока. Во втором периоде наблюдается заметное повышение минимального зимнего стока.

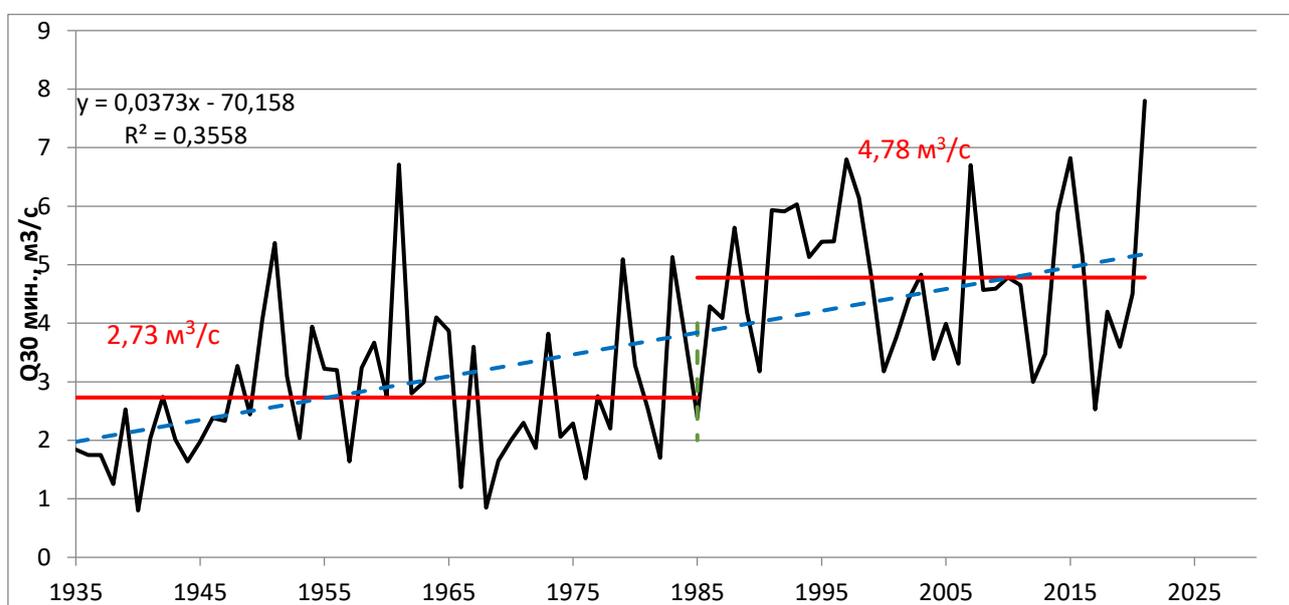


Рисунок 5.1 Хронологический график минимальных 30-суточных зимних расходов воды бассейна реки ЯЯ - п.г.т. ЯЯ

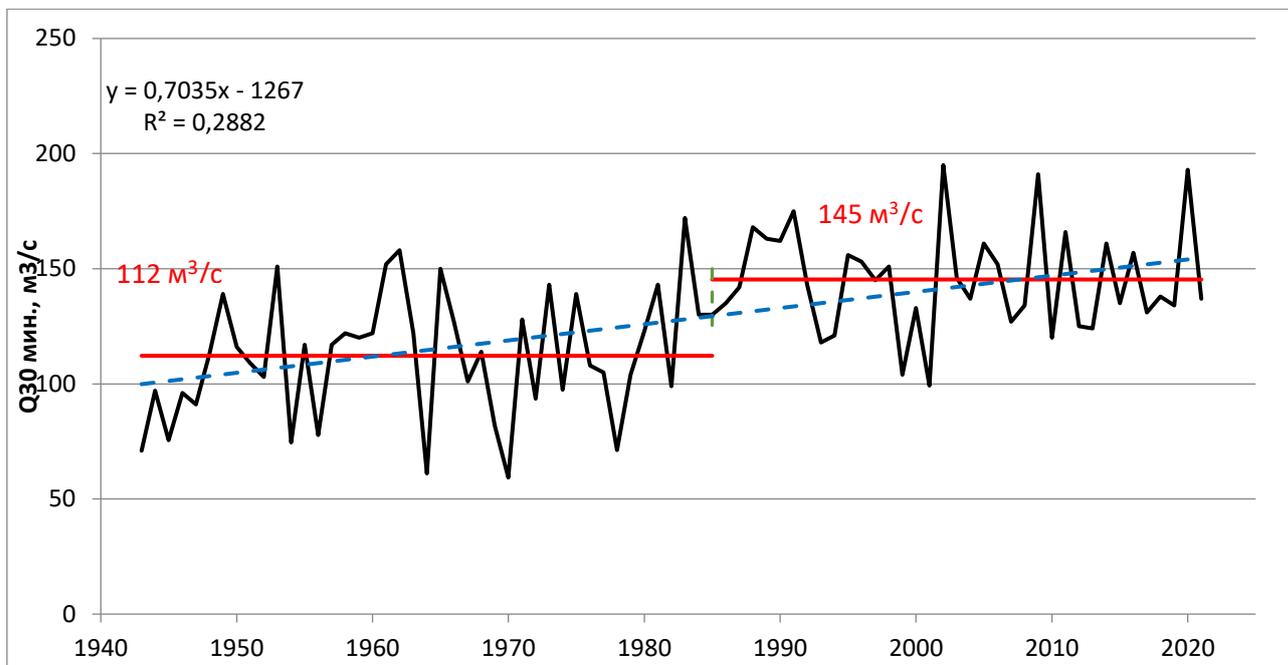


Рисунок 5.2 Хронологический график минимальных 30-суточных зимних расходов воды бассейна реки Томь-г. Томск

Анализ представленных данных и хронологических графиков позволил выделить два условно стабильных периода минимальных 30-суточных расходов воды. Данная классификация обоснована графиком (рис. 5.1, 5.2), где проведены горизонтальные линии, соответствующие средним показателям для обоих периодов.

Второй период характеризуется не только увеличением среднего показателя, но также учащением случаев резких скачков минимального стока, значительно превышающих привычные значения. Подобная картина повторяется практически во всех исследованных рядах, что свидетельствует о возможных изменениях условий формирования минимального зимнего стока второго периода, по сравнению с прежним периодом.

Отмечаемая на графиках устойчивая тенденция к увеличению стока может интерпретироваться как отклик речной сети на климатические преобразования, начавшиеся с конца XX века, иными словами, как отражение процессов глобального потепления.

С целью более убедительного числового подтверждения гипотезы о росте минимального зимнего стока рек Кемеровской области выполнен статистический анализ значимых изменений в величине стока. Оценивались значимость трендовых изменений, проверка однородности среднего уровня и разброса значений внутри каждого периода посредством критериев Стьюдента и Фишера соответственно.

## 5.2 Оценка значимости линейных трендов

Оценку значимости линейных трендов делаем аналогично оценке значимости линейных трендов метеорологических данных.

По рядам данных была сделана оценка значимости линейного тренда. По результатам анализа данных и разностная интегральная минимальных 30 суточных расходов воды, были разбиты на два квазистационарных климатических периода (1894-1985 и 1986-2021 гг. р. Томь г. Новокузнецк, 1943-1985 и 1986-2021 гг. р. Томь г. Томск).

Оценка значимости линейного тренда проводится с использованием критерия значимости выборочного коэффициента корреляции  $R$ . Ход выполнения работ описан в главе 4.2.

Результаты оценки значимости линейных трендов минимальных 30 суточных расходов воды представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Таблица значимости трендов минимальных 30-и суточных расходов р Томь-г. Новокузнецк

№	Река - пост	Весь период		По 1985 год.		После 1986 г.	
		$ R /\sigma_R$	Оценка	$ R /\sigma_R$	Оценка	$ R /\sigma_R$	Оценка
1	Томь - Новокузнецк	4,10	Значим	4,60	Значим	2,14	Значим
2	Томь - Томск	2,27	Значим	0,77	Не значим	0,13	Не значим

Продолжение таблицы 5.1

№	Река - пост	Весь период		По 1985 год.		После 1986 г.	
		$ R /\sigma_R$	Оценка	$ R /\sigma_R$	Оценка	$ R /\sigma_R$	Оценка
3	Кия - Мариинск	8,01	Значим	1,53	Не значим	3,21	Не значим
4	Яя - Яя	8,59	Значим	1,66	Не значим	0,34	Не значим
5	Иня - Промышленная	8,50	Значим	2,27	Значим	3,41	Значим

Проведенный анализ значимости линейных трендов, вычисленных по рядам полной длительности показал, что тенденция на увеличение минимального зимнего стока. В рядах минимальных 30-и суточных расходов полной длительности тренд на увеличение стока оказался статистически значимым. Тренд показывает, что после 1986 года расходы стали существенно больше по величине, чем до 1985 года.

Следующим этапом проведена оценка значимости трендов при разделении рядов на две части: до 1985 года и после 1986 года. Расчеты показали наличие значимых трендов в первой и второй частях рядов минимальных 30-и суточных расходов р. Томь г. Новокузнецк и р. Иня пгт. Промышленная. Обратный результат показали расчеты наличия трендов в первой и второй частях рядов минимальных 30-и суточных расходов р. Томь г. Томск, р. Кия г. Мариинск и р. Яя пгт. Яя.

Однако анализ, проведенный по расходам на р. Томь г. Новокузнецк показал, что в первом периоде тренд на увеличение минимальных 30-и суточных расходов, а во второй период показывает тренд на уменьшение минимальных 30-и суточных расходов, в целом по рядам наблюдений за весь ряд наблюдений можно сделать вывод что тренды отсутствуют. Такое явление возможно связано особыми хозяйственными условиями на водосборе р. Томь в створе г. Новокузнецк.

Для подтверждения приведенных доводов проведена проверка на однородность по Стьюденту и Фишеру.

### 5.3 Проверка на однородность рядов минимальных 30-суточных расходов воды

При оценке однородности рядов проводилось сравнение характеристик стока между намеченными двумя условно квазистационарными периодами. В результате проведенного анализа установлена неоднородность рядов минимального зимнего стока по среднему и по дисперсии. Выявлено статистически значимое увеличение среднего значения минимального зимнего стока во втором условном климатическом периоде (после 1986 года). Результаты статистического анализа представлены в таблицах 5.2 и 5.3. Для проверки однородности рядов использовалась надстройка Microsoft Excel «Пакет анализа».

Проверка однородности рядов по критерию Фишера и критерию Стьюдента проводится при уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ . Ход выполнения работ описан в главе 4.2. Результаты представлены в таблице 5.2 и 5.3. Для иллюстрации изменения средних значений на графики (рисунок 5.1, 5.2) нанесены горизонтальные отрезки, показывающие средние значения за периоды до 1985 года и после 1986 года.

Таблица 5.2 Результаты проверки рядов минимальных 30-суточных расходов воды на однородность по критерию Фишера при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1) = 0$

№	Река - пост	Дисп. 1 ч.р.	Дисп. 2 ч.р.	$F^*$	$F_{2\alpha}$	Результат
1	Томь - Новокузнецк	634	359	1,77	1,55	Неоднороден
2	Томь - Томск	1955	519	3,77	1,85	Неоднороден
3	Кия - Мариинск	23,9	17,5	1,37	1,83	Однороден
4	Яя - Яя	1,54	1,44	1,07	1,83	Однороден
5	Иня - Промышленная	4,01	2,09	1,92	2,15	Однороден

Таблица 5.3 Результаты проверки рядов минимальных 30 суточных расходов воды на однородность по критерию Стьюдента при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1)=0$

№	Река - пост	Ср. 1 ч.р.	Ср. 2 ч.р.	$\Delta, \%$	$t^*$	$t_{2\alpha}$	Результат
1	Томь - Новокузнецк	68,8	79,1	15,0	2,51	1,98	Неоднороден
2	Томь - Томск	119	145	21,8	3,35	1,98	Неоднороден
3	Кия - Мариинск	14,1	19,7	39,7	5,71	1,99	Неоднороден
4	Яя - Яя	2,73	4,78	75,1	7,73	1,99	Неоднороден
5	Иня - Промышленная	3,75	6,76	80,3	6,53	2,00	Неоднороден

Неоднородность по Фишеру установлена во всех случаях. На всех гидрологических постах увеличение дисперсии составляет от 6,5% до 73,5% (таблица 5.2). Неоднородность по Стьюденту также наблюдается во всех случаях. Наблюдается увеличение среднего значения во 2 климатическом периоде от 15% до 80% (таблица 5.3).

#### 5.4 Оценка изменений расчетных значений минимального зимнего стока

Заключительным этапом исследования стало определение изменений минимального зимнего стока рек Кемеровской области.

В проектной практике строительства и управления водными ресурсами важнейшей расчетной характеристикой минимального стока является средний 30-суточный расход воды с различной степенью вероятности превышения (обеспеченность от 50% до 97%), причем ключевой опорной характеристикой служит величина минимального 30-суточного расхода с обеспеченностью 80%.

Оценка трансформации расчетных параметров выполнялась сравнением эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных расходов, построенных по материалам первых климатических фаз (до 1985 года) и

вторым фазам (1986–2021 гг.). Пример типичных наложенных кривых представлен на рис. 5.3–5.4 и в приложении М.

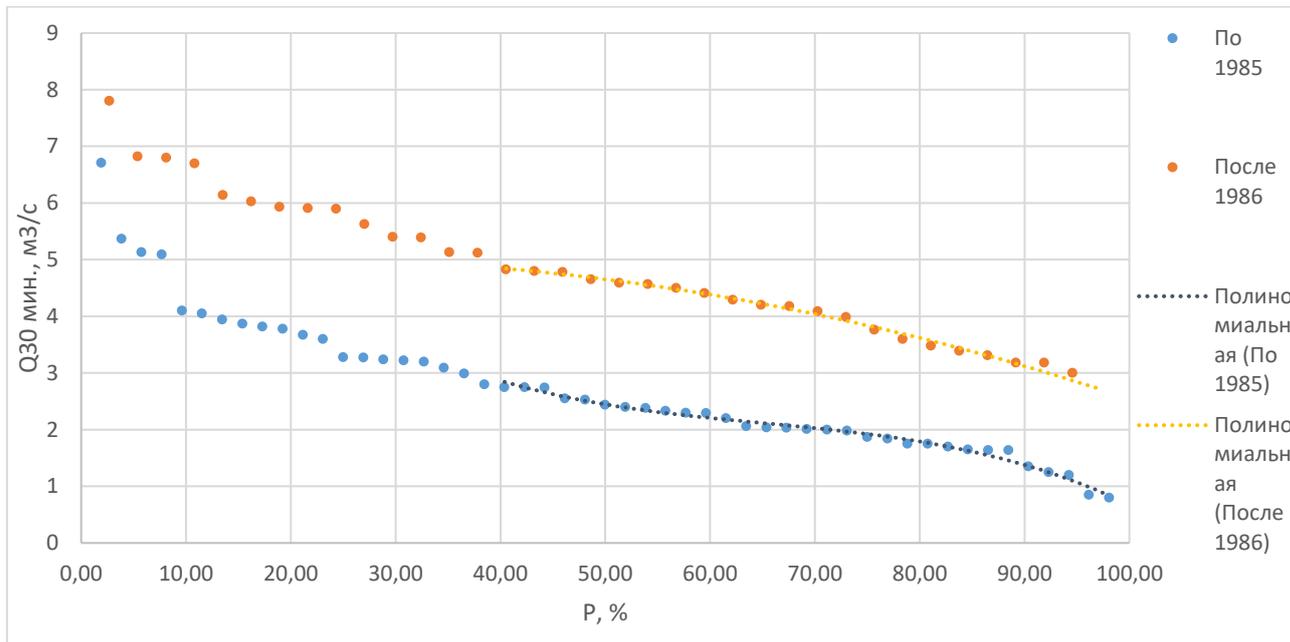


Рисунок 5.3 Совмещенные кривые обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов воды за периоды: до 1985 года и после 1986 года по реке Яя пгт. Яя

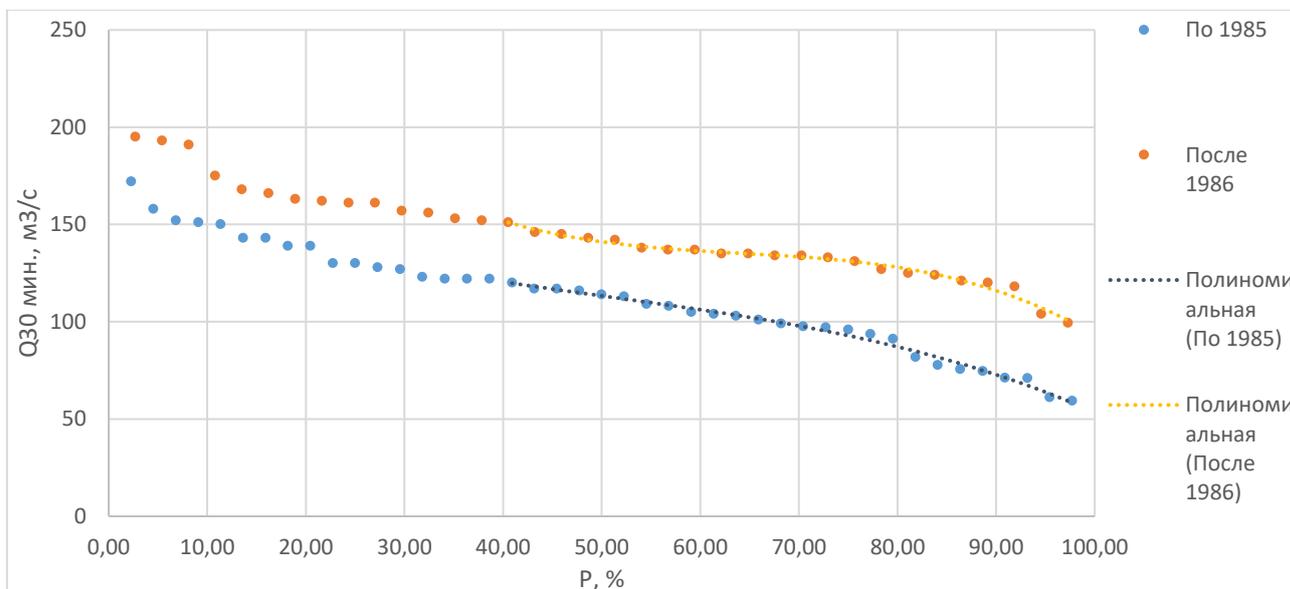


Рисунок 5.4 Совмещенные кривые обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов воды за периоды: до 1985 года и после 1986 года по реке Томь-г. Томск

Полученные кривые обеспеченности р. Томь-г. Новокузнецк для второго периода располагаются выше аналогичных кривых первого периода, но на обеспеченности 84% они пересекаются и меняются местами. Для обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов воды 50% - 80% наблюдается увеличение расходов от 17% до 3,5%, а для обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов воды 90% - 97% наблюдается уменьшение расходов от 5% до 13% (таблица 5.4, рисунок 5.3).

Полученные кривые обеспеченности р. Томь- г. Томск для второго периода располагаются выше аналогичных кривых первого периода, свидетельствуя о существенном возрастании минимального зимнего стока. Для обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов воды 50 - 97% наблюдается увеличение расходов от 25 до 70% (таблица 5.5, рисунок 5.4).

Используя данные кривые обеспеченности, рассчитаны значения минимального стока для стандартных уровней обеспеченности (50%, 75%, 80%, 90%) и особо маловодных лет (95%, 97%) применительно к каждому из рассмотренных климатических периодов, таблица 5.4, 5.5. Приложение П.

Таблица 5.4 Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды, р. Яя – пгт. Яя

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
По 1985	2,63	2,4	1,9	1,8	1,4	1,1	0,9
После 1986	4,50	4,7	3,8	3,5	3,1	2,8	2,7
Абс. изменение	1,87	2,3	1,9	1,7	1,7	1,7	1,8
Относит. изменение, %	71,1	95,8	100	94,4	121,4	154,5	200

Таблица 5.5 Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды, р. Томь – г. Томск

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
По 1985	112	113,3	93	87,2	72,8	63,6	59,9
После 1986	145	141,1	131,2	128,1	116	106	101,2
Абс. изменение	33	27,8	38,2	40,9	43,2	42,4	41,3
Относит. изменение, %	29,5	24,5	41,1	46,9	59,3	66,7	68,9

Для визуального анализа изменений минимальных зимних расходов рек Кемеровской области, по всей территории региона, было проанализировано изменение модуля стока 80% обеспеченности. Данные представлены таблице 5.6 и рисунок 5.5.

Таблица 5.6 Изменение модуля стока 80% обеспеченности

№	Река - пост	Расход 80% обеспеченности по 1985	Расход 80% обеспеченности после 1986	Модуль 80% обеспеченности по 1985	Модуль 80% обеспеченности после 1986	Абс. Изменение модуля 80% обеспеченности	Относит. изменение модуля 80% обеспеченности, %
1	Томь - Новокузнецк	53,9	55,8	1,8	1,9	0,1	5,56
2	Томь - Томск	87,2	128,1	1,5	2,2	0,7	46,7
3	Кия - Мариинск	12	15,8	1,2	1,6	0,4	33,3
4	Яя - Яя	1,8	3,5	0,5	1,0	0,5	100
5	Иня - Промышленная	2,7	5,3	0,3	0,6	0,3	100

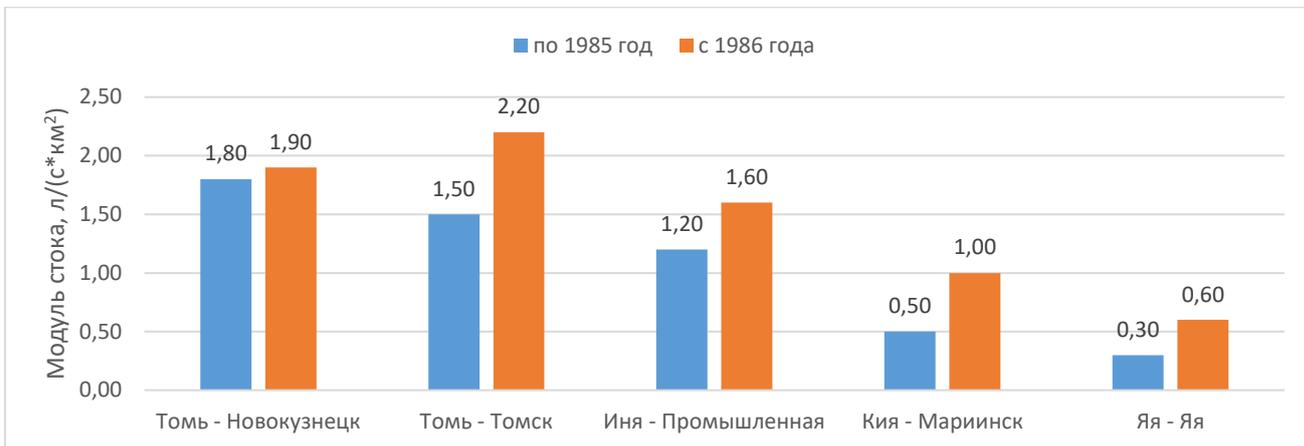


Рисунок 5.5 Изменение модуля минимального 30-и суточного зимнего стока 80% обеспеченности за периоды: до 1985 года и после 1986 года

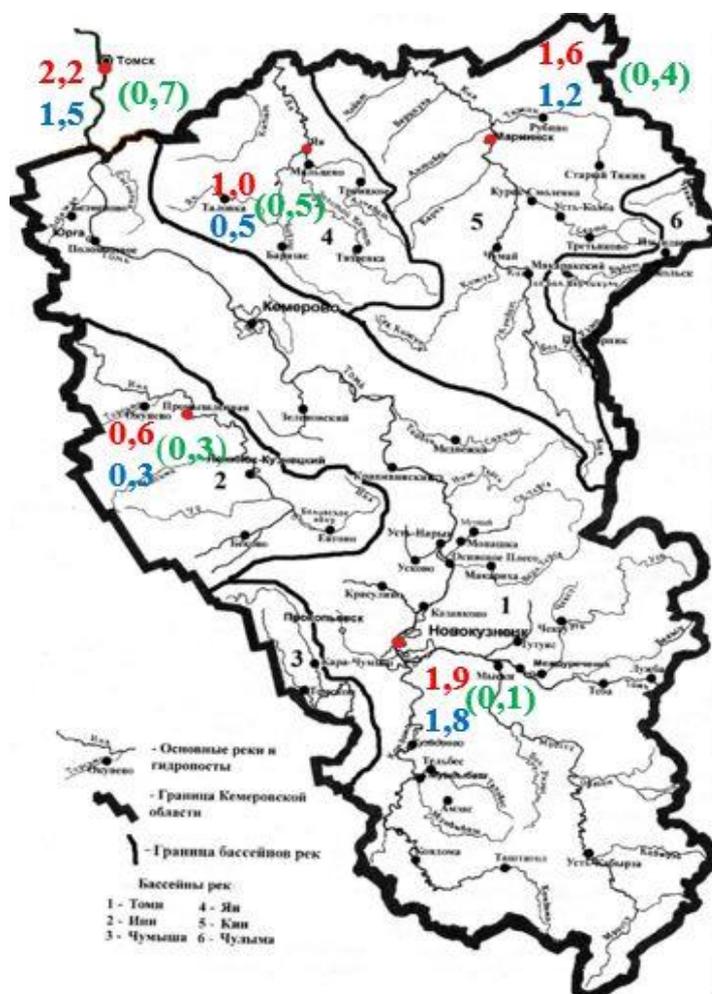


Рисунок 5.6 Картографическое изменение модуля минимального 30-и суточного зимнего стока 80% обеспеченности за периоды: до 1985 г. и после 1986 г.

Изменение модуля стока показывает значительное увеличение количества расходов второго квазистационарного периода относительно первого периода на р. Иня п.г.т. Промышленная, р. Яя п.г.т. Яя и р. Кия г. Мариинск. И подтверждает вывод о не значительном изменении минимальных зимних расходов на р. Томь в створе г. Новокузнецка.

## Заключение

Значимость климатических изменений на территории Кемеровской области определяется рядом факторов, связанных с природными условиями региона и экономической деятельностью человека. За последние десятилетия наблюдается устойчивое повышение среднегодовых температур. Это связано с глобальным потеплением климата Земли. Для Кемеровской области такие изменения приводят к уменьшению продолжительности зимних холодов.

Анализ хронлогических изменений рядов температур воздуха на метеостанциях Таштагол, Тайга и Промышленная показал: наличие значимых трендов на повышение среднегодовой температуры воздуха и выраженную неоднородность ряда годовых температур воздуха; в рядах средних температур зимнего периода (ноябрь-апрель) тренды не значимы, но ряды средних температур за весь зимний период и за период зимней межени (январь-февраль) являются неоднородными по среднему значению; среднегодовые температуры воздуха после 1986г. увеличиваются в среднем на 1-1,5 C<sup>0</sup> и даже на 1,9 C<sup>0</sup> в западной части территории (метеостанция Промышленная); средние температуры зимнего периода и зимней межени повысились на 1,5-2,1 C<sup>0</sup> (на метеостанции Промышленная на 2,8 C<sup>0</sup>).

Значимых изменений в количестве осадков на территории Кемеровской области не наблюдается, тренды в рядах годовых и зимних осадков отсутствуют, ряды однородны по среднему значению, за исключением западной части территории (метеостанция Промышленная), где наблюдается увеличение осадков в зимний период на 27,4 мм (83,5-111 мм) - 33% и за месяцы зимней межени осадки увеличились на 8,1 мм (26,7-34,8мм) - 30%.

Для всех 5 речных створов в рядах минимального зимнего 30-ти суточного стока установлено наличие значимого тренда на повышение, для всех рядов также характерна неоднородность по среднему значению, увеличение минимального зимнего стока после 1986г. составляет от 15% (р.

Томь г. Новокузнецк), до 75-80% на реках Яя п.г.т. Яя и Иня п.г.т. Промышленная. Сопоставление эмпирических кривых обеспеченности минимального зимнего стока для 2 климатических периодов показало увеличение минимальных расходов во всем диапазоне расчетных обеспеченностей. Во втором климатическом периоде произошло увеличение модуля минимального зимнего стока, степень увеличения возрастает по территории с юга на север, при этом в верхней части бассейна реки Томь модуль минимального зимнего стока 80% обеспеченности практически не изменился ( $0,1 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ ), далее к северу приращение модуля составило  $0,3-0,5 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  (р. Иня п.г.т. Промышленная, р. Кия г. Мариинск р. Яя п.г.т. Яя). Наибольшее приращение модуля минимального зимнего 30-ти суточного стока 80% обеспеченности составило  $0,7 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  на р. Томь г. Томск.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Н. Т. Егорова, Н. Г. Евтушик, Г. Н. Багмет, Ю. В. Удодов; под общ. ред. Н. Г. Евтушик, Г. Н. Багмет; М-во образования и науки Рос. Федерации, Новокузнец. ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2018. – 263 с. – ISBN 978-5-8353-2007-3.

2 О. А. Брель, А. И. Зайцева, Ф. Ю. Кайзер География Кемеровской области - Кузбасса: учебное пособие / Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2021. –146 с.

3 Кемеровская область-Кузбасс [Электронный ресурс]. / Режим доступа: [https://znanierussia.ru/articles/Кемеровская\\_область](https://znanierussia.ru/articles/Кемеровская_область)

4 Е.В.Тузовский Сто уникальных природных объектов Кемеровской области: пособие по краеведению. - Белово: МБУДО ДТДиМ, 2020. -180с.

5 Характеристика Кемеровской области. Водные ресурсы [Электронный ресурс]. / Режим доступа: <https://eco.kemobl.ru/harakteristika-ko/vodnye-resursy/>

6 Ильичев А.И., Соловьев Л.И. География Кузбасса: Природ. условия и ресурсы Кемеров. обл.: Пособие для сред. шк. - Кемерово: Кн. изд-во, 1988. - 139, [4] с.: ил.; 21 см

7 Реки Кемеровской области [Электронный ресурс]. / Режим доступа: <https://sites.google.com/view/gidrosphera/воды-суши-реки/реки-кемеровской-области>

8 Статья научной редакции «Науки о Земле» ВЕСТНИК ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА УДК 556.5(1/9) И.П. Вершинина «ХАРАКТЕРИСТИКА ГОДОВОГО СТОКА РЕК КУЗБАССА»

9 Поверхностные и подземные воды Кемеровской области. [Электронный ресурс]. / Режим доступа: <http://geofondkem.ru/ekology4.htm>

10 Доклад «О состоянии окружающей природной среды Кемеровской области в 2000 году». Раздел 3. Поверхностные и подземные воды [Электронный ресурс]. /Режим доступа: <https://ineca.ru/?dr=library&library=bulletin/2001/0072/002&ysclid=matlszpdvk57314096>

11 О.А. Брель, Г.В. Задорожная, Н.И. Сасаев, А.И. Егорова УДК 33.338 DOI: 10.17073/2072-1633-2020-3-357-365 «Стратегирование водных ресурсов Кузбасса», 2020г. [Электронный ресурс]. / Режим доступа: (<https://argorussia.ru/sites/default/files/2021-12/Стратегирование.pdf>)

12 Характеристика водных ресурсов Кузбасса А.Е. Ульрих, студент гр. ОП-102, V курс Научный руководитель: Е.С. Берлинтейгер, старший преподаватель Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева г. Кемерово [Электронный ресурс]. /Режим доступа:<https://science.kuzstu.ru/wpcontent/Events/Conference/RM/2015/RM15/pages/Articles/ИННТ/3/3.pdf>Владимиров, А.М. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, изд. РГГМУ, 1990. – 365 с.

13 Владимиров, А.М. Минимальный сток рек СССР. – Л.:Гидрометеиздат, 1970. – 50 с.

14 Государственное учреждение «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – СПб: изд. Нестор – История. 2009. – 49 с.

15 Ресурсы поверхностных вод СССР, Гидрометеиздат, 1986. 354-357 с.

16 Сакович, В.М., Сикан А. В., Малышева Н. Г. Оценка влияния озерности водосборов на минимальный сток малых рек. – СПб: РГГМУ, Ученые записки № 9. 2009.

17 Сикан, А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб: изд. РГГМУ. 2007. – 279 с.

18 СН 435-72 Указания по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеодат. 1972. – 17 с.

19 СНиП 2.01.14-83 «Строительные нормы и правила. Определение расчетных гидрологических характеристик».

20 СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

21 СП 529. 1325800.2023 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

# Приложения

## Приложение А – Геологическая карта Кемеровской области

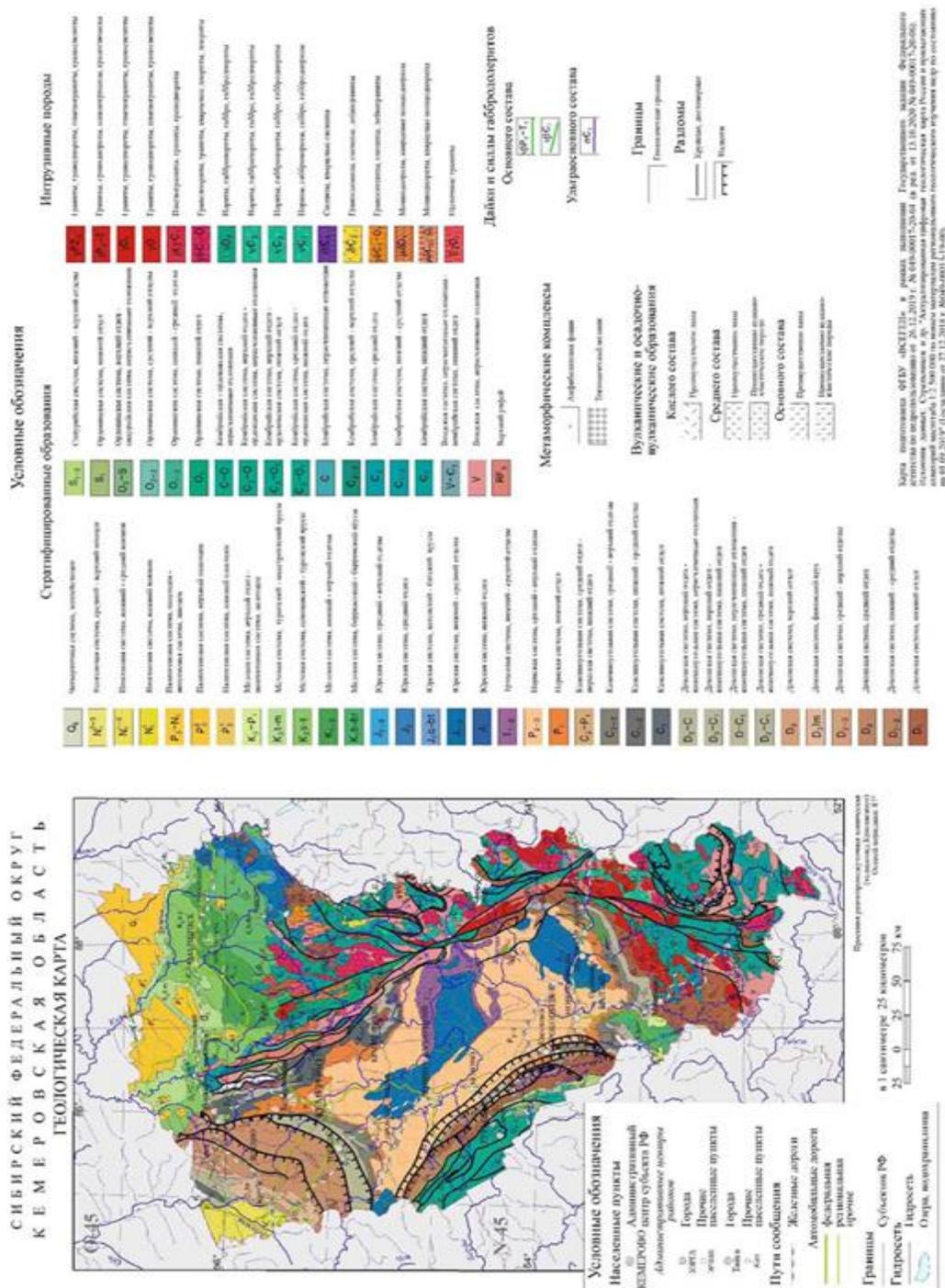


Рисунок А1 – Геологическая карта Кемеровской области

Приложение Б – Физическая карта Кемеровской области

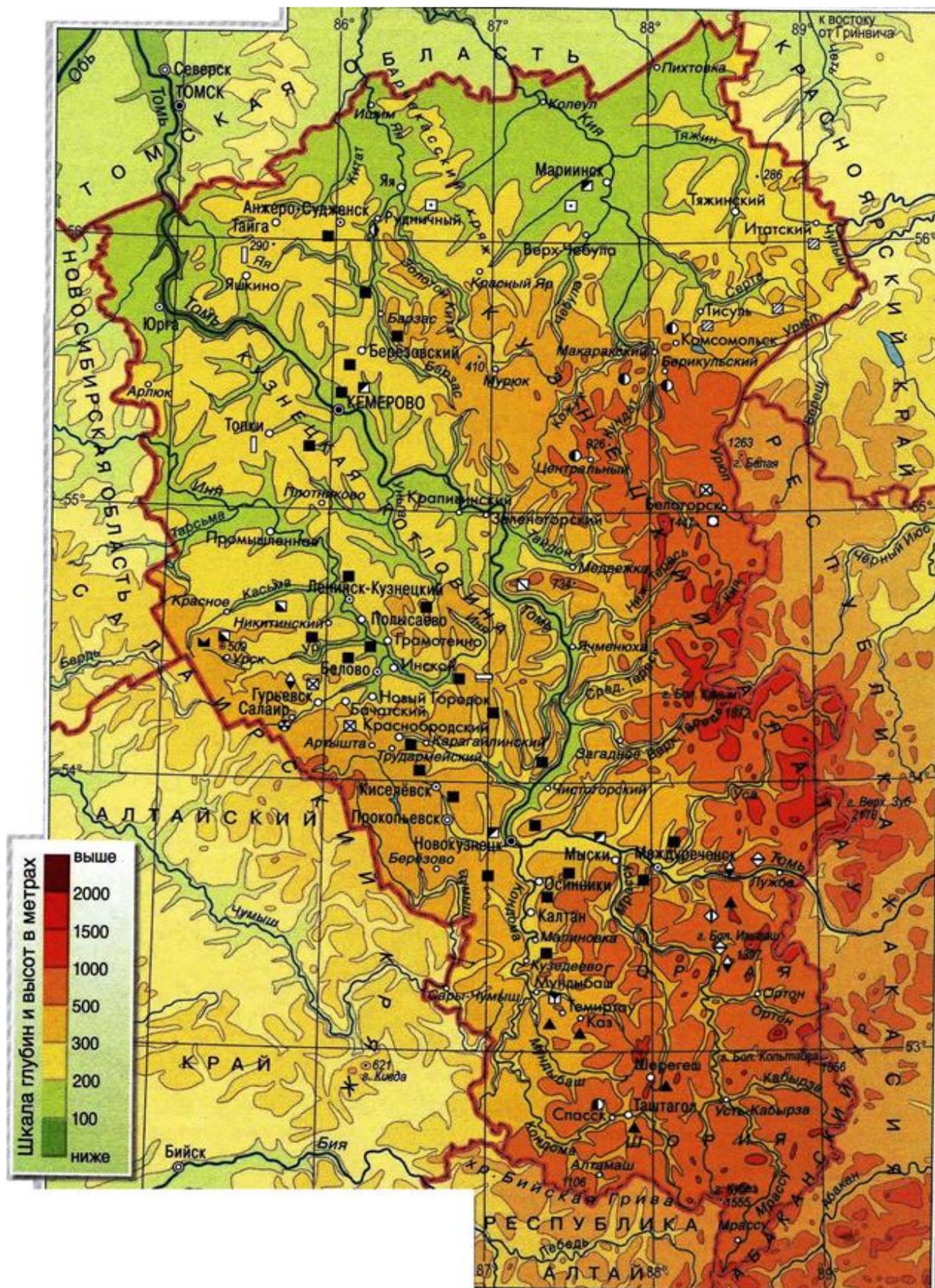


Рисунок Б1 – Физическая карта Кемеровской области

Приложение В – Исходные данные среднемесячных температур опорных метеостанций

Таблица В1 – Ряды среднемесячных температур М-II Таштагол

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1962				1,7	12,4	16,4	18,2	15,6	10,3	1,3	-12,1	-15,5
1963	-18,3	-12	-3,1	-3,8	7,6	14,5	17,1	15	6,7	1,3	-5,4	-14,7
1964	-16,9	-20,3	-9,8	-3,7	8,7	15,4	18,1	15,9	8,8	-1,8	-6,8	-11,1
1965	-16,8	-16	-7,7	-1	11	16,3	18,8	15	8,8	1,5	-10,7	-19,3
1966	-19,4	-16,1	-8,2	-1,5	6,2	16	17,5	16	12,2	0,7	-11,5	-25,6
1967	-23	-15,9	-6,6	1,7	10,9	14	17,8	13,2	7,1	2,7	-13,2	-15,1
1968	-20,2	-17,1	-3,6	0,1	10,4	14,4	17,8	15,2	5,4	-0,8	-12,8	-19,5
1969	-31,1	-25,7	-11,3	0	5,7	15,5	20,9	13,1	7,5	1,1	-7,9	-19,1
1970	-18	-15,4	-11,8	1,1	8	14,8	16,8	14,5	9	-0,5	-11,4	-19
1971	-15,5	-18,3	-12	1,7	8,3	14,4	16	14,3	8,5	1,4	-6,5	-13,9
1972	-21,6	-15,4	-8	3,7	7,7	16	15,4	14	6,6	0,3	-7,1	-16,6
1973	-19,5	-17,5	-6,8	1,6	6,7	15,6	16,9	15,4	9,1	0	-6,4	-15,9
1974	-21,4	-19	-9,2	2,6	9,7	14,6	17,7	15,8	7,6	-0,5	-11,7	-23,7
1975	-14,7	-12,9	-5,1	0	6,6	14,2	17,9	13,8	9	0,2	-11,2	-19,5
1976	-15	-16,6	-9,7	1,5	8,9	17,4	16,6	13,8	8,5	-3,2	-14,8	-18,1
1977	-24,7	-16,2	-7,5	2	8,8	16,8	17,8	13,6	9,9	1,4	-7,6	-14,8
1978	-15,2	-16,1	-7,1	2,9	7,4	16,7	17,9	12,4	9,1	0,3	-6,3	-14,8
1979	-21,6	-12,5	-9	-2,4	8,3	17,4	18,8	14	9,4	1,7	-8,7	-11,6
1980	-17	-15,7	-10,6	0	10,5	15,7	17,1	15,8	9,5	1	-6,5	-15,8
1981	-18,4	-14,2	-5,1	3,5	10,8	18,1	16,2	14,9	9,8	0	-11,2	-16
1982	-16,8	-13,6	-11,2	3,6	11,3	16,9	16,7	15,1	9,7	3,4	-5,6	-14,2
1983	-13,6	-11,8	-4,1	-1,1	7,4	15,4	16,9	16	7,6	3,4	-4,3	-15,2
1984	-17,7	-20	-6,3	-2,7	8,7	15,6	16,1	15,2	9,4	1,6	-11,2	-22,6
1985	-17,7	-17,7	-11,3	3,1	7,8	13	17,6	15	8,8	1	-7,2	-17,1
1986	-17,3	-16,4	-8,3	0,7	10,3	14,5	19,1	15,3	9,5	0,3	-11,5	-17,5
1987	-15,9	-13,1	-9,3	0,3	9,8	12,4	18	16,7	9,1	-1,3	-15	-13,8
1988	-18	-18,9	-7,4	1,8	8,4	13,9	16,4	15,7	11,1	1	-6,6	-12
1989	-14,1	-15	-5,1	1,4	9,9	14,1	18,1	15,8	8,2	2,2	-9,5	-10,8
1990	-19,9	-12,6	-3,8	2,5	11,5	15,6	18,6	15	9,2	2,5	-9,4	-12,7
1991	-14,9	-13,9	-10,1	1,6	9,3	15,7	19,3	15	10	3,2	-7,6	-16,9
1992	-11	-14,5	-6,7	1,4	11,4	13,9	18,9	15,5	5,8	3,1	-7,5	-12,5
1993	-17,2	-12,8	-5,8	0,7	7,3	15,1	18,7	16,1	7,9	1,7	-14,3	-17,2
1994	-15,8	-18,3	-6,8	2	9,8	18,2	18,7	15,2	8,2	1,9	-6	-14,3
1995	-17,1	-10,9	-5,7	3,5	9,5	12,9	19,5	17,1	8,6	2,7	-5,7	-14,1
1996	-22,4	-16,4	-8,4	0,6	9,8	14,9	20,1	14,7	8,4	-0,6	-8,8	-14,2

Продолжение таблицы В1

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1997	-14,8	-12,1	-1,5	7,5	12,6	15,3	17,1	15,4	9,2	4,1	-12	-16,8
1998	-22,5	-12,5	-6,6	1	9,7	15,4	20,1	18,6	8,7	2,3	-10,1	-13
1999	-16	-11,2	-14,9	0,9	12,9	15	20,3	15,5	9	2,2	-8	-10,1
2000	-19,3	-11,8	-5,3	4,1	11	17,1	17,2	16,6	9	-0,7	-11,4	-11,4
2001	-20,5	-13,8	-4,7	1,4	13,2	17,3	16,4	17,6	9,6	1,5	-3,6	-16,9
2002	-10,3	-7,4	-2,2	0,2	11,6	16	17,7	17	9,6	0,7	-4,8	-20,5
2003	-15,3	-14,5	-7,6	0,1	11,1	16,9	17,1	15,2	10	1,3	-11,1	-13,9
2004	-18,4	-10,3	-7,8	1,7	12,2	16,5	17,9	15,1	8,9	2,5	-6,9	-15,7
2005	-18,6	-20,7	-3,6	2,4	9,9	16,1	19,7	16,9	9,9	3,7	-6,7	-19
2006	-20,5	-13,4	-4,9	-1,4	7,4	17,4	18,1	13,9	9,9	1,7	-4,7	-9,9
2007	-13,6	-10	-7,8	5,6	10,7	14,5	20,1	15,1	10,7	1,7	-8,1	-13,8
2008	-20,3	-13,7	-1,9	2,1	11,1	16,6	19,2	15,5	8,1	2,6	-4,4	-15,5
2009	-18,1	-17,6	-6,2	4	10,3	13,5	18,1	15,2	9,5	1,8	-8,6	-17
2010	-24,6	-21,7	-8	-0,2	7,7	15,9	17,1	15	8,6	2,4	-2,9	-18,9
2011	-24,4	-14,8	-8,1	4	9,6	18,2	16,6	15,3	9,9	4,1	-9,3	15,5
2012	-21,1	-18,8	-4,5	4,7	9,7	19,1	19,6	16,3	10,8	1,6	-7,6	-22,8
2013	-14,9	-13,5	-13,5	2,7	7,8	14,4	17,9	16,6	8,5	1,8	-3,2	-11,2
2014	-16,2	-17,9	-3,2	4,7	8,5	15,6	18,2	16,2	8,2	0,3	-8,1	-16,5
2015	-14,2	-13,4	-4,9	3	10,5	17,5	19,1	15,7	8,1	3,5	-8,3	-9,4
2016	-18,3	-10,9	-2,9	5	9,1	17,2	20,1	15,6	11,9	-2,6	-12,8	-12,8
2017	-12,9	-13,2	-3,2	4,2	10,8	18,6	17,7	16	8,4	1,1	-7	-14,6
2018	-21,1	-14,3	-4,6	1,5	7,4	18,4	17,3	16,6	9,4	3,1	-8,5	-18,3
2019	-17,4	-15,6	-2,4	2,6	8,1	15,6	17,5	17,2	10,3	3,3	-8,5	-10,8
2020	-12,5	-8,2	-4,3	4	10,7	14,2	17,7	16,4	9	2	-4,9	-14,7
2021	-15,4	-11,8	-5,4	1,8	10,5	14,1	18,3	15,9	8,4	2,6	-6,1	-12,2
2022	-16	-13,4	-5,8	3,3	14,2	15,7	15,9	13,7	9,8	2,1	-7,4	-17,8
2023	-13	-12,7	-2,5	-0,4	8,4	16,3	18,1	16,3	10,5	4,4	-3,5	-16,2

Таблица В2 – Ряды среднемесячных температур М-II Промышленная

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	-	-	-	-	6,8	14,8	19	15,7	10	-4,7	-8,5	-13,9
1962	-14,3	-14,2	-8,7	0,3	8	12,9	14,8	13,3	8,1	-1,4	-14,3	-13,1
1963	-18,2	-13	-9	-4,7	4,7	10,6	14	12,4	5,9	1,5	-2,7	-11,1
1964	-10,3	-21,9	-14,7	-8,1	6,4	12	15,4	13,5	8,9	-3,1	-5,2	-12
1965	-17,8	-17,1	-8,1	-2,1	9,6	14,4	16,9	13,8	7,8	1,3	-11,4	-18,7
1966	-30,3	-27,8	-13,4	-0,6	6,8	16,9	22,8	13,5	8,7	1,6	-5	-18,2
1967	-19,5	-16,9	-8,2	4	11,2	15,3	19,8	13,2	5,8	4,1	-12,4	-13,3
1968	-18,2	-16	-3,1	2,5	10,9	14,3	19,2	15,7	5,9	0,6	-15	-23,3
1969	-30,1	-27,8	-13,3	-0,6	6,9	16,9	22,9	13,6	8,7	1,6	-5,2	-18,2

Продолжение таблицы В2

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1970	-17,6	-21,7	-12,5	2,5	9	16,1	17,4	15	10,6	-0,6	-9,5	-16,4
1971	-12,8	-23,4	-12,8	4,5	9,9	15,5	16,8	15,5	10,4	4	-3,6	-14,1
1972	-22,8	-15,8	-10,8	4,8	8,3	16,4	15,2	13,9	6,6	0,8	-6,8	-14,4
1973	-20,9	-17,5	-7,4	2,8	8,5	17,1	17,6	16,1	11	0,4	-3,3	-10,3
1974	-21	-21,5	-10,6	4,8	10,9	15,4	18,7	16,6	8,6	-1,6	-12	-20,1
1975	-12	-13,7	-6,4	0,4	8,1	14,7	19,6	14,7	9,8	1,4	-8,9	-17,4
1976	-14,6	-18,7	-11,9	1,7	10,1	19,1	17,9	14,7	9,3	-3,4	-13,1	-18,9
1977	-24,8	-18,8	-7,3	3,5	9,9	18,2	19,1	14,1	10,3	2,1	-4,7	-14,3
1978	-13,3	-16,3	-9	3,4	8	16,9	19,5	12,9	9,5	2,5	-2,8	-12,9
1979	-24,2	-13,3	-8,9	-2,6	9,8	18,3	20,3	14,8	10,6	2,2	-7,9	-11,4
1980	-18	-17,4	-11,1	-0,2	10,7	17,1	17,8	15,9	10,7	1,8	-5	-12
1981	-18,8	-14,7	-4,8	4,4	11,9	19,6	17,2	16,6	10,3	0	-11	-15,3
1982	-18	-12,4	-12,1	5,4	13	18,7	18,5	15,7	9,4	1,6	-4,3	-10,7
1983	-10,9	-10	-3,9	-1,7	7,9	18,4	18,2	15,8	6,2	4,9	-2,5	-9,7
1984	-16,9	-21,1	-7,3	-3,5	7,5	16,6	17,2	15,9	10,2	2,5	-13,6	-24,7
1985	-15,3	-21	-10,7	2,6	8,4	14,1	18,2	15,6	9,5	1,8	-8	-15,7
1986	-15,1	-17,1	-7,5	1,7	9,4	15,1	20,1	15,3	10,1	1,5	-8	-15,7
1987	-16	-13,3	-10,3	-0,6	11,6	13,6	18,9	17,3	9,9	-0,7	-14,5	-10,8
1988	-17,1	-18,8	-7,8	3,3	8,9	14,8	17,4	15,7	11,2	1,9	-3,8	-9,5
1989	-12,6	-13,2	-4,6	1,3	12,1	15	19,9	16,4	9	3	-8,1	-11,3
1990	-18	-13,4	-1,9	3,9	13,9	17,1	19,5	15,8	9,4	3,9	-8,1	-12,4
1991	-11,8	-14,8	-12,1	3,5	11,2	17,7	20	15,4	11	3,3	-6,5	-15,7
1992	-9	-12,7	-7,4	0,5	12,2	13,9	19,1	16,1	6,9	3	-6,9	-11,1
1993	-13,8	-11,8	-6,6	2,4	7,9	16,9	20	17,1	8,6	2,8	-14,6	-15,6
1994	-14,8	-17,9	-7,8	8,8	11,5	20,6	20,1	16	9,5	3	-4,4	-14,4
1995	-15	-8,6	-6,7	5,3	11,3	12,9	19,9	18,1	9,5	4,5	-2,6	-11,1
1996	-21,8	-16,3	-10	0,8	10,6	16,4	21,5	13,7	7,9	0,2	-8,9	-14
1997	-11,8	-10,4	-1,6	8,8	12,6	15,3	17,6	16,1	10,8	4,9	-10,5	-15,8
1998	-22,4	-11,9	-8	1,4	11	16,4	21	18,9	8	2,9	-11,4	-8,8
1999	-16,7	-10	-15,5	2,4	16	14,8	21,8	16,5	8,4	3,1	-8,2	-9,5
2000	-19,8	-10,4	-5,9	4,8	11,2	18,1	17,9	17,4	10,7	-1	-11,6	-15,4
2001	-20,8	-14,2	-4,3	2,3	16	18,2	16,7	17,9	10,5	1,7	-2,4	-16,9
2002	-6,7	-7,3	-1,7	1,2	13,7	17,1	18,3	16,8	11,2	0,8	-4,9	-19
2003	-13,6	-13,3	-8	1,4	13,5	19,3	17,9	17	10,5	2,8	-10,2	-10,8
2004	-18,5	-10,2	-8,2	1,8	15,4	18,4	18,2	15,5	10	5	-3,4	-17
2005	-15,5	-19,8	-4,2	3,5	10,8	18,3	20,7	17,3	9,9	5,3	-6	-17,9
2006	-25	-15,8	-5,6	-1,7	10,1	19,7	18,9	13,6	11	2,1	-5,9	-6,5
2007	-8,7	-11,8	-8,2	7,4	11,8	14,7	21	15,9	12	2	-6,5	-11,2
2008	-21,9	-12,7	-2,4	2,7	11,6	17,5	19,9	15,6	8,3	4,2	-1,5	-14,7
2009	-17,4	-21,3	-7	4,9	11,9	14	19,1	16,1	10,3	2	-9,4	-18,7
2010	-27	-24,2	-8,4	2,3	9,1	17,1	16,9	15,8	10,1	4,6	-3,4	-20,8

Продолжение таблицы В2

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	-24,2	-13,8	-6,5	6,6	11	19,6	19,9	14,9	10,3	6	-8,2	-13,4
2012	-21,4	-20,5	-5,5	5,6	11	21,5	21,8	16,6	11,8	1,7	-7,4	-24,3
2013	-16,1	-15	-6,1	4	8,5	14,8	18,6	17,1	8,8	2,7	-0,8	-6,5
2014	-15,3	-19	-2,4	6,2	8,9	16,3	19,7	17,1	8,1	0,3	-9,6	-11,1
2015	-12	-11,5	-4,8	6,2	12,2	18,7	20	17,1	8,5	3,7	-9,2	-6
2016	-20,8	-10,4	-4	7,1	10	19,3	20,3	16,7	12,3	-2,5	-12,9	-11,8
2017	-13,9	-12,1	-4,5	5,3	11,9	19,1	18,3	16,4	8,8	1,5	-6,1	-12,3
2018	-21,8	-16,3	-7,6	3,6	7,3	19,5	18	16,4	10,9	5,1	-8,6	-20,4
2019	-14,5	-16,7	-1,5	4,1	10,5	16,4	18,7	18	10,7	4,2	-10,6	-9,8
2020	-10	-8,7	-2,9	9,2	14,8	16,4	19,3	18,5	10,2	3,2	-5,4	-16,5
2021	-21	-15,2	-5,9	3,6	13,4	15,9	19,5	17,4	8,9	2,8	-6,4	-9,2
2022	-14,2	-11,8	-7	5,5	15,4	17,1	17,8	16	10,3	3,5	-8,9	-17,7
2023	-13	-15,4	-2,8	0,8	10,8	19,2	20,5	17,6	11,2	4,9	-3,9	-14,3

Таблица В3 – Ряды среднемесячных температур М-II Тайга

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1960	-20,1	-14,5	-15,2	-0,8	7,5	14,2	16,1	13,3	8,5	-1	-14,8	-16,1
1961	-16,2	-14,3	-7,7	2,7	8,6	13,3	17,9	14,2	8,6	-4,8	-9,3	-15,4
1962	-13,3	-12,4	-6,8	1,1	11,7	16,4	19,1	15,5	8,9	-0,8	-13,2	-14,1
1963	-16	-11,8	-8,6	-3,4	6,8	15	17,4	14,1	6,9	1,8	-4,8	-10,7
1964	-10,1	-21	-12,6	-5,1	10,5	16,6	18,9	16,8	9,6	-3	-6,2	-12,8
1965	-18	-16,2	-7,4	-0,2	13,2	18	20,4	15,4	8,7	1,2	-12,8	-18,5
1966	-22,9	-20	-10,7	-3,4	6,9	15	17,2	15,6	12,2	-1,2	-13,5	-26,1
1967	-19,4	-17,9	-7,8	2,7	8,6	14,1	19,1	12,9	6,2	3,4	-12	-13,7
1968	-19,5	-15,9	-4,2	1,2	9	12	17,7	14,1	4,6	-0,4	-17	-24,4
1969	-29,6	-28	-12,7	-1,6	4,9	15,4	22,1	12,8	7,6	-0,4	-5,4	-17,7
1970	-18,6	-15,6	-11	1	7,8	13,9	16	13,2	9,5	-2,2	-10,6	-18,2
1971	-14,6	-22,7	-12,1	0,6	8,3	14,5	16,1	14,5	9,3	2,8	-4,5	-15,5
1972	-24,4	-17,3	-11,5	2,7	6,2	14,6	15	13,3	5,3	-0,2	-8,3	-15,7
1973	-18,8	-17,3	-7,7	1,2	7,1	15,6	16,2	15,6	9	-0,3	-4,7	-11,3
1974	-22,4	-22,6	-11,7	2,5	8,2	13,5	17,3	14,9	7,2	-3	-14,6	-19,9
1975	-12,7	-14,3	-6,3	-0,7	6,2	13,1	18,1	13,3	9	-0,2	10,4	-17,9
1976	-14,7	-18,9	-12,2	0,7	8,1	17,4	16,9	13,6	8,3	-4,9	-14,5	-19,6
1977	-24,9	-20,5	-8,1	1,3	8,5	17,1	18,3	12,9	8,6	0,2	-6,4	-16,1
1978	-13,3	-17,9	-9,8	1,3	6,1	15,8	18,8	12,1	8,5	1,2	-4,1	-14
1979	-26	-19,6	-9,7	-4,4	7,5	16,4	19	13,2	9,2	0,4	-8,9	-12,4
1980	-18,2	-17,7	-11,3	-2,2	8,3	15,6	16,8	14,4	9,2	0,3	-6,3	-12,4
1981	-17,3	-15,2	-5,8	2,5	9,7	17,5	15	15,9	8,3	-1,6	-11,4	-14,1
1982	-18,5	-13,1	-13,2	3,9	10,1	17,1	17,5	15,1	7,9	-1	-5,2	-11,3

Продолжение таблицы В3

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	-11,5	-11	-5	-3,5	5,6	17,4	17,6	14,4	6,3	3,4	-4,7	-10,1
1984	-15,9	-19,8	-6,9	-5,5	6,8	15	15,7	14,9	8,2	-0,1	-15,5	-25,8
1985	-16	-21,3	-10,4	0,5	6,2	12,9	17,2	14,5	8,3	0,4	-10,1	-16,9
1986	-15,8	-14,9	-8,6	-0,3	7,3	13,1	18,2	13,6	7,5	0,4	-7,6	-17,8
1987	-18,6	-14,8	-10,7	-1,8	9,6	11,6	17,8	16,1	8,3	-1,8	-16,1	-12,7
1988	-17,4	-19,4	-7,2	1,3	7,1	13	16,5	14,3	9,5	0,6	-4,8	-9,8
1989	-13,9	-13,5	-5,1	-1	10,2	13,4	18,8	14,5	7	2	-8,7	-13,2
1990	-19,1	-14,3	-2,5	2	12,3	15,4	18,7	14,8	7,8	2,4	-9,5	-14,8
1991	-13,8	-15,2	-13,2	2	9,7	15,9	18,9	13,5	9,8	1,5	-7,5	-17,9
1992	-10,2	-13	-8,5		10,7	12	17,7	14,4	9,5	1,8	-9	-12,5
1993	-15,1	-12,6	-6,9	0	6,3	11	19	15,4	7,1	1,6	-15,3	-15,2
1994	-15,6	-19,2	-8	0,2	9,4	18,2	18,4	11,3	7,6	2,2	-6,3	-16,1
1995	-15,5	-8,6	-6,8	4,1	9,8	11	18,3	16,4	7,9	3	-4,3	-12,6
1996	-22,5	-16,6	-9,7	-1	8,1	14,6	20,5	12	5,6	-1	-9,5	-15,8
1997	-14,6	-12,1	-2,1	6,7	10,6	13,5	15,9	14	9,3	3,2	-12,2	-18,8
1998	-22,5	-13,1	-8,9	-1,4	9,2	14,3	19,4	17,3	5,9	0,6	-13,8	-9,8
1999	-19,1	-9,3	-15,9	0,3	13,8	13,2	20,4	14,1	6,5	1,1	-9,3	-10,4
2000	-21,1	-11,4	-5,7	1,9	9,4	16,3	16,4	15,5	8,7	2,3	-13,5	-18,2
2001	-23,4	-15,2	-5,8	0,6	13,4	16,1	15,2	16,4	8,8	0	-4,3	-17,3
2002	-8,1	-8,1	-3,5	-2,2	11,4	15,4	16,8	14,6	9,4	-0,5	-7,1	-20,2
2003	-14,8	-13,9	-8,7	-0,6	11,3	18,5	16,9	15,7	8,9	1,2	-12	-12
2004	-18,1	-11,3	-10	-0,7	13,1	16,6	16,5	13,9	8,5	3	-4,4	-18,6
2005	-15,6	-20,6	-4,9	1,3	8,7	16,3	18,8	15,7	8,2	3,6	-6,8	-17,7
2006	-28,7	-16,6	-6,2	-3,9	7,7	18,1	17,4	11,6	9,1	-0,2	-6,7	-7,1
2007	-9,7	-14,7	-8,8	5,3	9,4	12,9	19,7	14,2	10,1	0,7	-7	-11,7
2008	-21,7	-13	-3,7	0,3	9,8	15,7	18,2	13,9	7,4	2,8	-2,7	-16,1
2009	-17,9	-22	-7	3,1	9,5	12,5	17,7	14,9	8,9	0,4	-9,8	-21
2010	-27	-23,7	-8,9	0,1	6,5	14,9	15,8	14,4	8,3	3,5	-5,5	-21,6
2011	-22	-14,5	-6,4	5,3	9,7	18,2	14,9	13,3	9,3	4,6	-9,2	-13,1
2012	-20,8	-18,1	-5,1	3,8	8,7	19,7	20,2	14,4	10,3	0,5	-9,6	-25
2013	-17,3	-15,2	-8,2	2,5	6,1	13,3	17,8	15,9	7,8	1,5	-1,9	-7,7
2014	-16,3	-19,2	-3,3	4,1	7	15	18,8	16,2	6,6	-1,6	-11	-11,2
2015	-13,1	-11,3	-5,7	4,3	10,8	17,4	18,1	15,2	7,2	2	-10,5	-7
2016	-20,9	-9,7	-4,7	5,7	8,2	17,8	19,1	11,1	-3,3	-14,1	-13,2	-14,8
2017	-15,3	-12,8	-4,2	3,4	10,1	17,7	17,1	15,4	7,1	0,4	-6,9	-11,9
2018	-21,5	-16,1	-8,6	1,7	5,1	18,2	16,5	14,6	9,7	4,1	-10,6	-21,5
2019	-14,8	-16,9	-2,5	1,9	8,7	15	17,6	16,6	9,1	3	-12,1	-10,8
2020	-10,6	-8,4	-3,6	7,4	13,4	14,7	17,9	17	9,1	3,1	-6,2	-17,6
2021	-22,5	-16,9	-7,1	2,3	11,4	14,5	18	16,4	7,4	2,1	-7,6	-11,5
2022	-14,6	-11,3	-8,3	3,9	13,4	15,5	16,9	14,5	8,3	2	-10,2	-17,7
2023	-14,3	-13,7	-3,6	-1,2	9,4	16,5	19	16,1	9,8	4,3	-5,3	-15,5

Приложение Г – Исходные данные месячных сумм осадков опорных  
метеостанций

Таблица Г1 – Ряды месячных сумм осадков М-II Таштагол

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1963	23	27	32	26	30	126	123	70	97	106	187	46
1964	23	6	39	40	23	74	57	97	51	72	62	149
1965	68	8	17	33	65	31	94	136	113	87	92	75
1966	88	107	166	102	88	86	58	141	42	59	182	36
1967	16	37	24	22	64	147	114	93	28	50	36	9
1968	19	22	85	68	81	51	105	42	71	35	221	108
1969	28	44	25	141	161	90	32	152	124	136	71	29
1970	38	50	20	97	125	70	68	82	65	121	62	58
1971	45	23	50	132	73	72	89	46	46	46	38	51
1972	34	41	57	33	85	85	142	118	68	132	121	120
1973	43	44	27	54	106	76	73	81	64	67	86	20
1974	44	68	54	42	54	91	57	54	246	139	81	25
1975	60	57	36	142	136	74	45	51	102	98	47	25
1976	39	35	52	13	66	91	55	134	81	125	37	51
1977	19	59	55	25	142	40	67	117	62	122	46	77
1978	58	22	51	148	85	100	147	72	39	104	36	82
1979	82	76	47	25	116	38	56	116	44	172	90	37
1980	35	8	12	40	63	198	102	101	37	50	113	66
1981	24	38	26	42	43	22	98	101	75	142	14	43
1982	74	21	30	27	116	81	116	95	60	122	77	81
1983	29	30	21	75	88	93	115	101	157	39	99	57
1984	29	30	34	104	86	185	200	107	60	105	93	56
1985	24	25	40	85	122	162	142	123	52	87	105	44
1986	34	20	54	68	54	45	32	113	41	86	35	59
1987	72	65	15	48	119	91	76	97	155	93	101	102
1988	48	19	12	54	73	63	189	212	35	82	40	65
1989	53	44	20	92	103	75	101	69	28	76	54	101
1990	32	72	56	10	60	127	46	94	118	77	34	129
1991	29	34	42	34	56	104	155	61	113	124	93	59
1992	24	31	18	138	55	40	68	52	221	52	116	103
1993	47	42	18	33	117	142	87	91	90	36	53	55
1994	65	15	26	34	141	31	63	80	115	46	151	66
1995	42	8	36	81	80	158	162	108	85	75	41	61
1996	51	42	14	45	55	85	196	76	146	65	108	108
1997	44	43	12	21	61	54	74	119	23	28	50	70

Продолжение таблицы Г1

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1998	15	25	6	144	71	29	98	37	26	121	73	76
1999	88	24	24	100	41	53	143	124	80	148	58	106
2000	29	32	56	63	135	102	55	55	48	62	62	147
2001	41	49	88	65	73	71	114	53	94	52	63	33
2002	75	47	124	101	42	94	214	106	59	103	130	50
2003	41	18	33	37	107	112	97	33	54	74	70	54
2004	28	55	58	214	31	86	75	54	93	49	50	104
2005	31	15	34	107	30	82	53	91	86	52	174	19
2006	51	53	55	141	92	51	88	99	42	87	34	79
2007	69	48	37	26	215	43	136	77	44	81	38	30
2008	18	17	61	43	56	44	82	88	76	47	125	90
2009	71	61	25	36	89	86	68	147	57	156	106	82
2010	16	12	49	51	87	101	98	54	38	52	199	93
2011	14	28	37	62	89	78	52	99	33	33	53	33
2012	21	2	28	23	109	117	69	161	100	138	130	38
2013	70	49	49	33	108	81	137	143	76	84	115	45
2014	59	23	20	50	151	56	135	53	50	226	90	22
2015	57	55	57	92		178	74	85	120	82	94	68
2016	6	52	37	100	64	90	69	100	34	137	98	78
2017	74	21	9	42	100	60	151	98	120	53	72	37
2018	23	22	99	43	175	46	147	44	75	60	80	46
2019	25	8	13	100	74	64	73	119	77	123	133	119
2020	48	58	47	16	27	115	140	65	65	119	39	85
2021	67	106	58	43	68	58	62	47	47	56	69	60
2022	24	20	30	64	15	117	104	84	67	103	63	64
2023	92	13	43	45	85	44	164	154	103	63	91	103

Таблица Г2 – Ряды месячных сумм осадков М-II Промышленная

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1962	11	3	4	14	53	41	26	21	24	42	15	31
1963	5	20	18	15	14	23	75	93	66	40	47	25
1964	10	3	25	23	17	118	20	71	10	32	15	35
1965	15	7	1	13	41	23	19	82	52	29	28	32
1966	9	20	12	31	53	31	56	140	17	48	13	16
1967	12	24	6	15	25	110	53	35	55	16	10	1
1968	5	10	15	29	36	32	97	51	37	16	46	34
1969	8	20	10	31	53	31	56	140	17	48	13	16
1970	14	20	9	33	48	47	51	38	11	34	15	11
1971	32	5	9	15	33	136	73	41	11	11	24	14

Продолжение таблицы Г2

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1972	15	18	30	14	49	94	66	89	39	41	33	18
1973	14	10	10	26	29	53	165	24	8	25	16	5
1974	11	7	10	8	23	76	17	37	75	45	20	8
1975	21	17	7	35	63	21	18	37	45	25	16	4
1976	18	11	17	3	9	102	114	86	38	31	11	14
1977	12	22	12	19	27	29	48	99	14	28	22	16
1978	16	9	9	40	30	66	136	77	18	15	20	24
1979	36	12	9	20	68	53	42	44	19	42	38	30
1980	9	6	2	23	20	76	81	12	42	18	35	20
1981	12	5	9	14	20	4	140	43	28	46	32	13
1982	17	2	9	21	23	23	63	62	21	64	47	20
1983	25	15	7	22	29	32	72	21	53	20	32	19
1984	15	12	19	34	41	31	62	40	15	54	54	34
1985	6	2	9	44	49	81	69	80	24	57	28	13
1986	25	3	8	15	53	34	52	107	29	27	18	24
1987	23	23	10	32	46	60	78	34	59	55	20	49
1988	15	8	1	26	45	48	68	32	18	47	5	25
1989	8	10	0,3	35	21	52	35	27	14	24	8	28
1990	10	33	4	4	31	47	127	59	33	23	36	21
1991	28	13	9	5	14	44	75	82	48	53	16	26
1992	8	8	12	46	21	62	47	74	73	23	36	34
1993	9	4	2	12	71	92	40	44	44	22	20	19
1994	28	6	12	16	36	23	67	31	69	38	35	33
1995	16	14	25	22	33	62	39	65	40	25	12	8
1996	28	7	4	21	37	95	98	60	88	34	50	28
1997	25	18	10	14	44	65	57	124	26	18	11	38
1998	6	15	4	25	24	18	44	74	37	46	35	25
1999	35	3	15	8	12	58	10	36	22	38	19	30
2000	15	16	11	27	82	46	72	47	19	33	48	58
2001	30	22	23	18	5	96	114	40	17	30	11	38
2002	26	13	11	15	43	129	37	69	59	39	60	22
2003	28	12	11	22	7	101	44	12	40	11	39	12
2004	8	24	41	59	12	74	89	41	39	17	27	31
2005	14	7	12	34	17	40	112	76	55	24	50	9
2006	26	13	19	15	12	35	101	81	13	61	25	40
2007	21	27	20	17	75	93	57	41	28	31	57	23
2008	28	17	17	32	46	102	67	81	34	20	43	37
2009	28	25	7	26	26	62	55	49	18	71	44	50
2010	4	5	31	33	33	46	26	36	21	23	71	67
2011	5	15	5	31	22	33	37	68	23	24	13	16
2012	8	2	8	13	9	13	25	40	64	42	45	23

Продолжение таблицы Г2

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2013	24	30	16	18	50	35	56	147	42	39	22	19
2014	37	25	12	3	68	32	93	82	40	69	31	27
2015	22	25	26	15	39	17	52	44	64	47	33	28
2016	12	17	17	32	31	13	91	31	11	43	43	39
2017	15	13	6	25	35	32	78	34	54	33	40	33
2018	28	6	21	15	72	57	51	15	50	18	52	28
2019	18	4	5	10	27	44	56	83	64	27	28	39
2020	13	26	22	5	61	27	74	28	64	43	20	40
2021	28	36	25	18	30	70	55	58	61	13	63	36
2022	11	13	5	13	7	89	42	49	30	16	18	32
2023	40	10	24	10	7	17	87	73	44	27	31	37

Таблица Г3 – Ряды месячных сумм осадков М-II Тайга

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1960	29	19	48	46	19	113	89	80	41	48	58	35
1961	26	23	11	39	54	50	58	56	73	67	32	28
1962	12	7	22	19	37	33	29	77	68	43	32	24
1963	12	17	23	9	43	13	59	14	58	60	75	38
1964	28	5	40	45	33	124	73	36	38	62	51	70
1965	14	9	17	19	58	16	18	94	51	47	53	42
1966	35	49	36	33	72	64	93	31	14	73	77	28
1967	11	30	29	29	18	108	42	123	49	26	28	25
1968	21	19	33	33	82	51	108	101	65	33	105	51
1969	13	28	38	66	90	32	44	97	78	95	44	27
1970	79	26	36	54	60	115	124	101	19	87	48	39
1971	83	9	23	29	66	65	48	116	45	49	55	31
1972	30	58	31	20	73	181	63	93	62	60	64	71
1973	42	25	34	20	78	90	131	18	35	40	68	32
1974	36	22	41	42	63	78	29	83	115	39	72	14
1975	53	20	32	51	89	79	42	56	67	100	68	22
1976	35	33	20	10	33	26	84	88	46	102	30	41
1977	15	33	44	14	41	30	21	106	47	61	58	43
1978	39	6	19	60	45	66	117	72	54	37	63	35
1979	58	38	25	43	66	84	79	118	32	77	67	64
1980	34	13	10	14	31	75	103	27	49	33	109	36
1981	16	13	34	34	37	70	81	60	36	51	30	25
1982	37	29	34	39	16	29	33	17	35	93	85	43
1983	44	21	20	33	47	37	48	33	67	62	61	30

Продолжение таблицы ГЗ

год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1984	20	24	20	36	63	53	128	70	25	90	59	44
1985	18	6	25	71	74	90	112	64	37	83	58	19
1986	19	10	23	48	62	29	68	114	32	70	22	38
1987	25	25	14	41	44	71	72	138	109	86	46	76
1988	24	12	12	50	66	54	138	34	34	84	30	28
1989	38	36	4	93	17	21	77	32	25	104	31	30
1990	29	31	20	7,8	29	80	98	86	61	74	41	41
1991	30	25	20	20	10	97	70	39	65	59	33	43
1992	35	16	37	49	49	43	57	50	72	24	56	50
1993	27	22	14	24	50	62	75	64	64	77	44	49
1994	55	25	23	41	37	32	54	25	27	49	98	32
1995	25	22	34	21	39	96	60	72	60	81	38	26
1996	20	14	11	28	42	95	24	107	159	57	43	50
1997	55	39	15	14	79	37	51	107	23	47	46	50
1998	12	27	8	65	54	55	17	37	48	98	49	43
1999	33	10	7	47	14	132	6	45	27	49	43	47
2000	16	37	15	48	77	87	55	110	38	72	40	47
2001	26	22	39	26	57	81	53	66	56	77	54	27
2002	42	24	27	30	76	70	107	83	47	50	53	21
2003	29	10	19	39	25	26	41	20	45	51	44	30
2004	14	36	47	58	16	70	118	65	99	62	27	41
2005	19	8	24	37	29	60	75	84	109	33	61	15
2006	26	14	24	31	29	86	146	115	39	99	30	78
2007	30	44	36	31	100	119	45	56	44	69	57	38
2008	20	23	35	36	24	144	42	62	55	81	75	52
2009	27	25	17	48	73	95	57	79	86	80	65	64
2010	9	12	53	41	44	25	137	43	40	35	86	65
2011	8	23	25	38	23	78	91	70	28	56	52	30
2012	12	4	39	49	48	60	47	63	71	87	86	31
2013	35	29	68	35	91	52	50	102	81	65	62	71
2014	35	37	49	36	102	42	76	69	50	118	80	37
2015	64	35	59	49	68	31	122	76	81	124	40	65
2016	7	29	30	49	42	60	111	8	54	64	76	34
2017	46	20	18	47	46	51	74	57	51	41	58	47
2018	39	12	16	42	81	63	76	24	89	46	103	29
2019	21	16	14	27	25	60	40	23	54	79	47	50
2020	56	48	33	5	117	27	104	43	62	92	39	43
2021	32	44	30	23	32	71	49	63	85	36	61	42
2022	21	25	22	19	11	86	72	41	47	61	50	31
2023	61	12	47	21	9	31	48	114	80	59	49	51

Приложение Д – Исходные данные минимальных 30-суточных расходов воды на опорных гидрологических постах

Таблица Д1 – Ряды минимальных 30-суточных зимних расходов воды гидрологический пост р. Томь – г. Томск

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут						
1943	71	1963	122	1983	172	2003	146
1944	97	1964	61,1	1984	130	2004	137
1945	75,6	1965	150	1985	130	2005	161
1946	96	1966	127	1986	135	2006	152
1947	91,1	1967	101	1987	142	2007	127
1948	113	1968	114	1988	168	2008	134
1949	139	1969	81,8	1989	163	2009	191
1950	116	1970	59,3	1990	162	2010	120
1951	109	1971	128	1991	175	2011	166
1952	103	1972	93,6	1992	143	2012	125
1953	151	1973	143	1993	118	2013	124
1954	74,6	1974	97,5	1994	121	2014	161
1955	117	1975	139	1995	156	2015	135
1956	77,7	1976	108	1996	153	2016	157
1957	117	1977	105	1997	145	2017	131
1958	122	1978	71,2	1998	151	2018	138
1959	120	1979	104	1999	104	2019	134
1960	122	1980	123	2000	133	2020	193
1961	152	1981	143	2001	99,3	2021	137
1962	158	1982	99	2002	195		

Таблица Д2 – Ряды минимальных 30-суточных расходов воды гидрологический пост р. Томь – г. Новокузнецк

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут						
1894	57	1926	71	1958	72,9	1990	74
1895	58	1927	43	1959	85	1991	80
1896	61	1928	58	1960	73,1	1992	74

Продолжение таблицы Д2

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут						
1897	74	1929	66	1961	89,7	1993	66
1898	76	1930	68	1962	104	1994	61
1899	59	1931	85	1963	77,4	1995	104
1900	39	1932	67	1964	88,2	1996	92
1901	40	1933	73,9	1965	98,7	1997	106
1902	59	1934	31	1966	87,9	1998	96,3
1903	52	1935	52	1967	64,3	1999	90,3
1904	62	1936	42,3	1968	60,1	2000	105
1905	51	1937	67	1969	63,7	2001	96,6
1906	59	1938	69,9	1970	88,5	2002	141
1907	49	1939	54,5	1971	75,5	2003	114
1908	53	1940	31	1972	72	2004	109
1909	60	1941	91	1973	83,9	2005	94,1
1910	45	1942	67,5	1974	72,9	2006	79,1
1911	50	1943	77,8	1975	79,5	2007	108
1912	44	1944	55,6	1976	74,4	2008	46,2
1913	54	1945	63,2	1977	72,1	2009	75,4
1914	53	1946	57	1978	88,2	2010	46,2
1915	38	1947	82,2	1979	85,3	2011	110
1916	66	1948	72,7	1980	70,2	2012	74,6
1917	50	1949	67,2	1981	70,3	2013	75,9
1918	64	1950	60,5	1982	70,3	2014	94,8
1919	54	1951	60,6	1983	114	2015	60,9
1920	101	1952	79	1984	64,7	2016	36,2
1921	82	1953	93,5	1985	68	2017	37,8
1922	43	1954	70,4	1986	77,3	2018	44,6
1923	140	1955	88,6	1987	81,7	2019	31,5
1924	115	1956	67,5	1988	77,2	2020	68
1925	106	1957	66,7	1989	55,2	2021	63

Таблица Д3 – Ряды минимальных 30-суточных расходов воды гидрологический пост р. Иня – п.г.т. Промышленная

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут						
1960	4,52	1976	3,44	1992	6,12	2008	7,28
1961	7,92	1977	2,88	1993	7,61	2009	7,2
1962	6,89	1978	3,16	1994	8,1	2010	5,82

Продолжение таблицы Д3

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут	год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут	год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут	год	Q <sub>min</sub> з им. 30-сут
1963	3,56	1979	3,35	1995	6,23	2011	6,47
1964	4,51	1980	5,26	1996	5,51	2012	4,32
1965	4,5	1981	3,27	1997	8,83	2013	3,73
1966	4,23	1982	2,45	1998	5,45	2014	8,29
1967	3,67	1983	3,63	1999	6,85	2015	9,2
1968	2,19	1984	2,83	2000	4,97	2016	8,2
1969	1,4	1985	4,42	2001	6,91	2017	10,2
1970	3,13	1986	6,02	2002	6,17	2018	10,8
1971	2,85	1987	6,08	2003	4,88	2019	12,5
1972	2,53	1988	6,57	2004	4,98	2020	8,4
1973	5,34	1989	4,9	2005	5,23	2021	8,4
1974	2,11	1990	5,08	2006	2,89		
1975	3,37	1991	5,81	2007	7,2		

Таблица Д4 – Ряды минимальных 30-суточных расходов воды гидрологический пост р. Кия – г. Мариинск

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут						
1936	16	1958	15,1	1980	14,7	2002	17,6
1937	7,97	1959	12,2	1981	12,4	2003	16,2
1938	9,91	1960	16,3	1982	12,3	2004	15
1939	14,7	1961	22,9	1983	25,3	2005	14,7
1940	14	1962	18	1984	13,5	2006	13,1
1941	27,2	1963	12,7	1985	13,9	2007	17,3
1942	11,6	1964	14,4	1986	17,2	2008	10
1943	7,92	1965	15,5	1987	16,4	2009	22,2
1944	9,57	1966	15,6	1988	16,3	2010	22,3
1945	2,19	1967	9,8	1989	21,4	2011	21,2
1946	13,1	1968	11,1	1990	15,8	2012	20,8
1947	13,3	1969	14,3	1991	15,6	2013	22,5
1948	14,5	1970	18	1992	19,9	2014	28,3
1949	13,2	1971	13,7	1993	21,7	2015	24,6
1950	18,8	1972	13,3	1994	18	2016	26,7
1951	10,9	1973	20,4	1995	18,6	2017	19,7
1952	12,9	1974	12	1996	15,6	2018	20,8
1953	13,2	1975	14,3	1997	23,5	2019	24,4
1954	12,4	1976	14,5	1998	32,2	2020	25,9
1955	12,4	1977	11,7	1999	15,7	2021	28,2

Продолжение таблицы Д4

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут	год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут	год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут
1956	12,6	1978	13,4	2000	17,7
1957	19	1979	17,9	2001	13,1

Таблица Д5 – Ряды минимальных 30-суточных расходов воды гидрологический пост р. Яя – п.г.т. Яя

год	Q <sub>min</sub> зим. 30-сут						
1935	1,84	1957	1,64	1979	5,09	2001	3,76
1936	1,75	1958	3,24	1980	3,28	2002	4,41
1937	1,75	1959	3,67	1981	2,55	2003	4,83
1938	1,25	1960	2,75	1982	1,7	2004	3,39
1939	2,53	1961	6,71	1983	5,13	2005	3,99
1940	0,8	1962	2,8	1984	3,78	2006	3,31
1941	2,03	1963	2,99	1985	2,4	2007	6,7
1942	2,74	1964	4,1	1986	4,29	2008	4,57
1943	2,01	1965	3,87	1987	4,09	2009	4,59
1944	1,64	1966	1,2	1988	5,63	2010	4,78
1945	1,98	1967	3,6	1989	4,18	2011	4,65
1946	2,38	1968	0,85	1990	3,18	2012	3
1947	2,33	1969	1,65	1991	5,93	2013	3,48
1948	3,27	1970	2	1992	5,91	2014	5,9
1949	2,44	1971	2,3	1993	6,03	2015	6,82
1950	4,05	1972	1,87	1994	5,13	2016	5,12
1951	5,37	1973	3,82	1995	5,39	2017	2,53
1952	3,09	1974	2,06	1996	5,4	2018	4,2
1953	2,04	1975	2,29	1997	6,8	2019	3,6
1954	3,94	1976	1,35	1998	6,14	2020	4,5
1955	3,22	1977	2,75	1999	4,8	2021	7,8
1956	3,2	1978	2,2	2000	3,18		

Приложение Е - Графики интегральных кривых и интегральных разностных кривых средних температур

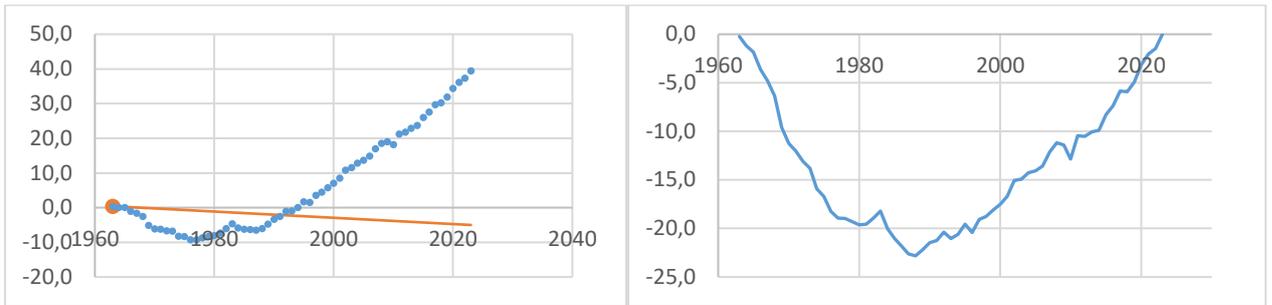


Рисунок Е1 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних годовых температур М-II Таштагол

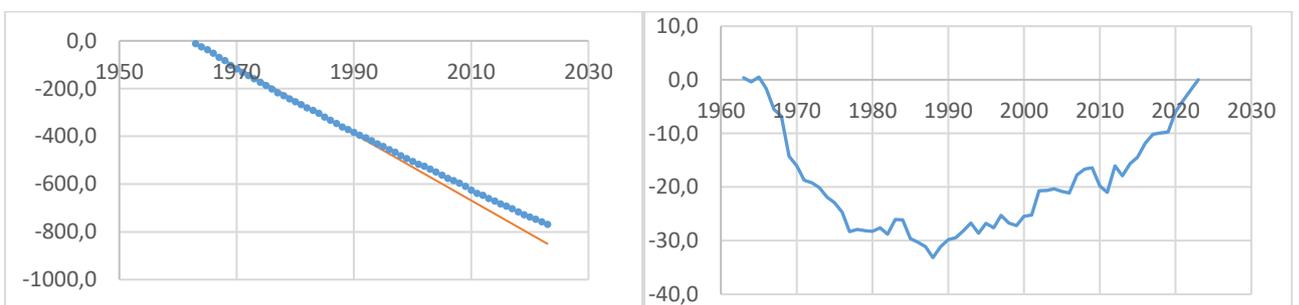


Рисунок Е2 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних температур за зимний период М-II Таштагол

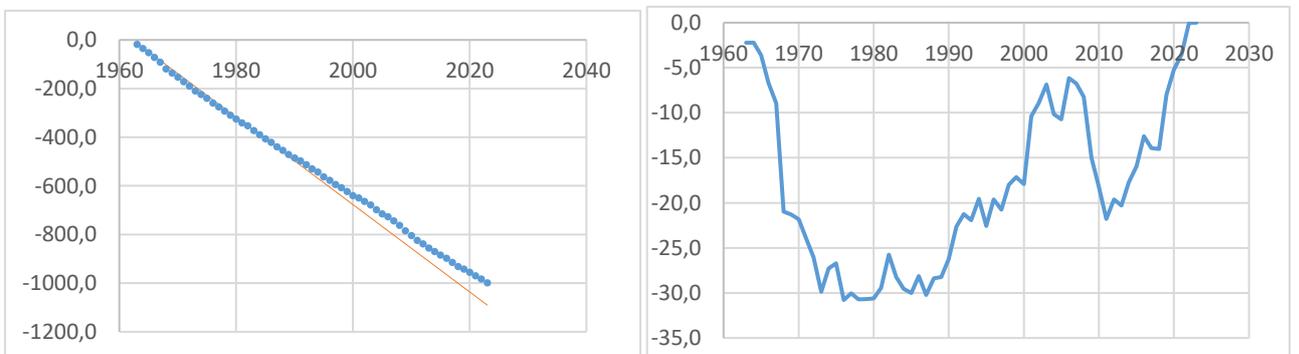


Рисунок Е3 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних температур за январь - февраль М-II Таштагол

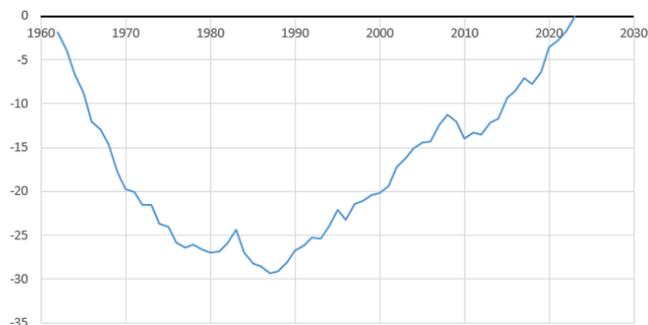
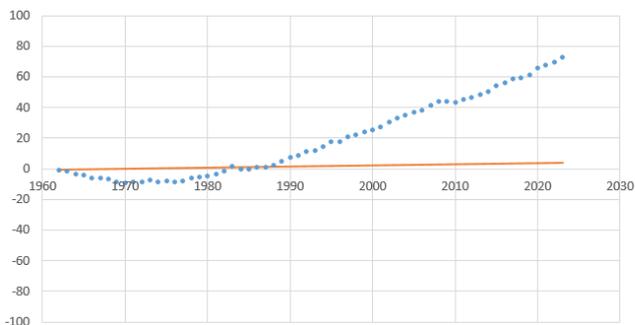


Рисунок Е4 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних годовых температур М-II Промышленная

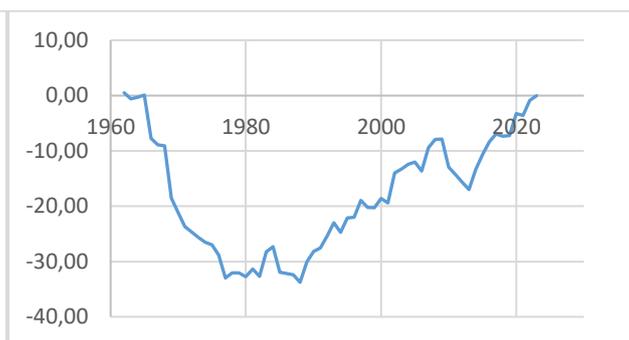
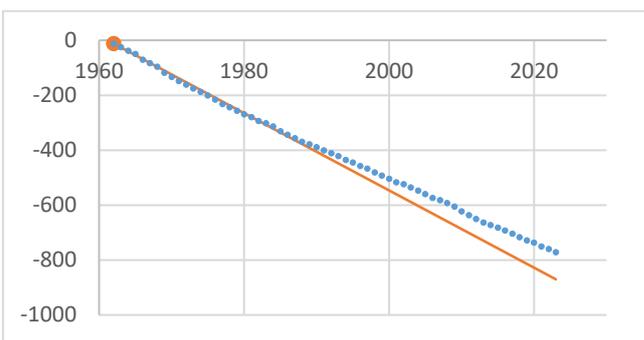


Рисунок Е5 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних температур за зимний период М-II Промышленная

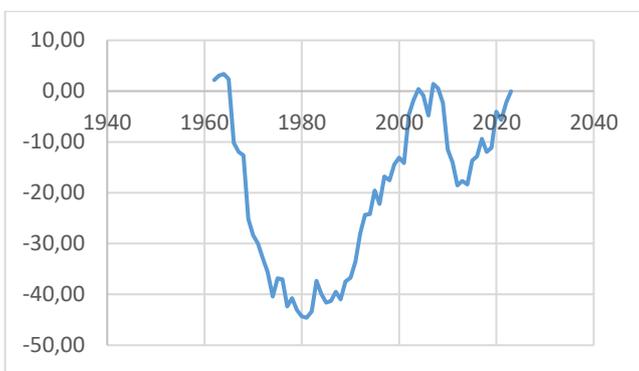
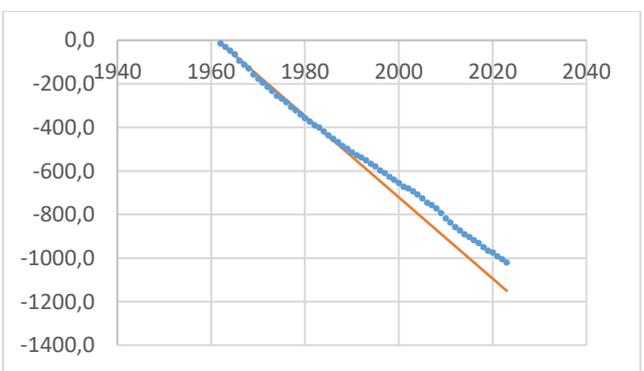


Рисунок Е6 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних температур за январь - февраль М-II Промышленная

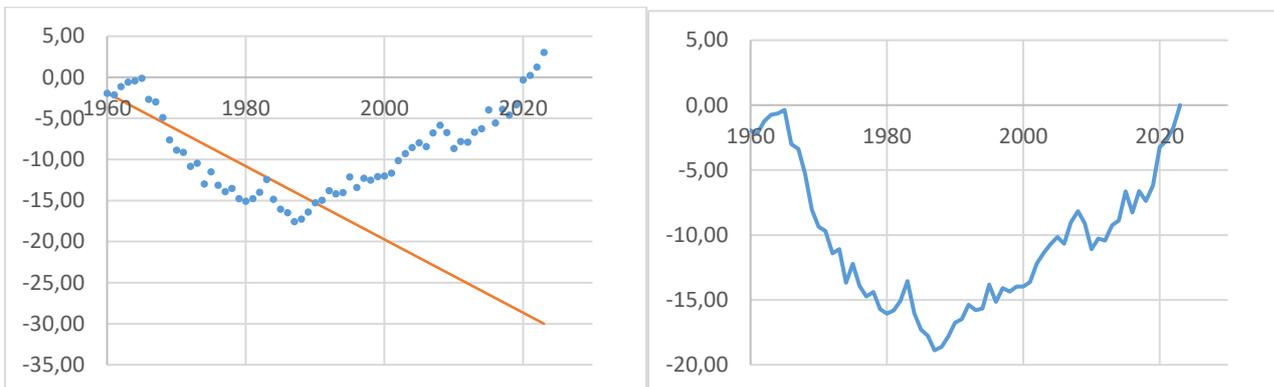


Рисунок Е7 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних годовых температур М-II Тайга

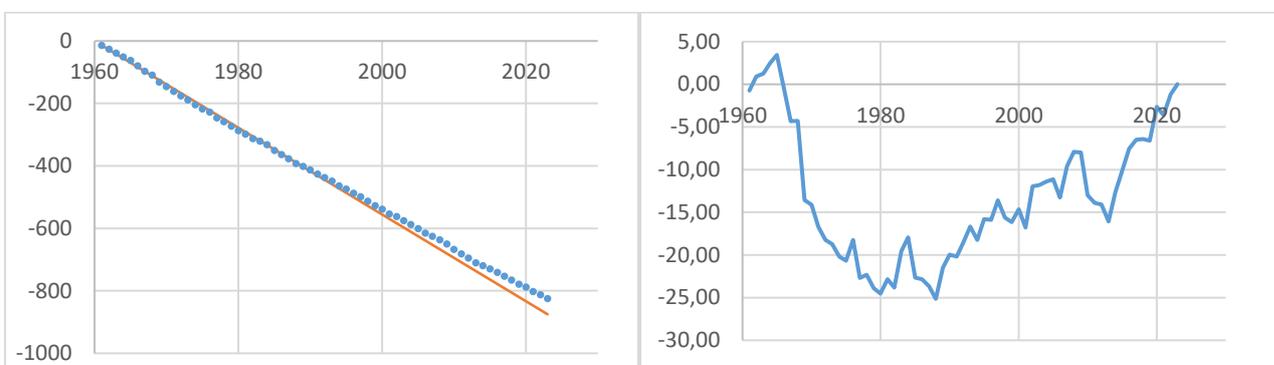


Рисунок Е8 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних температур за зимний период М-II Тайга

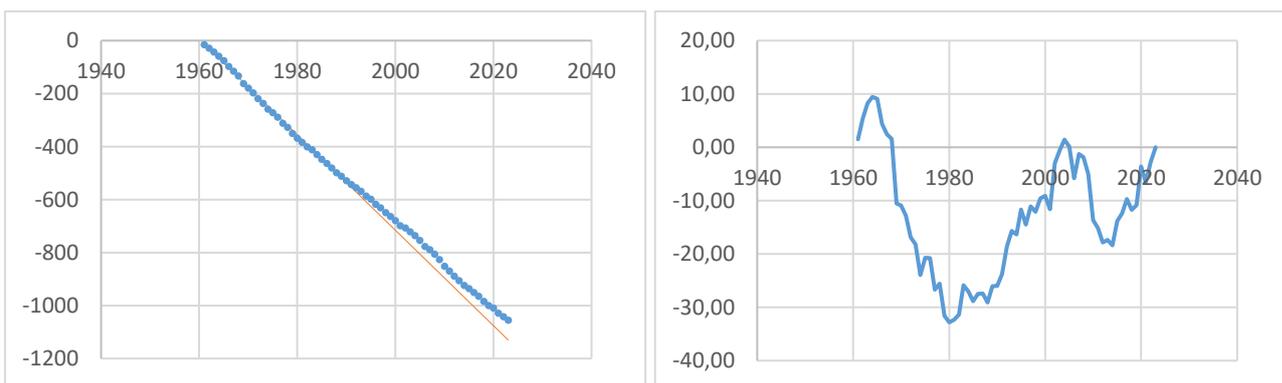


Рисунок Е9 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой средних температур за январь - февраль М-II Тайга

Приложение Ж – Хронологические графики изменения средних температур воздуха

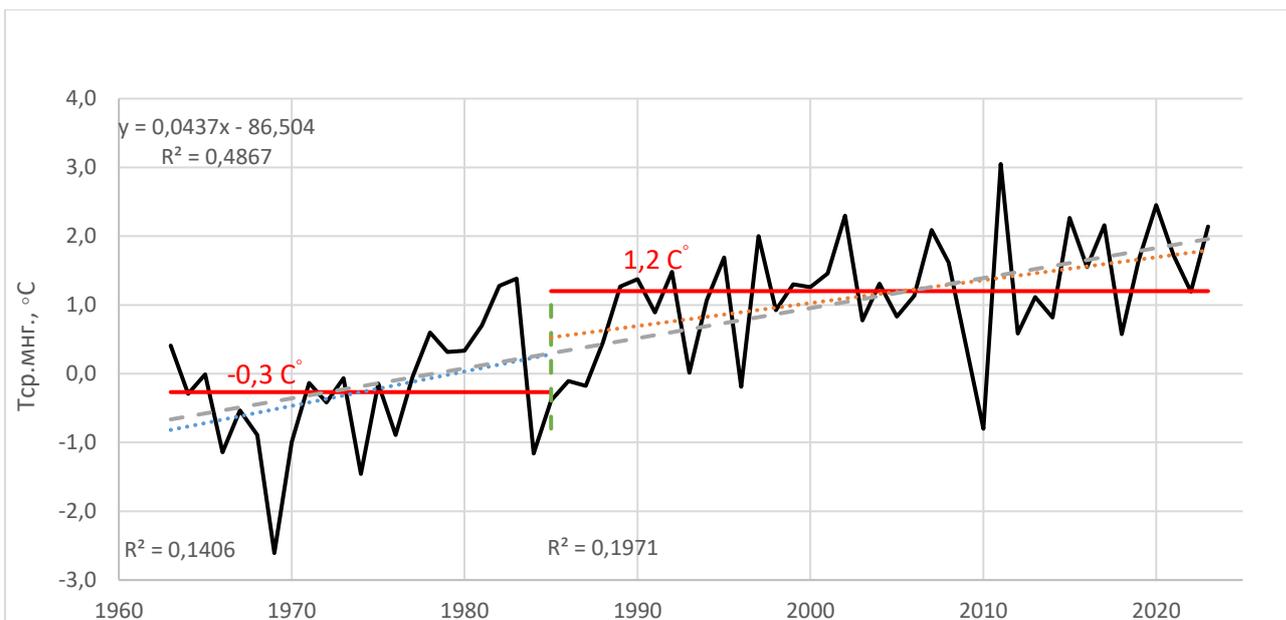


Рисунок Ж1 – Хронологический график изменения средней годовой температуры воздуха М-II Таштагол

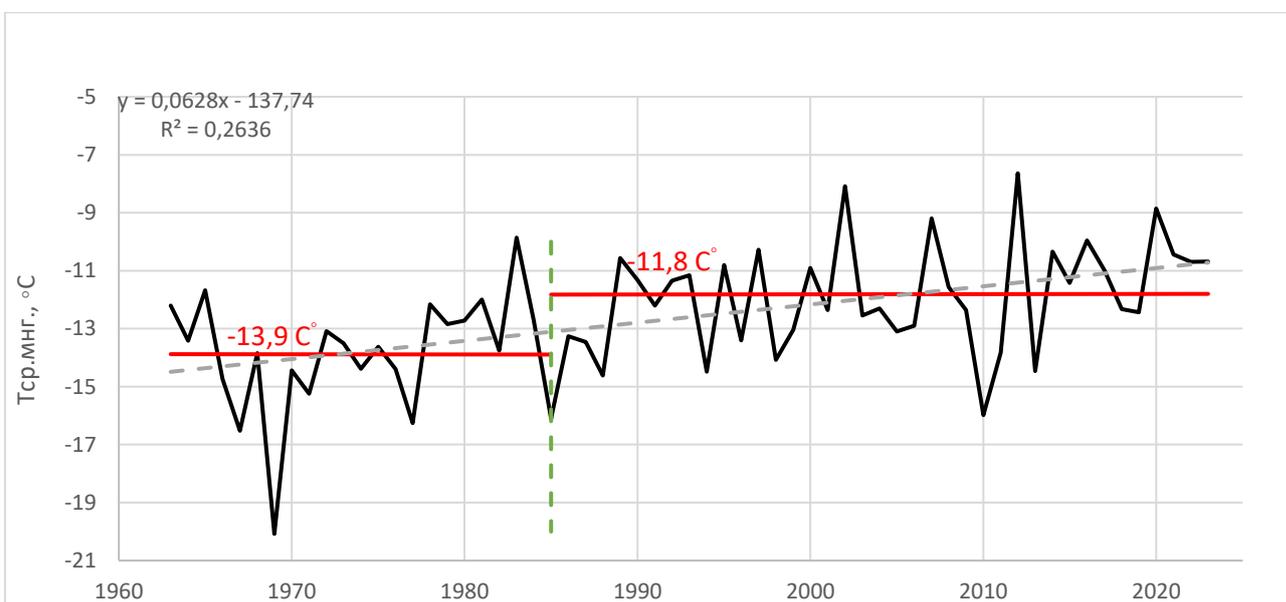


Рисунок Ж2 – Хронологический график изменения средней температуры воздуха за зимний период М-II Таштагол

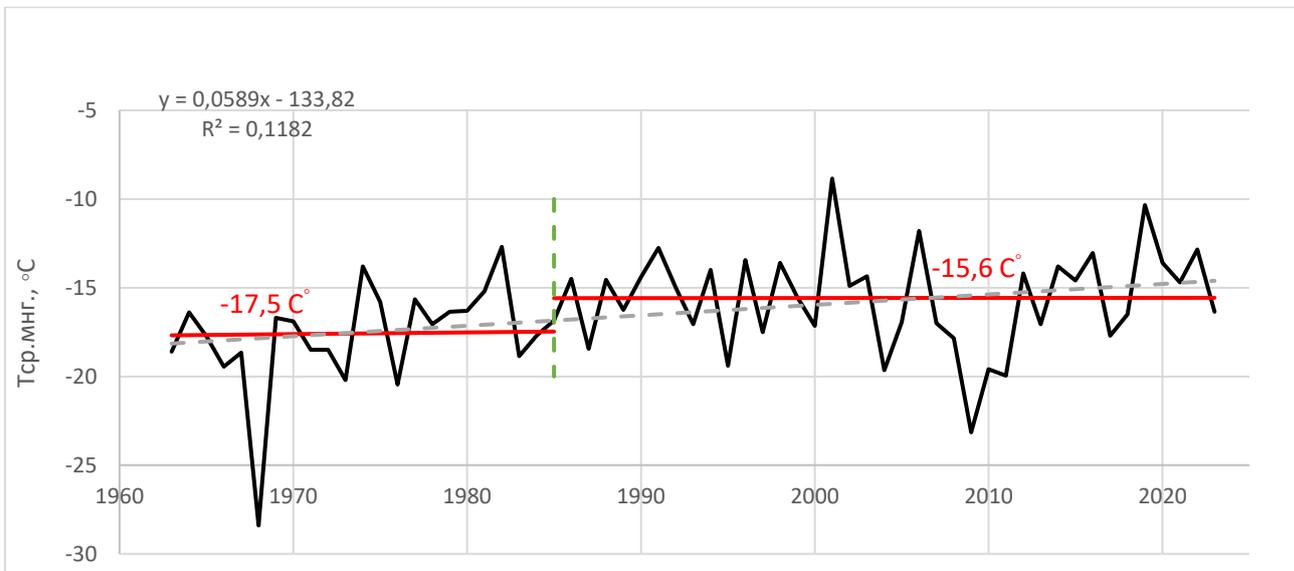


Рисунок Ж3 – Хронологический график изменения средней температуры воздуха за январь-февраль М-II Таштагол

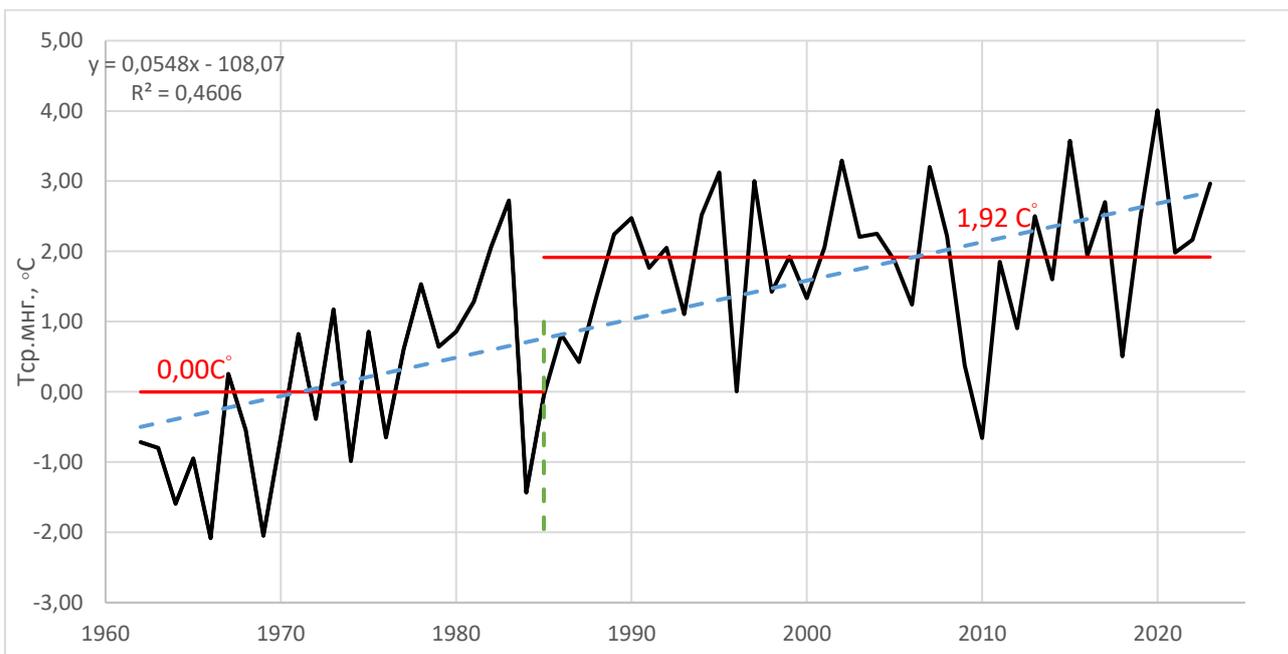


Рисунок Ж4 – Хронологический график изменения средней годовой температуры воздуха М-II Промышленная

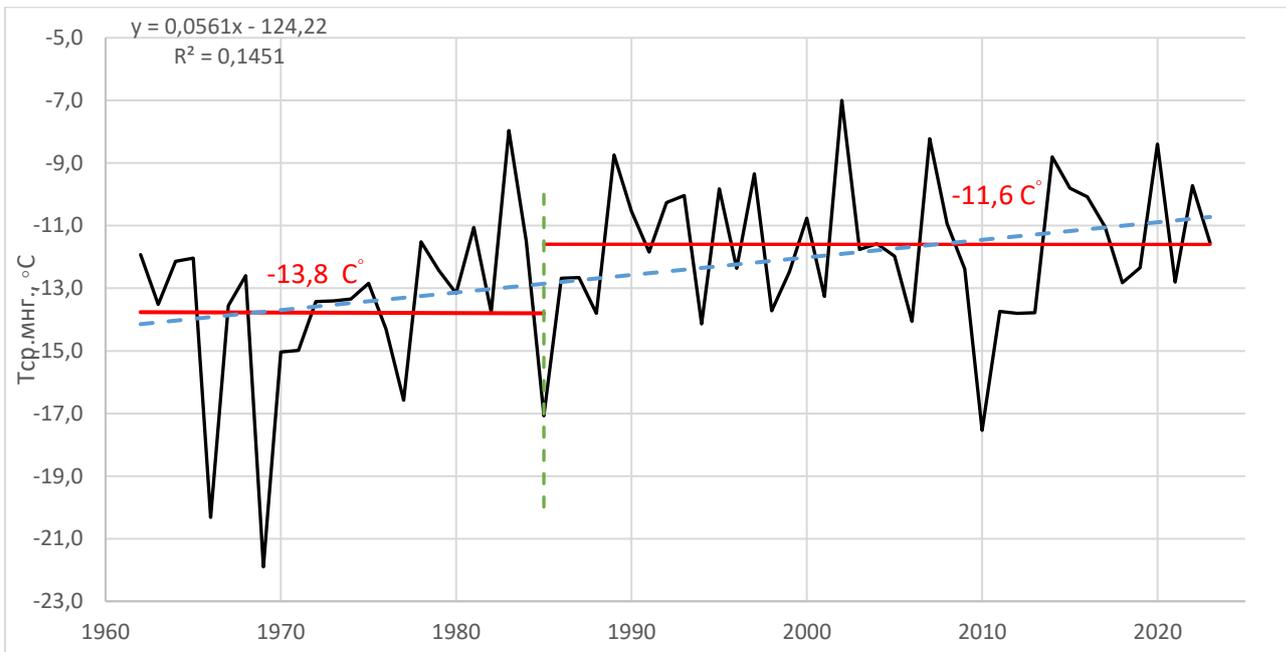


Рисунок Ж5 – Хронологический график изменения средней температуры воздуха за зимний период М-II Промышленная

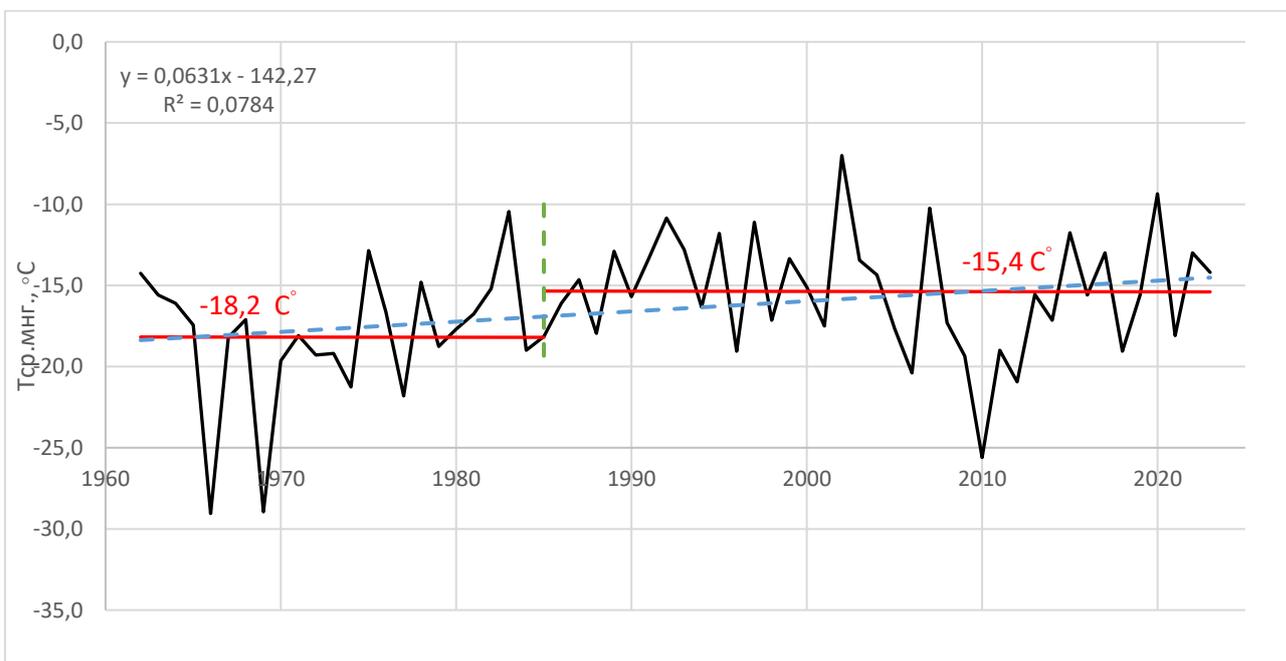


Рисунок Ж6 – Хронологический график изменения средней температуры воздуха за январь-февраль М-II Промышленная

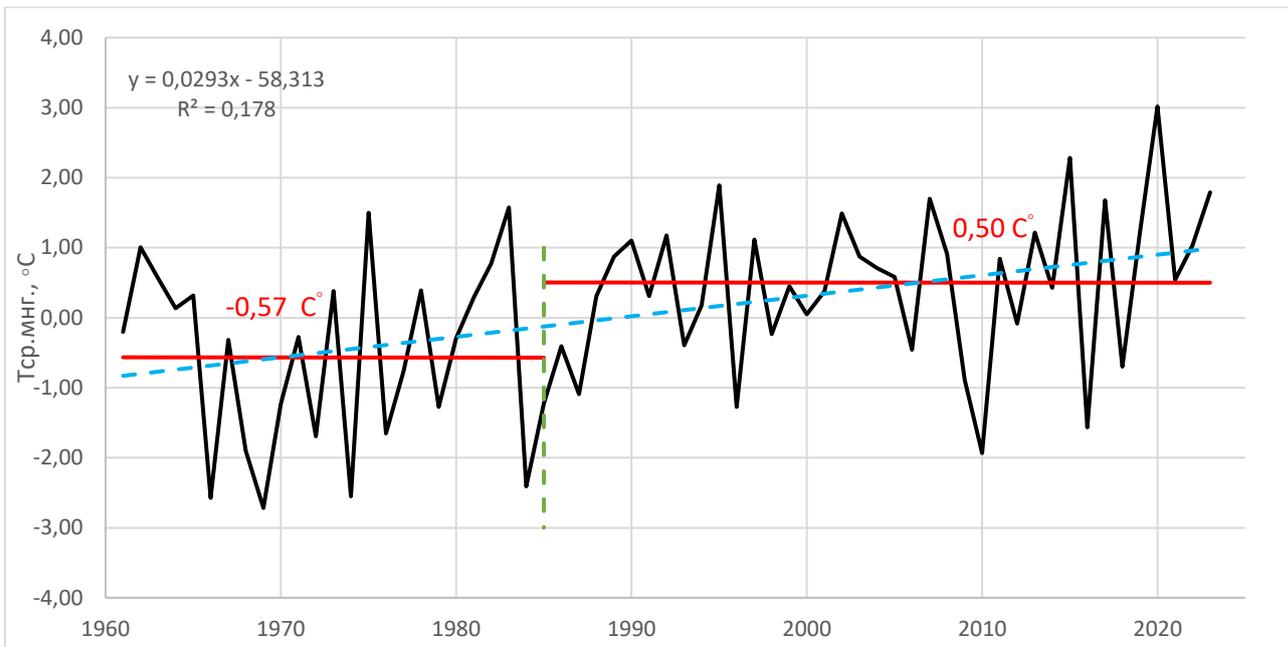


Рисунок Ж7 – Хронологический график изменения средней годовой температуры воздуха М-II Тайга

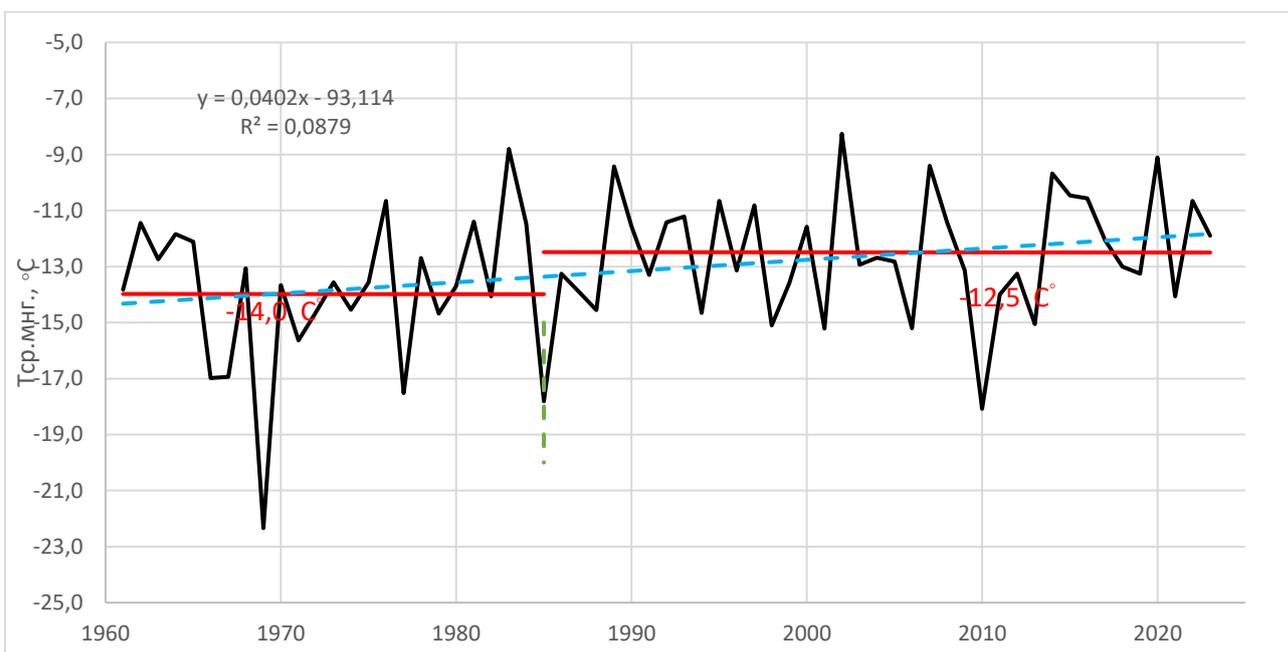


Рисунок Ж8 – Хронологический график изменения средней температуры воздуха за зимний период М-II Тайга

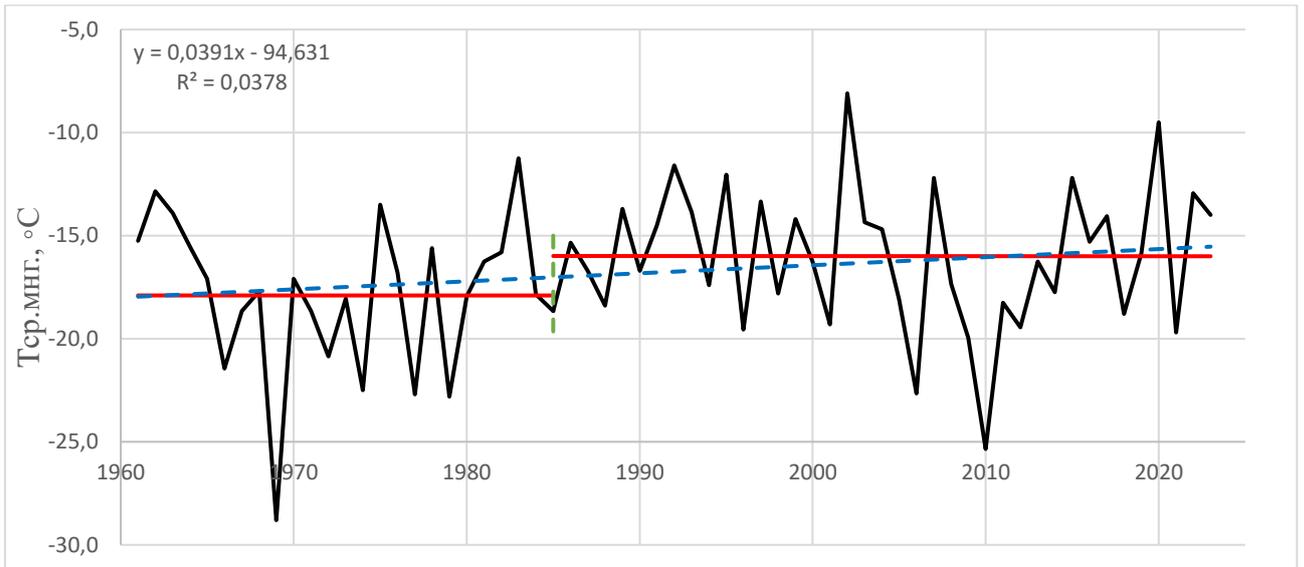


Рисунок Ж9 – Хронологический график изменения средней температуры воздуха за январь-февраль М-II Тайга

Приложение И - Графики интегральных кривых и интегральных разностных кривых сумм осадков

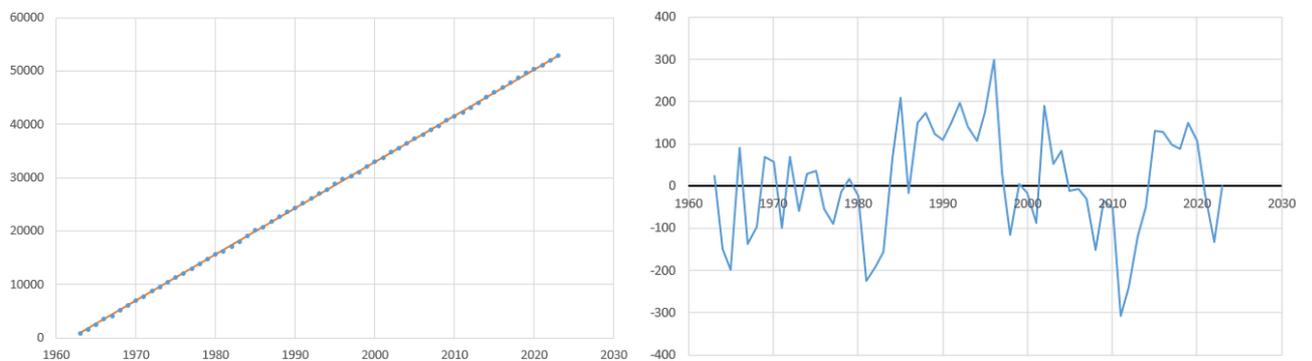


Рисунок И1 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой годовых сумм осадков М-II Таштагол

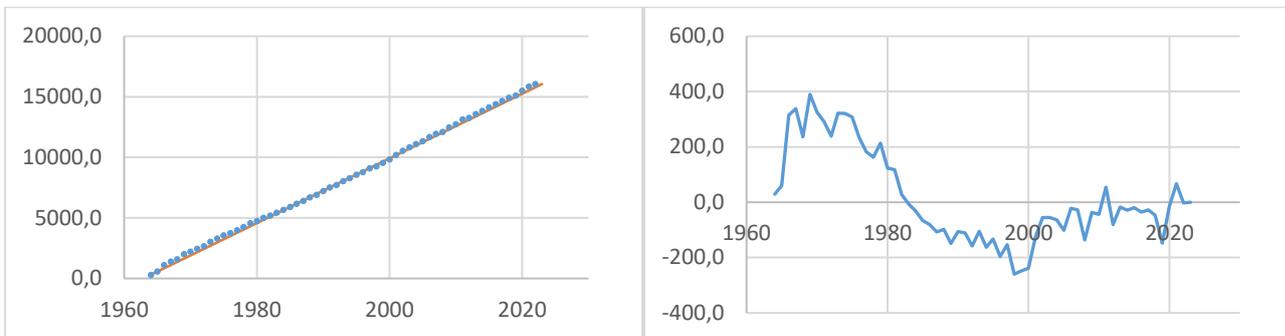


Рисунок И2 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой сумм осадков за зимний период М-II Таштагол

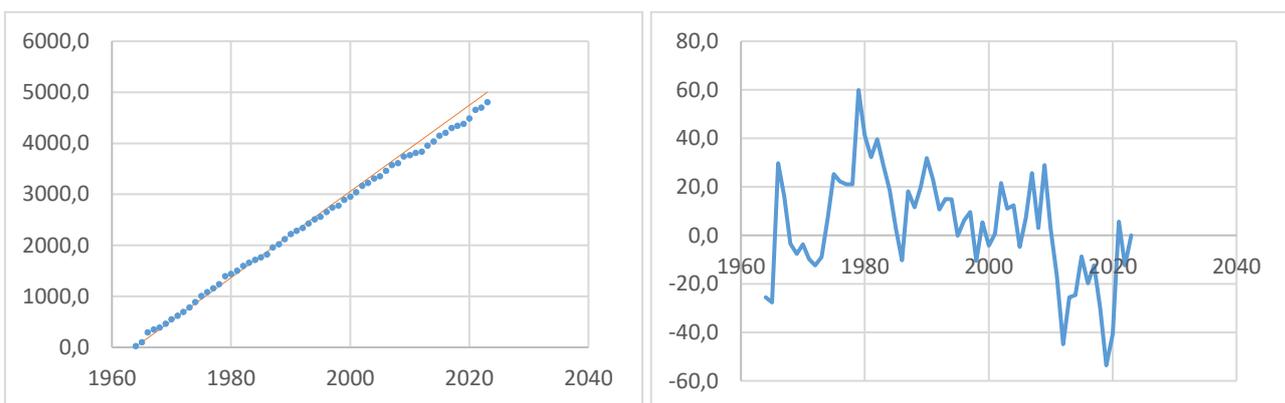


Рисунок И3 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой сумм осадков за январь - февраль М-II Таштагол

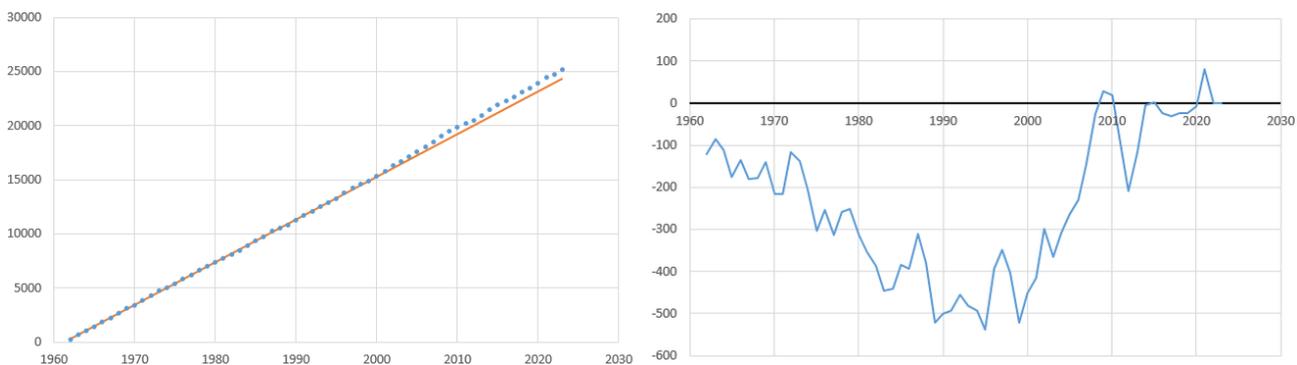


Рисунок И4 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой годовых сумм осадков М-II Промышленная

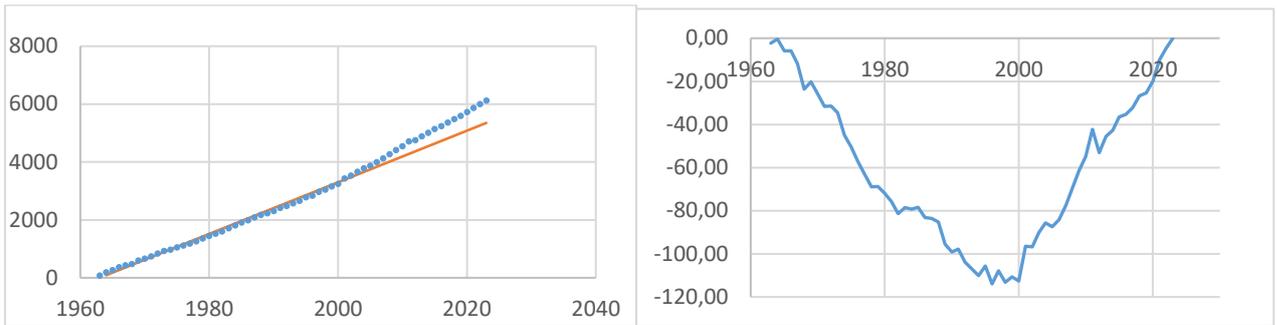


Рисунок И5 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой сумм осадков за зимний период М-II Промышленная

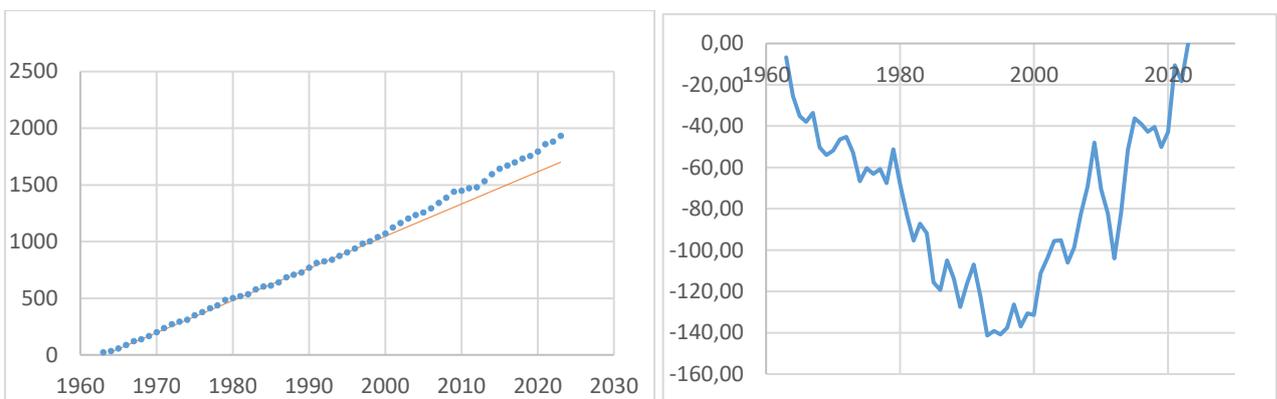


Рисунок И6 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой сумм осадков за январь - февраль М-II Промышленная

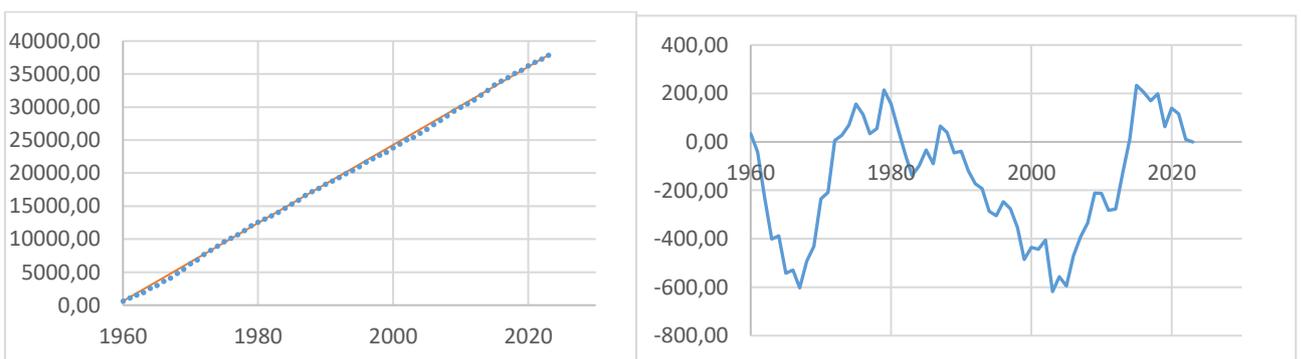


Рисунок И7 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой годовых сумм осадков М-II Тайга

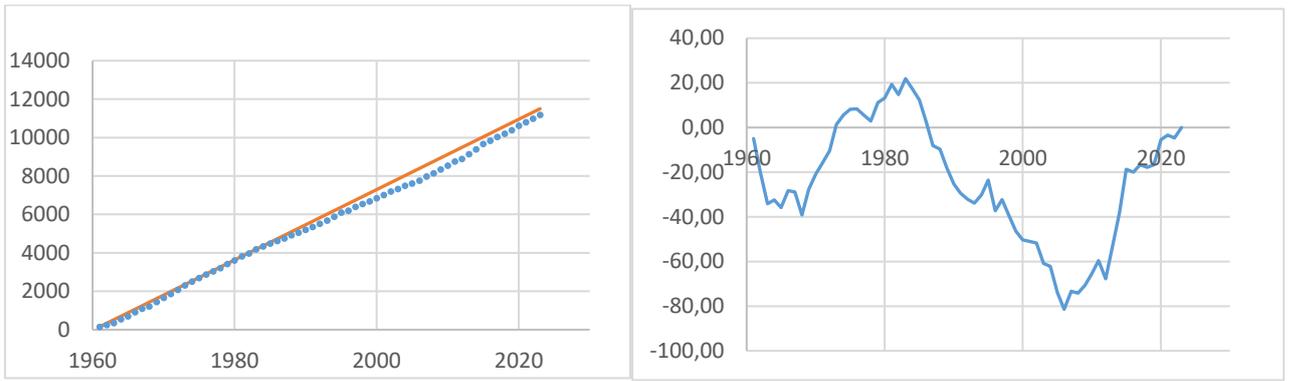


Рисунок И8 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой сумм осадков за зимний период М-II Тайга

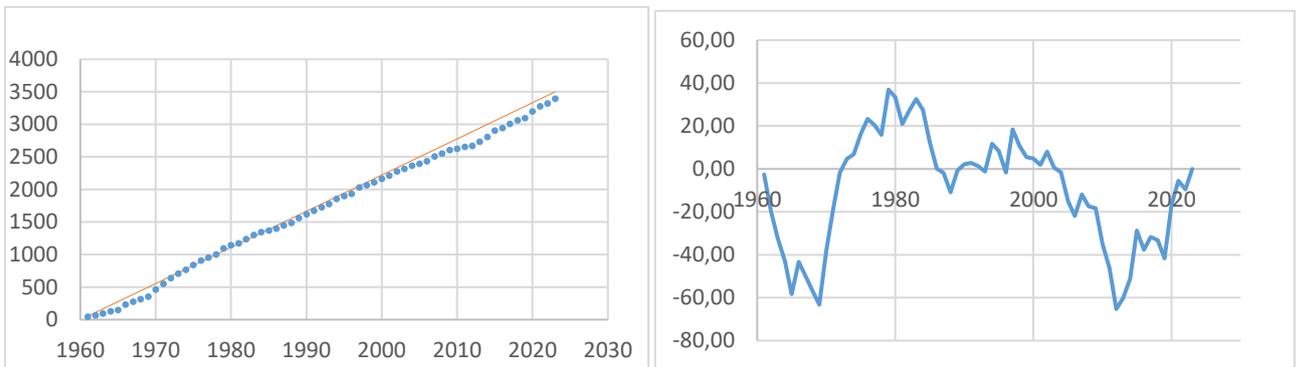


Рисунок И9 - Графики интегральной кривой и интегральной разностной кривой сумм осадков за январь - февраль М-II Тайга

Приложение К – Хронологические графики изменения сумм осадков

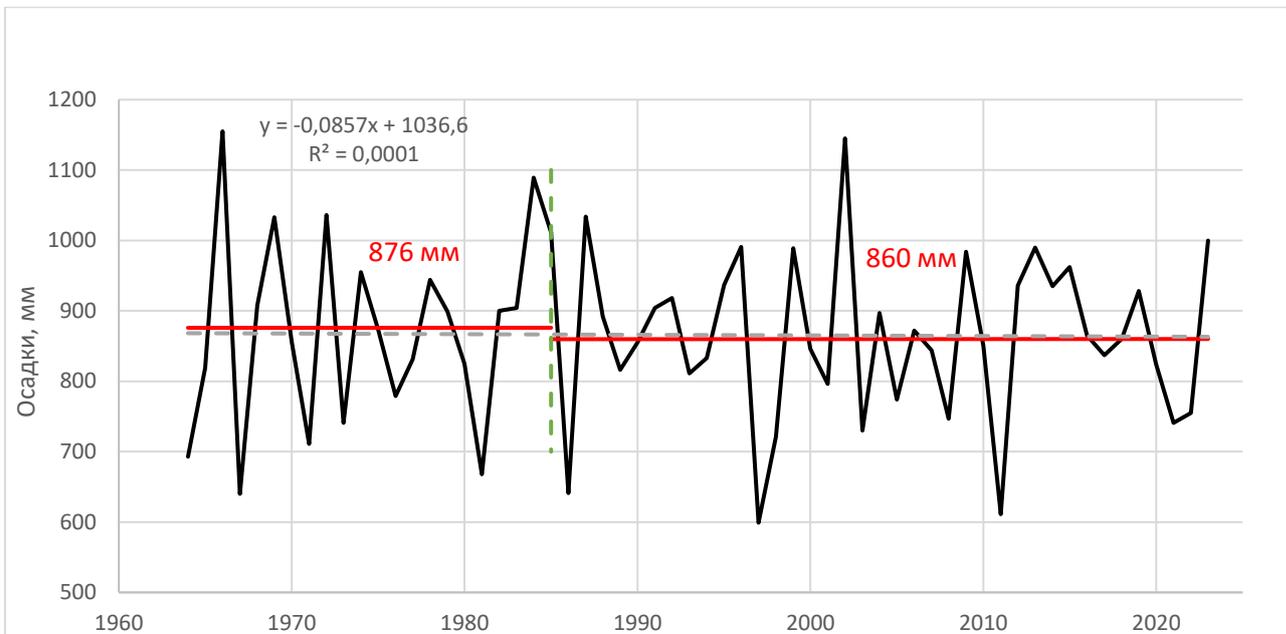


Рисунок К1 – Хронологический график изменения годовых сумм осадков  
М-II Таштагол

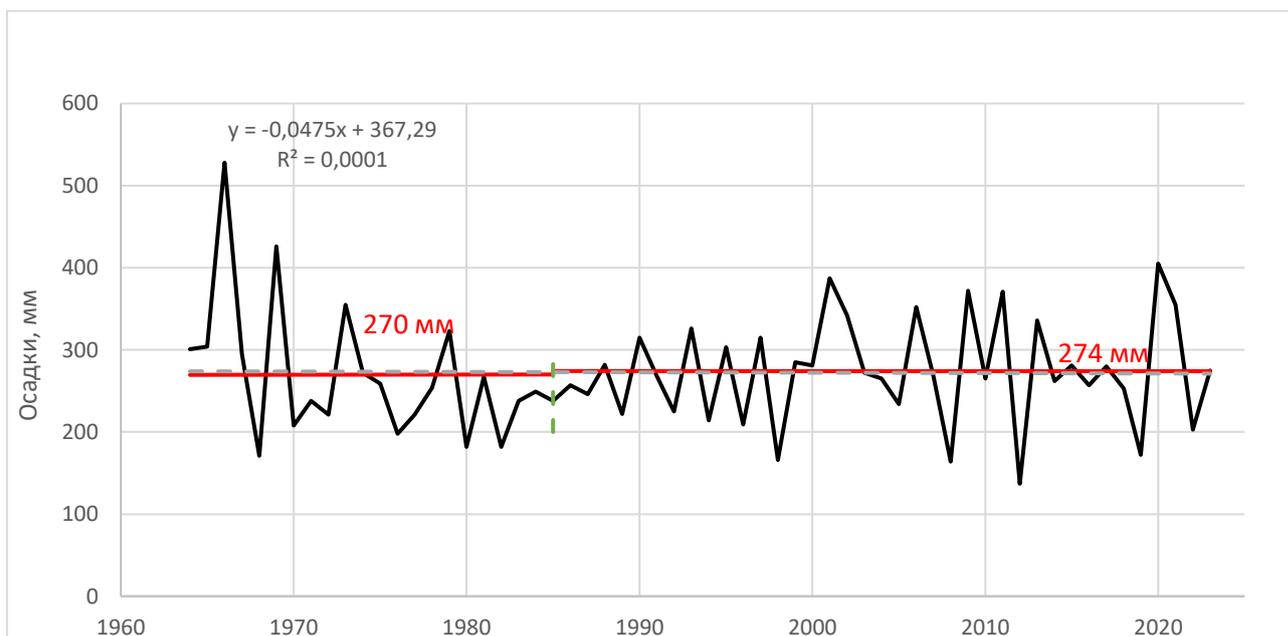


Рисунок К2 – Хронологический график изменения сумм осадков за зимний  
период М-II Таштагол

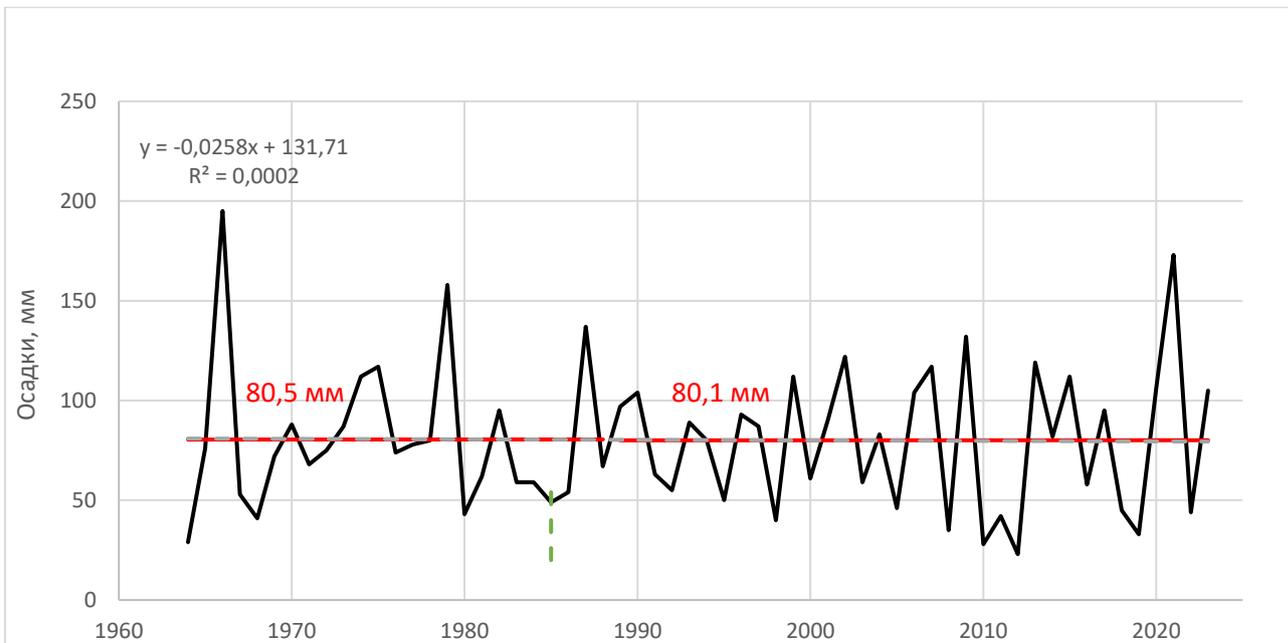


Рисунок К3 – Хронологический график изменения сумм осадков за январь-февраль М-II Таштагол

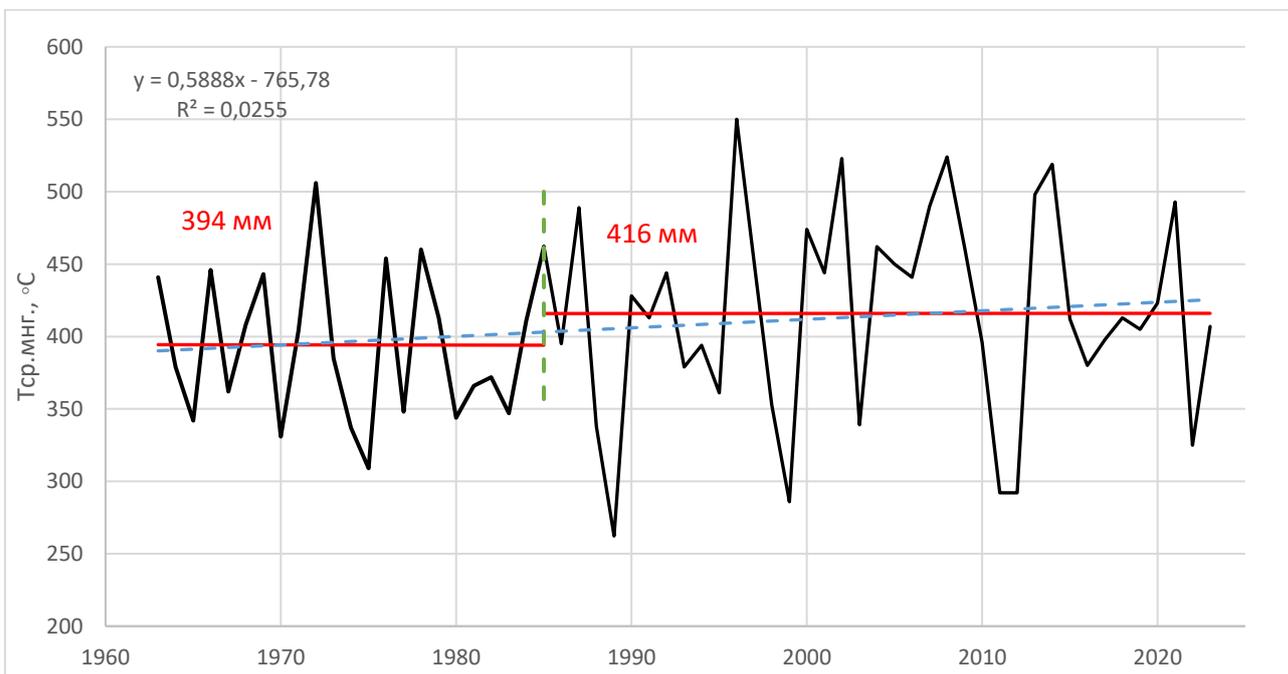


Рисунок К4 – Хронологический график изменения годовых сумм осадков М-II Промышленная

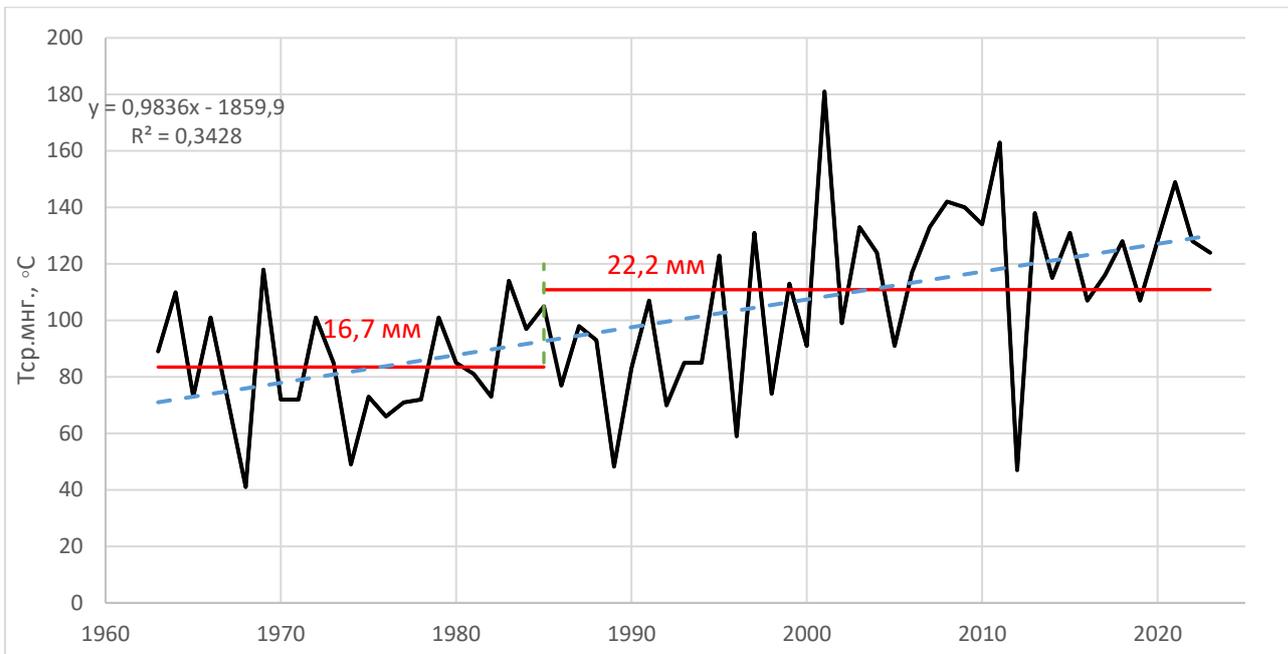


Рисунок К5 – Хронологический график изменения сумм осадков за зимний период М-II Промышленная

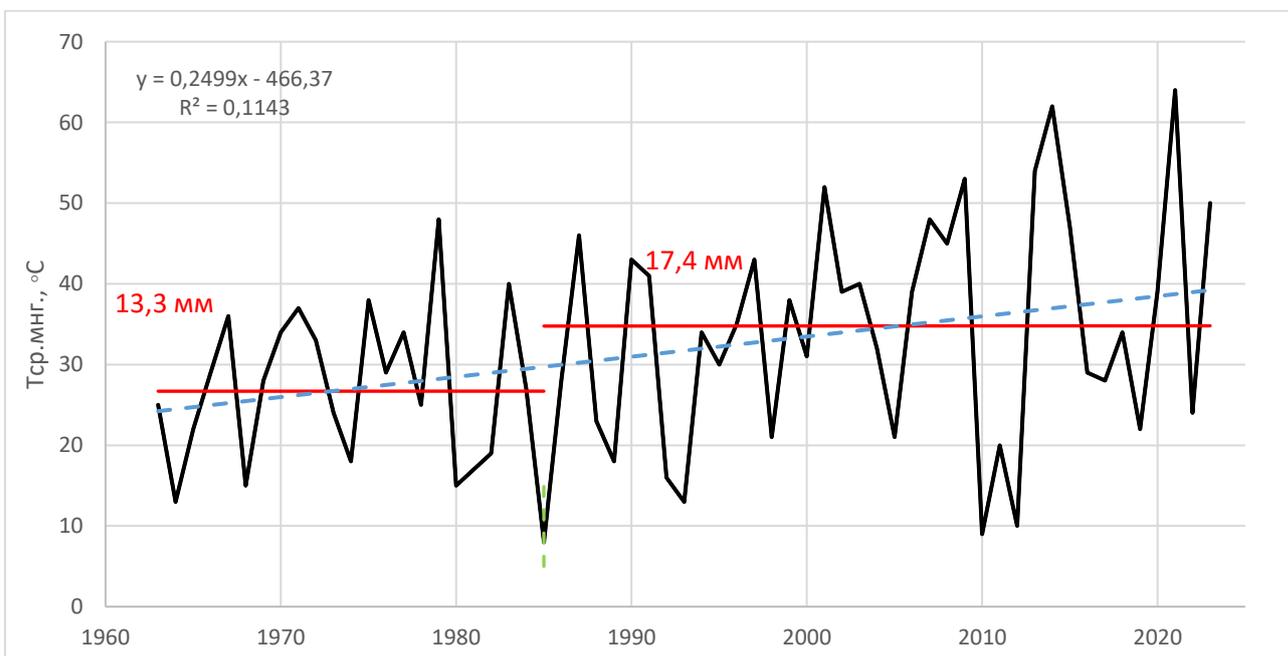


Рисунок К6 – Хронологический график изменения сумм осадков за январь-февраль М-II Промышленная

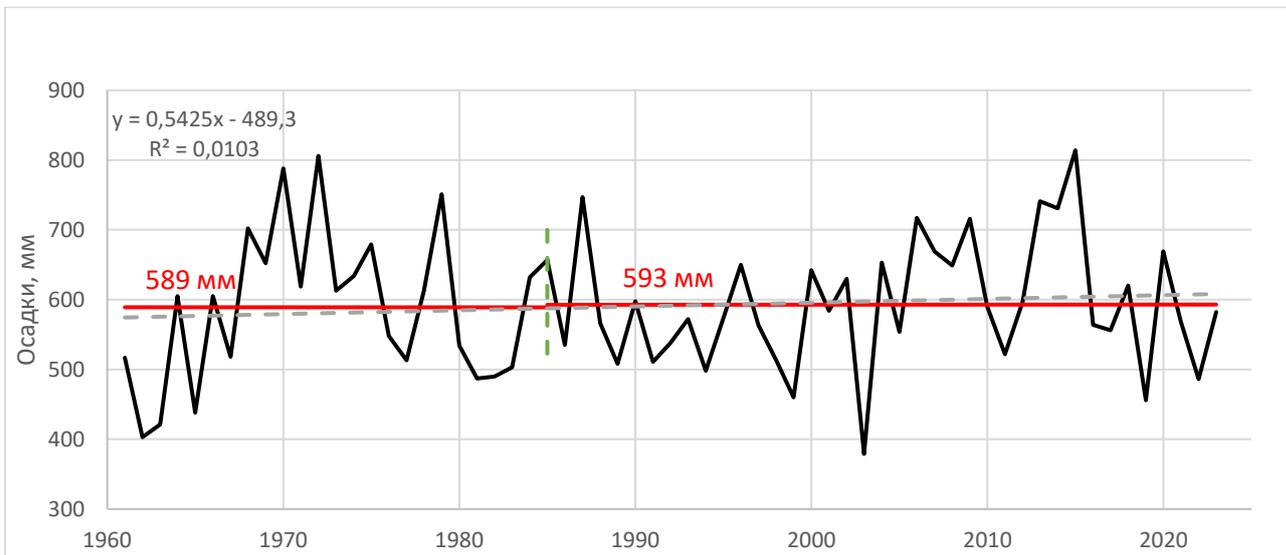


Рисунок К7 – Хронологический график изменения годовых сумм осадков  
М-II Тайга

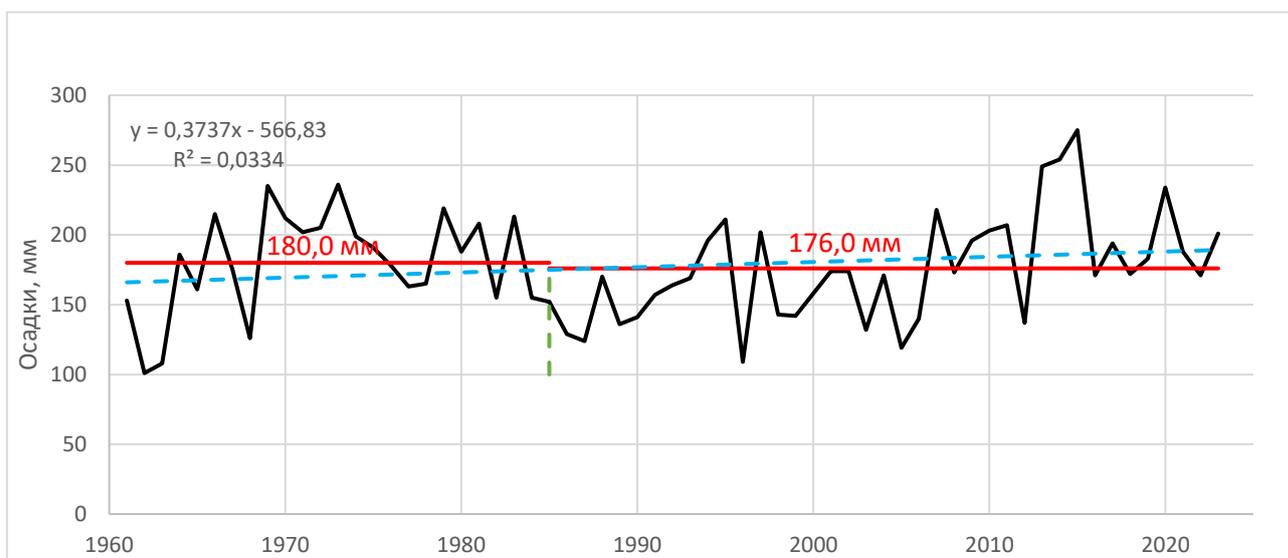


Рисунок К8 – Хронологический график изменения сумм осадков за зимний  
период М-II Тайга

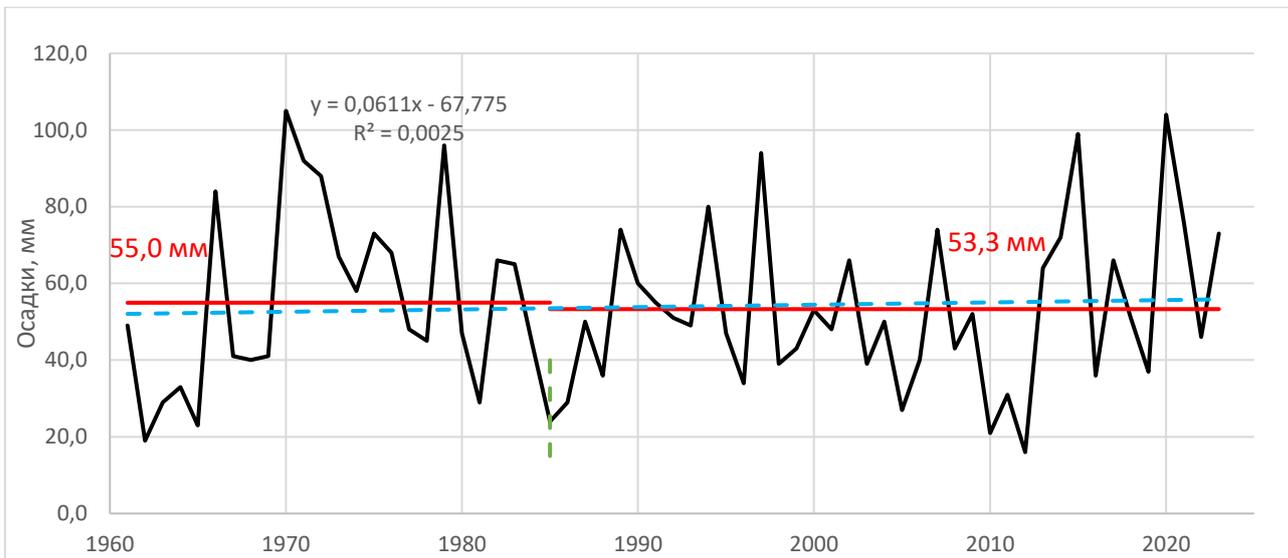


Рисунок К9 – Хронологический график изменения сумм осадков за январь-февраль М-II Тайга

Приложение Л – графики хронологических изменений минимальных 30-суточных расходов воды за зимний период

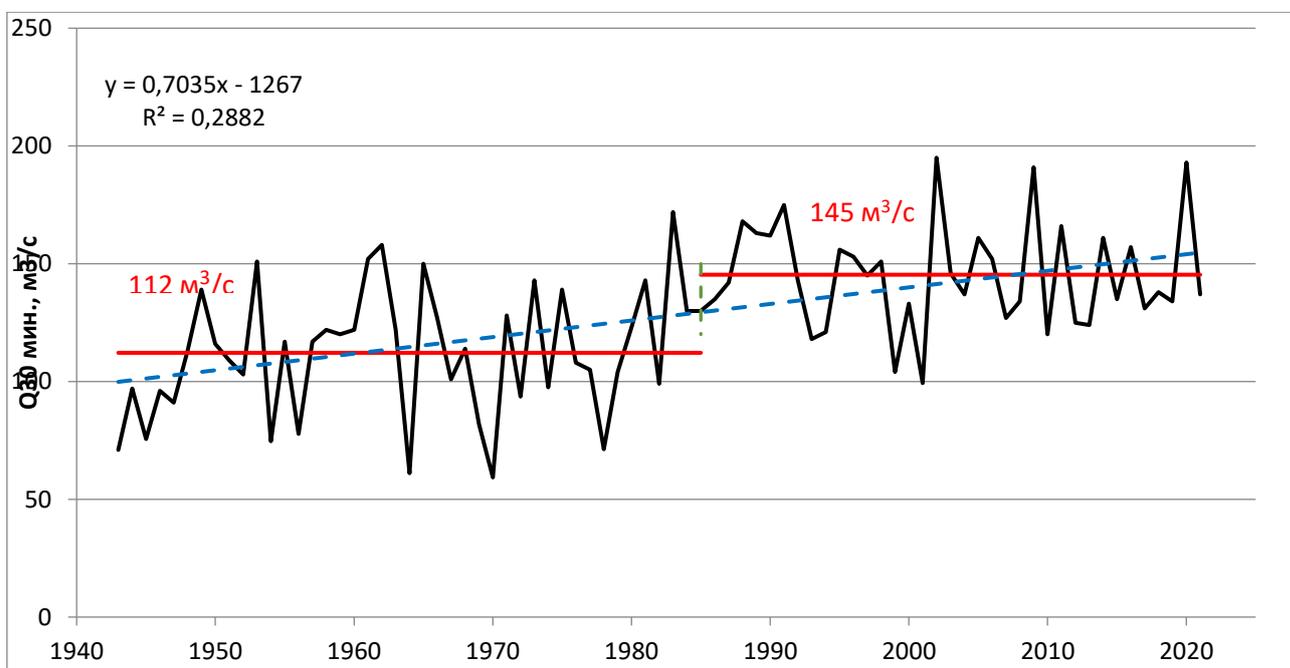


Рисунок Л1 - график хронологических изменений минимальных 30-суточных расходов воды за зимний период р. Томь – г. Томск

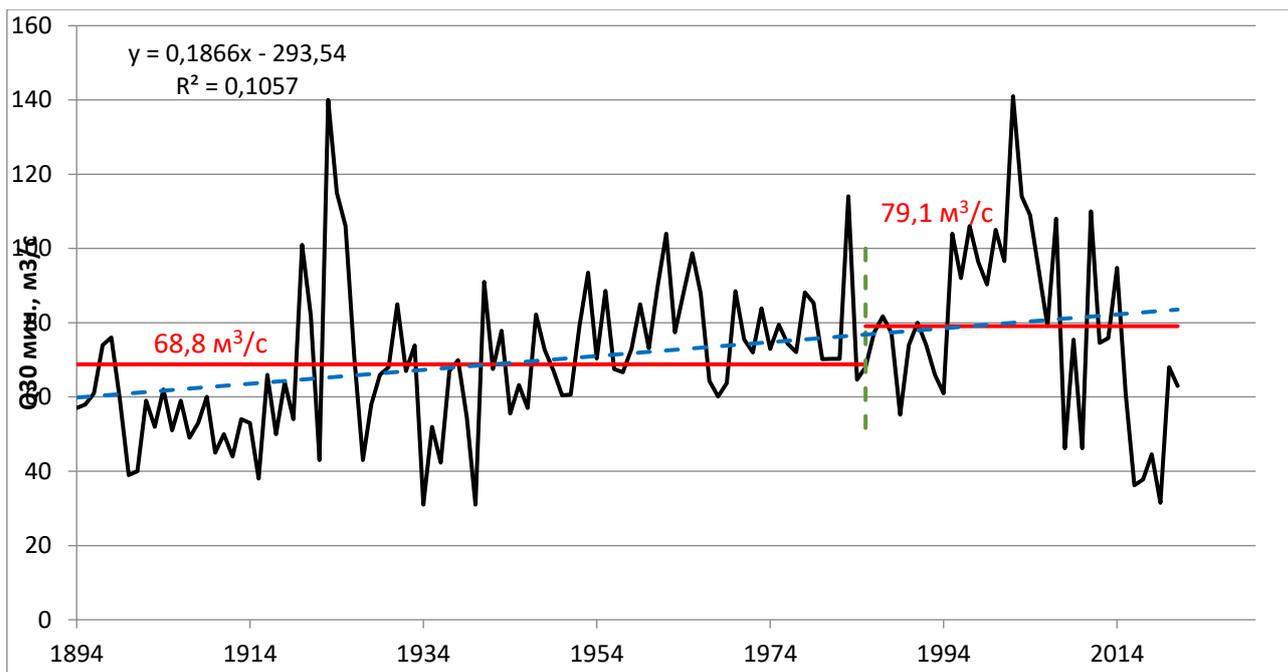


Рисунок Л2 - график хронологических изменений минимальных 30-суточных расходов воды за зимний период р. Томь – г. Новокузнецк

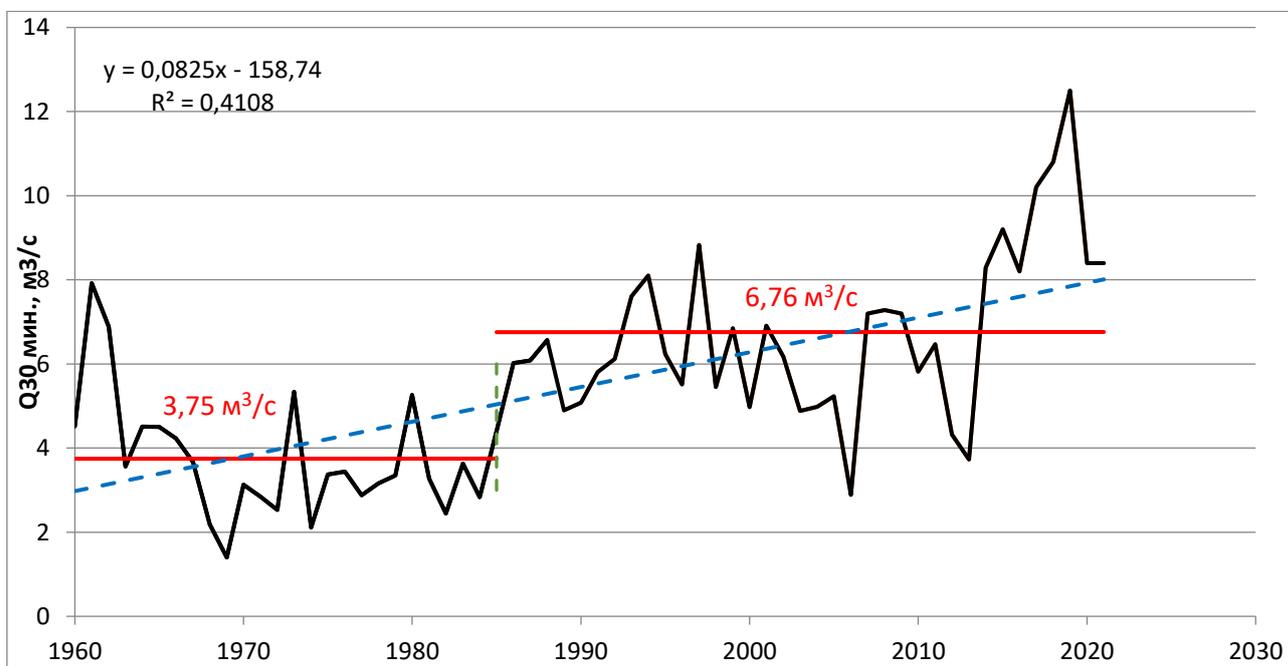


Рисунок Л3 - график хронологических изменений минимальных 30-суточных расходов воды за зимний период р. Инья – п.г.т. Промышленная

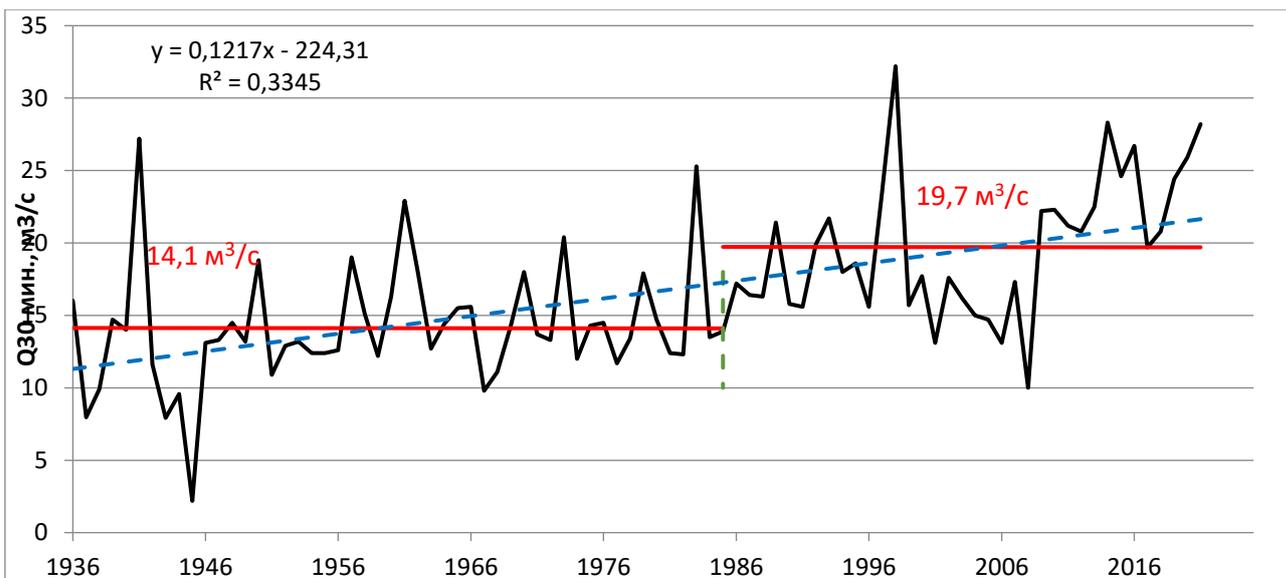


Рисунок Л4 - график хронологических изменений минимальных 30-суточных расходов воды за зимний период р. Кия – г. Мариинск

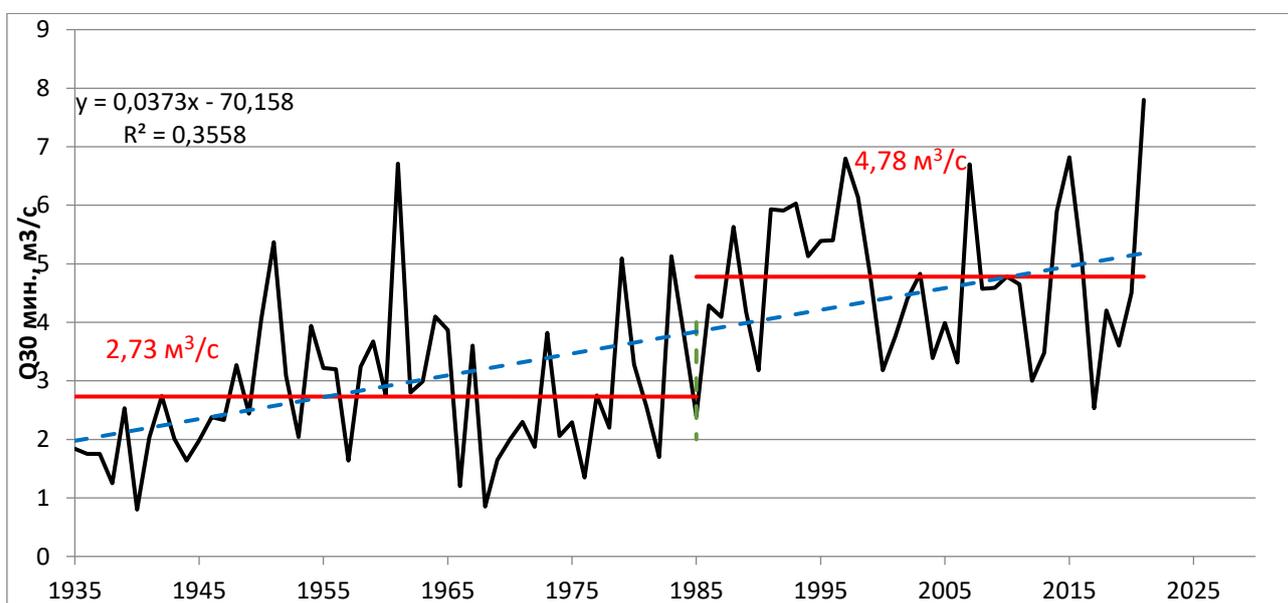


Рисунок Л5 - график хронологических изменений минимальных 30-суточных расходов воды за зимний период р. Яя – п.г.т. Яя

Приложение М - Графики совмещенных эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных расходов

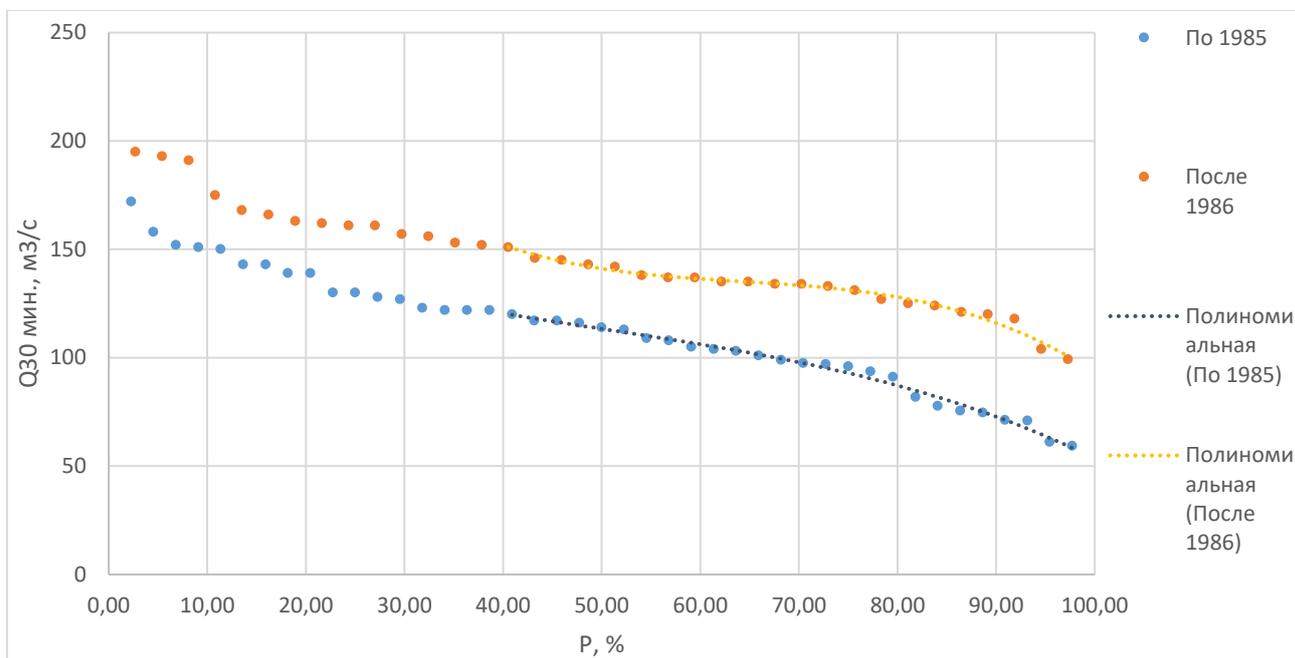


Рисунок М1 - График совмещенных эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов р. Томь – г. Томск

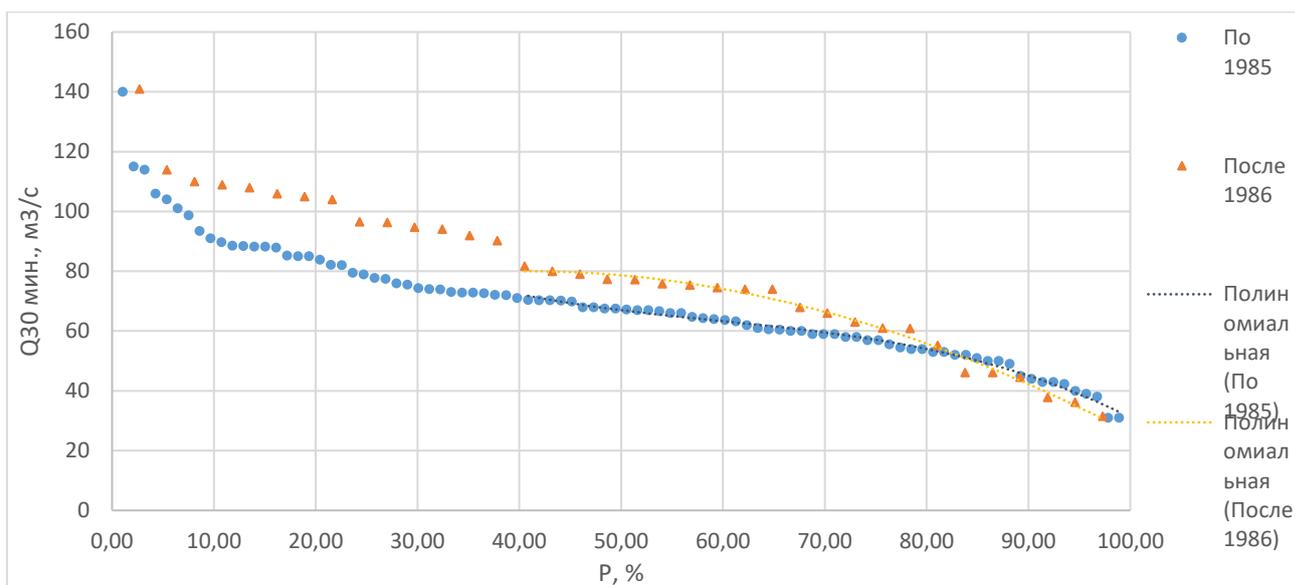


Рисунок М2 - График совмещенных эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов р. Томь – г. Новокузнецк

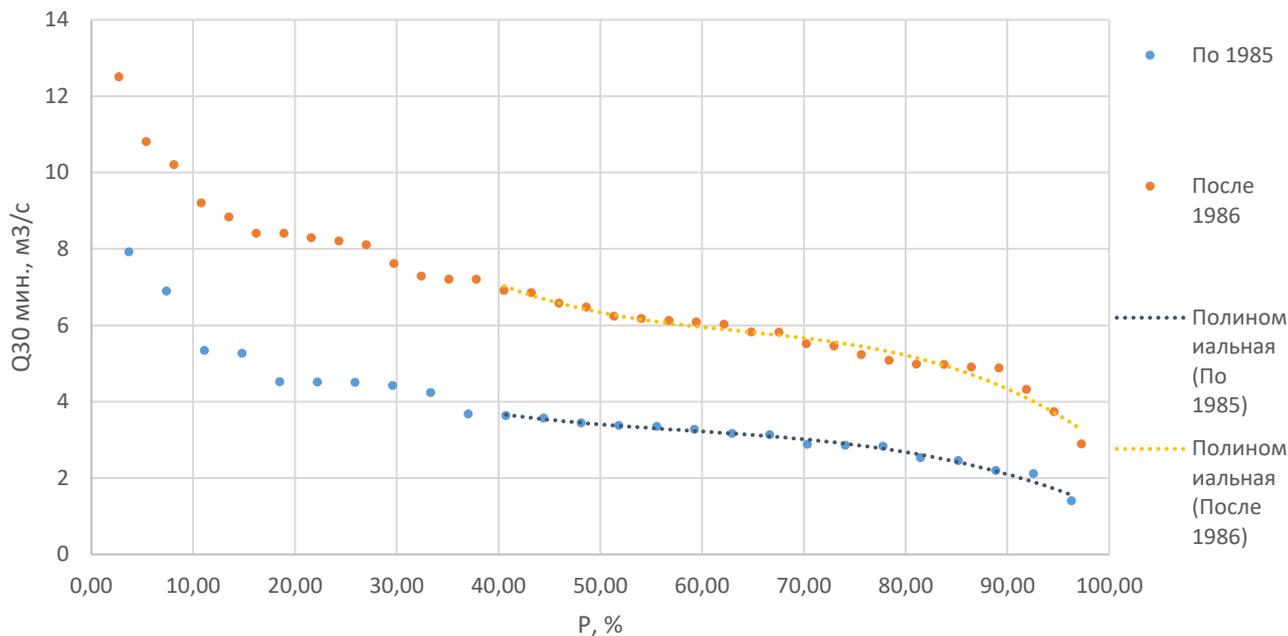


Рисунок М3 - График совмещенных эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов р. Инья – п.г.т. Промышленная

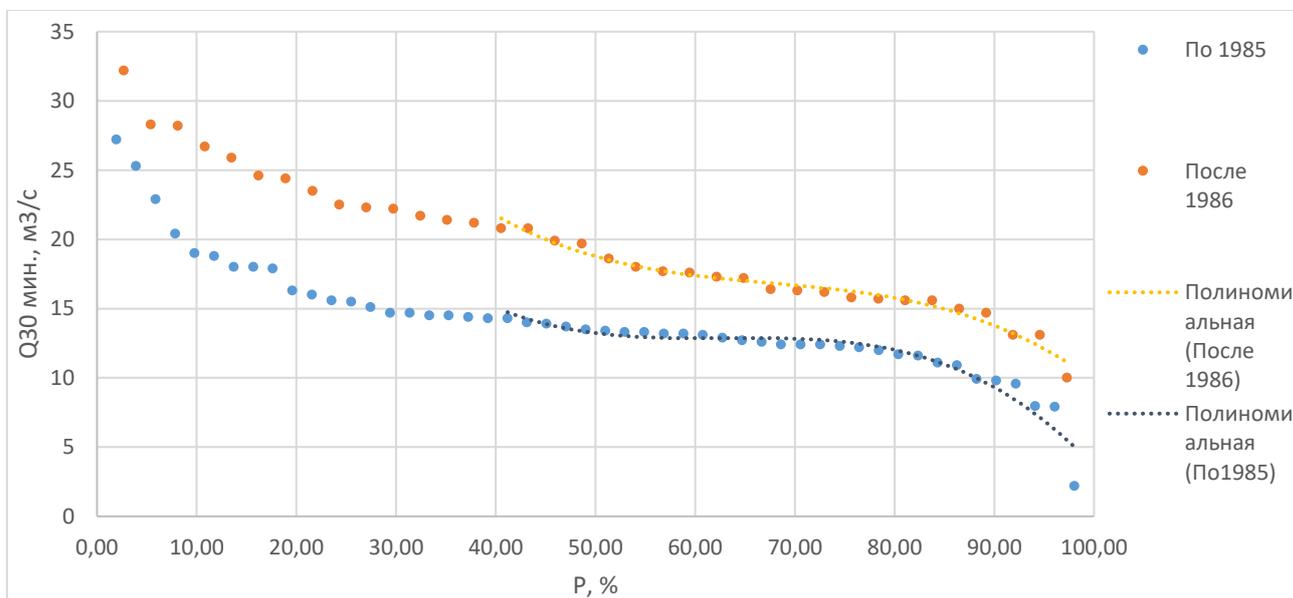


Рисунок М4 - График совмещенных эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов р. Кия – г. Мариинск

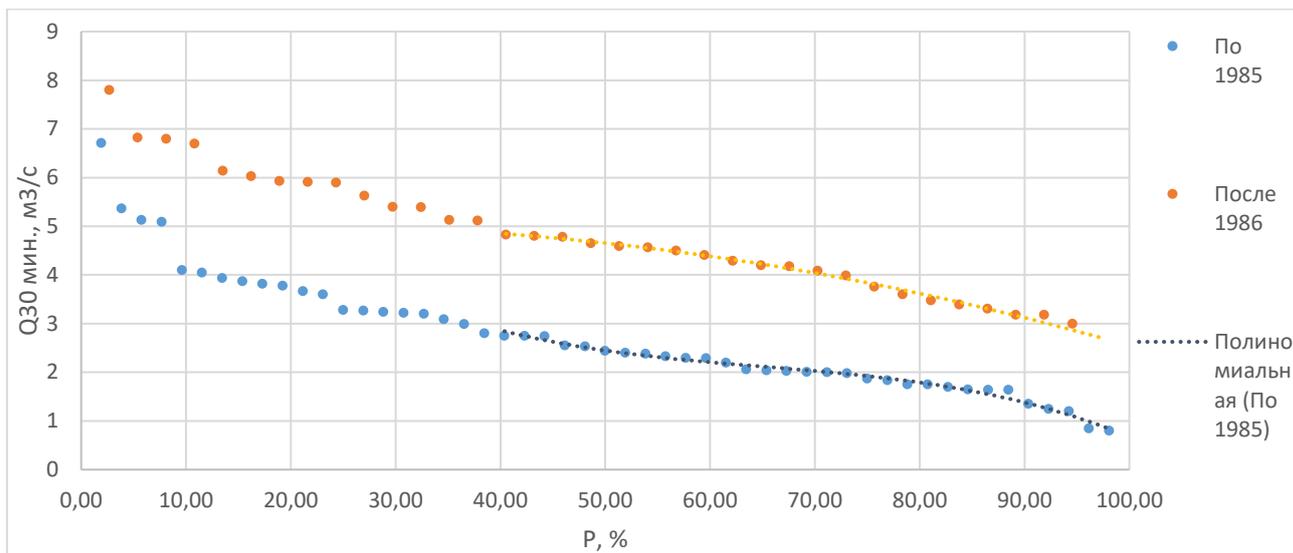


Рисунок М5 - График совмещенных эмпирических кривых обеспеченности минимальных 30-суточных зимних расходов р. Яя – п.г.т. Яя

Приложение Н - Таблица значимости трендов минимальных 30-и суточных расходов рек Кемеровской области

Таблица Н1 - Таблица значимости трендов минимальных 30-и суточных расходов рек Кемеровской области

№	Река - пост	Весь период		По 1985 год.		После 1986 г.	
		$ R /\sigma_R$	Оценка	$ R /\sigma_R$	Оценка	$ R /\sigma_R$	Оценка
1	Томь - Новокузнецк	4,10	Значим	4,60	Значим	2,14	Значим
2	Томь - Томск	2,27	Значим	0,77	Не значим	0,13	Не значим
3	Кия - Мариинск	8,01	Значим	1,53	Не значим	3,21	Не значим
4	Яя - Яя	8,59	Значим	1,66	Не значим	0,34	Не значим
5	Иня - Промышленная	8,50	Значим	2,27	Значим	3,41	Значим

Приложение О - Таблица проверки рядов минимальных 30-и суточных расходов воды на однородность по критерию Стьюдента при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1)=0$  и по критерию Фишера при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1) = 0$

Таблица О1 - Проверка рядов минимальных 30-и суточных расходов воды на однородность по критерию Стьюдента при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1)=0$

№	Река - пост	Ср. 1 ч.р.	Ср. 2 ч.р.	$t^*$	$t_{2\alpha}$	Результат
1	Томь - Новокузнецк	68,8	79,1	2,51	1,98	Неоднороден
2	Томь - Томск	119	145	3,35	1,98	Неоднороден
3	Кия - Мариинск	14,1	19,7	5,71	1,99	Неоднороден
4	Яя - Яя	2,73	4,78	7,73	1,99	Неоднороден
5	Иня - Промышленная	3,75	6,76	6,53	2,00	Неоднороден

Таблица О2 - Проверка рядов минимальных 30-и суточных расходов воды на однородность по критерию Фишера при  $2\alpha = 5\%$  и  $r(1) = 0$

№	Река - пост	Дисп. 1 ч.р.	Дисп. 2 ч.р.	$F^*$	$F_{2\alpha}$	Результат
1	Томь - Новокузнецк	359	634	1,77	1,55	Неоднороден
2	Томь - Томск	519	1955	3,77	1,85	Неоднороден
3	Кия - Мариинск	17,5	23,9	1,37	1,83	Однороден
4	Яя - Яя	1,44	1,54	1,07	1,83	Однороден
5	Иня - Промышленная	2,09	4,01	1,92	2,15	Однороден

Приложение П - Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды

Таблица П1 - Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды, р. Томь – г. Новокузнецк

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
По 1985	68,8	67	57,1	53,9	45	38,8	35,9
После 1986	79,1	78,7	61,5	55,8	42,1	34,3	31,2
Абс. изменение	10,3	11,7	4,4	1,9	-2,9	-4,5	-4,7
Относит. изменение, %	15,0	17,5	7,7	3,5	-6,4	-11,6	-13,1

Таблица П2 - Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды, р. Томь – г. Томск

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
По 1985	112	113,3	93	87,2	72,8	63,6	59,9
После 1986	145	141,1	131,2	128,1	116	106	101,2
Абс. изменение	33	27,8	38,2	40,9	43,2	42,4	41,3
Относит. изменение, %	29,5	24,5	41,1	46,9	59,3	66,7	68,9

Таблица П3 - Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды, р. Кия – г. Мариинск

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
По 1985	13,9	13,2	12,7	12	9,3	6,9	5,7
После 1986	19,1	18,8	16,3	15,8	13,8	12,1	11,2
Абс. изменение	5,2	5,6	3,6	3,8	4,5	5,2	5,5
Относит. изменение, %	37,4	42,4	28,3	31,7	48,4	75,4	96,5

Таблица П4 - Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды, р. Яя – п.г.т. Яя

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
По 1985	2,63	2,4	1,9	1,8	1,4	1,1	0,9
После 1986	4,50	4,7	3,8	3,5	3,1	2,8	2,7
Абс. изменение	1,87	2,3	1,9	1,7	1,7	1,7	1,8
Относит. изменение, %	71,1	95,8	100	94,4	121,4	154,5	200

Таблица П5 - Ординаты эмпирической кривой обеспеченностей для минимальных 30-и суточных расходов воды, р. Иня – п.г.т. Промышленная

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
По 1985	4,07	3,4	2,9	2,7	2,1	1,8	1,4

Продолжение таблицы П5

Период	Сред. мин. 30 – сут. расход	P%					
		50	75	80	90	95	97
После 1986	6,92	6,3	5,5	5,3	4,3	3,7	3,3
Абс. изменение	2,85	2,9	2,6	2,6	2,2	1,9	1,9
Относит. изменение, %	70,0	85,3	89,7	96,3	104,8	105,6	135,7