



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

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему Влияние урбанизации на водный режим арктических рек (на примере Нарило-Пясинской водной системы)

Исполнитель Бычковская Ирина Геннадьевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук
(ученая степень, ученое звание)

Саноцкая Надежда Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

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

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

10» июля 2022г.

Санкт-Петербург
2022

2. Климатическая характеристика района.....	9
2.1 Климат	9
3. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток.....	16
3.1 Влияние хозяйственной деятельности на речной сток.....	17
3.2. Классификация видов хозяйственной деятельности на арктических реках.....	18
3.3 Виды и объемы сельскохозяйственного производства.....	20
3.4 Восстановление пропусков данных в рядах расходов воды.....	22
3.5 Расчет среднегодовых расходов воды различной обеспеченности при недостаточности данных гидрометрических наблюдений.....	23
4. Влияние урбанизации на водный режим рек	45
4.1 Влияние урбанизации на водный режим рек Норило-Пясинской водной системы.....	45
4.2 Неблагоприятные экологические последствия урбанизации.....	48
4.3 Ключевые проблемы речного бассейна	50
Заключение.....	56
Литература	58

Введение

В последние десятилетия во всем мире происходит быстрый рост урбанизированных территорий. Развитие урбанизации значительно изменяет климатические условия.

Урбанизация – это процесс развития городского устройства. Она характеризуется ростом территории и увеличением количества населения. Уже несколько столетий понятие используется в качестве стратегии развития стран с различными социально-экономическими показателями и строем.

Современный процесс урбанизации характеризуется, прежде всего, ухудшением городской окружающей среды. Скученность населения, хаотичная застройка, устаревшая технология промышленных предприятий сильно влияющих на экологию и здоровье людей [17, 26].

В урбанизированные территории входят как практически непроницаемые участки (крыши домов, асфальтовые дороги), так и относительно плохо водопроницаемые (газоны, парки), где почва сильно уплотнена. Все города с увеличением населения ещё больше застраиваются, площадь застраиваемой территории быстро увеличивается. Как нам известно, что на территории г. Норильск присутствует хозяйственная деятельность и это разведения животного скота. Тем не менее, в данном городе имеются ТЭС водохранилище, шлакохранилище, хвостохранилище, заводы, фабрики, для которых необходим забор воды и дальнейший сброс воды обратно в реку. Из-за чего происходит значительное загрязнение рек.

Цель данной работы заключается в том, чтобы оценить влияние урбанизации на Норило-Пясинскую водную систему.

Для того чтобы оценить влияние урбанизации на Норило-Пясинскую водную систему нужно:

- изучить район водной системы;
- изучить хозяйственную деятельность района;
- собрать данные по гидрологическим и метеорологическим параметрам исследуемого района;
- оценить статистические характеристики гидрометеорологических рядов данных;
- восстановить ряды данных по стоку;

- оценить влияние урбанизации на водный режим.

Актуальность темы дипломной работы. Урбанизация территорий это негативные последствия на всю окружающую среду города, природную среду и особенно на гидрэкологическое состояние водных объектов. Это отражается на жителях города и на их здоровье. Заселенные территории города, воздействуют на водные объекты, в последствии проявляются изменения качественных и количественных характеристик водной среды. Оценка влияния урбанизации на реки центральной и южной части России говорит о недостаточности изученности и недостаточности данных северного района Российской Федерации. Поэтому оценка влияния урбанизации на Норило-Пясинскую водную систему, актуальна.

1. Физико-географическое описание района

1.1 География района

Территория расположена в средней части Азиатского материка в центральной области России. Общая площадь территории 1 981 500 км²,

протяженность с севера на юг около 320 км. Самая северная точка – мыс Челюскин – находится на $77,8^{\circ}$ с.ш., наиболее южная – истоки р. Тех-хем на $49,8^{\circ}$ с.ш. Район расположен в пределах Красноярского края (рисунок 1.1).

Красноярский край простирается от северных границ Тувинской АССР до берегов Северного Ледовитого океана. Речная сеть почти целиком принадлежит бассейну Енисея. Северные склоны основных горных хребтов покрыты кедрово-лиственничной тайгой. Южные склоны хребтов и межгорные котловины заняты степями и лесостепью.

На крайнем севере района расположен п-ов Таймыр, омываемый водами Карского моря; его северное побережье изрезано многочисленными бухтами, заливами (Енисейский, Пясинский и др.) и мысами. Главная река – Енисей, её самые большие притоки – Ангара, Подкаменная Тунгуска и Нижняя Тунгуска, Курейка – впадают справа. Большую часть территории занимают таёжные леса из лиственницы. В северной части края господствуют мохово-лишайниковая и кустарниковая тундра.

В гидрологическом отношении данный район охватывает бассейн Енисея, водосборы рек, впадающих в Карское море между Енисейским заливом и мысом Челюскин. [1, 13, 17, 19]

Река Пясины вытекает из озера Пясино расположенного на юго-западной окраине, протекает по Северо-Сибирской низменности, в низовьях прорывается через горы Бырранга. Впадает в Пясинский залив Карского моря, образуя при этом эстуарий длиной 170 км (рисунок 1). [23]



Рисунок 1.1 – Физико-географическое расположение р.Пясина

Длина реки 818 км, площадь водосбора 182 тыс. км². Основные притоки: справа – Дудыпта, Ягонда, Тарей, Бинюда, слева-Агапа, Мокоритто, Пура. Бассейн реки расположен в зонах лесотундры и тундры и в пределах сплошного распространения многолетней мерзлоты. Имея общее направление течения на север, река делает ряд поворотов, образуя в среднем течении большую излучину, обращенную своей выпуклостью к востоку. По выходу из озера река, прорезая моренные гряды, до устья р.Дудыпты течет в узкой долине. Ниже долина расширяется и образует ряд излучин. От устья р. Тарей, резко повернув на запад, а после впадения Пур на север, Пясина прорывается через горы Бырранга, где имеет суженную долину и порожистое

каменистое русло. Выйдя из гор на приморскую низменность, река расчлняется на большое число рукавов и приток, между которыми располагаются низменные острова, песчано-каменистые отмели, подводные и надводные камни. Здесь долина реки не имеет четко выраженных очертаний. Вынесенные рекой наносы заилили мелководный Пясинский залив и образовали песчаный бар, далеко вдающийся вглубь моря. На большей части своего протяжения Пясины имеет спокойное течение. [13, 17]

Основным источником питания являются талые дождевые воды. Их доля составляет около 60% общего годового стока реки: примерно по 20% приходится на дождевое и подземное питание. Для режима реки характерно весенне-летнее половодье, летне-осенняя межень. Несмотря на то, что бассейн Пясины расположен в зоне многолетней мерзлоты, река не промерзает зимой и жидкий сток в ней поддерживается в течении всего года.

В устье реки расположены Лабиринтовые острова. В межень в низовье распространяется влияние морских приливов. Её длина — 818 км, площадь бассейна реки составляет 182 тыс. км². В бассейне реки свыше 60 тыс. озёр общей площадью 10,45 тыс. км² [13, 17]



Рисунок 1.2 – Гидрологическая изученность района

1.2 Рельеф

Обширные пространства изучаемой территории характеризуются весьма сложным рельефом, отличающимся большим разнообразием своих форм. На крайнем севере и крайнем юге этой территории находятся горы, центральная область её занята Среднесибирским плоскогорьем, к которому с запада примыкает Западно-Сибирская низменность; ее восточная окраина входит в пределы бассейна Енисея.[13,17,19]

1.3 Геологическое строение

Существенное влияние на формирование стока и распределение его по времени и по территории оказывает геологическое строение речных водосборов. Изучаемая территория имеет весьма сложное геологическое строение. Здесь широкое развитие получили разновозрастные геолого-структурные комплексы, отличающиеся между собой в морфологическом отношении и по своему литологическому составу, а также по степени тектонической нарушенности и положению относительно базиса эрозии.[17]

1.4 Почва

Почвы в пределах изучаемой территории столь же разнообразны, как и условия их образования. На почвообразовательный процесс почв, как и на эволюцию растительного покрова, большое влияние оказывают многие факторы, в том числе континентальность климата, крутизна гор, наличие многолетнемерзлых грунтов и многое другое. Все это в целом определяет их распространение, режим и т.д.[17,20,23]

2. Климатическая характеристика района.

2.1 Климат

Климат Красноярского края резко континентальный, характерны сильные колебания температур воздуха в течение года. В связи с большой протяжённостью края в меридиональном направлении климат очень неоднороден. Для северных и центральных районов края, где проживает незначительная масса населения, характерен континентальный климат с продолжительной зимой и коротким летом, в центре - жарким, а на севере — прохладным.[17]

На территории края выделяют три климатических пояса: арктический, субарктический и умеренный. В пределах каждого из них заметны изменения климатических особенностей не только с севера на юг, но и с запада на восток. Поэтому выделяются западные и восточные климатические области, граница которых проходит по долине Енисея. Длительность периода с температурой более 10 °С на севере края составляет менее 40 дней, на юге 110-120 дней.

Для центральной части региона, преимущественно равнинной, с островными лесостепями и плодородными почвами, характерны относительно короткое жаркое лето, продолжительная холодная зима, быстрая смена температур. На юге края — тёплое лето и умеренно суровая малоснежная зима. Сухой чистый воздух, обилие солнечных дней летом, целебные воды источников и многочисленных озёр создают благоприятные условия для строительства курортов, санаториев и баз отдыха.[17],[23]

Средняя температура января –36 °С на севере и –18 °С на юге, в июле соответственно +10 °С и +20 °С. В среднем в год выпадает 316 мм осадков, основная часть — летом, в предгорьях Саян 600-1000 мм. Снежный покров устанавливается в начале ноября и сходит к концу марта. В горах Восточного и Западного Саян снег в некоторые годы сохраняется круглый год. [17]

Основными показателями климата, влияющими на формирование стока воды, являются температура воздуха и осадки. Эти факторы определяют режим накопления твердых осадков в виде снега, ледовый режим на реках и озерах, питание рек жидкими осадками в теплый период года.[6,8,10,11,12,20]

Температурный режим р.Пясины типичен для субарктической зоны. Используемые метеостанции указаны на карте (рисунок 3). Средняя температура воздуха за период наблюдений с 2005-2022 год на метеостанции

«Исток» составила $-5,08\text{ }^{\circ}\text{C}$, на метеостанции «Горбиачин» – $(-4,18\text{ }^{\circ}\text{C})$ и на метеостанции «Волчанка» – $(-7,65\text{ }^{\circ}\text{C})$ (см.таблица 2.1,2.2,2.3).

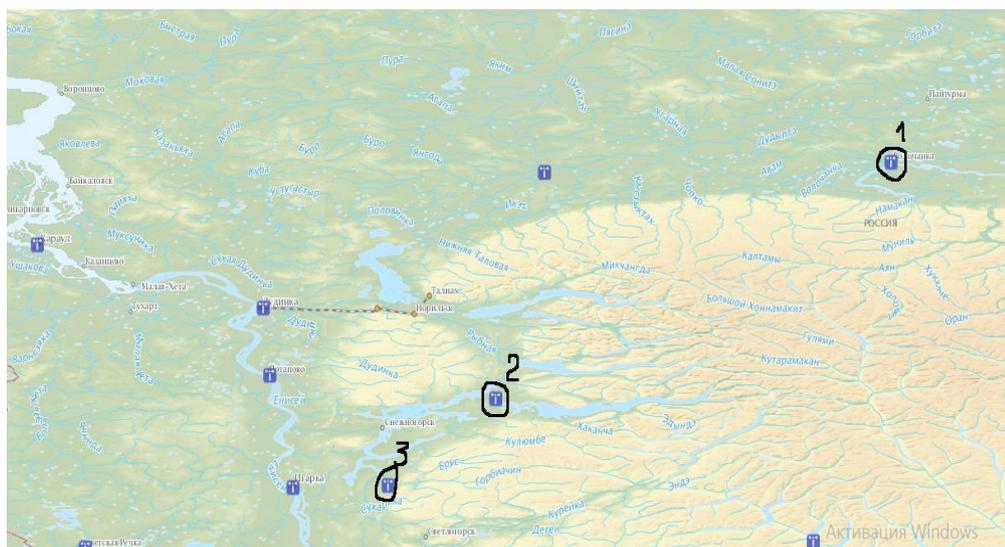


Рисунок 2.1 – Карта метеопостов; 1) метеостанция Волчанка ; 2) метеостанция Исток; 3) метеостанция Горбиачин.

Величины средних месячных температур за период 2005-2022 приведены в таблицах 2.1,2.2 и 2.3. Из таблиц видно, что отрицательные среднемесячные температуры воздуха наблюдаются 8 месяцев в году и лишь с июня по сентябрь они положительные. С октября по апрель температура воздуха постоянно отрицательная. Май следует считать переходным месяцем, но переход к положительным температурам воздуха происходит в июне. Однако разрушение снежного покрова начинается в мае. Таким образом, можно сделать вывод, что гидрологический год, в ходе которого происходит полный цикл трансформации осадков сток воды, продолжается с октября по сентябрь следующего года.

Таблица 2.1 – Среднемесячные температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) по данным наблюдений по метеостанции «Исток» за период наблюдений 2005-2022 ГОДЫ.

Месяц	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Январь	-26,3	-54,5	-0,40
февраль	-26,0	-50,3	-1,80
март	-17,3	-52,2	2,50
апрель	-8,30	-39,9	8,90
май	-0,30	-19,7	23,9
июнь	10,4	-2,90	30,8
июль	15,2	-4,40	32,2
август	12,0	-0,20	27,8
сентябрь	6,20	-8,50	23,8
октябрь	-5,30	-30,6	13,6
ноябрь	-20,4	-51,6	3,20
декабрь	-22,4	-49,7	-2,40

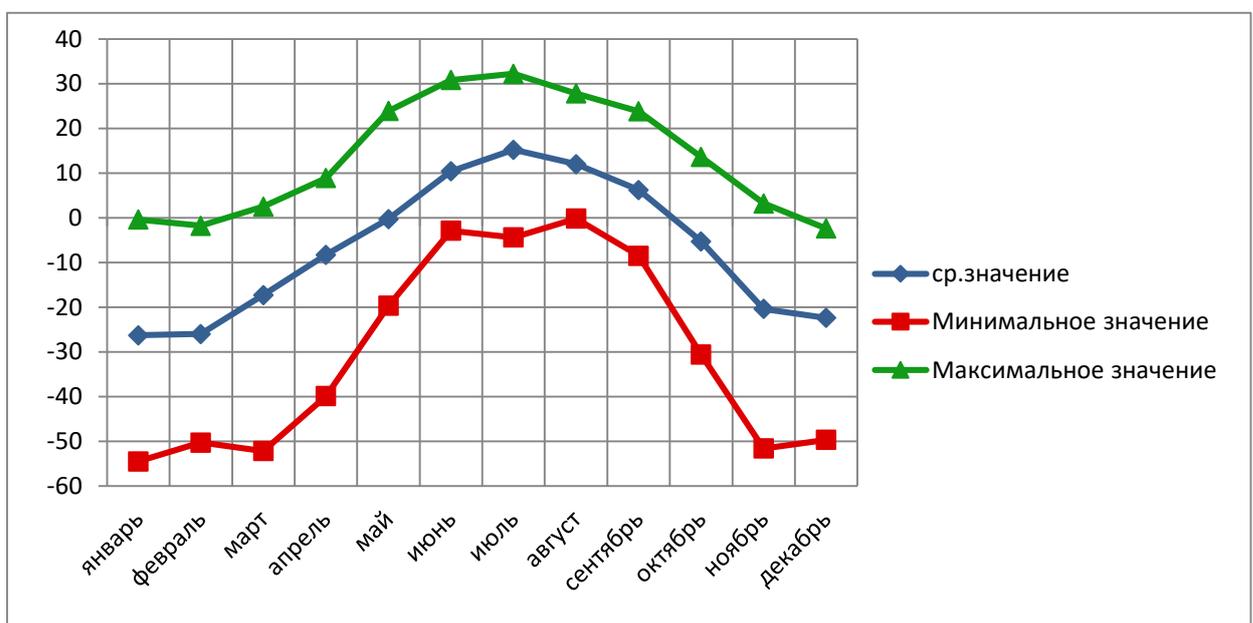


Рисунок 2.2 – значения средней, максимальной, минимальной температуры воздуха за общий период 2005-2022 год, на метеостанции Исток.

Таблица 2.2 – Среднемесячные температуры воздуха (°С) по данным наблюдений по метеостанции «Горбиачин» за период наблюдений 2005-2022 годы.

Месяц	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
январь	-27,2	-57,6	0,30
февраль	-25,1	-51,2	-0,60
март	-15,2	-52,5	5,50
апрель	-5,40	-40,0	12,3
май	1,20	-18,3	27,0
июнь	11,7	-6,50	31,2
июль	15,1	-11,7	32,7
август	11,4	-15,1	28,3
сентябрь	6,50	-7,30	30,3
октябрь	-4,20	-32,4	14,4
ноябрь	-19,9	-50,2	2,10
декабрь	-22,1	-52,7	-1,20

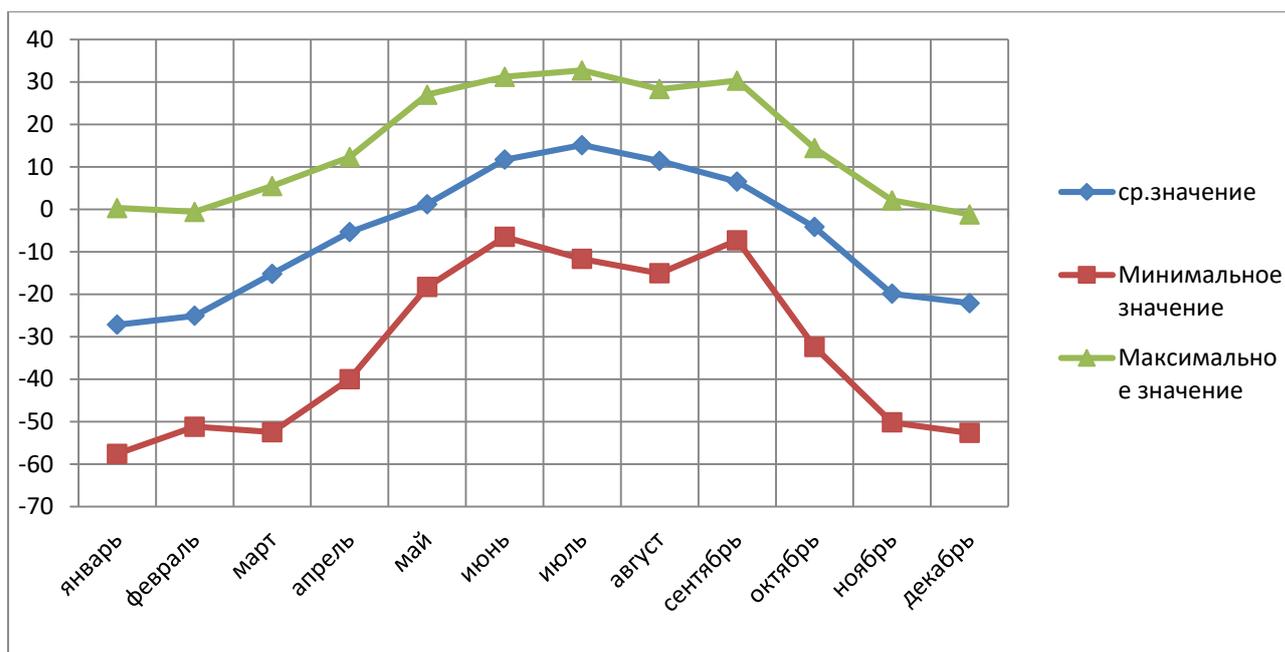


Рисунок 2.3 – значения средней, максимальной, минимальной температуры воздуха за общий период 2005-2022 год, на метеостанции Горбиачин.

Таблица 2.3 – Среднемесячные температуры воздуха (°C) по данным наблюдений по метеостанции «Волочанка» за период наблюдений 2005-2022 годы.

Месяц	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
январь	-28,5	-70,0	-3,50
февраль	-28,3	-53,4	-2,50
Март	-20,3	-55,8	4,40
апрель	-10,4	-37,0	11,6
Май	-2,40	-23,2	23,5
июнь	9,30	-3,30	31,7
июль	13,8	-18,4	31,3
август	10,3	-2,70	27,9
сентябрь	4,00	-10,6	22,8
октябрь	-9,20	-37,8	12,8
ноябрь	-22,9	-47,9	2,60
декабрь	-28,1	-51,9	-0,30
Среднее значение	-7,65		

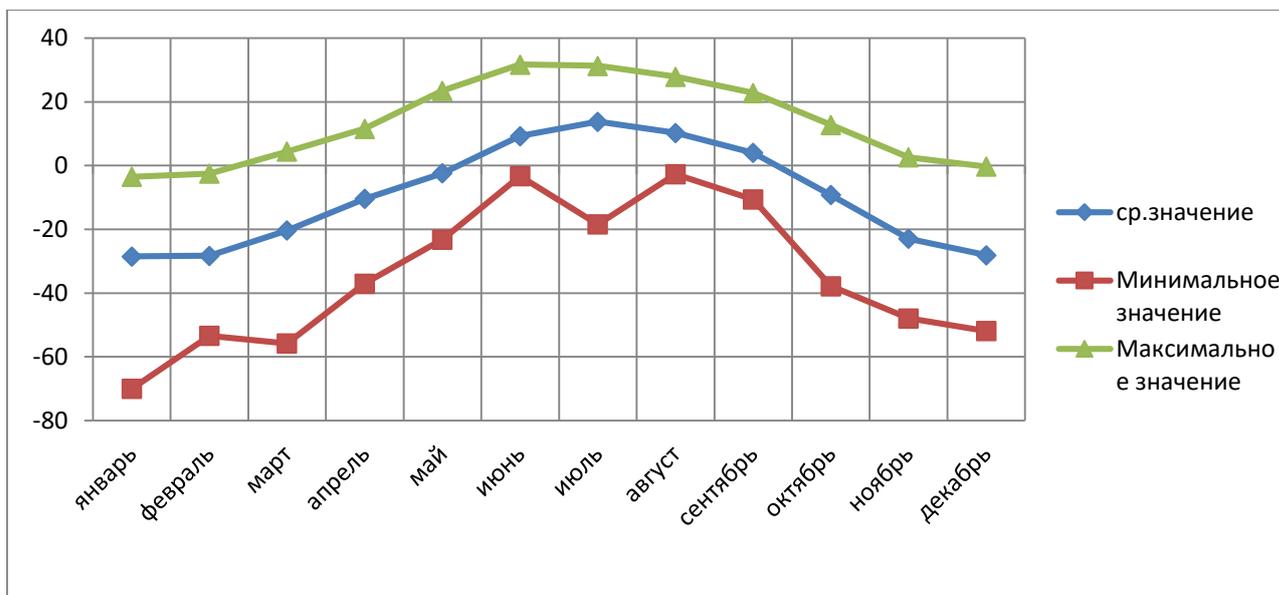


Рисунок 2.4 – Значения средней, максимальной, минимальной температуры воздуха за общий период 2005-2022 год, на метеостанции Волочанка.

2.2 Влияние антропогенных изменений климата на речной сток

При оценке влияния антропогенного изменения климата на речной сток и водные ресурсы различают два аспекта проблемы:

- локальное изменение климата в результате изменения структуры подстилающей поверхности и крупномасштабное хозяйственное использование пресной воды;

- Изменение климата, вызванное увеличением концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере.

Местное изменение климата и вызванные им изменения гидрологического режима и водных ресурсов в основном являются следствием:

- воздействие человека на растительность;
- строительство городов и рост урбанизированных территорий;

- строительство искусственных водохранилищ, каналов и расширение или сокращение затопленных территорий.

- Орошение и осушения земель.

Перечисленные виды хозяйственной деятельности вносят свой вклад в изменения местного и, в некоторой степени, глобального климата, увеличивая или уменьшая отражательную способность поверхности земли, аэродинамическую шероховатость, испарение и влажность воздуха, температуру почвы и приземного слоя атмосферы.

Изменения метеорологических характеристик и свойств подстилающей поверхности приводят к трансформации гидрологических режимов и водных ресурсов.

Все эти локальные воздействия не могут играть главную роль в будущих изменениях климата Земли, а значит, и водных ресурсов.

Такая хозяйственная деятельность человека, как урбанизация, строительство водохранилищ, орошение засушливых земель, увеличение потребления воды для нужд человека и промышленности, не только вызывает очень заметные изменения климата на относительно ограниченных территориях, но и способствует выделению большего количества влаги в атмосферу в виде водяного пара за счет более интенсивного испарения по сравнению с испарением в естественных условиях. При некоторых допущениях можно признать, что дополнительное количество влаги, поступающее в атмосферу в результате деятельности человека, соответствует необратимой потере воды в силу хозяйственной деятельности. Кроме того, вода, попадающая в атмосферу, превращается в осадки, которые компенсируют потребление воды в быту.

3. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток.

3.1 Влияние хозяйственной деятельности на речной сток.

В современных условиях широкого использования водных ресурсов и проведения агрономических, агролесомелиоративных и гидромелиоративных мероприятий на огромных территориях страны. Хозяйственная деятельность человека оказывает непосредственное влияние не только на стоковые воды, но и на условия, в которых они формируются. Строительство водохранилищ (т.е. увеличение озерности) увеличивает потерю воды через испарение и, таким образом, в некоторой степени уменьшает сток, особенно в засушливых районах. Однако эти неизбежные затраты компенсируются преимуществами водохранилищ, которые уменьшают сток во время паводков и увеличивают сток во время низких потоков.[4,14]

Распашка территории, полевые лесонасаждения, мероприятия, проводимые по повышению плодородия почв, изменяют структуру водного баланса и влияют на сток в основном за счет водных и физических свойств почвы.

Арктика насыщена объектами, представляющими потенциальную радиационную опасность. Здесь находится Кольская АЭС, базируются и ремонтируются атомные надводные и подводные корабли гражданского и ВМФ, причем значительная часть из них подлежит выводу из эксплуатации. На побережье Баренцева и Белого морей также имеются хранилища облученного ядерного топлива.

В Арктике утилизация промышленных отходов, которые в больших количествах скапливаются вокруг заводов, является чрезвычайно серьезной проблемой. Из-за особенностей циркуляции воздушных масс в Арктике в ней накапливаются загрязняющие вещества, газовые и аэрозольные примеси. Основными экологическими угрозами в российской Арктике являются: увеличение антропогенной нагрузки; усиление загрязнения и деградации компонентов природной среды в условиях накопления отходов; высокие

риски и затраты при эксплуатации природных ресурсов; глобальные изменения климата и его влияние на районы вечной мерзлоты; опасное развитие гидрометеорологических, ледовых и других природных процессов, и повышенные риски и ущерб, вызванные этими процессами.[14,17,18]

3.2. Классификация видов хозяйственной деятельности на арктических реках.

Виды хозяйственной деятельности по характеру воздействия на водные ресурсы и гидрологический режим подразделяются на:

А) Непосредственное антропогенное воздействие на водный сток рек в результате водозабора на промышленные и коммунальные нужды, орошение земель и водоснабжение сельских населенных пунктов и животноводческих комплексов, переброску части стока из одного бассейна в другой.[17,18,19]

Степень влияния этих факторов на качество воды и гидрологические характеристики зависит от основных характеристик водопользования по отношению к речному стоку (объемом водозабора, безвозвратным водопотреблением, объемом сброса или водоотведения); в зависимости от указанных показателей эти виды хозяйственной деятельности могут оказывать существенное влияние на малые и средние, а иногда даже на крупные реки, в то время как условия формирования стока в бассейне остаются в основном неизменными.[17,20]

Б) Непосредственное антропогенное влияние на водный сток рек при его регулировании водохранилищами и прудами.

Образование крупных водохранилищ и каскадов водохранилищ может коренным образом изменить гидрологический режим реки, изменить качество вод и общие водные ресурсы бассейна. Чем больше воздействие в целом, тем больше отношение объема водохранилища к общему стоку реки и тем больше общая площадь дополнительной водной поверхности

водохранилищ. Благодаря водохранилищам существенным образом преобразован гидрологический режим таких крупных рек, как Волга, Днепр, Дон, Кура, Амударья, Сырдарья, Ангара, Иртыш и др. Создание прудов даже в небольших количествах на участках с недостаточным увлажнением, часто оказывает заметное влияние на сток малых и средних рек.[17]

В) Косвенное антропогенное воздействие на водный сток рек в результате изменения условий его формирования в бассейне.

К видам хозяйственной деятельности связанным с преобразованием поверхности водосбора и изменяющим испарение и условия формирования стока на водосборе, относятся:

- Распашка земель, проведение ряда агротехнических мероприятий, использование лугов для выпаса скота и т.д. оказывают большое влияние на гидрологический режим малых и средних рек, минимальный и максимальный сток, внутригодовое распределение стока и менее существенно – на годовой сток;
- Осушение болот и заболоченных территорий влияет на количественные характеристики режима, особенно малых и средних рек, на годовой сток и, в меньшей степени, на качество речной воды.
- Вырубка и восстановление лесов изменяют все основные компоненты водного баланса, особенно малых и средних рек, гидрологический режим, качество воды; степень воздействия такой хозяйственной деятельности зависит от типа и возраста леса, последствия могут ощущаться в течение десятилетий после проведенных мероприятий;
- Урбанизация изменяет все характеристики водного баланса и стока, подземных вод, качества воды, особенно для малых и средних рек;
- Горнодобывающая деятельность влияет на испарение и общий годовой сток, когда уровень воды снижается на больших территориях; изменяет качество речного стока из-за сброса шахтных вод в реки; оказывает воздействие, в частности, на малые и средние реки.[17]

Г) Хозяйственная деятельность, влияющая на водный баланс, водные ресурсы и гидрологический режим посредством изменения общих метеорологических и климатических характеристик. Эти изменения вызваны различными физическими процессами, значительно отличающимися по интенсивности и степени своего воздействия и включают в себя:

- Изменения регионального климатического и метеорологических условий в результате воздействия человека на растительность, развития урбанизации, строительства водохранилищ, расширения орошаемых и осушаемых территорий и т.д.;
- Возможные изменения в глобальном климате и изменение влагооборота в результате крупномасштабного использования пресной воды;
- Влияние человека на состав атмосферы в результате дополнительного тепла, увеличения концентрации CO_2 и атмосферных аэрозолей.[17,20]

3.3 Виды и объемы сельскохозяйственного производства.

Сельскохозяйственные угодья в бассейне реки представлены только оленьими пастбищами, расположенными на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района. Общая площадь оленьих пастбищ – 9 998 649 га или 46,1% от общей площади бассейна.

Орошаемых и осушаемых земель, многолетних сельскохозяйственных насаждений в бассейне р. Пясины нет.[17]

В бассейне р. Пясины в границах Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района производство и реализация продукции оленеводства, мяса оленей и субпродуктов в объеме более 0,3 тыс. тонн в год. Также мясо производится на мясокомбинате г. Норильск на базе привозного мяса-сырья и переработки оленины. По данным КГБУ «Норильский отдел ветеринарии» на мясокомбинате производится около 1,0 тыс. тонн мяса ежегодно.

Таким образом, мясо производится на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района и в г. Норильск в незначительных количествах. Собственное производство мяса не покрывает потребностей населения бассейна р. Пясина.[17,20,21]

Молоко из собственного сырья в бассейне р. Пясина не производится. Цельномолочную продукцию и обработанное жидкое молоко из привозного сухого молока выпускает только ООО «Норильский молочный завод» в незначительных количествах. Объем выпускаемых молочных продуктов не покрывает потребностей местного населения.

Есть прекрасный плюс в сельскохозяйственной деятельности бассейна р.Пясина, то что химизация сельского хозяйства в бассейне р. Пясина не применяется, органические и минеральные удобрения не вносятся.

В границах бассейна р. Пясина площадь застроенных земель составляет 14,4 тыс. га. В целом площадь этих земель не высока и не превышает 0,066 % от общей площади бассейна.[17]

3.4 Восстановление пропусков данных в рядах расходов воды.

Исходные данные

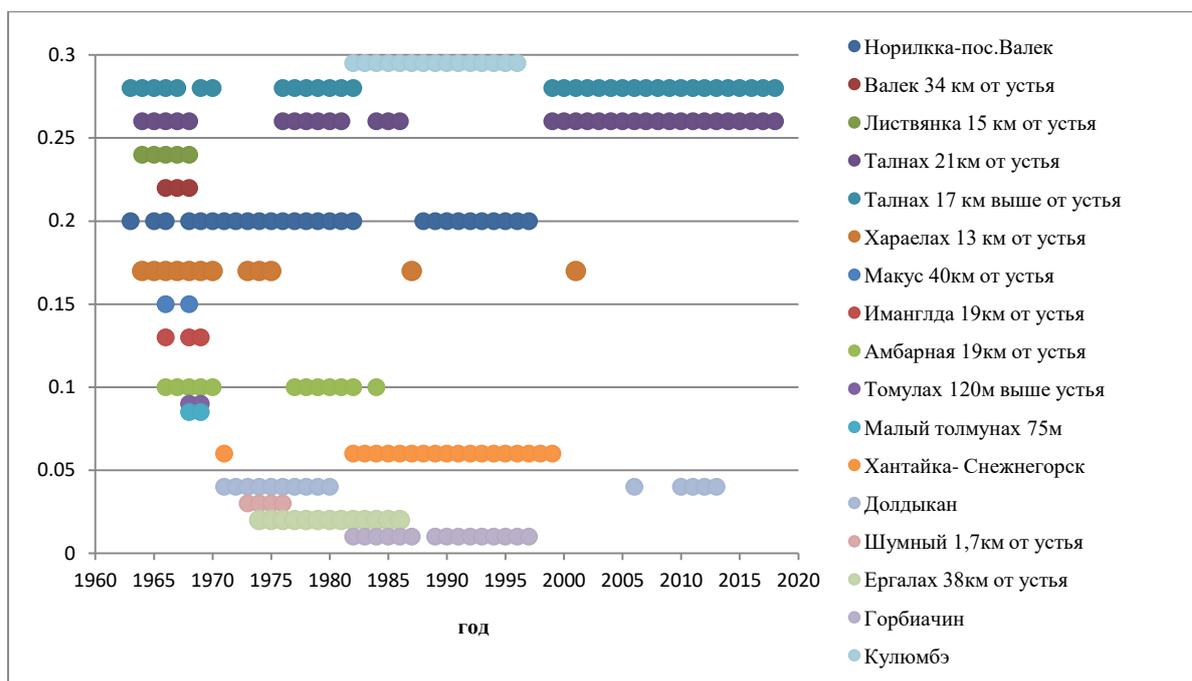


Рисунок 3.1 – данные за имеющийся период наблюдений на гидропостах.

Таблица 3.1 – период наблюдений на гидропостах.

№	Название гидропоста	период наблюдений	КОЛИЧЕСТВО лет
1	Норилка - пос Валек №6	1962,1965-66,1968-1982, 1988-2005,2009-2015	43
2	Валек 34 км от устья	1966-1968	3
3	Лиятвянка 15 км от устья	1964-1968	5
4	Талнах 21км от устья	1964-1968,1976-1981, 1983-1986, 1999-2018	34
5	Талнах 17 км выше от устья	1963-1967, 1969-1970, 1976-1982,1999-2019	34
6	Хараелах 13 км от	1964-1970,1973-	12

№	Название гидропоста	период наблюдений	количество лет
	устья	1975,1987,2001	
7	Макус 40 км от устья	1966,1968	2
8	Иманглда 19 км	1966,1968-1969	3
9	Амбарная 19 км от устья	1966-1970, 1977-1982,1984,	12
10	Толмунах 120 м выше устья	1968,1969	2
11	Малый Толмунах 75 м	1968	1
12	Хантайка Снежегорск	1971,1982-1999	19
13	Долдыкан	1971-1980, 2006,2010-2013	15
14	Шумный 1,7 км от устья	1973-1976,2010	5
15	Ергалах 38 км от устья	1974-1986	13
16	Горбиачин	1982-1987, 1989-1999,	17
17	Кулюмбэ	1982-1996,1998	16

По имеющимся данным решено взять самые длинные ряды и провести их восстановление.

3.5 Расчет среднегодовых расходов воды различной обеспеченности при недостаточности данных гидрометрических наблюдений.

Если погрешность расчета среднего значения больше 10%, то период наблюдений является недостаточным и ряд следует удлинить, используя данные по реке-аналогу.[2]

1) В качестве исходных данных используется ряд среднегодовых расходов воды «Галнах 21» и «Валек» (таблица 3.2).

Для начала мы рассчитали все статистические характеристики, а это количество наблюдений, средний расход за весь период, стандартное квадратическое отклонение, C_s , C_v и средний расход за совместный период (таблица 3.3).

Стандартное квадратическое отклонение мы рассчитывали при помощи функции «СТАНДОТКЛОН» в Excel.

Далее оценивалась погрешность расчета полученных параметров по формулам:

$$\varepsilon_Q = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{1}{n+4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2}} \left(1 + \frac{3C_v r^2}{1+r^2}\right) 100\% \quad (2)$$

$$\varepsilon_{C_s} = \frac{1}{C_s} \sqrt{\frac{6}{n} (1 + 6C_v^2 + 5C_v^4)} 100\% \quad (3)$$

Результаты расчета параметров распределения и их погрешностей представлены в табличном виде (таблица 3.4).

Далее был построен график (рисунок 3.2), на котором была проведена линия тренда и получено линейное уравнение вместе с коэффициентом корреляции. (таблица 3.5)

Затем ряд расчетной реки восстанавливался по уравнению линейной регрессии с использованием данных реки-аналога:

$$Q'_i = aQ_{N,a} + b \quad (4)$$

Систематическое преуменьшение дисперсии восстановленной части ряда исключается путем корректировки погодичных значений по формуле:

$$Q_i = \frac{Q'_i - Q_{n\text{cp}}}{R} + Q_{n\text{cp}} \quad (5)$$

где Q_i – расчетные погодичные значения расходов воды восстановленной части ряда; Q'_i – погодичные значения, полученные по уравнению регрессии; Q_n – среднее значение расхода воды расчетной реки за совместный период наблюдений.

Восстановление ряда оформили в виде таблицы (таблица 3.6). Для контроля качества восстановления ряда построить хронологический график среднегодовых расходов воды расчетной реки, приведенный к длинному ряду реки-аналог.(рисунок 3.3).

Таблица 3.2 – Исходные данные.

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Валек	Талнах 21
1	1962	506	
2	1963		
3	1964		1,38
4	1965	428	1,27
5	1966	440	1,26
6	1967		1,57
7	1968	546	1,69
8	1969	383	
9	1970	389	
10	1971	378	
11	1972	438	
12	1973	492	

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Валек	Талнах 21
13	1974	429	
14	1975	416	
15	1976	428	1,12
16	1977	421	1,53
17	1978	333	1,13
18	1979	294	1,13
19	1980	393	1,22
20	1981	454	1,85
21	1982	437	
22	1983		
23	1984		1,16
24	1985		1,02
25	1986		1,3
26	1987		
27	1988	495	
28	1989	639	
29	1990	557	
30	1991	500	
31	1992	537	
32	1993	552	
33	1994	486	
34	1995	649	
35	1996	416	
36	1997	473	
37	1998	443	
38	1999	375	1,5

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Валек	Талнах 21
39	2000	470	1,75
40	2001	332	1,1
41	2002	548	1,71
42	2003	550	2,06
43	2004	361	1,41
44	2005	455	1,66
45	2006		1,58
46	2007		1,72
47	2008		1,96
48	2009	478	1,73
49	2010	459	1,45
50	2011	557	1,63
51	2012	533	1,98
52	2013	210	0,67
53	2014	653	1,85
54	2015	498	1,11
55	2016		1,28
56	n	43	1,44 34
57	\bar{Q}	461	1,28 1,46
ско		90,9	0,32
Cv		0,20	0,22
Cs		-0,12	-0,10

Таблица 3.3 – параметры распределения

\bar{Q} за совместный период	444
--------------------------------	-----

Таблица 3.4 – статистические характеристики рядов среднегодовых расходов воды.

Погрешности		
Река	параметры	относит. погрешности
Валек	\bar{Q}	3,01
	Cs	-5,1
	Cv	11,0
Талнах 21	Среднее	3,75
	Cs	-4,9
	Cv	12,3
Талнах 17	Среднее	5,45
	Cs	6,7
	Cv	12,6

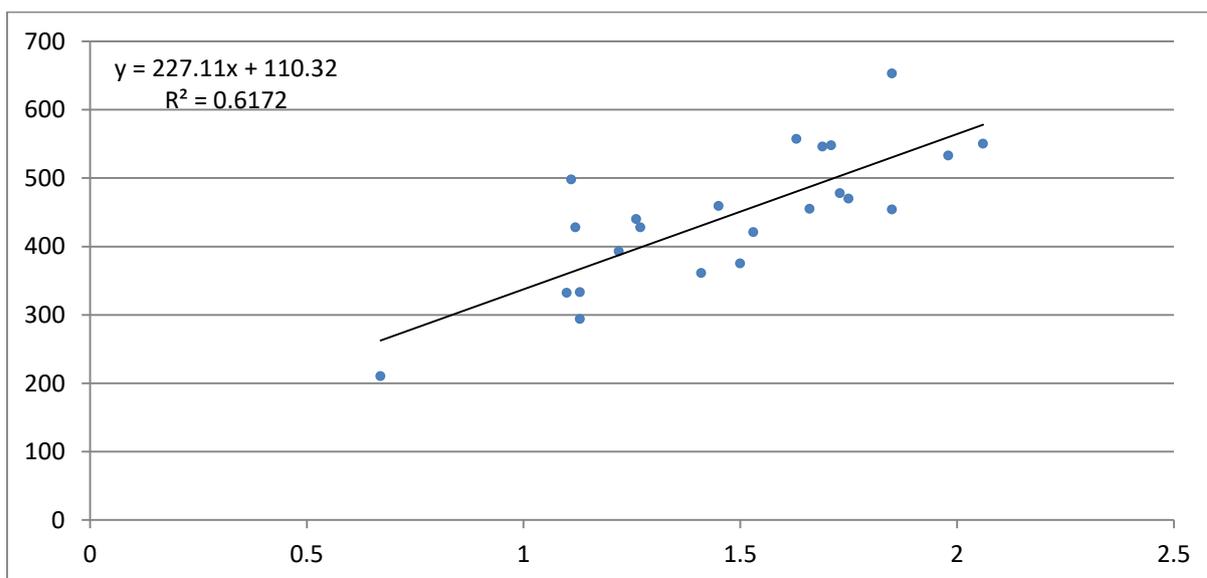


Рисунок 3.2 – график связи среднегодовых расходов расчетной реки и реки-анаога за совместный период.

Таблица 3.5 – коэффициент корреляции

R	0,79
R2	0,62

Таблица 3.6 – Восстановленные данные среднегодовых расходов воды по «Валек».

п/п	Год	Расходы Талнах 21	Расходы Валек	Qi '	Qi	Восстановленный ряд
1	1962		506			506
2	1963					
3	1964	1,38		424	418	418
4	1965	1,27	428	399	386	428
5	1966	1,26	440	396	383	440
6	1967	1,57		467	473	473
7	1968	1,69	546	494	508	546
8	1969		383			383
9	1970		389			389
10	1971		378			378
11	1972		438			438
12	1973		492			492
13	1974		429			429
14	1975		416			416
15	1976	1,12	428	365	343	428
16	1977	1,53	421	458	462	421
17	1978	1,13	333	367	346	333
18	1979	1,13	294	367	346	294

19	1980	1,22	393	387	372	393
20	1981	1,85	454	530	554	454
21	1982		437			437
22	1983					
23	1984	1,16		374	355	355
24	1985	1,02		342	314	314
25	1986	1,3		406	395	395
26	1987					
27	1988		495			495
28	1989		639			639
29	1990		557			557
30	1991		500			500
31	1992		537			537
32	1993		552			552
33	1994		486			486
34	1995		649			649
35	1996		416			416
36	1997		473			473
37	1998		443			443
38	1999	1,5	375	451	453	375
39	2000	1,75	470	508	525	470
40	2001	1,1	332	360	337	332
41	2002	1,71	548	499	514	548
42	2003	2,06	550	578	615	550
43	2004	1,41	361	431	427	361
44	2005	1,66	455	487	499	455
45	2006	1,58		469	476	476
46	2007	1,72		501	516	516

47	2008	1,96		555	586	586
48	2009	1,73	478	503	519	478
49	2010	1,45	459	440	438	459
50	2011	1,63	557	481	490	557
51	2012	1,98	533	560	592	533
52	2013	0,67	210	262	213	210
53	2014	1,85	653	530	554	653
54	2015	1,11	498	362	340	498
55	2016	1,28		401	389	389
56	2017	1,44		437	435	435
57	2018	1,28		401	389	389

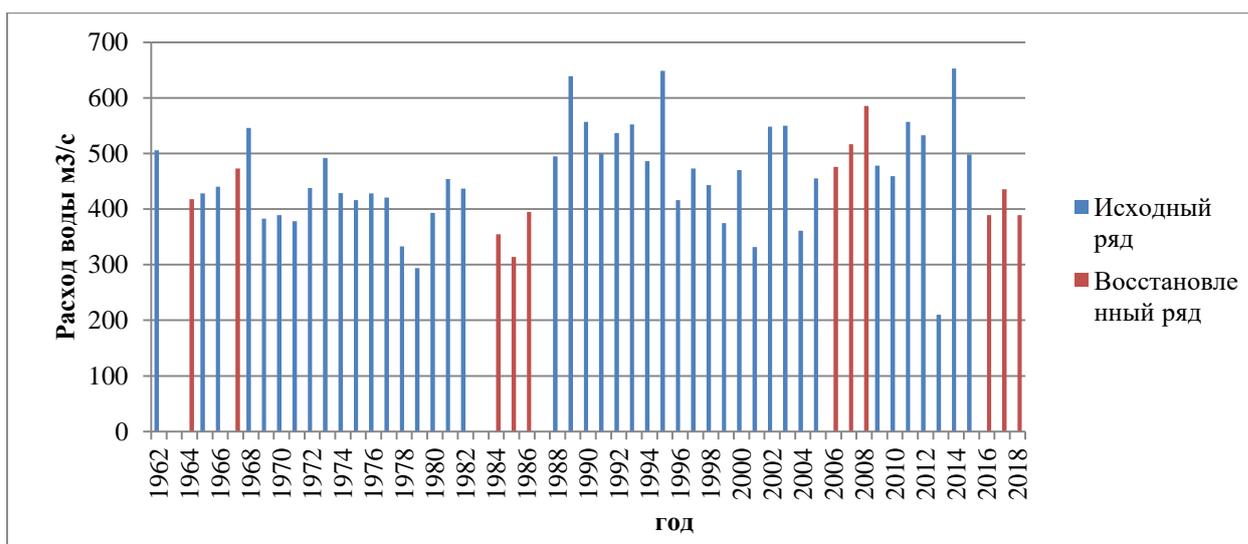


Рисунок 3.3 – Хронологический график среднегодовых расходов воды расчетной реки .

2) По аналогии мы рассчитываем для «Талнах 21» и «Талнах 17»

В качестве исходных данных используется ряд среднегодовых расходов воды «Талнах 21» и «Талнах 17» (таблица 3.7).

Для начала мы рассчитали все статистические характеристики, а это количество наблюдений средний расход за весь период, стандартное

квадратическое отклонение, C_s , C_v и средний расход за совместный период (таблица 3.8).

Стандартное квадратическое отклонение мы рассчитывали при помощи функции «СТАНДОТКЛОН» в Excel.

Далее мы оцениваем погрешность расчета полученных параметров по формулам (1-3).

Результаты расчета параметров распределения и их погрешностей представлены в табличном виде (таблица 3.4).

Далее был построен график (рисунок 3.4), на котором была проведена линия тренда и получено линейное уравнение вместе с коэффициентом корреляции. (таблица 3.9)

Затем ряд расчетной реки был восстановлен по уравнению линейной регрессии с использованием данных реки-аналога по формуле (4).

Систематическое преуменьшение дисперсии восстановленной части ряда исключается путем корректировки погодичных значений по формуле (5).

Восстановление ряда оформили в виде таблицы (таблицы 3.10). Для контроля качества восстановления ряда построить хронологический график среднегодовых расходов воды расчетной реки, приведенный к длинному ряду реки-аналог (рисунок 3.5).

Таблица 3.7 – Исходные данные

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Талнах 21	Талнах 17
1	1962		
2	1963		1,31
3	1964	1,38	1,24
4	1965	1,27	1,01
5	1966	1,26	1,18

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Талнах 21	Талнах 17
6	1967	1,57	1,44
7	1968	1,69	
8	1969		0,87
9	1970		0,78
10	1971		
11	1972		
12	1973		
13	1974		
14	1975		
15	1976	1,12	0,75
16	1977	1,53	1,03
17	1978	1,13	0,7
18	1979	1,13	0,65
19	1980	1,22	0,6
20	1981	1,85	1,54
21	1982		0,82
22	1983		
23	1984	1,16	
24	1985	1,02	
25	1986	1,3	
26	1987		
27	1988		
28	1989		
29	1990		
30	1991		
31	1992		

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Талнах 21	Талнах 17
32	1993		
33	1994		
34	1995		
35	1996		
36	1997		
37	1998		
38	1999	1,5	0,84
39	2000	1,75	1,84
40	2001	1,1	0,47
41	2002	1,71	1,03
42	2003	2,06	1,29
43	2004	1,41	0,85
44	2005	1,66	1,01
45	2006	1,58	1,06
46	2007	1,72	1,09
47	2008	1,96	1,24
48	2009	1,73	1,07
49	2010	1,45	0,9
50	2011	1,63	1,02
51	2012	1,98	1,29
52	2013	0,67	0,18
53	2014	1,85	1,13
54	2015	1,11	0,93
55	2016	1,28	0,79
56	2017	1,44	0,76
57	2018	1,28	1,05

Таблица 3.8 – параметры распределения

N	34	34
\bar{Q}	1,46	0,99
Ско	0,32	0,32
Cv	0,22	0,32
Cs	-0,10	0,123
\bar{Q} за совместный период	1,48	

Таблица 3.9 – коэффициент корреляции

R	0,76
R2	0,57

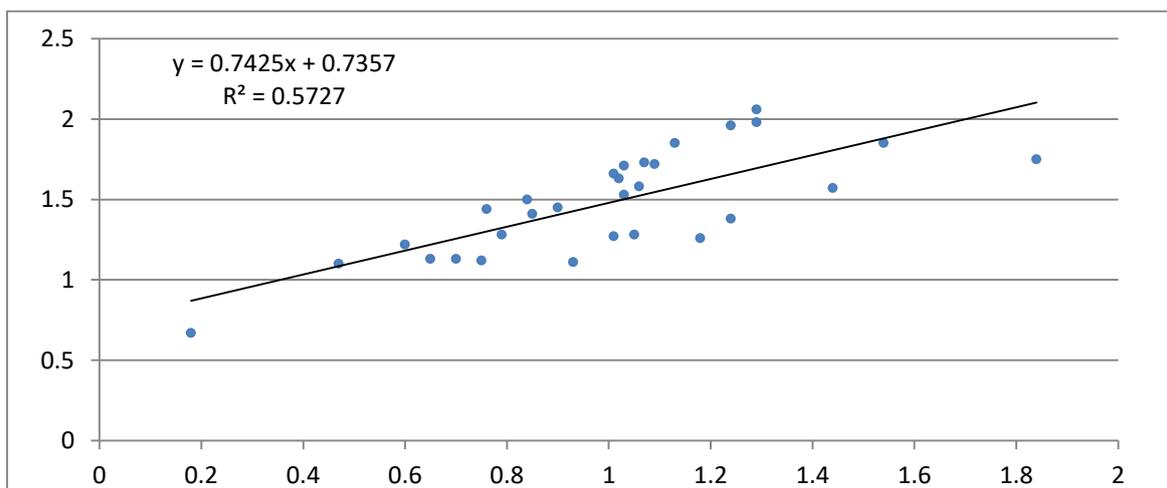


Рисунок 3.4 – график связи среднегодовых расходов воды расчетной реки и реки-аналог за совместный период.

Таблица 3.10 – Приведения ряда среднегодовых расходов воды расчетной реки к длинному ряду реки-аналога.

п/п	Год	Расходы Талнах 17	Расходы Талнах21	Qi'	Qi	Восстановленный ряд
1	1963	1,31		1,71	1,78	1,78

2	1964	1,24	1,38	1,66	1,71	1,38
3	1965	1,01	1,27	1,49	1,49	1,27
4	1966	1,18	1,26	1,61	1,65	1,26
5	1967	1,44	1,57	1,80	1,91	1,57
6	1968		1,69			1,69
7	1969	0,87		1,38	1,35	1,35
8	1970	0,78		1,31	1,26	1,26
9	1971					
10	1972					
11	1973					
12	1974					
13	1975					
14	1976	0,75	1,12	1,29	1,23	1,12
15	1977	1,03	1,53	1,50	1,51	1,53
16	1978	0,7	1,13	1,26	1,18	1,13
17	1979	0,65	1,13	1,22	1,13	1,13
18	1980	0,6	1,22	1,18	1,09	1,22
19	1981	1,54	1,85	1,88	2,01	1,85
20	1982	0,82		1,34	1,30	1,30
21	1983					
22	1984		1,16			1,16
23	1985		1,02			1,02
24	1986		1,3			1,30
25	1987					
26	1988					
27	1989					
28	1990					
29	1991					

30	1992					
31	1993					
32	1994					
33	1995					
34	1996					
35	1997					
36	1998					
37	1999	0,84	1,5	1,36	1,32	1,50
38	2000	1,84	1,75	2,10	2,30	1,75
39	2001	0,47	1,1	1,08	0,96	1,10
40	2002	1,03	1,71	1,50	1,51	1,71
41	2003	1,29	2,06	1,69	1,76	2,06
42	2004	0,85	1,41	1,37	1,33	1,41
43	2005	1,01	1,66	1,49	1,49	1,66
44	2006	1,06	1,58	1,52	1,54	1,58
45	2007	1,09	1,72	1,55	1,57	1,72
46	2008	1,24	1,96	1,66	1,71	1,96
47	2009	1,07	1,73	1,53	1,55	1,73
48	2010	0,9	1,45	1,40	1,38	1,45
49	2011	1,02	1,63	1,49	1,50	1,63
50	2012	1,29	1,98	1,69	1,76	1,98
51	2013	0,18	0,67	0,87	0,67	0,67
52	2014	1,13	1,85	1,57	1,61	1,85
53	2015	0,93	1,11	1,43	1,41	1,11
54	2016	0,79	1,28	1,32	1,27	1,28
55	2017	0,76	1,44	1,30	1,24	1,44
56	2018	1,05	1,28	1,52	1,53	1,28

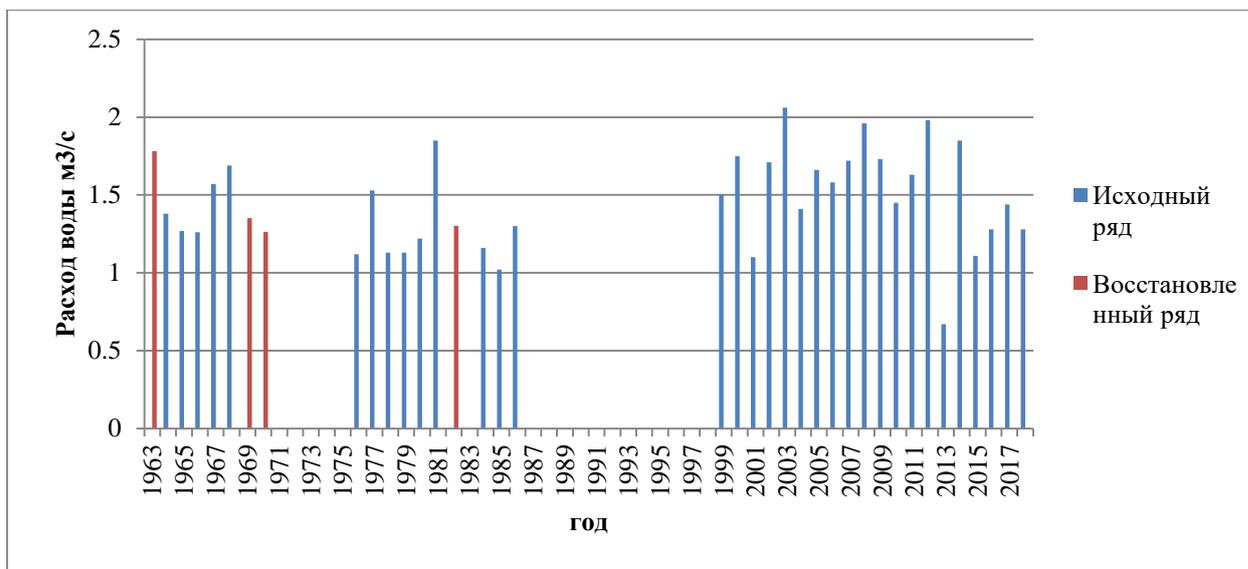


Рисунок 3.5 – хронологический график среднегодовых расходов воды расчетной реки.

3) По аналогии также рассчитывается и для «Валек» и «Талнах 17», чтобы восстановить ряд «Талнах 17».

В качестве исходных данных используется ряд среднегодовых расходов воды «Валек» и «Талнах 17» который представлен в (таблица 3.11).

Для начала рассчитывались все статистические характеристики, а это количество наблюдений, средний расход за весь период, стандартное квадратическое отклонение, C_s , C_v и средний расход за совместный период (таблица 3.12).

Стандартное квадратическое отклонение мы рассчитывали при помощи функции «СТАНДОТКЛОН» в Excel.

Далее мы оцениваем погрешность расчета полученных параметров по формулам (1-3).

Результаты расчета параметров распределения и их погрешностей представлены в табличном виде.(таблица 3.4).

Далее был построен график (рисунок 3.6), на котором была проведена линия тренда и получено линейное уравнение вместе с коэффициентом корреляции. (таблица 3.13)

Затем ряд расчетной реки был восстановлен по уравнению линейной регрессии с использованием данных реки-аналога по формуле (4).

Систематическое преуменьшение дисперсии восстановленной части ряда исключается путем корректировки погодичных значений по формуле (5).

Восстановление ряда оформили в виде таблицы (таблица 3.14). Для контроля качества восстановления ряда был построен хронологический график среднегодовых расходов воды расчетной реки, приведенный к длинному ряду реки.(рисунок 3.7).

Таблица 3.11–Исходные данные

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Валек	Талнах 17
1	1962	506	
2	1963		1,31
3	1964	418	1,24
4	1965	428	1,01
5	1966	440	1,18
6	1967	473	1,44
7	1968	546	
8	1969	383	0,87
9	1970	389	0,78
10	1971	378	
11	1972	438	
12	1973	492	
13	1974	429	
14	1975	416	
15	1976	428	0,75
16	1977	421	1,03
17	1978	333	0,7

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Валек	Талнах 17
18	1979	294	0,65
19	1980	393	0,6
20	1981	454	1,54
21	1982	437	0,82
22	1983		
23	1984	355	
24	1985	314	
25	1986	395	
26	1987		
27	1988	495	
28	1989	639	
29	1990	557	
30	1991	500	
31	1992	537	
32	1993	552	
33	1994	486	
34	1995	649	
35	1996	416	
36	1997	473	
37	1998	443	
38	1999	375	0,84
39	2000	470	1,84
40	2001	332	0,47
41	2002	548	1,03
42	2003	550	1,29

№	Год	\bar{Q}	\bar{Q}
		Валек	Талнах 17
43	2004	361	0,85
44	2005	455	1,01
45	2006	476	1,06
46	2007	516	1,09
47	2008	586	1,24
48	2009	478	1,07
49	2010	459	0,9
50	2011	557	1,02
51	2012	533	1,29
52	2013	210	0,18
53	2014	653	1,13
54	2015	498	0,93
55	2016	389	0,79
56	2017	435	0,76
57	2018	389	1,05

Таблица 3.12– параметры распределения

n	43	34
\bar{Q}	455	0,99
ско	88,4	0,32
Cv	0,19	0,32
Cs	0,01	0,123
\bar{Q} за совместный период	0,98	

Таблица 3.13 – коэффициент корреляции

R	0,65
---	------

R2

0,42

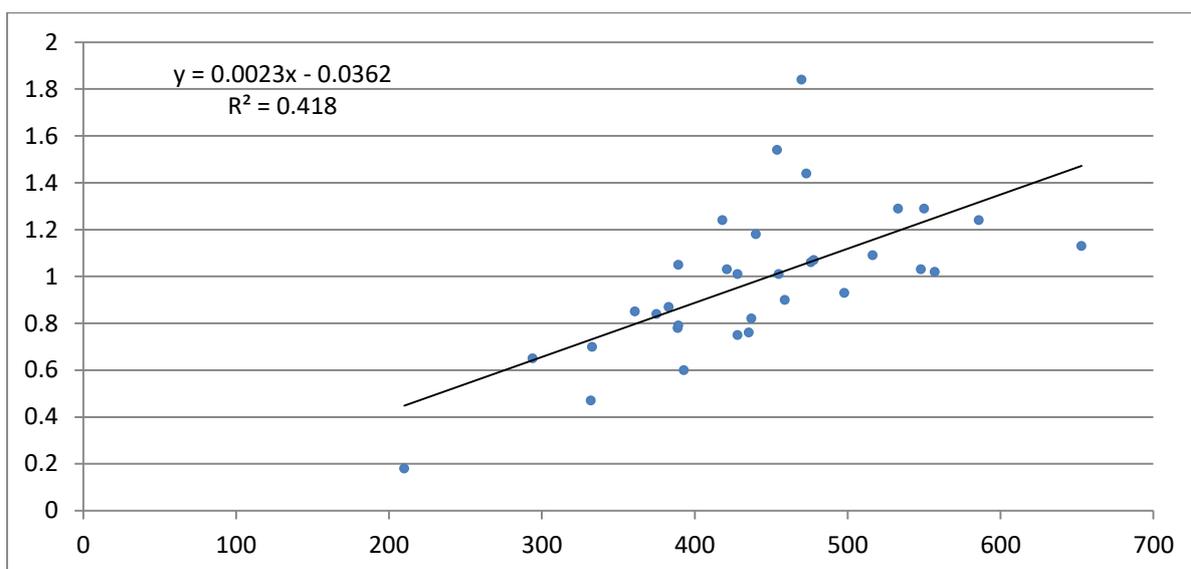


Рисунок 3.6 – график связи среднегодовых расходов воды расчетной реки и реки-аналог.

Таблица 3.14– Приведения ряда среднегодовых расходов воды расчетной реки к длинному ряду реки-аналога

п/п	Год	Расходы Валек	Расходы Талнах17	Qi '	Qi	Восстановленный ряд
1	1962	506		1,13	1,21	1,21
2	1963		1,31			1,31
3	1964	418	1,24	0,93	0,89	1,24
4	1965	428	1,01	0,95	0,93	1,01
5	1966	440	1,18	0,98	0,97	1,18
6	1967	473	1,44	1,05	1,09	1,44
7	1968	546		1,22	1,35	1,35
8	1969	383	0,87	0,84	0,77	0,87
9	1970	389	0,78	0,86	0,79	0,78
10	1971	378		0,83	0,75	0,75

п/п	Год	Расходы Валек	Расходы Талнах17	Qi '	Qi	Восстановленный ряд
11	1972	438		0,97	0,96	0,96
12	1973	492		1,10	1,16	1,16
13	1974	429		0,95	0,93	0,93
14	1975	416		0,92	0,89	0,89
15	1976	428	0,75	0,95	0,93	0,75
16	1977	421	1,03	0,93	0,90	1,03
17	1978	333	0,7	0,73	0,59	0,70
18	1979	294	0,65	0,64	0,45	0,65
19	1980	393	0,6	0,87	0,80	0,60
20	1981	454	1,54	1,01	1,02	1,54
21	1982	437	0,82	0,97	0,96	0,82
22	1983					
23	1984	355		0,78	0,67	0,67
24	1985	314		0,69	0,52	0,52
25	1986	395		0,87	0,81	0,81
26	1987					
27	1988	495		1,10	1,17	1,17
28	1989	639		1,43	1,68	1,68
29	1990	557		1,24	1,39	1,39
30	1991	500		1,11	1,19	1,19
31	1992	537		1,20	1,32	1,32
32	1993	552		1,23	1,37	1,37
33	1994	486		1,08	1,14	1,14
34	1995	649		1,46	1,72	1,72
35	1996	416		0,92	0,89	0,89
36	1997	473		1,05	1,09	1,09

п/п	Год	Расходы Валек	Расходы Талнах17	Qi '	Qi	Восстановленный ряд
37	1998	443		0,98	0,98	0,98
38	1999	375	0,84	0,83	0,74	0,84
39	2000	470	1,84	1,04	1,08	1,84
40	2001	332	0,47	0,73	0,59	0,47
41	2002	548	1,03	1,22	1,36	1,03
42	2003	550	1,29	1,23	1,36	1,29
43	2004	361	0,85	0,79	0,69	0,85
44	2005	455	1,01	1,01	1,03	1,01
45	2006	476	1,06	1,06	1,10	1,06
46	2007	516	1,09	1,15	1,24	1,09
47	2008	586	1,24	1,31	1,49	1,24
48	2009	478	1,07	1,06	1,11	1,07
49	2010	459	0,9	1,02	1,04	0,90
50	2011	557	1,02	1,24	1,39	1,02
51	2012	533	1,29	1,19	1,30	1,29
52	2013	210	0,18	0,45	0,15	0,18
53	2014	653	1,13	1,47	1,73	1,13
54	2015	498	0,93	1,11	1,18	0,93
55	2016	389	0,79	0,86	0,79	0,79
56	2017	435	0,76	0,97	0,96	0,76
57	2018	389	1,05	0,86	0,79	1,05

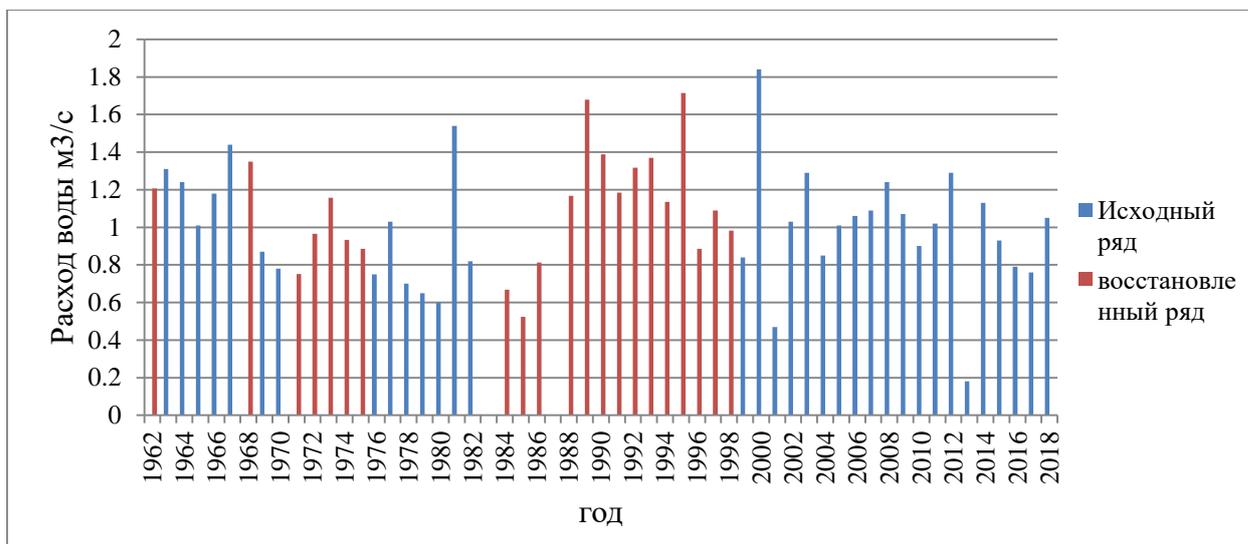


Рисунок 3.7 – хронологический график среднегодовых расходов воды расчетной реки.

4. Влияние урбанизации на водный режим рек .

4.1 Влияние урбанизации на водный режим рек Норило-Пясинской водной системы.

Урбанизация – это процесс развития городского устройства. Она характеризуется ростом территории и увеличением количества населения. Уже несколько столетий понятие используется в качестве стратегии развития стран с различными социально-экономическими показателями и строем.

Современная урбанизация- это один из самых значимых факторов глобализации всего мира. Она относится преимущественно к крупным городам, в которых проживает не менее 500 тыс. жителей.[5,20,26]

Основными стадиями урбанизации являются:

- 1) независимый рост населенных пунктов, накопление их потенциала, развитие планировочной и функциональной структуры, появление масштабных проблем;

2) Формирование ключевой формы территориальной организации – агломерации, играющей главную роль в развитии и развивающихся странах и способствующей решению проблем;

3) образование опорного каркаса, ориентирующего развитие экономики.

Современный процесс урбанизации характеризуется, прежде всего, ухудшением городской окружающей среды. Скученность населения, хаотичная застройка, устаревшая технология промышленных предприятий сильно влияющих на экологию и здоровье людей.

В Красноярском крае наблюдается отток населения из сельской местности в города, которые являются более привлекательными для проживания в силу своей развитости. Красноярский край характеризуется высоким уровнем урбанизации, доля горожан в общей численности населения составляет 77%. Городская сеть Красноярского края – это 63 поселения, среди которых 23 города и 40 поселков городского типа.[5,20,26]

В регионе нет крупных городов, с числом жителей от 250-500 тыс. чел., два – больших города (более 100 ты. чел.) один их которых это Норильск (178,1).

В Красноярском крае, в последние годы, достаточно интенсивно происходят процессы миграции сельского населения в города. [16,22]

Городские территории сегодня - место проживания 47% населения мира. В 2050 г. в городах будет жить 65% всего населения. Впечатляют темпы урбанизации в развивающихся странах- от 27 в 1975 г. до 40% в 2000 г., что в абсолютном выражении составило более 1200 млн человек. Население мира за 1972-2002 гг. увеличилось на 2,25 млрд и составляет 6,1 млрд человек. В самых населенных и экономически развитых странах города занимают уже до 10% территории, образуя мегаполисы. Площади, занимаемые некоторыми крупнейшими городами мира, достигают 1000 км² и более. Очевидно, что урбанизированные территории вряд ли могут оказывать заметное влияние на изменение количественных характеристик речного стока и водных ресурсов

больших речных бассейнов и крупных природно-экономических регионов мира. Однако речной сток средних речных бассейнов и малых водосборов может претерпевать весьма существенные изменения под влиянием урбанизации.[4,5,17,19],

Основными факторами, определяющими изменения гидрологического режима малых водных объектов на урбанизированной территории, являются:

- создание нового антропогенного ландшафта с городской и промышленной застройкой, с преобразованными водными объектами, искусственными природными комплексами и зонами отдыха;
- наличие различных водонепроницаемых или малопроницаемых участков, занятых зданиями, промышленными и хозяйственными строениями, твердыми покрытиями и дорогами, уменьшающими инфильтрацию и нарушающими естественную связь поверхностных и подземных вод;
- преобразование естественной гидрографической сети и создание дренажных и канализационных систем, способствующих быстрому сбросу дождевых и талых вод;
- вовлечение в использование на урбанизированной территории воды из-за пределов местных водосборов и из глубоких подземных горизонтов
- нарушение естественного теплового и ветрового режима, а также загрязнение воздушного бассейна, приводящих к изменению температуры воздуха, осадков и испарения;
- нарушение связи между поверхностными и подземными водами и развития депрессионных воронок подземных вод в результате их интенсивного отбора.



Рисунок 4.1 – схема влияния урбанизации на водный режим р.Пясины.

Развитие промышленности и рост городского населения оказывают весьма многообразное, комплексное влияние на водные ресурсы, гидрологический режим и особенно качество природных вод.

4.2 Неблагоприятные экологические последствия урбанизации.

Сток наносов с урбанизированных территорий обычно резко возрастает (на порядок и более) во время строительных и дорожных работ. После строительства сток наносов становится меньше, чем до застройки, в результате закрепления грунта строениями, дорожными покрытиями, парками и газонами, т. е. благодаря снижению интенсивности поверхностной эрозии.[17,19,21]

В результате сброса воды, используемой в промышленности и коммунальном хозяйстве, и ливневых стоков в городских районах, образуются крупные загрязненные водоемы. Биохимическая потребность в кислороде и общее содержание растворенных органических соединений может увеличиваться в 2—4 раза; содержание азота и фосфора возрастает в 3-10 раз; вследствие поступления промышленных и бытовых стоков увеличивается концентрация сульфатов, ионов натрия, хлора, калия, кальция; практически всегда в воде рек, протекающих через города, содержатся тяжелые металлы: медь, железо, цинк, свинец.[17]

Добыча полезных ископаемых

Проходка горных выработок, строительство шахт, бурение скважин, создание карьеров изменяют условия естественного режима подземных и поверхностных вод. Наибольшая глубина шахт в настоящее время достигает 4 км, в открытых разработок - 0,8 км. На 1 т угля в среднем откачивается 2-3 м³ воды. В районах подземных разработок уровень воды снижается в результате откачки, шахтные воды сбрасываются в поверхностные водоемы или закачиваются через скважины в другие водоносные горизонты. Качество воды поверхностных и подземных вод меняется.[17]

Одновременно трансформируется естественный сток наносов при поступлении в реки отходов горнодобывающей промышленности, что влечет за собой многократное превышение фоновых характеристик стока. В речной поток поступают мелкие фракции наносов, мутность воды увеличивается более чем на порядок. Изменяется не только сток наносов, но и увеличивается перенос вредных примесей, адсорбирующихся на глинистых частицах.[17,20]

Влияние горнорудных разработок на гидрологический режим рек связано с ухудшением фильтрационных свойств водоудерживающих пород и

характера взаимосвязи поверхностных и подземных вод, а также с изменением модулей поверхностного и подземного стока.

4.3 Ключевые проблемы речного бассейна

Для обеспечения устойчивого водопользования, охраны водных объектов, защиты от негативного воздействия вод, принятия и реализации управленческих решений по сохранению водных экосистем, обеспечивающих наибольший социальный и экономический эффект, и создания условий для эффективного взаимодействия участников водных отношений, предстоит реализовать комплексное решение ряда приведенных ниже проблем.

Проблемы экологического состояния водных объектов объединены в два блока:

- а) проблемы охраны и рационального использования водных объектов;
- б) последствия регулирования стока водных объектов.

Проблемы охраны водных объектов

Важнейшими факторами ухудшения экологического состояния водных объектов являются:

Сброс загрязняющих веществ в объеме отведения загрязненных и неочищенных вод от организованных стационарных источников промышленных, жилищно-коммунальных, сельскохозяйственных объектов и др. (основные факторы – износ очистных сооружений и сетей канализации, отсутствие и (или) недостаточность эффективно работающих очистных сооружений сточных вод, прием хозяйственно-бытовой канализацией загрязненных стоков промышленных объектов).[17]

Загрязнение подземных водоносных горизонтов в границах крупных городов и промышленных объектов, в том числе, радиоактивными

веществами. К участкам с потенциальной опасностью радиоактивного загрязнения подземных водоносных горизонтов относятся объекты подземных ядерных взрывов (ПЯВ), которые проводились на территории Красноярского края в 1970-1980 гг. в целях глубинного сейсмического зондирования земной коры для изучения структур, перспективных в отношении полезных ископаемых. На территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района проведено три камуфлетных подземных ядерных взрыва, из которых два – в бассейне р. Пясины, у оз. Лама.[17]

Отмечено ухудшение качества подземных вод продуктивных водоносных горизонтов за счет подтока загрязненных поверхностных вод на территории Талнахского и Амбарнинского месторождений подземных вод, Ергалахского водозабора.

Не соответствующая действующим требованиям эксплуатация водного транспорта на внутренних водных путях (основные факторы – сброс хозяйственно-бытовых и подсланевых вод, аварийный сброс нефтепродуктов, а также захламление водных объектов твердыми бытовыми отходами водного транспорта).

Это приводит к значительному ухудшению качества воды, что в свою очередь негативно влияет на водную флору и фауну. Особенно напряженной является экологическая обстановка в районе портов, причалов, в местах стоянки и ремонта судов.

Бесконтрольность и отсутствие оценки интенсивности антропогенной нагрузки на водные объекты и их прибрежные территории от неорганизованного отдыха на водных объектах и водоемах. В качестве стихийных зон неорганизованной рекреации используются территории второго пояса ЗСО водозабора на р. Норильская. Ухудшение качества воды озера Лама объясняется массовым выездом населения, преимущественно г. Норильска, в рекреационную зону с использованием большого количества

маломерных судов. Данный фактор является определяющим в процессе ухудшения состояния водных объектов рекреационной зоны.[17,19,20]

В бассейне р. Пясины, на территории городского округа Норильск, находится 8 шламохранилищ и хвостохранилищ, принадлежащих ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель», представляющих потенциальную опасность для окружающей среды и водных объектов. [17]

Страшная авария произошла 29 мая 2020 года на ТЭЦ-3 Норильско-Таймырской энергетической компании (НТЭК, дочерняя компания «Норникеля»). В результате разлилось более 21 тыс. т дизельного топлива: из них 6 тыс. т попало в грунт, еще 15 тыс. т — в водоемы (рисунок 4.2). Загрязненными оказались реки Амбарная и Далдыкан и почти все их притоки. Общая площадь загрязнения нефтепродуктами составила 180 тыс. кв. м. Причиной разлива топлива в НТЭК назвали проседание свай из-за таяния вечной мерзлоты. А также грунтовые воды были загрязнены в 2001, 2015, 2017 и 2019 годах, что говорит о регулярных утечках нефтепродуктов с местных предприятий.[5,15]

Нефтепродукты до сих пор попадают в воду из почвы после аварии на ТЭЦ в Норильске. работы по ликвидации последствий аварии на ТЭЦ-3 и рекультивации земель продолжаются. Для предотвращения попадания остатков дизельного топлива в водные объекты еще до начала периода паводков были организованы работы по ограничению распространения незначительных остатков нефтепродукта, которые таянием снега и паводком вымываются из почвы. [22,24,25]



Рисунок 4.2 – фото с загрязнением воды после аварии на ТЭЦ.

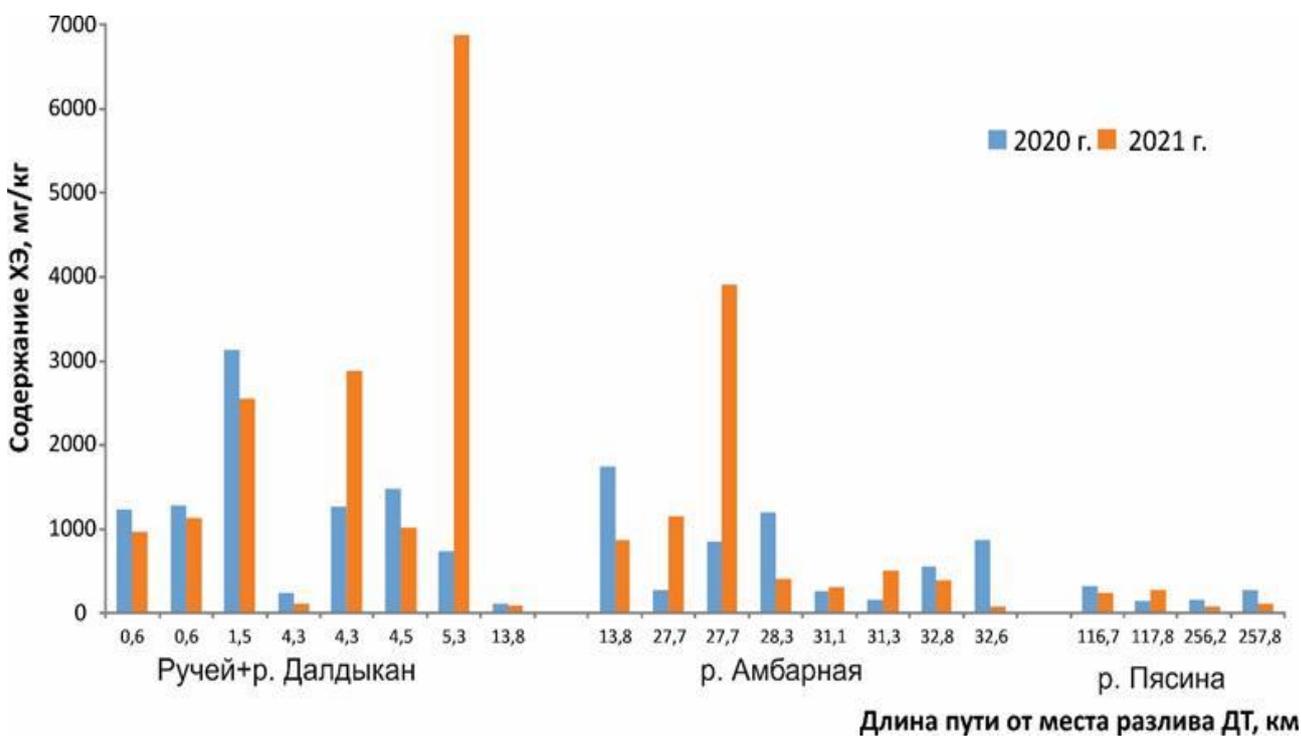


Рисунок 4.2 – химический состав рек: Далдыкан, Амбарная, Пясина на период 2020-2021 год.

Неравномерность размещения населения и хозяйствующих субъектов на территории бассейна р. Пясины – проблема использования водных объектов (с забором и отведением вод) для обеспечения населения и экономики. Максимальная численность, плотность населения, городские и другие населенные пункты в бассейне р. Пясины приходится на город Норильск. Согласно данным органов федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю (Красноярскстат) численность населения в границах бассейна р. Пясины составляет 184124 человек.[17,21]

Таблица 4.1 – Основные показатели численности населения Красноярского края на территории бассейна р.Пясины.

№ п/ п	Показатель	Ед.из м.	Динамика по годам				Прогнозные показатели по этапам СКИОВО			
			2006	2007	2008	2010	2015 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.
Красноярский край										
1	Численность населения	тыс.ч ел.	2906,2	2893,7	204,55	202,4	187,37	172,2	170	170,8
2	Занимаемая территория	тыс.к м ²	2339,7	2339,7	212,28	212,2	212,28	212,2	212	212,2

На территории бассейна р. Пясины население распределено крайне неравномерно. Основная его часть сосредоточена на территории города Норильска.[17]

Таблица 4.2 – численность населения города Норильск на период 2005-2022 год.

№	Годы	Количество жителей Норильска
1	2005	131 900
2	2006	213 200
3	2007	209 000
4	2008	206 000

№	Годы	Количество жителей Норильска
5	2009	203 930
6	2010	175 365
7	2011	175 400
8	2012	177 273
9	2013	177 738
10	2014	176 559
11	2015	176 251
12	2016	177 428
13	2017	178 018
14	2018	179 554
15	2019	180 976
16	2020	181 830
17	2021	182 701
18	2022	184 124

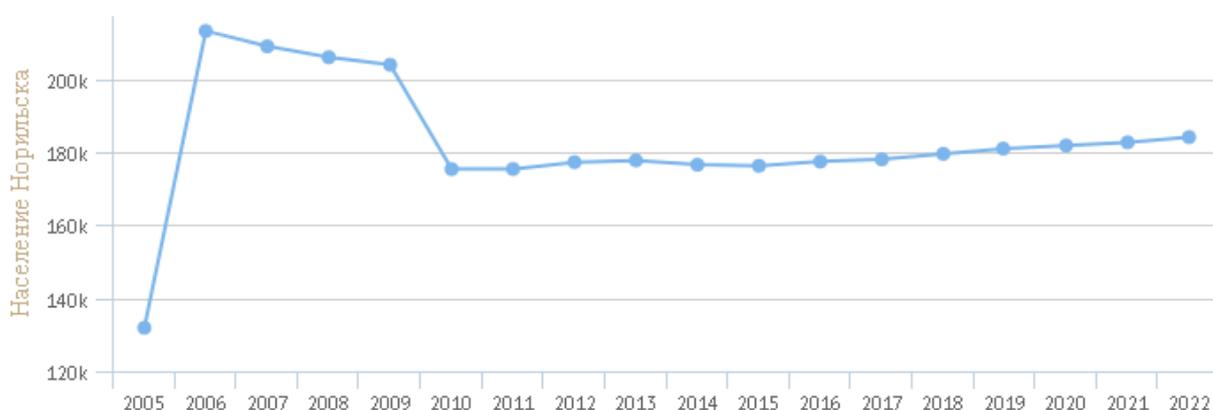


Рисунок 4.3 – график численности населения с 2005 по 2022 год.

Северные территории чрезвычайно уязвимы, а самоочищение водных объектов происходит в 8-10 раз медленнее, чем в умеренных широтах.

В связи с этим, даже незначительное антропогенное вмешательство в природу северных районов может привести к необратимым последствиям, а на территории городского округа Норильск с 2005 по 2010 год интенсивность антропогенной нагрузки на водные объекты в результате забора природных и

сброса сточных вод уже является высокой. Мы можем наблюдать с 2005 года увеличение численности населения до настоящего времени. Далее мы можем лишь спрогнозировать рост населения. Предполагается, что с ростом населения, будет увеличиваться забор и сброс вод в связи с тем, что будут строиться новые заводы, водохранилища, ГЭС, что приведет к значительным изменениям стока воды.[17]

Заключение

Люди каждый день используют водные ресурсы. Важнейшей движущей силой сохранения водных ресурсов и связанных с ними водных и наземных экосистем должно стать разумное управление этими ресурсами и охрана вод в процессе их использования.

В результате исследований влияния урбанизации на водный режим Норило-Пясинской водной системы установлено следующее:

1. На урбанизированных территориях загрязняются водотоки преимущественно хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами, что приводит к увеличению концентрации загрязняющих веществ.
2. Ливневые воды и талые воды вносят большой вклад в загрязнение городских водотоков.
3. Загрязнение подземных водоносных горизонтов в границах крупных городов и промышленных объектов, в том числе, радиоактивными веществами. Также отмечено ухудшение качества подземных вод продуктивных водоносных горизонтов за счет подтока загрязненных поверхностных вод на территории Талнахского и Амбарнинского месторождений подземных вод, Ергалахского водозабора.

С целью сохранения водных ресурсов и в дальнейшем увеличения урбанизированных территорий нужно принять комплекс мер по улучшению качества воды, отвода загрязненных вод в систему городской канализации,

изоляции реконструируемых водоемов от городских стоков, которые поступают в их водосбор.

Разработка и реализация мероприятий, которые улучшают экологическое состояние реки.

При планировании инженерных сооружений проводить оценку возможности загрязнения водотоков от возможных аварий, разливов топлива и нефти.[20]

Водные ресурсы являются возобновляемым природным ресурсом, но это свойство возобновления не безгранично и в большинстве случаев почти отсутствует. Любое антропогенное воздействие неизбежно влечет за собой негативные последствия. Однако они должны быть сведены к минимуму и компенсированы.[20]

Литература

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1963-2018 – Том 7 Выпуск 0,1,5-8 Бассейн Карского моря .
2. Методические указания по дисциплине «Гидрологические расчеты», часть 1. – СПб.: изд. РГГМУ 2012, Сикан А.В., доц., РГГМУ.
3. Водно-болотные угодия России. Дельта реки Пясины. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [/fesk.ru/wetlands](http://fesk.ru/wetlands).
4. Электронная библиотека диссертаций. Анализ многолетней изменчивости водных ресурсов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.диссеркэт.com/анализ/многолетней/изменчивости/водных/ресурсов>.
5. Электронная библиотека СФУ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/>
6. Действующие метеорологические станции сети Росгидромета. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://portal.esimo.ru/>
- 9 Метеорологические данные. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [/aisori-m.meteo.ru/](http://aisori-m.meteo.ru/)
- 10 Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://meteo.ru/>
- 11 погода и климат прогнозы по городам. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php>
- 12 Архив погоды. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rp5.ru/>

- 13 Большая российская энциклопедия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bigenc.ru/geography/text/>
- 14 Справочник – Экология. Влияние хозяйственной деятельности на сток. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru-ecology.info/post/>
- 15 Общие сведения и история Норильска. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nesiditsa.ru/city/norilsk>.
- 16 Города России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://города-россии.рф/>
- 17 РОСВОДРЕСУРСЫ Енисейское БВУ. Информация о схемах комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) и нормативах допустимого воздействия (НВД) на водные объекты. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://enbv.ru/i03_deyatelnost/i03.13_skiovo.php
- 18 Гидрология рек. Антропогенные изменения речного стока. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studme.org/168669/geografiya/>
19. Оценка современного состояния качества вод Норильского промышленного района. [Электронный ресурс] – Режим доступа: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН. <https://ДИПЛОМ/Норило-Пясинской/Арктика/>
20. Многолетняя изменчивость годового стока воды и химических веществ Норило-Пясинской водной системы в условиях антропогенного воздействия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/analiz-mnogoletnei-izmenchivosti-vodnykh-resursov-norilo-pyasinskoi-ozerno-rechnoi-sistemy-v>
21. Экологические проблемы и устойчивое развитие регионов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://kpfu.ru/portal/docs/Ekologicheskie.problemy.i.ustojchivoe.razvitie.regionov>
22. Википедия Норильск (городской округ) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

23. Википедия озера Пясино [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://megapedia.wiki/wiki/>
24. Экологические проблемы арктики. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arctic.narfu.ru/spisok-literatury/ekologiya/ekologicheskie-problemy-arktiki>
25. Научный журнал. Успехи современного естествознания. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view/>-Статья.
26. Википедия. Урбанизация. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.