



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 Освоение малых рек Дальнего Востока  
и изучение их гидрологического режима

Исполнитель Петров Кирилл Витальевич  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физ.-мат. наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Саноцкая Надежда Александровна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

(подпись)

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

Медвед Д.И.  
(фамилия, имя, отчество)

«15» 06 2023г.

Санкт-Петербург  
2023

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Физико-географическое описание района.....	5
1.1. Рельеф.....	5
1.2. Геологические условия.....	10
1.3. Почвы и растительность. Многолетняя мерзлота.....	13
1.4. Климатическая характеристика.....	18
1.4.1. Температура воздуха.....	18
1.4.2. Осадки.....	19
1.4.3. Влажность.....	21
1.4.4. Ветер.....	22
1.4.5. Атмосферные явления.....	23
1.4.6. Опасные гидрологические явления.....	24
Глава 2. Гидрологическая характеристика исследуемых рек района.....	26
2.1. Гидрометеорологическая изученность.....	26
2.2. Водный режим.....	27
2.2.1. Анализ изменчивости среднегодовых расходов воды.....	27
2.2.2. Внутригодовое распределение стока.....	29
2.2.3. Максимальный сток.....	43
2.2.4. Минимальный сток.....	50
2.3. Уровенный режим.....	55
2.4. Ледовый режим.....	57
2.5. Твердый сток.....	59
2.6. Рекомендации по освоению малых рек и изучению их водного режима.....	62
Заключение.....	64
Список использованных источников.....	66
Приложение 1. Среднемесячные, максимальные и минимальные расходы воды на реках Уптар, Каменушка и Дукча.....	68
Приложение 2. Среднемесячные, максимальные и минимальные уровни воды на реках Уптар, Каменушка и Дукча.....	77
Приложение 3. Зимняя и летне-осенняя межень на реках Уптар, Каменушка и Дукча.....	86
Приложение 4. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гаммараспределения ( $C_v$ ) и ( $C_s$ ).....	89

## Введение

Актуальность исследования обусловлена тем, что малые реки являются наиболее распространенным элементом гидрографической сети Российской Федерации. Охватывая огромные территории, малые реки интенсивно вовлечены в хозяйственную деятельность, как источники водных ресурсов и приемники сточных вод, а на их водосборной площади проживает значительная часть населения страны. Следовательно, малые реки Дальнего Востока являются важным ресурсом для развития экономики и социальной сферы региона. Однако их освоение сопряжено с рядом проблем, связанных с изменением гидрологического режима и экологической обстановкой.

Главная цель исследования – изучить гидрологический режим малых рек дальнего востока на примере рек Уптар, Каменушка, Дукча, и разработать рекомендации по их освоению.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать информацию о физико-географическом положении района расчетных рек, а также о его климатических условиях.
2. Проанализировать информацию о гидрометеорологической изученности расчетных рек.
3. Произвести расчет основных характеристик гидрологического режима.
4. Разработать рекомендации по освоению малых рек и изучению их водного режима.

В первой главе выпускной квалификационной работы проанализировано физико-географическое описание района расчетных рек с точки зрения рельефа, геологических условий, почвы и растительности, многолетней мерзлоты, а также климатических характеристик (температура воздуха, осадки, влажность и т. д.).

Во второй главе рассмотрены основные гидрологические характеристики исследуемых рек района. Рассчитаны и проанализированы водный режим,

уровенный режим, ледовый режим и характеристики твердого стока. В результате чего разработаны рекомендации по освоению малых рек и изучению их водного режима.

## **Глава 1. Физико-географическое описание района**

### **1.1. Рельеф**

Рельеф территории отличается сложностью форм и большим разнообразием. Высокогорье сменяется плавно очерченным низкогорьем, граничащим с волнообразно расчлененными плато и открытыми заболоченными низменностями. Отчетливо выделяются четыре основных орографических элемента: два горных – Яно-Чукотская горная страна и Корякско-Камчатская горная страна и два низменных – Восточно-Сибирская низина и Анадыро-Пенжинская низина.

Яно-Чукотская горная страна является частью громадного горного поднятия Евразийского горного пояса. Она ограничена с севера Восточно-Сибирской, а с востока и юго-востока Анадыро-Пенжинской низиной, на юге – Охотским морем и на западе Лено-Алданской низменностью и включает в себя весьма разнородные орографические элементы: высокие альпийские горные цепи, обширные нагорья, вулканические плоскогорья, внутренние депрессии и т. п.

Наиболее приподнятая часть расположена в пределах Якутской АССР. Здесь в верховье р. Индигирки в горной системе Черского находятся наивысшие точки Северо-Востока России – гора Победа, достигающая 3 147 м абс. и в 2,5 км севернее ее вершина с высотой 3 075 м абс. Основные орографические линии этой части Яно-Чукотской горной страны имеют северо-западное направление и, пересекая вкрест простираения основных водоразделов, связывают верховья рек Колыма, Индигирка и Яна в одно орографическое целое.

Максимальные и средние высоты, как высокогорных сооружений, так и заключенных между ними низкогорий заметно уменьшаются в бассейне р. Колымы. Той же закономерности подчинены высоты наиболее крупного горного сооружения этой страны – Лено-Чаунской горной дуги, опоясывающей от них истоки р. Анадыря. Восточнее истоков р. Кулу Лено-Чаунская дуга

снижается и теряет ту четкую монолитность, которая характерна для западной ее части, находящееся вне пределов описываемой территории. На фоне низкогорной или среднегорной страны – возвышаются только отдельные более высокие гряды такие, как Момолтыкич, Джол-Урэкчан, Хасынская, Билибина и др.

Из горных сооружений, входящих в состав восточной части Лено-Чаунской дуги, следует упомянуть Килганский массив и в истоках р. Килганы в Туманский хребет, протянувшийся в северо-восточном направлении, с резкими альпийскими формами. Ось Туманского хребта продолжают короткие хребты, достигающие 1 900 м абс., вытянутые до истоков р. Омолона, где высоты падают до 1 300 м, и гряды, увеличиваясь в числе, кулисообразно тянутся к истокам р. Моланджи. В ее верховьях они снова повышаются до 1 400–1 700 м.

В истоках рек Еропола, Яблоня, Большого Анюя и Малого Анюя высоты достигают 1 400–1 500 м. и горные гряды дуги доходят до Илирнейского горного массива, водораздела рек Малого Анюя и Чауна, и обрываются у Чаунской низменности. Этот массив является северо-восточным концом Лено-Чаунской дуги.

Стык двух крупнейших орографических элементов Лено-Чаунской дуги и Колымо-Алазейской дуги происходит на водоразделе двух океанов. Здесь восточная часть гряды Билибина близко подходит к южному концу Майманджинского хребта, образуя с ним почти прямой угол. Восточнее места встречи Колымо-Алазейской и Лено-Чаунской дуги от последней вглубь страны отходит длинный, но не высокий Омчикчанский хребет, разделяющий бассейны рек Сугоя и Балыгычана и доходящий почти до впадения их в р. Колыму. Еще восточнее высокий альпийский хребет разделяет бассейны рек Сугоя и Коркодона, заканчиваясь также недалеко от р. Колымы горной группой Уямкан. Хребет носит название Коркодонский.

Еще далее на северо-восток отходит гряда Конгинская. Следующий отроггряда Уш-Урэкчан – расположен широтно вдоль водораздела рек Омолона и Олоя до устья р. Олоя и продолжается на запад Березовским кряжем.

Крупная горная гряда – Южно-Анюйский хребет между бассейнами рек Большого Анюя и Малого Анюя – представляет полосу разобщенных массивов, не образующих единого горного хребта.

Все отроги Лено-Чаунской дуги по мере приближения к р. Колыме теряют высоту и подходят к долине реки в виде невысоких кряжей.

Второе крупное горное сооружение Яно-Чукотской горной страны – Колымо-Алазейская дуга – заходит на территорию южной оконечности системы Черского, представленной цепью Обручева и цепью Билибина, разделенными Момо-Сеймчанской депрессией. Цепи тянутся в юго-восточном направлении.

Хребты цепи Обручева характерны резкими альпийскими формами. На описываемую территорию выходит своей южной оконечностью самый высокий хребет Северо-Востока – Улахан-Чистайский. Южнее его находятся хребты Ачмоланский, Оханджа, Чьорго (высота 2 000 м), Негая. От хребта Чьорго ось цепи Обручева идет к юго-восток. Здесь возвышаются хребты Малый и Большой Анначак, хребет Больших порогов, Бохачинские горы с высотами до 1 900 м и Майманджинский хребет, пересекающий Охотско-Колымский водораздел.

Момо-Сеймчанская депрессия, протягивающаяся вдоль длинной оси системы Черского, включает в себя впадины: Момо-Селенняхскую, простирающуюся до бассейна р. Инаньи, Верхнесударскую, Тасканскую и Сеймчано-Буюндинскую, пересекающую р. Колыму, обрамляющую низовье р. Буюнды и вмещающую в себя всю часть долины р. Балыгычана. Рельеф впадин холмистый, а зачастую и равнинный с небольшими высотами (200–600 м).

Цепь Билибина начинается у р. Колымы невысокой грядой Полярной и продолжается далее на северо-запад в виде неширокого ряда резких выделяющихся хребтов и гряд: гряда Элекчан, гряда Чербыньнская, гряда Козловой, хребет Арга-Тас, затем суровый альпийский хребет Гарымычай и др.

Соединение горной системы Черского с хребтом Сунтар-Ханта (и тем самым с Нижне-Ленской системой) осуществляется цепью Матюшкина, южной частью которой является Халканский хребет (отрог хребта Сунтар-Хаята), отделенный небольшим понижением от хребта Сарычева, по южной оконечности которого проходит граница Магаданской области.

Территория между Чаунской низменностью, берегом Восточно-Сибирского моря, Беринговым проливом и Анадырским плоскогорьем носит название Чукотского нагорья, представляет собой низкогорье с высотами 400–800 м, на фоне которого возвышаются горные группы высотой 900–1 200 м. Орографическим центром всего нагорья является Амгуемо-Куветский массив, с высотами до 1 800 м. Хребет Искатель, отделенный от него большим полем низкогорья и широкой депрессией р. Амгуемы, едва достигает 1 600 м. Восточнее этого хребта весь Чукотский полуостров занят низкогорьем.

Близ берега Охотского моря расположена Ямско-Тауйская депрессия, включающая почти весь бассейн р. Таун и простирающаяся до Ямской губы и залива Перевалочного. Ширина впадины на западе 70–80 км, на востоке 40–45 км.

Корякское нагорье является частью Корякско-Камчатской горной страны и представляет собой изолированное от Яно-Чукотской горной страны поднятие. Нагорье с двух сторон – с севера и запада – ограничено низинами, с юга – низменным коридором, с востока омывается водами Берингова моря.

В центре нагорья возвышается высокий компактный и почти изометрический горный массив – Центрально-Корякский.

Из горных гряд и кряжей нагорья можно назвать невысокую, отходящую от западной части массива Южно-Майнскую горную гряду с высотами



до 2 145 м абс. Ваежский кряж и Койнереланский кряж, изолированный от отрогов Центрально-Корякского массива. Сравнительно крупный горный массив – Майна-Пылгинский – в истоках рек Ныгчеквэма и Ваамочки. На севере он достигает 1 651 м абс. высоты.

В пределах Корякского нагорья множество обширных, сложноочерченных глубоких впадин: Верхне-Хатырская впадина севернее Центрально-Корякского массива (днище впадины поднято всего лишь на 150–300 м над уровнем моря), впадина Березовская, Рытгиль и, наконец, Нижне-Хатырская, тянущаяся вдоль берега Берингова моря от селения Хатырка до лагуны Пекульней.

Восточно-Сибирская низина с запада, юга и востока ограничена горами Яно-Чукотской горной страны, а с севера – Восточно-Сибирским морем. В пределах рассматриваемой территории она делится на Колымскую и Чаунскую низменности.

Колымская низменность отделена от Индигирской Алазейским плоскогорьем. Она занимает левобережье р. Колымы и в низовьях ее узкой полосой по берегу Восточно-Сибирского моря соединяется с Чаунской низменностью, расположенной к югу от Чаунской губы.

Длина Чаунской низменности около 200 км, ширина около 100 км. Самые высокие места ее превышают уровень моря не более чем на 200 м.

Колымская низменность, как и вся низменная страна, изобилует озерами, многие из которых имеют десятки километров в поперечнике, и болотистыми котловинами.

Анадырско-Пенжинская низина простирается на 900 км от Анадырского залива и залива Креста до северных берегов Пенжинской губы. На севере ширина ее около 250 км. Большая часть площади представлена низменностью, на которой имеется значительное число островных горных групп и областей.

На рассматриваемую территорию Анадырско-Пенжинская низина простирается своей северной частью – Нижне-Анадырской низменностью, отделенной от южной части водоразделом рек Майны и Пенжины.

В бассейне р. Анадыря между долинами рек Великой и Березовой в северо-восточном направлении вытягивается кряж Рарыткин, имеющий длину 250 км, ширину около 50 км и высоту до 1 200 м.

С севера между притоками р. Анадыря – реками Белой и Танюрером – в низменность вклинивается узкая гряда Пекульней длиной около 250 км, шириной 30–60 км и высотой до 1 500 м.

В наиболее пониженной восточной части Нижне-Анадырской низменности находится множество озер [1].

## **1.2. Геологические условия**

Геологическую историю Северо-Востока рассматривают как формирование единого комплекса, возникшего в результате развития геосинклинали, завершающим этапом которой были тектонические движения третичного периода.

На территории различают две основные складчатые области: Верхояно-Чукотскую и Корякско-Камчатскую.

Главнейшими элементами Верхояно-Чукотской складчатой области являются Яно-Колымская и Чукотская складчатые зоны, Колымский и Омолонский массивы.

Яно-Колымская складчатая зона занимает верхнюю и среднюю правобережную части Колымского бассейна, является самой крупной структурой Верхояно-Чукотской складчатой области; сложена морскими осадками пермского, триасового и юрского возраста; собрана в складки в верхнеюрское и нижнемеловое время. Литологический состав пород представлен песчаниками среднезернистыми, мелкозернистыми,

тонкозернистыми, песчано-глинистыми сланцами. В южной и юго-восточной частях зоны много эффузивов и их туфов.

Чукотская складчатая зона простирается от низовьев бассейна р. Анюя, занимая побережье Восточно-Сибирского и Чукотского морей, а также Чукотской полуостров, сложена она породами Верхоянского комплекса и мелового возраста. Общая мощность их порядка 10 км. Дислоцированность складок невелика, разрывы наблюдаются только вблизи контакта с массивами древних интрузивных пород.

Литологический состав пород представлен глинистыми сланцами и песчаниками, в меньшей мере – известняками. Прослойки известняков встречаются в северо-восточной части полуострова в толщах кристаллических сланцев.

Колымский массив занимает левобережье среднего и нижнего течения р. Колымы, состоит из нескольких антиклинорий, окружающих опущенную внутреннюю часть. Крайние антиклинории сложены породами нижнепалеозойского, среднепалеозойского и протерозойского возрастов. Комплекс пород, слагающий антиклинории, сильно дислоцирован, разбит трещинами. Мощность отложений, состоящих из сланцев, алевритов и песчаников, достигает 10 км, в восточной части массива она значительно уменьшается. В юго-восточной части массива в бассейнах рек Зырянки, Россохи и Поповки в пермских отложениях довольно широко представлены известняки.

В Зырянской и Момской впадинах развиты лагуно-континентальные угленосные отложения верхнеюрского и нижнемелового возрастов, состоящие из песчаников и сланцев, мощность их до 5 км. К нижнетретичным отложениям относятся слабо сисментированные песчано – галечные отложения, глины и бурые угли; мощность этой толщи 150 м.

Омолонский массив расположен в верховьях рек Коркодона и Омолона, сложен породами архейского и протерозойского возраста, На поверхность выходят породы архен гнейсы, кристаллические сланцы. На древнем палеозое залегают толщи эффузивов девона, выше идут отложения карбона и перми. Осадочная толща, состоящая из отложений верхнего палеозоя и нижнего мезозоя, сравнительно малой мощности. Известняки распространены в отложениях пермского возраста, где встречаются эффузивы и туфы. На южной стороне массива встречаются темные углистые и углисто – глинистые сланцы. Интрузивные породы, представленные гранитоидами, образуют шток, щелочные породы залегают пластовыми интрузиями. Омолонский массив раздроблен на ряд блоков и впадин, древние породы архея и протерозоя интенсивно дислоцированы.

Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, обрамляющий с южной стороны Яно-Колымскую складчатую зону, сложен разнообразного состава эффузивами и их туфами мелового и палеогенового времени. Интрузивы образуют крупные тела и многочисленные дайки гранодиоритового и диоритового состава, секущие меловую толщу эффузивов.

Камчатско-Корякская складчатая область в пределы описываемой территории входит только северной своей частью и ограничена с юга Центральным Корякским массивом. Сложена толщами пород мелового и третичного возрастов, собранными в крупные складки и разбитыми многочисленными крупными разломами. Меловые отложения представлены песчаником, сланцами, алевритами, в незначительной мере туфами и эффузивами. Мощность меловых отложений 5 км. Крупные синклинали структуры сложены преимущественно третичными отложениями, состоящими из песчаников, алевритов, сланцев, туфов и эффузивов. Мощность третичных отложений постепенно возрастает от 7 км в западной части до 11 км в восточной. Четвертичные породы, представленные базальтами, слагают крупные синклинали структуры центральной части области[1].

### **1.3. Почвы и растительность. Многолетняя мерзлота**

Почвы описываемой территории относятся к Восточно-Сибирской континентальной фации. Для нее характерно широкое развитие криогенных явлений, но и с неглубокой многолетней мерзлотой. Подзолообразовательный процесс развивается здесь слабо; происходит ожелезнение почвенной толщи и обогащение ее сульфатами железа.

Специфическими почвами являются мерзлотно-таежные светлоземы, горнотаежные ржавоземы, железистые и железисто-гумусовые подзолы, горно-тундровые, горно-тундровые глееватые и тундровые глеевые, а также различные болотные почвы.

Горный рельеф нарушает широтную зональность распределения почв, уступая место высотной поясности.

Горным массивам тундровой зоны – Чукотскому нагорью, Корякской и Анадырской горным группам, большей части гор бассейна р. Колымы и ряду более мелких горных сооружений этой области – свойственен наиболее простой тип высотной поясности. Здесь почвенный покров представлен горно-тундровыми почвами, весьма примитивными, среди которых можно выделить горно-тундровые глееватые почвы собственного горных тундр и горно-тундровые торфянисто-перегнойные почвы, приуроченные к стелющимся лесам из кедрового стланика и ольховника.

В пределах гор таежной зоны выделяются два высотных пояса – пояс горно-таежных и пояс горно-тундровых почв. На равнинах в большинстве случаев не удастся наблюдать переходов между почвенными зонами, так как относительно наибольшие участки равнин разделены обычно горными массивами.

Почвообразующие породы тундр отличаются разнообразием генезиса и механического состава от песков до глин. Весьма широко распространены

каменисто-щебенистые почвообразующие породы элювий и делювий коренных пород, морены, галечники и т. д.

Горные тундровые почвы отличаются от равнинных щебенистостью и меньшей мощностью почвенного профиля. В результате процессов морозного выветривания на канистых грунтах образуются «структурные» почвы – каменные кольца и сети, каменные полосы и т. д.

В горах весьма сильное влияние на почвообразование оказывает экспозиция склонов.

Площади сельскохозяйственных угодий составляют здесь очень небольшой процент от общей площади земель. Для сельского хозяйства используются луговые дерновые почвы пойм и надпойменных террас в крупных речных долинах: Тауйской, Ольской, Тасканской, Сеймчанской и Берелехской.

Растительный покров. В распределении типов растительности имеются ясно выраженная зоональность. Выделяются четыре геоботанических зон:

1. Зона тундр охватывает обширное побережье полярных морей и северо-восточную часть суши, прилегающую к Берингову морю. Южная граница зоны проходит по Раучуанской гряде, огибает верховья р. Белой, затем, продолжаясь по хребту Пекульней, пересекает р. Анадырь и подходит к берегу моря почти у мыса Наварина.

2. Лесотундровая зона с преобладанием кедрового стланика. В эту зону входит бассейн р. Анадыря без района его верхнего течения. На Охотском побережье лесотундровая зона узкой полосой следует на юго-запад вдоль моря, охватывая часть полуострова Пьягина.

3. Подзона предтундровых редколесий зоны светлохвойных лесов. В нее входят бассейны Колымы, Омолона, Большого Анюя, Малого Анюя, рек Охотского побережья и верховья р. Анадыря. Преобладают в этой зоне листовичные редкостойные леса.

4. Зона арктических пустынь занимает верхние пределы горных хребтов и возвышенностей.

Подзона предтундровых редколесий зоны светлохвойных лесов представлена светлохвойными лиственничными лесами, произрастающими по речным долинам и горным склонам. В поймах, по островам и берегам рек лиственничники вместе с тополем душистым и чозенией образуют густые высокоствольные древостои, особенно по р. Колыме и ее притокам – реками Балыгычану, Буюнде, Таскану, Сугою, Коркодону, Шаманихе и др. На Охотском побережье среди горных лиственничных редколесий встречаются «парковые» рощи березы шерстистой.

На северо-востоке зоны распространение лиственничников носит островной характер, но разрывы между островами незначительны.

Высотная поясность выражена четко. Первый пояс начиная от пойм рек вверх по горным склонам составляют лиственничные редколесья с преобладанием в напочвенном покрове лишайников и лишь в горных лиственничниках Охотского побережья к западу от р. Ямы в напочвенном покрове господствующее положение занимают зеленые мхи. За лиственничниками лежит подгольцовый пояс кедрового стланика, выше – пояс горнолишайниковых и полигональных тундр и, наконец, пояс каменистой пустыни. Граница того ил иного пояса растительности сильно извилистые. Они вдаются то в выше, то в нижележащий пояс. Лиственничные леса поднимаются по горным склонам в среднем до 600 м и максимально до 900 м. Подгольцовый пояс стелющихся темнохвойных лесов из кедрового стланика поднимается на высоту более 1 200 м над уровнем моря. Верхние границы всех поясов в различных частях зоны постепенно снижаются в направлении с юго-запада на северо-восток. Пояс лиственничников в верховьях р. Анадыря снижается до 150–200 м над уровнем моря и затем совсем выклинивается, а подгольцовая растительность спускается с гор в равнины.

Зона арктических пустынь характерна отсутствием почв, поэтому растительности тоже нет, и в некоторых местах скопления мелкозема, по трещинам и углублениям между обломками камней имеются ничтожно малые по величине (2–5 см) представители высших цветковых растений. Местами встречаются пятна, расцвеченные корковыми и накипными лишайниками.

Многолетняя мерзлота. Вся рассматриваемая территория расположена в зоне многолетней мерзлоты и лишь только на Охотском побережье встречаются острова талых грунтов.

По степени пространственной сплошности, мощности и преобладающими температурных в слое с нулевыми годовым амплитудами колебания температур выделяется пять районов многолетней мерзлоты.

Район 1 островного – распространения многолетней мерзлоты охватывает часть Охотского побережья южнее линии Ямск – Хасын – Арка.

Острова и мелкие линзы, а также переделки мерзлоты залегают на различной глубине, нередко сливаясь со слоем зимнего промерзания. Мощность мерзлоты не превышает 20–30 м и только в отдельных случаях достигает 50–70 м. Под дном речных долин и другими пониженными участками она отсутствует. По мере удаления от моря мощность многолетней мерзлоты возрастает, а сквозные талики занимают все меньшую площадь, но под поймами рек и другими депрессиями она и здесь, как правило, отсутствует. В этом районе мерзлоты деградирует.

Район 2 охватывает значительную площадь параллельно побережью Охотского моря до Пенжинской губы, занимая часть Анадырско-Пенжинской депрессии и большую часть Корякского нагорья. Предположительно к этому району отнесен Чукотский полуостров.

Район является переходным от области островной к области массивной многолетней мерзлоты, которая прерывается сквозными таликами в долинах рек и под озерами. Деятельный слой достигает значительной величины. Зимние ресурсы надмерзлотных вод здесь достаточно велики, подмерзлотные имеют



достаточно устойчивые обширные площадь питания и нередко появляются на дневной поверхности устойчивыми восходящими источниками. Вблизи побережья залива Шелихова отмечена целая группа горячих минеральных источников.

Район 3 простирается далее на север, захватывает бассейн верхнего течения р. Колымы, все правобережье среднего ее течения, Чукотского нагорья и левобережье р. Анадыря.

Сквозные талики приурочены здесь только к крупным непромерзающим рекам и озерам, а также к участникам питания или выхода подмерзлотных вод. Встречаются и выхода горячих вод. Замкнутые непромерзающие талики прослеживаются под озерами и во всех долинах средних, а иногда и малых рек. Глубина оттаивания грунтов при благоприятных условиях достигает 3–4 м. В силу этого ресурсы надмерзлотных вод в долинных таликах в зимнее время весьма значительны. В долинах рек повсеместно встречаются восходящие источники подмерзлотных вод, приуроченные к зонам разрывных нарушений.

Район 4 включает наиболее высокогорную континентальную часть рассматриваемой территории с цепями Билибина и Обручева.

Район характеризуется почти сплошным распространением многолетней мерзлоты. Сквозные талики здесь имеют меньшее распространение, чем в районе 3, встречаются под наиболее крупными озерами и реками, ширина которых в межень превышает 300–400 м.

Район 5 занимает левобережье среднего и нижнего течения р. Колымы и низменности, примыкающие к Восточно-Сибирскому и Чукотскому морям.

Мерзлота здесь распространена повсеместно, но мощность ее меньше, чем в районе 4. Источники подмерзлотных вод не отмечены, широко распространены толщи погребенных льдов. Низменности покрыты бесчисленным множеством озер, имеющих нередко десятки километров в поперечнике. Значительная часть малых и средних озер имеет термокарстовые происхождения. Многолетнемерзлая толща характеризуется наличием

множества надмерзлотных и сквозных подозерных таликов. Талики распространены также и под руслом р. Колымы [1].

#### **1.4. Климатическая характеристика**

Типичными для Магаданской области являются муссоны. Зимой, вследствие сильного выхолаживания, над сушей образуется антициклон с малооблачной погодой и низкими температурами; над Охотским морем располагается область низкого давления, циклоны с более теплыми воздушными массами. Такое расположение барических образований обуславливает устойчивое перемещение холодных масс воздуха с суши на море – зимний муссон. Летом над нагретой сушей устанавливается низкое давление, а над морем – высокое, что обуславливает воздушные потоки, направленные с моря на сушу, – летний муссон [1].

##### **1.4.1. Температура воздуха**

Средняя годовая температура воздуха в районе изысканий ниже нуля. Устойчивый переход средних суточных температур воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  в период подъема температуры происходит, в среднем, во второй декаде мая (09. 05), период падения – в третьей декаде сентября (24. 09). Средняя продолжительность периода с положительными температурами воздуха составляет 130–138 дней, с отрицательными – 227–235 дней. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 54 дня, в 50% лет безморозный период составляет менее 30 суток или отсутствует совсем. Наиболее холодным является январь, средняя месячная температура воздуха которого достигает  $-37,7^{\circ}\text{C}$ , самым теплым – июль ( $14,1^{\circ}\text{C}$ ) В наиболее холодный день температура воздуха снижается до  $-58,1^{\circ}\text{C}$  (средний из абсолютных минимумов) (табл. 1). Абсолютный минимум температуры воздуха составляет  $-61^{\circ}\text{C}$ , абсолютный максимум –  $33^{\circ}\text{C}$  [1].

Таблица 1 – климатические параметры

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С												
-37,7	-33,6	-24,7	-11,9	2,6	11,9	14,1	10,4	2,5	-13,5	-29,6	-37,7	-12,3
Средняя минимальная температура самого холодного месяца							Абсолютный минимум температуры воздуха					
-41			январь				-61			январь		
Средняя максимальная температура самого жаркого месяца							Абсолютный максимум температуры воздуха					
21,4			июль				33,0			июль		
Климатические параметры по м/с Кулу												
Температура наиболее холодных суток обеспеченностью	Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью		Дата перехода средней суточной температуры через			Продолжительность периода (сут.) и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха						
0,98	0,98	0,92	-5°С	0°С	8°С	≤ 0°С		≤ 8°С				
-59,4	-57,7	-53,8	03.	09.	26.05	сутки	°С	сутки	°С			
			05	05		19.08	231	-25,5	277	-18,7		
01.			24.									
10			09									
Средняя месячная относительная влажность воздуха самого холодного месяца, %							Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %					
75							68					

#### 1.4.2. Осадки

Осадки в течение всего года определяются циклонической деятельностью, внутримассовые осадки, обусловленные сильным прогревом, вносят незначительный вклад в годовую сумму. Период с жидкими осадками в среднем приходится на май-сентябрь, с твердыми осадками – на октябрь–апрель. В годовом ходе минимальное количество осадков наблюдается в феврале-апреле, наибольшее количество осадков – в июне–сентябре.

Таблица 2 – среднее месячное и годовое количество осадков (мм)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодный период I-IV, X-XII	Теплый период V-IX	Год
11,8	11,2	11,3	11,8	19,1	50,4	57,5	75,9	42,7	27,8	21,5	13,1	108,5	245,6	354,1

Изменчивость месячных сумм осадков из года в год довольно велика, особенно в теплый период. При большой изменчивости количества выпадающих осадков из года в год дополнительной характеристикой средних месячных сумм осадков являются суммы их различной обеспеченности. Месячные и годовые суммы осадков различной обеспеченности на

рассматриваемой территории колеблются в больших пределах (табл. 3). Число дней с различными градациями осадков показано в табл. 4.

Суточный максимум осадков составляет: 1% обеспеченности – 54,7 мм, 2% – 49,8 мм, 5% – 43,4 мм, 10% – 38,2 мм, 20% – 32,7мм, 50% – 24,8 мм, 63% – 18 мм, 95% – 17 мм. Величина среднего многолетнего из наблюдаемых абсолютных суточных максимумов осадков составляет 26,6 мм.

Таблица 3 – величина жидких (ж), твердых (т), смешанных (с) осадков различной обеспеченности (Р)

Р, % год	Вид осадков	Месяцы												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1% 2018	Ж				1,1	28,9	96,4	146,9	198,4	100,2	10,3			424,1
	Т	29,5	31,9	29,1	39,7	24,0	0,8			43,8	53,4	44,2	33,7	147,3
	С		1,0		13,9	42,9	37,2	40,6	39,5	50,1	44,8	19,5	8,0	81,1
2% 1994	Ж				0,6	28,7	95,8	138,4	187,5	83,3	9,5			353,9
	Т	28,9	26,8	27,6	35	23,9	0,4			41,3	52,2	42,8	31,05	147,1
	С		0,5		11,6	41,4	33,9	22,7	37,15	44,7	39,7	9,8	4,0	81,0
3% 2013	Ж				0	28,5	95,1	129,8	176,6	66,4	8,7			283,7
	Т	28,3	21,7	26,1	30,3	23,7	0			38,8	50,9	41,4	28,4	146,8
	С		0		9,3	39,8	30,6	4,8	34,8	39,2	34,5	0	0	80,8
5% 2012	Ж				0	20,6	88,5	107,2	122,5	49,3	5,8			279,6
	Т	25,8	19,7	21,3	27,3	13,6	0			26,6	38,5	37,8	26,7	142,7
	С		0		9,1	33,3	21,6	0	18,0	30,6	31,6	0	0	78,5
50% 2008	Ж				0	2,9	41,3	51,8	49,7	20,2	0			186,6
	Т	11,6	9,2	6,8	6,3	1,5	0			0,2	17,1	15,7	11,7	95,2
	С		0		0	10,1	0	0	0	8,7	0,5	0	0	35,9
95% 1993	Ж				0	0	11,2	21,9	18,5	2,2	0			99,0
	Т	4,4	2,4	1,2	0,6	0	0			0	5,4	5,5	3,5	60,8
	С		0		0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	9,4

Таблица 4 – среднее число дней с осадками

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
19	17	16	13	14	16	16	18	16	19	20	20	204
Среднее число дней с различным количеством осадков												
Количество осадков, мм				≥0,1	≥0,5	≥1,0	≥5,0	≥10,0	≥20,	≥30,0		
1				15,7	9,3	5,3	0,2	0,1	0,03			
2				12,4	6,5	3,2	0,2					
3				8,9	4,1	2	0,1					
4				7,9	4,3	2,3	0,1					
5				9,4	6,3	4,6	1,1	0,3				
6				12,5	10,3	8,4	3	1	0,2			
7				14,6	12,3	10,2	4,9	2,3	0,3	0,1		
8				12,5	11,9	8,9	3,2	1,4	0,2	0,03		
9				12,9	9,1	8,7	5,6	2,4	0,2	0,2		
10				11,5	7,9	5,7	0,7	0,2	0,03			

Среднее число дней с различным количеством осадков							
Количество осадков, мм	≥0,1	≥ 0,5	≥1,0	≥5,0	≥10,0	≥20,	≥30,0
11	14,6	8,6	5,2	0,2			
12	15,1	9,2	5,4	0,7	0,2	0,03	
Число дней в год	148	100	71	20	8	1	0,4

Число дней с крупными дождями, например, 10 мм и более, составляет не менее 5 дней. Число дней с количеством осадков в виде дождя 20 мм и более составляет 0.7 дня, то есть осадки, давшие 20 мм и более водного слоя за день, наблюдаются не ежегодно.

Продолжительность выпадения жидких осадков от года к году меняется в довольно широких пределах (табл. 5), причем продолжительность отдельных дождей наибольшую величину имеет в осенний период.

Таблица 5 – средняя продолжительность дождей (часы)

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
0,4	25	73	83	106	73	6	0,2	367
Годовая продолжительность осадков различной обеспеченности								
Обеспеченность, %				63	50	5	1	
Продолжительность, час				315	346	491	497	

Средняя продолжительность среднего суточного максимума дождя в день с осадками составляет 10,3 часа. Продолжительность дождя, давшего максимальное количество осадков слоем 51 мм, составила 34,9 часа. Продолжительность дождей слоем 10 мм колеблется от 7,6 до 13,0 часов. Средняя продолжительность дождей в 20 мм составляет 9,5 часа [1, 8].

### 1.4.3. Влажность

Влажность воздуха является одним из элементов режима влажнения, характеризуется она тремя основными параметрами: упругостью водяного пара, относительной влажностью и недостатками насыщения.

Упругость водяного пара или абсолютная влажность воздуха минимальная зимой, в декабре–марте, и составляет 0,3–1,8 мб. Максимальное влагосодержание летом, на большей части территории в июле, и составляет 7–12 мб.

Относительная влажность выражает степень насыщения воздуха водяным паром. В континентальных районах территории наиболее высокая относительная влажность отмечается в ноябре–январе (70–80%), наиболее низкая – в мае–июне (50–60%). В прибрежных районах Охотского и Берингова морей ход относительной влажности воздуха противоположен годовому ходу ее в континентальной части, т. е. максимум наблюдается летом (75–85%), минимум – зимой (60–70%). На побережье северных морей в течение года относительная влажность изменяется незначительно, амплитуда годового хода не превышает 10%. Относительная влажность равна 80–95%.

Число влажных дней, т. е. дней, когда относительная влажность в дневные часы  $\geq 80\%$ , меняется в пространстве в широких пределах. За год сумма таких дней на побережье Чукотского моря достигает 290 дней, на побережьях Охотского моря 100–160 дней, в верхнем и среднем течении р. Колымы 25–50 дней [1].

#### 1.4.4. Ветер

Ветровой режим. Среднегодовая скорость ветра в районе изысканий составляет 1,8 м/с, скорость ветра, повторяемостью превышения 5% равно 3,7 м/с, количество безветренных дней в году – 45. Зимой ветры преимущественно северной направляющей, летом – юго-западного направления. Количество штилей преимущественно наблюдается зимой [1].

Таблица 6 – скорость ветра

Средняя месячная и годовая												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
1,1	1,2	1,6	2,1	2,5	2,5	2,2	2,0	2,0	1,6	1,2	1,0	1,8
Абсолютный максимум скорости												
17	16	14	17	17	25	16	15	17	15	16	15	25
Среднее число дней с сильным ветром												
0,2	0,08	0,06	0,05	0,1	0,2	0,1	0,1	0,08	0,08	0,03	0,03	1
Повторяемость направлений ветра и штилей, %												
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль				
19	14	8	10	10	18	13	8	45				

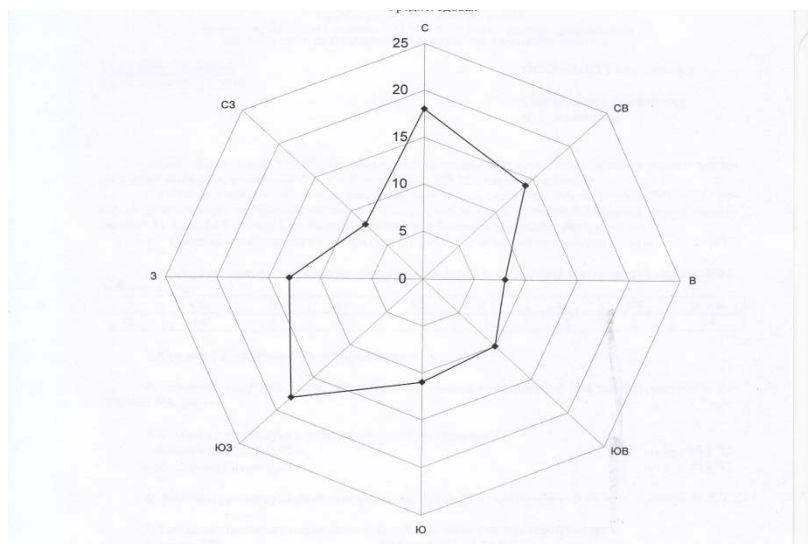


Рисунок 1 – среднегодовая роза ветров

### 1.4.5. Атмосферные явления

Над территорией в течение всего года господствуют массы, зарождающиеся в отдаленных районах Сибири и Тихого океана, т. е. адвективные процессы здесь преобладают над радиационными.

Туманы в континентальных районах в холодный период отмечаются реже, чем в теплый, исключением являются небольшие участки территории вблизи населенных пунктов, где зимой наблюдаются ледяные туманы, образующиеся при очень низких температурах. Ледяные туманы наиболее интенсивны при очень слабом ветре или полном его отсутствии. Горизонтальная видимость в таком тумане 100–150 м, а иногда менее 10 м. Ледяные туманы обычно устойчивы и держатся 5–7 дней. Вертикальная мощность ледяных туманов, как правило, не превышает 100–200 м.

Ледяные туманы имеют локальный характер распространения и характеризуются слабой вертикальной мощностью. Туманов адвекции зимой не бывает.

В теплый период года на территории области распределение числа дней с туманом имеет сложный характер. Это объясняется разнообразием физико-географических условий и особенностями атмосферной циркуляции.

Наибольшее число дней с туманом наблюдается в июне–сентябре.

Грозы наблюдаются сравнительно редко (2–4 грозы в месяц), преимущественно в июне–июле, но бывают весьма интенсивны. Особенно мощны фронтальные грозы, связанные с прохождением холодных фронтов циклонов. При прохождении гроз ливни в условиях горного рельефа вызывают значительные паводки в небольших бассейнах.

Зимой наблюдаются сильные ветры, сопровождающиеся интенсивными метелями. Число случаев с метелью в год в среднем достигает 23 дней.

Часты случаи инея и сильно развита изморозь, последняя образует очень стойкие отложения, удерживающиеся на ветвях деревьев и на проводах даже после ветра и выпадения снега. Особенно мощные образования изморози наблюдаются вблизи действующих наледей и полыней [1].

#### **1.4.6. Опасные гидрологические явления**

В число опасных гидрологических явлений входят высокие уровни воды (половодье, зажор, затор, дождевой паводок), сель, низкие уровни воды (низкая межень) и раннее ледообразование.

В данном регионе распространены такие явления как:

– половодье – ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное увеличение водности реки, вызывающее подъём её уровня; обычно сопровождается выходом вод из меженного русла и затоплением поймы;

– паводок – сравнительно кратковременное и непериодическое поднятие уровня воды, возникающее в результате быстрого таяния снега при оттепели, ледников, обильных дождей. Следующие один за другим паводки могут образовать половодье. Значительные паводки могут вызвать наводнение;

– затор льда – это многослойное скопление и (или) нагромождение льдин в русле реки во время ледохода (чаще в сужениях русла, на мелях, при крутых поворотах долины), стесняющее живое сечение потока и в результате



вызывающее снижение пропускной способности русла и подъем уровня воды в месте скопления льда и на участке выше него.

– зажор льда – это скопление в русле реки шуги и мелкобитого льда во время осеннего ледохода или в начале ледостава, имеющее те же последствия, что и затор, но обычно выраженные в меньшей степени.

Преимущественно все эти явления представлены на реках Берелех, Детрин, Хасын, Ола, Армань, Тауй.

На реке Колыма в период навигации в течение 10 дней и более наблюдается такое явление как низкая межень [1].

## Глава 2. Гидрологическая характеристика исследуемых рек района

### 2.1. Гидрометеорологическая изученность

Исследуемые реки Дукча, Уптар и Каменушка находятся в районе Дальнего Востока в Магаданской области. Сведения о ранее проведенных гидрометеорологических изысканиях в районе расчетных рек отсутствуют.

Ближайшие МС на которых проводятся метеорологические наблюдения это Магадан, Палатка и Армань. Местоположение указано на рис. 2.



Метеостанции

Расчетные реки

Рисунок 2 – обзорная схема гидрологической и метеорологической изученности района расчетных рек

В соответствии с п. 4.10 СП 11-103-97 выбор репрезентативных метеорологических станций выполнен с учетом: местоположения станции в однородных физико-географических условиях (рельеф, подстилающая поверхность, увлажнение, состав почв и т.д.); защищенности метеоплощадки, характера застройки окружающей территории, соответствия подстилающей поверхности на метеоплощадке ландшафту окружающей местности; радиуса

репрезентативности станции в отношении того или иного метеорологического элемента [9].

Таблица 7 – основные сведения о пунктах метеонаблюдений

Метеостанция МС	Высота, м	Местоположения относительно реки Каменушка	Местоположения относительно реки Дукча	Местоположения относительно реки Уптар	Период наблюдений
Магадан	71	9 км на СЗ	21 км на С	33 км на С	1953г. – действ.
Палатка	341	58 км на ЮЗ	41 км на Ю	24 км на Ю	1933г. – действ.
Армань	6	32 км на В	42 км на СВ	48 км на СВ	1959г. – действ.

Включая посты на расчетных реках ближайшими к ним являются пункты гидрологических наблюдений, основные сведения о которых приведены в табл. 8, их местоположение указано на рис. 2.

Таблица 8 – основные сведения о пунктах гидрологических наблюдений

Номер по рис. 2.	Река	Пост	Расст. от устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период действия	
					открыт	закрыт
01534	Дукча	Г. Магадан	1,10	332 км <sup>2</sup>	15.09.1960	действ.
01593	Каменушка	Пос. Каменушка верхняя	8,0	75,4 км <sup>2</sup>	01.04.1977	действ.
01608	Дукча	Пос. Снежная долина	19,0	332 км <sup>2</sup>	01.01.1979	действ.
01563	Уптар	Пос. Уптар	20,0	528 км <sup>2</sup>	06.03.1940	действ.
01618	Ола	Пос. Клепка	31,0	8570 км <sup>2</sup>	01.04.1980	действ.
01588	Палатка	Пос. Палатка	1,70	258 км <sup>2</sup>	01.01.1953	действ.

## 2.2. Водный режим

### 2.2.1. Анализ изменчивости среднегодовых расходов воды

В работе продемонстрируем анализ среднегодовых расходов воды на реках Уптар, Каменушка и Дукча.

Исходные данные для построения графиков на рис. 3–5 взяты из приложения 1, где представлены среднегодовые расходы воды за весь предоставленный период наблюдений с 1979 по 2020 гг. (пропуская 2002–2007 гг.) [12].



Рисунок 3 – хронологический ход среднегодовых расходов воды на р. Уптар пос. Уптар за 1979–2020 гг. (без 2002–2007 гг.)



Рисунок 4 – хронологический ход среднегодовых расходов воды на р. Каменушка 8 км от устья за 1979–2020 гг. (без 2002–2007 гг.)

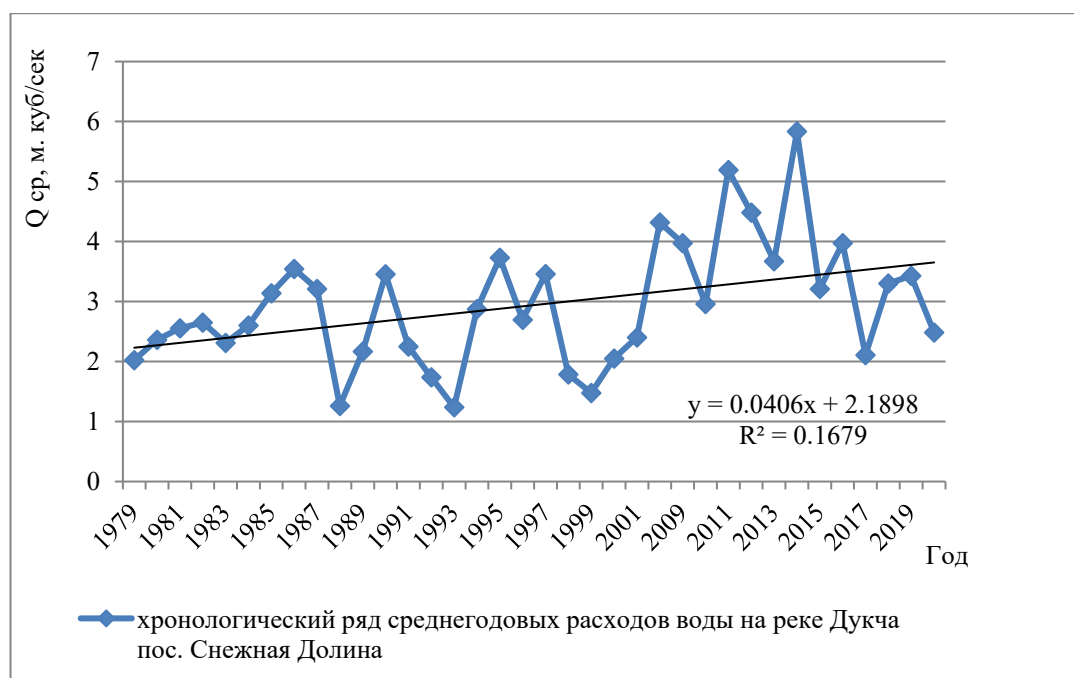


Рисунок 5 – хронологический ход среднегодовых расходов воды на р. Дукча пос. Снежная Долина за 1979–2020 гг. (без 2002–2007 гг.)

### 2.2.2. Внутригодовое распределение стока

Расчет внутригодового стока будем производить методом реального года при наличии данных гидрометрических наблюдений. Данные для расчетов взяты из приложения 1. Так как рассматриваемый регион является Крайнем Севером, лимитирующий сезон имеет продолжительность с октября по апрель. Не лимитирующий период длится всего лишь с мая по июнь. Для каждого водохозяйственного года рассчитаем сумму месячных расходов за год –  $\sum Q_{\text{г}}$ , лимитирующий период –  $\sum Q_{\text{лп}}$ , и лимитирующий сезон –  $\sum Q_{\text{лс}}$  (табл. 9–11) [2, 3, 10].

Таблица 9 – расчет месячных сумм расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон для р. Уптар – пос. Уптар, Qм<sup>3</sup>/с

№	Год	Нелимитирующий период			Нелимитирующий сезон		Лимитирующий сезон							ΣQ <sub>Г</sub>	ΣQ <sub>П</sub>	ΣQ <sub>ЛС</sub>
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV			
1	1979-80	9,22	3,6	3,52	6,76	4,61	2,37	0,95	0,79	0,061	0,029	0,035	0,39	32	16	4,6
2	1980-81	8,45	19,6	6,25	3,73	9,11	3,38	1,21	0,86	0,64	0,63	0,52	0,46	55	21	7,7
3	1981-82	12,7	4,48	3,69	4,07	7,78	8,33	1,66	1,09	0,58	0,18	0,11	0,76	45	25	12,7
4	1982-83	11	5,91	2,45	4,53	8,57	11,8	3,27	1,22	0,69	0,62	0,52	0,84	51	32	19,0
5	1983-84	10,9	6,52	4,47	11,6	5,68	4,35	0,90	0,4	0,86	0,64	0,56	0,62	48	26	8,3
6	1984-85	8,25	7,59	9,31	9,63	6,18	4,69	1,62	0,84	0,23	0,063	0,019	1,36	50	25	8,8
7	1985-86	11,3	29,6	9,44	7,77	3,1	2,11	1,21	0,8	0,49	0,25	0,16	0,23	66	16	5,3
8	1986-87	13,1	11,5	6,11	13	12,1	9,61	2,94	1,07	0,49	0,33	0,4	0,85	72	41	15,7
9	1987-88	4,16	23,9	3,61	2,96	9,87	17,2	2,61	1,28	0,62	0,33	0,33	0,47	67	36	22,8
10	1988-89	9,26	3,57	2,71	2,19	2,85	2,39	1,19	0,69	0,51	0,27	0,14	0,46	26	11	5,7
11	1989-90	12,6	5,7	6,92	3,52	7,68	3,6	1,83	1,21	0,21	0,21	0,13	0,41	44	19	7,6
12	1990-91	17,8	29,2	13,3	5,72	4,68	3,94	1,91	1,46	0,78	0,54	0,35	0,49	80	20	9,5
13	1991-92	11,3	10,8	3,55	3,09	4,69	5,78	2,32	0,82	1,09	0,8	0,63	0,74	46	20	12,2
14	1992-93	9,41	6,18	1,85	5,63	5,46	2,71	1,28	0,49	0,16	0,082	0,059	0,15	33	16	4,9
15	1993-94	7,45	5,73	1,93	1,71	3,35	1,8	0,8	0,26	0,34	0,28	0,31	0,53	24	9	4,0
16	1994-95	12	7,13	4,17	7,43	9,3	4,51	1,99	1,43	0,13	0,087	0,073	0,36	49	25	8,6
17	1995-96	13,6	17,8	16,1	10,3	4,72	2,36	1,75	1,17	0,99	0,81	0,78	0,79	71	24	8,7
18	1996-97	13,1	14,9	3,88	5,82	3,13	6,59	1,16	0,9	0,79	0,4	0,23	0,41	51	19	10,5
19	1997-98	4,66	30,9	6,71	5,32	7,63	9,21	2,87	1,7	0,71	0,69	0,82	0,87	72	30	16,9
20	1998-99	5,62	7,36	5,79	3,33	8,14	4,86	1,62	1,08	1,01	0,79	0,77	1,11	41	23	11,2
21	1999-00	11,2	2,88	2,84	2,69	3,51	1,85	1,05	0,61	0,91	0,72	0,11	0,23	29	12	5,5
22	2000-01	—	8,21	4,25	7,86	8,36	2,7	1,45	0,92	0,47	0,23	0,27	—	35	22	6,0
23	2008-09	22,1	10,1	6,15	7,68	19,1	5,66	2,56	1,94	1,07	1,13	1,06	0,92	79	41	14,3
24	2009-10	14,9	15,1	2,7	7,46	7,14	2,79	1,77	1,22	1,34	0,6	0,37	0,61	56	23	8,7
25	2010-11	6,57	3,32	2,38	8,87	9,98	4,06	1,61	1,89	1,13	0,73	0,47	0,52	42	29	10,4
26	2011-12	12	15,7	7,03	5,79	11	4,57	1,83	1,02	0,83	0,67	0,47	0,81	62	27	10,2
27	2012-13	12,7	5,36	2,96	8,85	8,06	4,72	1,66	1,14	0,69	0,5	0,47	0,46	48	27	9,6

28	2013-14	9,7	9,7	6,85	16,9	10,1	6,4 2	2,2 8	1,2 5	1,1	1,07	0,89	0,9 2	67	41	13,9
№	Год	Нелимитирующий период			Нелимитирующий сезон		Лимитирующий сезон							ΣQ г	ΣQ <sub>лп</sub> п	ΣQ лс
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV			
29	2014-15	15,1	17,5	30,9	16,2	11	17, 9	4,3 4	1,6 1	1,06	0,99	0,95	0,9 8	11 9	55	27,8
30	2015-16	11	14,7	3,82	9,39	8,97	4,1 9	2,2 7	0,7 7	1,16	1,04	0,91	1,3	60	30	11,6
31	2016-17	11,2	4,47	10,9	17,9	13,5	7,7 1	2,3 8	1,1 8	0,51	0,48	0,38	0,8 9	72	45	13,5
32	2017-18	10,2	4,76	3,38	3,17	5,92	5,0 9	1,8 9	1,1 7	1,13	0,93	1,42	3,3 8	42	24	15,0
33	2018-19	14,9	20,8	5,99	4,61	7,5	4,1 3	2,4 1	1,3 2	1,06	0,99	0,93	1,2 4	66	24	12,1
34	2019-20	19,6	13,2	7,39	9,54	7,55	6,9 8	3,4 6	1,3 1	0,94	0,71	0,47	2,0 5	73	33	15,9
35	2020-21	12	8,37	4,92	4,78	3,14	5,7	1,5 1	1,3 4	0,81	0,64	0,54	0,6 1	44	19	11,2

Таблица 10 – расчет месячных сумм расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон для р. Каменушка – 8 км от устья Qм<sup>3</sup>/с

№	Год	Нелимитирующий период			Нелимитирующий сезон		Лимитирующий сезон							ΣQ г	ΣQ лп	ΣQ лс
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV			
1	1979-80	0,89	0,54	0,41	0,77	0,68	0,5 8	0,4 2	0,23	0,09 1	0,06 5	0,06 4	0,11	5	3	1,6
2	1980-81	1,01	2,68	1,22	0,8	1,06	0,6 3	0,3 5	0,23	0,13	0,11	0,11	0,13	8	4	1,7
3	1981-82	1,92	0,94	0,54	0,93	1	1,2 4	0,5 5	0,28	0,17	0,04 6	0,04 1	0,09 6	8	4	2,4
4	1982-83	1,33	0,81	0,4	0,48	0,99	1,9 5	0,7 0	0,39	0,23	0,18	0,13	0,16	8	5	3,7
5	1983-84	1,18	0,86	0,46	1,25	1,22	1,1	0,5 2	0,38	0,25	0,16	0,12	0,1	8	5	2,6
6	1984-85	0,98	1,02	1,63	1,36	1,6	1,0 4	0,5 7	0,35	0,29	0,19	0,12	0,54	10	6	3,1
7	1985-86	1,92	3,7	1,85	1,71	1,25	0,8 8	0,3 6	0,27	0,24	0,17	0,11	0,08 8	13	5	2,1
8	1986-87	1,32	1,8	1,19	2,41	2,75	2,5 5	0,8 8	0,4	0,16	0,07 7	0,08 3	0,21	14	10	4,4
9	1987-88	0,88	3,06	0,8	0,48	1,08	2,7 2	0,8 3	0,34	0,25	0,24	0,19	0,16	11	6	4,7
10	1988-89	1,38	0,78	0,56	0,6	0,84	1,0 9	0,5 3	0,23	0,23	0,19	0,12	0,2	7	4	2,6
11	1989-90	1,02	0,82	0,73	0,67	1,17	0,8 7	0,2 9	0,24	0,08 9	0,04 2	0,04 5	0,09 9	6	4	1,7
12	1990-91	2,43	3,42	1,26	1,43	1,04	1,4 2	0,5 9	0,27	0,17	0,05 7	0,04 4	0,07 8	12	5	2,6
13	1991-92	1,37	1,8	0,73	0,64	0,62	0,6 7	0,4 0	0,12	0,18	0,12	0,08 6	0,12	7	3	1,7
14	1992-93	0,82	0,64	0,31	0,97	1,13	0,6 3	0,3 0	0,17	0,05 9	0,03 4	0,03 5	0,12	5	3	1,3
15	1993-94	0,94	0,66	0,37	0,29	0,53	0,4 1	0,0 8	0,05 7	0,07 2	0,05 5	0,05 2	0,13	4	2	0,9
16	1994-95	1,12	1,75	0,92	1,58	1,85	1,4 1	0,4 2	0,25	0,06 1	0,06 2	0,15	0,32	10	6	2,7
17	1995-96	1,24	2,92	2,45	1,96	1,1	0,8	0,5	0,26	0,21	0,2	0,14	0,15	12	5	2,4

№	Год	Нелимитирующий период			Нелимитирующий сезон		Лимитирующий сезон							ΣQ <sub>г</sub>	ΣQ <sub>лп</sub>	ΣQ <sub>лс</sub>
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV			
		18	1996-97	1,14	2,69	1,11	2,08	1,42	1,23	0,69	0,48	0,16	0,2			
19	1997-98	0,89	2,93	1,58	1,28	2,46	2,1	1,2	0,42	0,46	0,2	0,18	0,34	14	9	4,9
21	1999-00	1,23	0,47	0,41	0,36	0,59	0,56	0,30	0,15	0,088	0,066	0,054	0,11	4	2	1,3
22	2000-01	0,78	1,21	0,86	1,07	1,77	0,96	0,58	0,28	0,12	0,083	0,068	0,092	8	5	2,2
23	2008-09	1,94	2,36	1,26	1,06	1,92	1,42	0,76	0,6	0,33	0,24	0,18	0,16	12	7	3,7
24	2009-10	1,35	2,94	1,18	2,35	2,34	1	0,72	0,48	0,45	0,29	0,11	0,12	13	8	3,2
25	2010-11	0,85	0,79	0,61	1,27	1,6	1,32	0,28	0,29	0,3	0,36	0,31	0,26	8	6	3,1
26	2011-12	1,38	2,73	1,45	1	1,99	1,42	0,55	0,33	0,29	0,29	0,24	0,29	12	6	3,4
27	2012-13	1,77	1,13	0,6	1,59	2,03	1,51	0,77	0,68	0,33	0,26	0,24	0,29	11	8	4,1
28	2013-14	0,9	1,61	0,91	2,7	1,75	1,23	0,63	0,57	0,59	0,41	0,28	0,21	12	8	3,9
29	2014-15	1,34	2,72	3,32	2,41	1,44	1,89	1,15	0,7	0,56	0,62	0,38	0,33	17	9	5,6
30	2015-16	1,25	2,44	1,19	1,87	2,07	1,57	0,97	0,61	0,47	0,37	0,34	0,29	13	9	4,6
31	2016-17	1,59	1,03	1,35	2,67	2,5	2,03	0,92	0,53	0,4	0,33	0,27	0,4	14	10	4,9
32	2017-18	0,78	0,62	0,6	0,57	0,89	0,98	0,63	0,5	0,37	0,32	0,25	0,37	7	5	3,4
33	2018-19	1,43	2,65	1,25	0,94	0,96	0,79	0,7	0,38	0,33	0,24	0,2	0,23	10	5	2,9
34	2019-20	1,77	1,32	1,07	1,65	1,24	1,75	0,96	0,36	0,28	0,25	0,21	0,24	11	7	4,1
35	2020-21	1	1,47	1,04	0,99	0,87	1,05	0,75	0,48	0,25	0,21	0,17	0,19	8	5	3,1

Таблица 11 – расчет месячных сумм расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон для р. Дукча пос. Снежная Долина Qм<sup>3</sup>/с

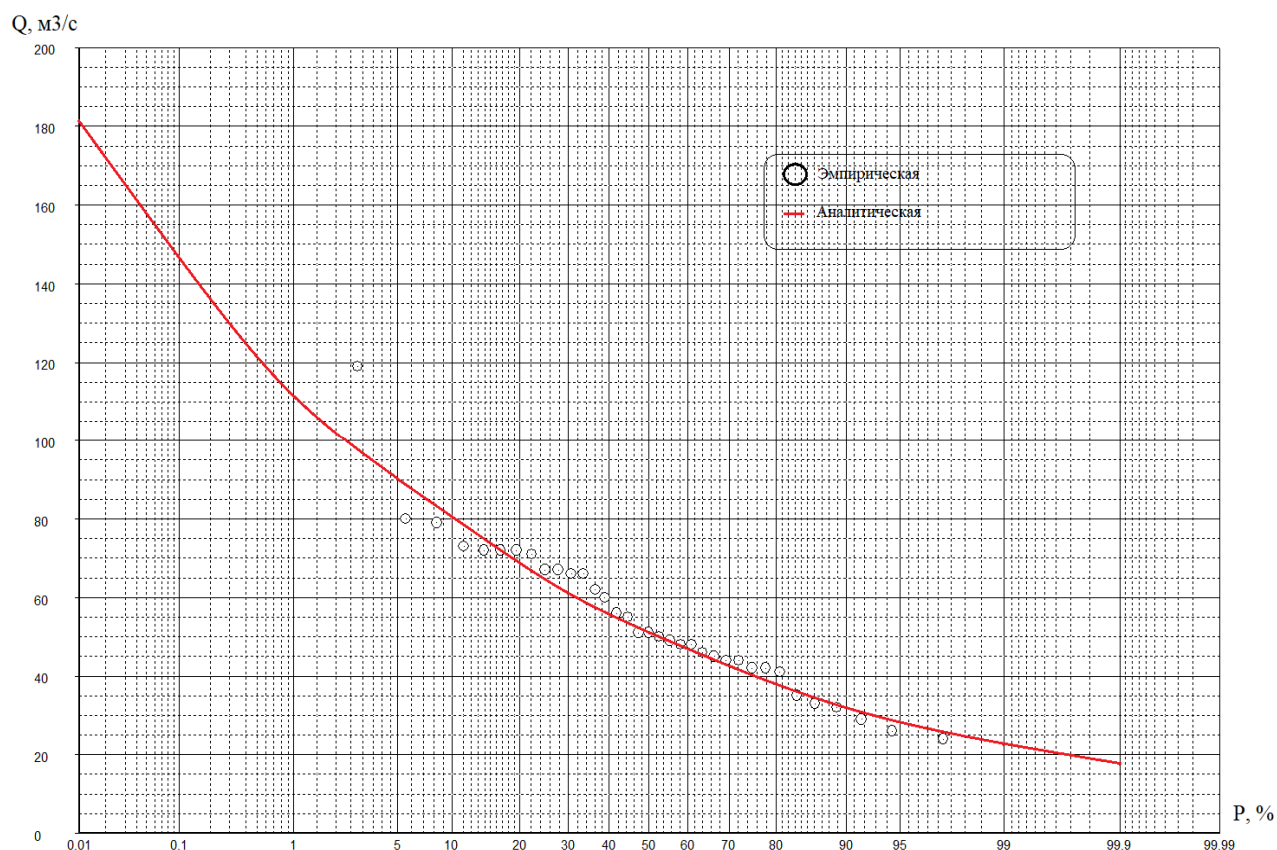
№	Год	Нелимитирующий период			Нелимитирующий сезон		Лимитирующий сезон							ΣQ <sub>г</sub>	ΣQ <sub>лп</sub>	ΣQ <sub>лс</sub>
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV			
1	1979-80	3,31	3,35	2,21	4,6	2,44	1,52	1,14	0,81	—	—	0,46	0,38	20	11	4,3
2	1980-81	1,3	11,2	4,21	1,89	4,07	2,02	0,95	0,81	0,53	0,42	0,43	0,51	28	12	5,7
3	1981-82	5,27	5,27	1,87	3,81	4,74	5,23	1,52	0,66	0,65	0,62	0,41	0,58	31	18	9,7
4	1982-83	3,3	4,96	1,84	3,29	6,03	6,61	2,20	1,42	0,59	0,57	0,44	0,55	32	22	12,4
5	1983-84	3,5	5,11	2,31	6,21	3,8	2,99	0,96	0,68	0,74	0,48	0,45	0,49	28	17	6,8
6	1984-85	2,97	5,24	6,05	6,06	4,09	2,5	1,22	0,79	0,6	0,48	0,45	0,75	31	17	6,8
7	1985-86	2,69	15,7	7,28	5,11	2,45	1,6	0,7	0,5	0,5	0,4	0,2	0,3	38	12	4,4



							1	2	1	7	9	2	1			
8	1986-87	3,24	9,82	3,98	7,73	7,48	5,5	2,3 1	1,0 5	0,4	0,3 2	0,2 4	0,4 5	43	25	10,3
9	1987-88	1,14	14	3,44	1,46	4,66	9,5 6	1,7 9	0,7 4	0,6 2	0,4 2	0,3 2	0,3 5	39	20	13,8
№	Год	Нелимитирующий период			Нелимитирующий сезон		Лимитирующий сезон							ΣQ Г	ΣQл П	ΣQл С
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV			
10	1988-89	3,87	2,5	1,39	1,22	1,52	1,6 1	0,9 2	0,6	0,3 9	0,3 5	0,3	0,4 5	15	7	4,6
11	1989-90	2,75	4,83	4,19	2,62	4,65	3,1 9	1,4 3	0,6 4	0,4 3	0,3 4	0,3 8	0,5 4	26	14	7,0
12	1990-91	4,98	15,9	5,23	4,6	3,29	3,2	1,6 4	0,9 5	0,4 3	0,3 8	0,3 7	0,4 7	41	15	7,4
13	1991-92	3,5	8,87	3,12	2,06	2,2	3,2 7	1,3 4	0,5 5	0,6 4	0,5 6	0,4 1	0,4 7	27	12	7,2
14	1992-93	2,37	5,1	1,56	2,19	3,88	1,8	1,1 2	0,9 2	0,3 6	0,3 6	0,4 7	0,7 1	21	12	5,7
15	1993-94	2,42	3,27	1,33	1,03	2,94	1,5 3	0,5 3	0,1 8	0,4	0,2 5	0,4 3	0,5 5	15	8	3,9
16	1994-95	4,46	8,25	3,65	6,22	6,03	2,5 1	0,9 2	0,6 8	0,2	0,1 6	0,5 1	0,8 8	34	18	5,9
17	1995-96	3,17	15,9	12,2	5,42	2,83	1,6 9	1,0 5	0,5 9	0,3 8	0,4 3	0,4 9	0,5 9	45	13	5,2
18	1996-97	3,24	11,8	3,63	3,91	3,2	3,7 8	0,5 6	0,1 2	0,3 3	0,5 5	0,7 3	0,4 8	32	14	6,6
19	1997-98	1,42	16,6	5,15	2,6	6,84	3,9 2	2,3 5	1,2 9	0,1 5	0,1 7	0,2 8	0,7 2	41	18	8,9
20	1998-99	3,55	4,25	1,91	1,56	2,96	2,4 4	0,9 8	0,7 3	0,9 4	0,8 7	0,7 4	0,4 8	21	12	7,2
21	1999-00	4,85	2,13	1,78	1,71	2,54	1,4 7	0,8 6	0,6 1	0,6 3	0,4 6	0,3 5	0,3 1	18	9	4,7
22	2000-01	2,86	6,13	2,65	3,69	4,04	1,7 5	1,1 1	0,7 8	0,4 1	0,2 7	0,2 9	0,6 1	25	13	5,2
23	2008-09	6,46	12,6	4,45	4,43	10,6	5,4 5	2,8 3	1,2 2	0,9 9	1,0 4	0,9 2	0,7 9	52	28	13,2
24	2009-10	3,7	16,6	4,6	5,99	8,39	3,4 9	1,6 4	1,1	0,7	0,4 3	0,3 5	0,6 9	48	23	8,4
25	2010-11	4,85	4,99	2,85	5,98	7,22	3,7 4	1,5 2	1,2 3	1	0,8 4	0,6 4	0,6 3	35	23	9,6
26	2011-12	3,84	20	12	4,26	10,7	4,5 5	2,2 1	1,4 5	0,9 2	0,8 1	0,7 2	0,8 3	62	26	11,5
27	2012-13	9,87	7,53	2,68	8,45	10,3	6,6 2	3,2 9	1,5 9	1,0 5	1,0 8	0,7 1	0,6	54	34	14,9
28	2013-14	4,95	9,39	5,17	9,94	5,35	3,5 9	1,5 4	0,9 9	0,9 3	0,7 4	0,6 8	0,7 8	44	25	9,3
29	2014-15	4,39	14,6	17,5	11,8	4,93	6,9	4,3 5	2,6 1	0,8 1	0,7	0,6 1	0,8	70	34	16,8
30	2015-16	5,01	12,9	3,28	4,77	4,11	2,6 4	1,5 4	1,1	1,1 1	0,7 6	0,7	0,5 8	39	17	8,4
31	2016-17	5	4,54	6,25	10,7	7,49	4,5 5	3,4 4	2,3 5	0,8 3	0,7 1	0,6 1	1,1 8	48	32	13,7
32	2017-18	2,83	4,46	2,68	1,99	3,58	3,3 6	1,5 3	1,0 5	1,4 1	0,9 7	0,7 1	0,7 3	25	15	9,8
33	2018-19	3,37	15	5,13	3,35	4,44	2,9 9	1,2 9	0,7 1	0,9 3	0,7 4	0,6 8	0,9 7	40	16	8,3
34	2019-20	8,69	8,81	4,3	6,54	3,5	3,5 3	2,3 8	1,1 6	0,6	0,5 5	0,4 4	0,6 3	41	19	9,3
35	2020-21	3,66	7,97	3,57	3,97	2,44	2,8 7	1,6 2	1,1 5	0,7 5	0,6 5	0,6	0,5 4	30	15	8,2

Для ряда сумм расходов за водохозяйственный год рассчитаем статистические характеристики и построим эмпирическую и аналитическую

кривые обеспеченности и определим сумму расходов за водохозяйственный год



90%-ой обеспеченности (рис. 2–4, табл. 12–14).

$$C_v = 0.35, C_s/C_v = 3$$

P, %	kp	Q
0,01	3,32	182
0,1	2,68	147
1	2,08	114
5	1,65	90,4
10	1,46	80,0
20	1,26	69,0
30	1,13	61,9
50	0,94	51,7
70	0,79	43,3
80	0,71	38,8
90	0,61	33,4
95	0,54	29,4
99	0,43	23,4
99,9	0,33	17,9

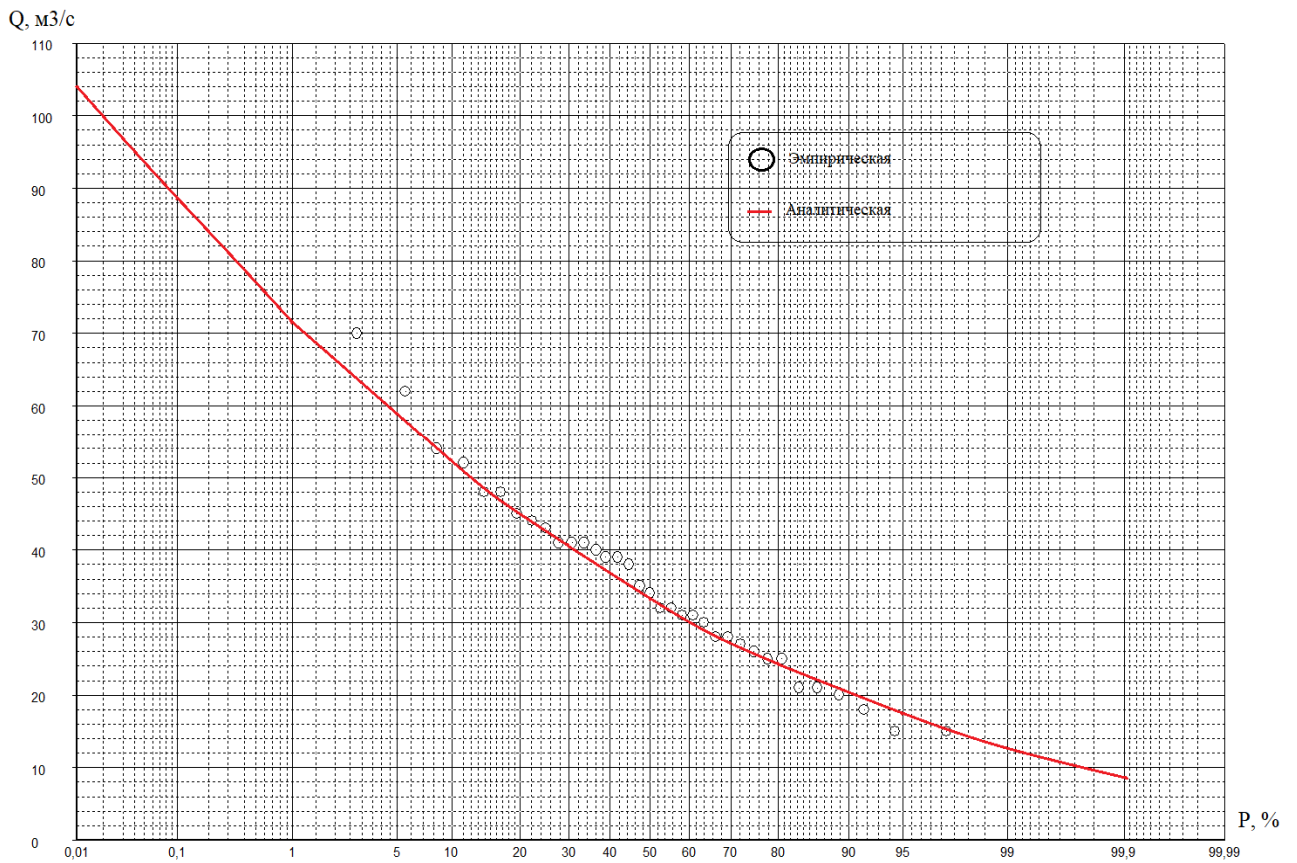
Рисунок 6 – эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей сумм месячных расходов за водохозяйственный год, р. Уптар, пос. Уптар



$$C_v = 0.34, C_s = 0$$

P, %	kp	Q
0,01	2,12	20,5
0,1	1,96	19,0
1	1,76	17,0
5	1,55	15,0
10	1,44	13,9
20	1,30	12,6
30	1,19	11,5
50	1,00	9,7
70	0,81	7,9
80	0,70	6,8
90	0,55	5,3
95	0,43	4,2
99	0,26	2,5
99,9	0,13	1,2

Рисунок 7 – эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей сумм месячных расходов за водохозяйственный год, р. Каменушка – 8 км от устья



$$C_v = 0.36, C_s/C_v = 2$$

P, %	kp	Q
0,01	2,93	104
0,1	2,50	88,3
1	2,02	71,6
5	1,66	58,7
10	1,48	52,5
20	1,28	45,3
30	1,15	40,6
50	0,96	33,8
70	0,79	27,8
80	0,69	24,5
90	0,58	20,3
95	0,49	17,5
99	0,36	12,6
99,9	0,24	8,59

Рисунок 8 – эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей сумм месячных расходов за водохозяйственный год, р. Дукча пос. Снежная Долина

Таблица 12 – статистические характеристики ряда сумм месячных расходов для р. Уптар, пос. Уптар

Среднее значение	Cv	Cs	Cs/Cv		k <sub>90%</sub>	ΣQ <sub>Г</sub> (90%)
			эмпирическое	расчетное		
55	0,35	0,96	2,77	3,0	0,61	33,4

Таблица 13 – статистические характеристики ряда сумм месячных расходов для р. Каменушка – 8 км от устья

Среднее значение	Cv	Cs	Cs/Cv		k <sub>90%</sub>	ΣQ <sub>Г</sub> (90%)
			эмпирическое	расчетное		
10	0,34	-0,03	-0,09	0,5	0,56	5,4

Таблица 14 – статистические характеристики ряда сумм месячных расходов для р. Дукча пос. Снежная Долина

Среднее значение	Cv	Cs	Cs/Cv		k <sub>90%</sub>	ΣQ <sub>Г</sub> (90%)
			эмпирическое	расчетное		
35	0,36	0,62	1,72	2,0	0,58	20,3

В табл. 15–17 представим ранжированные расходы за год, лимитирующий период и лимитирующий сезон и укажем в нем водохозяйственный год. Также рассчитаем эмпирическую обеспеченность сумм расходов по формуле (1) [2,3,10].

$$P = [m/(n + 1)] * 100\%, \quad (1)$$

где m – порядковый номер суммы в ранжированном ряду;

n – длина ряда.

Таблица 15 – ранжированные суммы месячных расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон для р. Уптар пос. Уптар

№	p%	ΣQ <sub>Г</sub>	Год	ΣQ <sub>лп</sub>	Год	ΣQ <sub>лс</sub>	Год
1	2,8	118,5	2014-15	55,0	2014-15	27,8	2014-15
2	5,6	80,2	1990-91	44,9	2016-17	22,8	1987-88
3	8,3	79,5	2008-09	41,1	2008-09	19,0	1982-83
4	11,1	73,2	2019-20	40,9	2013-14	16,9	1997-98
5	13,9	72,1	1997-98	40,8	1986-87	15,9	2019-20
6	16,7	71,5	2016-17	35,7	1987-88	15,7	1986-87
7	19,4	71,5	1986-87	33,0	2019-20	15,0	2017-18
8	22,2	71,2	1995-96	32,1	1982-83	14,3	2008-09
9	25,0	67,3	1987-88	30,0	2015-16	13,9	2013-14
10	27,8	67,2	2013-14	29,8	1997-98	13,5	2016-17
11	30,6	66,5	1985-86	29,3	2010-11	12,7	1981-82

№	p%	ΣQг	Год	ΣQлп	Год	ΣQлс	Год
12	33,3	65,9	2018-19	27,0	2011-12	12,2	1991-92
13	36,1	61,7	2011-12	26,6	2012-13	12,1	2018-19
14	38,9	59,5	2015-16	25,6	1983-84	11,6	2015-16
15	41,7	56,0	2009-10	25,3	1994-95	11,2	1998-99
16	44,4	54,8	1980-81	24,6	1984-85	11,2	2020-21
17	47,2	51,4	1982-83	24,6	1981-82	10,5	1996-97
18	50,0	51,3	1996-97	24,2	2018-19	10,4	2010-11
19	52,8	49,8	1984-85	24,1	2017-18	10,2	2011-12
20	55,6	48,6	1994-95	23,7	1995-96	9,6	2012-13
21	58,3	47,6	2012-13	23,3	2009-10	9,5	1990-91
22	61,1	47,5	1983-84	22,7	1998-99	8,8	1984-85
23	63,9	45,6	1991-92	22,3	2000-01	8,7	2009-10
24	66,7	45,4	1981-82	20,5	1980-81	8,7	1995-96
25	69,4	44,4	2020-21	20,0	1991-92	8,6	1994-95
26	72,2	44,0	1989-90	19,9	1990-91	8,3	1983-84
27	75,0	42,4	2017-18	19,4	1996-97	7,7	1980-81
28	77,8	41,5	2010-11	19,1	2020-21	7,6	1989-90
29	80,6	41,5	1998-99	18,8	1989-90	6,0	2000-01
30	83,3	34,7	2000-01	16,1	1985-86	5,7	1988-89
31	86,1	33,5	1992-93	16,0	1992-93	5,5	1999-00
32	88,9	32,3	1979-80	16,0	1979-80	5,3	1985-86
33	91,7	28,6	1999-00	11,7	1999-00	4,9	1992-93
34	94,4	26,2	1988-89	10,7	1988-89	4,6	1979-80
35	97,2	24,2	1993-94	9,1	1993-94	4,0	1993-94

Маловодная группа

Таблица 16 – ранжированные суммы месячных расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон для р. Каменушка – 8 км от устья

№	p%	ΣQг	Год	ΣQлп	Год	ΣQлс	Год
1	2,8	16,9	2014-15	10,1	2016-17	5,6	2014-15
2	5,6	14,1	1997-98	9,5	1986-87	4,9	1997-98
3	8,3	14,0	2016-17	9,5	2014-15	4,9	2016-17
4	11,1	13,8	1986-87	8,7	1997-98	4,7	1987-88
5	13,9	13,4	2015-16	8,6	2015-16	4,6	2015-16
6	16,7	13,3	2009-10	8,4	2013-14	4,4	1986-87
7	19,4	12,5	1985-86	7,9	2009-10	4,1	2012-13
8	22,2	12,2	2008-09	7,7	2012-13	4,1	2019-20
9	25,0	12,2	1990-91	6,9	2019-20	3,9	2013-14
10	27,8	12,1	1995-96	6,8	1996-97	3,7	1982-83
11	30,6	12,0	2011-12	6,7	2008-09	3,7	2008-09
12	33,3	11,8	2013-14	6,4	2011-12	3,4	2017-18
13	36,1	11,7	1996-97	6,3	1987-88	3,4	2011-12
14	38,9	11,2	2012-13	6,1	1994-95	3,3	1996-97
15	41,7	11,1	2019-20	6,1	1984-85	3,2	2009-10
16	44,4	11,0	1987-88	6,0	2010-11	3,1	2010-11
17	47,2	10,1	2018-19	5,5	1995-96	3,1	1984-85
18	50,0	9,9	1994-95	5,2	1982-83	3,1	2020-21
19	52,8	9,7	1984-85	5,1	1983-84	2,9	2018-19
20	55,6	8,5	2020-21	5,1	1990-91	2,7	1994-95
21	58,3	8,5	1980-81	5,1	1985-86	2,6	1983-84
22	61,1	8,2	2010-11	5,0	2000-01	2,6	1990-91
23	63,9	7,9	2000-01	5,0	2020-21	2,6	1988-89
24	66,7	7,8	1981-82	4,9	2017-18	2,4	1981-82

№	p%	ΣQг	Год	ΣQлп	Год	ΣQлс	Год
25	69,4	7,8	1982-83	4,8	2018-19	2,4	1995-96
26	72,2	7,6	1983-84	4,4	1981-82	2,2	2000-01
27	75,0	6,9	2017-18	4,0	1988-89	2,1	1985-86
28	77,8	6,9	1991-92	3,6	1980-81	1,7	1991-92
29	80,6	6,8	1988-89	3,5	1989-90	1,7	1980-81
30	83,3	6,1	1989-90	3,4	1992-93	1,7	1989-90
31	86,1	5,2	1992-93	3,0	1979-80	1,6	1998-99
32	88,9	4,9	1979-80	3,0	1991-92	1,6	1979-80
33	91,7	4,4	1998-99	2,3	1999-00	1,3	1992-93
34	94,4	4,4	1999-00	2,0	1998-99	1,3	1999-00
35	97,2	3,6	1993-94	1,7	1993-94	0,9	1993-94

Маловодная группа

Таблица 17 – ранжированные суммы месячных расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон для р. Дукча пос. Снежная Долина

№	p%	ΣQг	Год	ΣQлп	Год	ΣQлс	Год
1	2,8	70,0	2014-15	33,7	2012-13	16,8	2014-15
2	5,6	62,3	2011-12	33,5	2014-15	14,9	2012-13
3	8,3	53,8	2012-13	31,9	2016-17	13,8	1987-88
4	11,1	51,8	2008-09	28,3	2008-09	13,7	2016-17
5	13,9	47,7	2009-10	26,5	2011-12	13,2	2008-09
6	16,7	47,7	2016-17	25,5	1986-87	12,4	1982-83
7	19,4	44,7	1995-96	24,5	2013-14	11,5	2011-12
8	22,2	44,1	2013-14	22,8	2010-11	10,3	1986-87
9	25,0	42,5	1986-87	22,8	2009-10	9,8	2017-18
10	27,8	41,5	1997-98	21,7	1982-83	9,7	1981-82
11	30,6	41,4	1990-91	19,9	1987-88	9,6	2010-11
12	33,3	41,1	2019-20	19,3	2019-20	9,3	2019-20
13	36,1	39,6	2018-19	18,3	1997-98	9,3	2013-14
14	38,9	38,5	1987-88	18,2	1981-82	8,9	1997-98
15	41,7	38,5	2015-16	18,1	1994-95	8,4	2015-16
16	44,4	37,7	1985-86	17,3	2015-16	8,4	2009-10
17	47,2	35,5	2010-11	16,9	1984-85	8,3	2018-19
18	50,0	34,5	1994-95	16,8	1983-84	8,2	2020-21
19	52,8	32,3	1996-97	16,1	2018-19	7,4	1990-91
20	55,6	31,8	1982-83	15,3	2017-18	7,2	1991-92
21	58,3	31,2	1984-85	15,3	1990-91	7,2	1998-99
22	61,1	30,6	1981-82	14,6	2020-21	7,0	1989-90
23	63,9	29,8	2020-21	14,2	1989-90	6,8	1983-84
24	66,7	28,3	1980-81	13,7	1996-97	6,8	1984-85
25	69,4	27,7	1983-84	13,5	1995-96	6,6	1996-97
26	72,2	27,0	1991-92	13,0	2000-01	5,9	1994-95
27	75,0	26,0	1989-90	12,0	1985-86	5,7	1992-93
28	77,8	25,3	2017-18	11,8	1992-93	5,7	1980-81
29	80,6	24,6	2000-01	11,7	1998-99	5,2	2000-01
30	83,3	21,4	1998-99	11,6	1980-81	5,2	1995-96
31	86,1	20,8	1992-93	11,5	1991-92	4,7	1999-00
32	88,9	20,2	1979-80	11,4	1979-80	4,6	1988-89
33	91,7	17,7	1999-00	8,9	1999-00	4,4	1985-86
34	94,4	15,1	1988-89	7,8	1993-94	4,3	1979-80
35	97,2	14,9	1993-94	7,4	1988-89	3,9	1993-94

Маловодная группа

В маловодной группе потребуется выбрать реальный водохозяйственный год, для которого обеспеченность сумм месячных расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон

наиболее близка к расчетной обеспеченности (в данном случае  $P = 90 \%$ ). Для объективного выбора расчетного года используется критерий  $\Delta P$ , рассчитываемый по формуле (2) [2, 3, 10].

$$\Delta P = (P_{\Gamma} - P_{\text{расч}})^2 + (P_{\text{ЛП}} - P_{\text{расч}})^2 + (P_{\text{ЛС}} - P_{\text{расч}})^2, \quad (2)$$

где  $P_{\text{расч}}$  – расчетная обеспеченность;

$P_{\Gamma}$ ,  $P_{\text{ЛП}}$ ,  $P_{\text{ЛС}}$  – эмпирические обеспеченности сумм расходов соответственно за год, лимитирующий период и лимитирующий сезон в конкретном водохозяйственном году.

В качестве расчетного принимается год, для которого  $\Delta P$  является минимальным. Расчеты представлены в табл. 18–20.

Таблица 18 – расчет критерия  $\Delta P$  для маловодной группы лет р. Уптар пос. Уптар

в/х год	Обеспеченность, Р%				$\Delta P$
	расчетная	в/х года	лимитирующего периода	лимитирующего сезона	
1992–93	90	86,1	86,1	91,7	33,31
1979–80	90	96	96	96	108
1999–00	90	91,7	91,7	86,1	20,99
1988–89	90	94,4	94,4	83,3	83,61
1993–94	90	97,2	97,2	97,2	155,52

Таблица 19 – расчет критерия  $\Delta P$  для маловодной группы лет р. Каменушка – 8 км от устья

в/х год	Обеспеченность, Р%				$\Delta P$
	расчетная	в/х года	лимитирующего периода	лимитирующего сезона	
1991–92	90	77,8	88,9	77,8	298,89
1989–90	90	83,3	80,6	83,3	178,14
1979–80	90	88,9	86,1	88,9	17,63
1998–99	90	91,7	94,4	86,1	37,46
1999–00	90	94,4	91,7	94,4	41,61
1993–94	90	97,2	97,2	97,2	155,52

Таблица 20 – расчет критерия  $\Delta P$  для маловодной группы лет р. Дукча пос. Снежная Долина

в/х год	Обеспеченность, Р%				$\Delta P$
	расчетная	в/х года	лимитирующего периода	лимитирующего сезона	
2000–01	90	80,6	72,2	80,6	494
1992–93	90	86,1	77,8	75	389
1979–80	90	88,9	88,9	94,4	22
1999–00	90	91,7	91,7	86,1	21



в/х год	Обеспеченность, Р%				ΔР в/х года
	расчетная	в/х года	лимитирующего периода	расчетная	
1988–89	90	94,4	97,2	88,9	72
1993–94	90	97,2	94,4	97,2	123

В качестве расчетного принимается водохозяйственный год, для которого значение ΔР минимальное. Следовательно, для реки Уптар это 1999–2000 гг., для реки Каменушка – 1979–1980 гг. и для реки Дукча – 1999–2000 гг.

Среднемесячные расходы выбранного года–модели выражаются в процентах от суммы месячных расходов за весь водохозяйственный год ( $\sum Q_{\Gamma}$ ).

$$R_i = \left( \frac{Q_i}{\sum Q_{\Gamma}} \right) * 100\% , \quad (2)$$

где  $Q_i$  – среднемесячный расход  $i$ -го месяца года–модели.

Окончательно расчет внутригодового распределения стока производится по формуле (3).

$$Q_{p,i} = \left( \frac{R_i}{100} \right) * (\sum Q_{\Gamma})_{90\%}, \quad (3)$$

где  $Q_{p,i}$  – среднемесячный расход  $i$ -го месяца для года расчетной обеспеченности [2, 3, 10].

Таблица 21 – расчетное внутригодовое распределение стока для года 90%-ой обеспеченности по модели реального водохозяйственного года для р. Уптар пос. Уптар

Характеристика в/х года	Нелимитирующий период		Лимитирующий период										Сумма за год
			Нелимитирующий сезон					Лимитирующий сезон					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	
Год-модель 99-00	11,2	2,88	2,84	2,69	3,51	1,85	1,05	0,61	0,91	0,72	0,11	0,23	29
R <sub>p</sub> , %	39,2	10,1	9,9	9,4	12,3	6,5	3,7	2,1	3,2	2,5	0,4	0,8	100,0
Расчетный год, P = 90%	13,1	3,4	3,3	3,1	4,1	2,2	1,2	0,7	1,1	0,8	0,1	0,3	33,4

Таблица 22 – расчетное внутригодовое распределение стока для года 90%-ной обеспеченности по модели реального водохозяйственного года для р. Каменушка – 8 км от устья

Характеристика в/х года	Нелимитирующий период		Лимитирующий период										Сумма за год
			Нелимитирующий сезон					Лимитирующий сезон					
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	
Год-модель 79-80	0,89	0,54	0,4 1	0,7 7	0,6 8	0,5 8	0,4 2	0,2 3	0,09 1	0,06 5	0,06 4	0,1 1	5
R <sub>p</sub> , %	18,4	11,1	8,5	15, 9	14, 0	12, 0	8,7	4,7	1,9	1,3	1,3	2,3	100,0

Характеристика в/х года	Нелимитирующий период		Лимитирующий период										Сумма за год
			Нелимитирующий сезон					Лимитирующий сезон					
	V	VI	VII	VII I	V	VI	VII	XII	V	VI	VII	IV	
Расчетный год, P = 90%	1,0	0,6	0,5	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	5,4

Таблица 23 – расчетное внутригодовое распределение стока для года 90%-ной обеспеченности по модели реального водохозяйственного года для р. Дукча пос. Снежная Долина

Характеристика в/х года	Нелимитирующий период		Лимитирующий период										Сумма за год
			Нелимитирующий сезон					Лимитирующий сезон					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	
Год-модель 99-00	4,85	2,13	1,78	1,71	2,54	1,47	0,86	0,61	0,63	0,46	0,35	0,31	18
Rp, %	27,4	12,0	10,1	9,7	14,4	8,3	4,9	3,4	3,6	2,6	2,0	1,8	100,0
Расчетный год, P = 90%	5,6	2,4	2,0	2,0	2,9	1,7	1,0	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	20,3

По данным табл. 21–23 построим расчетный гидрограф на рис. 9 –11.

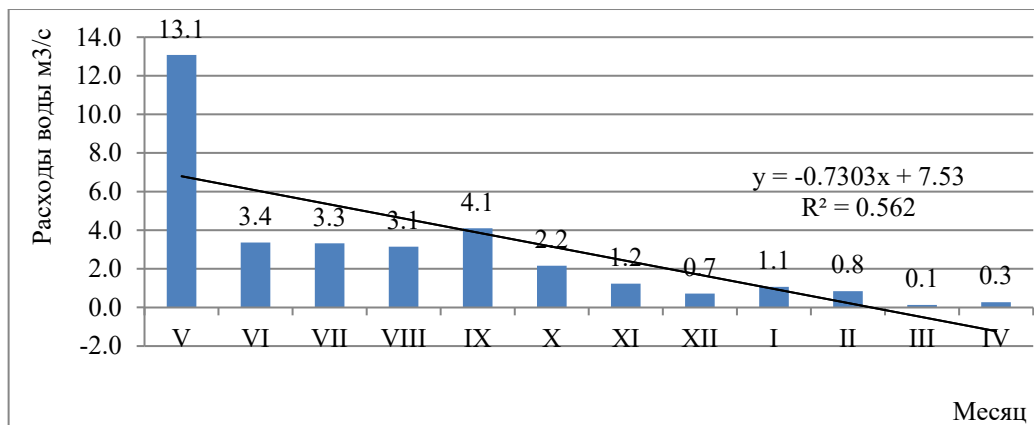


Рисунок 9 – расчетное внутригодовое распределение стока для года 90%-ой обеспеченности р. Уптар пос. Уптар

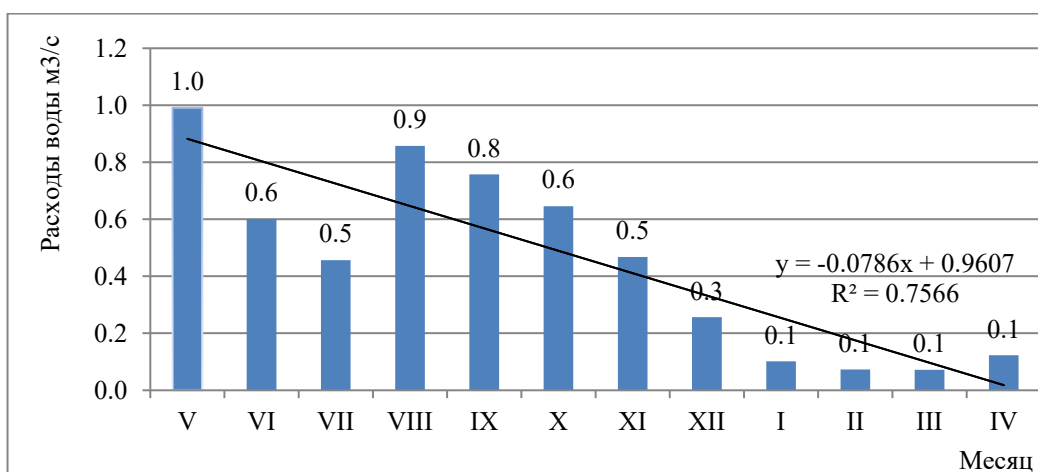


Рисунок 10 – расчетное внутригодовое распределение стока для года 90%-ой обеспеченности р. Каменушка – 8км от устья

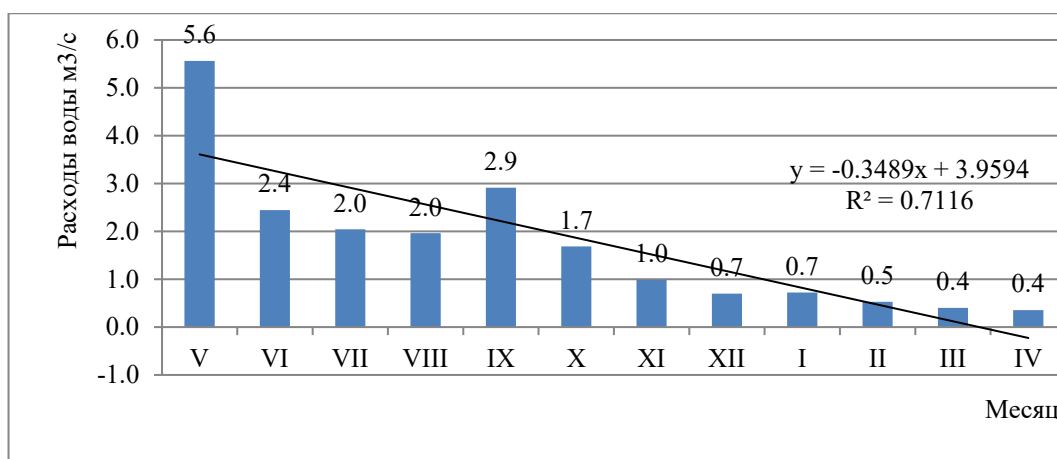


Рисунок 11 – расчетное внутригодовое распределение стока для года 90%-ой обеспеченности р. Дукча пос. Снежная Долина

Произведем процентное распределение стока на каждый сезон для года 90%-ой обеспеченности. Расчеты представлены в табл. 24–26 [2, 3, 10].

Таблица 24 – процентное распределение стока 90%-ой обеспеченности для р. Уптар пос. Уптар

НП (IV – VI)	НС (VII – XI)	ЛС (XII – III)	Сумма за год, %
49,2	41,7	9,0	100,0

Таблица 25 – процентное распределение стока 90%-ой обеспеченности для р. Каменушка – 8 км от устья

НП (IV – VI)	НС (VII – XI)	ЛС (XII – III)	Сумма за год, %
29,5	59,0	11,5	100,0

Таблица 26 – процентное распределение стока 90%-ой обеспеченности для р. Дукча пос. Снежная Долина

НП (IV – VI)	НС (VII – XI)	ЛС (XII – III)	Сумма за год, %
39,4	47,2	13,3	100,0

### 2.2.3. Максимальный сток

Расчет основных статистических характеристик рядов максимальных расходов и рядов слоя весеннего половодья для расчетных рек выполнялся методом наибольшего правдоподобия, данный метод заключается в том, что в качестве оценки для неизвестного параметра принимают такое его значение, при котором функция правдоподобия достигает наибольшего возможного значения.

Продолжительность периода наблюдений при расчете максимального стока считают достаточной, если относительная средняя квадратическая погрешность расчетного значения исследуемой гидрологической характеристики не превышает 20%. В случае превышения необходимо осуществить приведение рассматриваемой гидрологической характеристики к многолетнему периоду.

Эмпирическую ежегодную вероятность превышения гидрологических характеристик  $P_{m\%}$  %, определяют по формуле (4).

$$P = \frac{m}{n+1} * 100\%, \quad (4)$$

где  $m$  – порядковый номер убывающего ряда;

$n$  – общее число членов ряда.

Расчетная обеспеченность – обеспеченность гидрологической характеристики, принимаемая при строительном проектировании для установления значения характеристик гидрологического режима, определяющих проектные решения.

Эмпирические кривые распределения ежегодных вероятностей превышения строят на клетчатках вероятностей. Тип клетчатки вероятности выбирают в соответствии с принятой аналитической функцией распределения вероятностей и полученного отношения коэффициента асимметрии  $C_s$  к коэффициенту вариации  $C_v$ . Для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения ежегодных вероятностей превышения применяют трехпараметрические распределения: Крицкого-Менкеля при любом отношении  $C_s/C_v$ , распределение Пирсона III типа (биномиальная кривая) при  $C_s / C_v \geq 2$ , логнормальное распределение при  $C_s \geq (3C_v + 3 C_v)$  и другие распределения, имеющие предел простираения случайной переменной от нуля или положительного значения до бесконечности. При надлежащем обосновании допускается применять двухпараметрические распределения, если эмпирическое отношение  $C_s/C_v$  и аналитическое отношение  $C_s/C_v$ , свойственные данной функции распределения, приблизительно равны [2,3,10].

При неоднородности ряда гидрологических наблюдений (различные условия формирования стока) применяют усеченные и составные кривые распределения ежегодных вероятностей превышения.

Оценки параметров аналитических кривых распределения: среднее многолетнее значение  $Q$ , коэффициент вариации  $C_V$  и отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации  $C_S/C_V$  устанавливаются по рядам наблюдений за рассматриваемой гидрологической характеристикой методом наибольшего правдоподобия и методом моментов.

Коэффициент вариации  $C_V$  и коэффициент асимметрии  $C_S$  для трехпараметрического гамма-распределения Крицкого-Менкеля следует определять методом наибольшего правдоподобия в зависимости от статистик  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$ , вычисляемых по формулам (5) и (6).

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg k_i}{n - 1}, \quad (5)$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \lg k_i}{n - 1}, \quad (6)$$

где  $k_i$  – модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики, определяемый по формуле (7).

$$k_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}, \quad (7)$$

где  $Q_i$  – годовые значения расходов воды, м<sup>3</sup>/с;

$\bar{Q}$  – среднеарифметическое значение расходов воды, м<sup>3</sup>/с, определяемое в зависимости от числа лет гидрометрических наблюдений по формуле (8).

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (8)$$

По полученным значениям статистик  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$  определяют коэффициенты вариации и асимметрии по номограммам в соответствии с рис. 1.1 – 1.7 (приложение 3) [2, 3, 10].

Таблица 27 – параметры кривой распределения максимальных расходов воды весеннего половодья, рассчитанные методом наибольшего правдоподобия р. Уптар пос. Уптар

Порядковый номер	Год	Qi, м3 /с	Qi убыв., м3 /с	P, %	ki	lgki	ki·lgki
1	1979	10,7	43,7	2,7	2,77	0,442	1,225
2	1980	11,7	34,9	5,4	2,21	0,345	0,762
3	1981	14,0	26,9	8,1	1,71	0,232	0,396
4	1982	16,1	26,0	10,8	1,65	0,217	0,358
5	1983	18,8	24,6	13,5	1,56	0,193	0,301
6	1984	17,8	23,1	16,2	1,46	0,166	0,242
7	1985	23,1	19,5	18,9	1,23	0,091	0,112
8	1986	18,3	19,3	21,6	1,22	0,087	0,107
9	1987	24,6	18,8	24,3	1,19	0,076	0,091
10	1988	4,8	18,4	27,0	1,16	0,066	0,077
11	1989	14,6	18,3	29,7	1,16	0,065	0,075
12	1990	43,7	17,8	32,4	1,13	0,053	0,060
13	1991	8,3	17,3	35,1	1,09	0,039	0,042
14	1992	8,9	16,2	37,8	1,03	0,011	0,011
15	1993	6,6	16,1	40,5	1,02	0,010	0,010
16	1994	9,5	16,0	43,2	1,01	0,006	0,006
17	1995	11,0	14,6	45,9	0,93	-0,034	-0,031
18	1996	12,1	14,3	48,6	0,90	-0,044	-0,039
19	1997	14,3	14,0	51,4	0,89	-0,052	-0,046
20	1998	9,9	12,5	54,1	0,79	-0,101	-0,080
21	1999	8,5	12,1	56,8	0,77	-0,116	-0,089
22	2000	10,0	11,7	59,5	0,74	-0,132	-0,097
23	2001	18,4	11,6	62,2	0,73	-0,135	-0,099
24	2008	19,3	11,3	64,9	0,71	-0,147	-0,105
25	2009	17,3	11,0	67,6	0,69	-0,158	-0,110
26	2010	10,8	10,8	70,3	0,68	-0,167	-0,114
27	2011	12,5	10,7	73,0	0,68	-0,169	-0,114
28	2012	11,3	10,3	75,7	0,65	-0,185	-0,121
29	2013	16,2	10,0	78,4	0,64	-0,196	-0,125
30	2014	34,9	9,9	81,1	0,63	-0,204	-0,127
31	2015	19,5	9,5	83,8	0,60	-0,220	-0,132
32	2016	26,9	8,9	86,5	0,56	-0,250	-0,141
33	2017	10,3	8,5	89,2	0,54	-0,268	-0,145
34	2018	16,0	8,3	91,9	0,53	-0,278	-0,147
35	2019	26,0	6,6	94,6	0,42	-0,379	-0,158
36	2020	11,6	4,8	97,3	0,31	-0,515	-0,157

Таблица 28 – параметры кривой распределения максимальных расходов воды весеннего половодья, рассчитанные методом наибольшего правдоподобия р. Каменушка 8 км от устья

Порядковый номер	Год	Qi, м <sup>3</sup> /с	Qi убыв., м3 /с	P, %	ki	lgki	ki·lgki
1	1979	0,9	5,2	2,7	2,32	0,365	0,845
2	1980	1,4	4,6	5,4	2,03	0,309	0,628
3	1981	2,6	4,0	8,1	1,77	0,248	0,440
4	1982	1,9	3,9	10,8	1,73	0,238	0,412

5	1983	1,4	3,8	13,5	1,67	0,223	0,374
6	1984	4,6	3,7	16,2	1,62	0,209	0,339
7	1985	2,5	3,6	18,9	1,61	0,206	0,331
8	1986	2,8	3,5	21,6	1,56	0,192	0,299
9	1987	2,4	3,3	24,3	1,45	0,163	0,237
Порядковый номер	Год	$Q_i$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_i$ убыв., м <sup>3</sup> /с	P, %	$k_i$	$lgk_i$	$k_i \cdot lgk_i$
10	1988	1,1	2,8	27,0	1,25	0,097	0,122
11	1989	1,9	2,7	29,7	1,19	0,074	0,088
12	1990	3,8	2,6	32,4	1,14	0,058	0,066
13	1991	1,3	2,5	35,1	1,12	0,048	0,054
14	1992	1,5	2,4	37,8	1,04	0,018	0,019
15	1993	0,7	2,2	40,5	0,95	-0,021	-0,020
16	1994	3,9	2,1	43,2	0,95	-0,023	-0,022
17	1995	1,7	2,0	45,9	0,90	-0,043	-0,039
18	1996	1,9	1,9	48,6	0,86	-0,065	-0,056
19	1997	1,9	1,9	51,4	0,86	-0,066	-0,057
20	1998	0,9	1,9	54,1	0,85	-0,070	-0,060
21	1999	0,2	1,9	56,8	0,84	-0,076	-0,064
22	2000	1,2	1,9	59,5	0,82	-0,084	-0,069
23	2001	3,7	1,7	62,2	0,76	-0,116	-0,089
24	2008	2,1	1,5	64,9	0,68	-0,166	-0,113
25	2009	3,5	1,5	67,6	0,68	-0,168	-0,114
26	2010	2,2	1,5	70,3	0,68	-0,170	-0,115
27	2011	1,9	1,4	73,0	0,64	-0,196	-0,125
28	2012	2,0	1,4	75,7	0,64	-0,197	-0,125
29	2013	3,3	1,3	78,4	0,59	-0,226	-0,134
30	2014	5,2	1,3	81,1	0,57	-0,247	-0,140
31	2015	2,7	1,2	83,8	0,54	-0,266	-0,144
32	2016	4,0	1,1	86,5	0,48	-0,316	-0,153
33	2017	1,3	0,9	89,2	0,40	-0,394	-0,159
34	2018	1,5	0,9	91,9	0,39	-0,410	-0,160
35	2019	3,6	0,7	94,6	0,33	-0,484	-0,159
36	2020	1,5	0,2	97,3	0,08	-1,098	-0,088

Таблица 29 – параметры кривой распределения максимальных расходов воды весеннего половодья, рассчитанные методом наибольшего правдоподобия р. Дукча пос. Снежная Долина

Порядковый номер	Год	$Q_i$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_i$ убыв., м <sup>3</sup> /с	P, %	$k_i$	$lgk_i$	$k_i \cdot lgk_i$
1	1979	8,9	19,3	2,7	2,38	0,376	0,893
2	1980	4,9	17,1	5,4	2,10	0,323	0,678
3	1981	10,6	11,8	8,1	1,45	0,162	0,235
4	1982	11,4	11,4	10,8	1,41	0,148	0,208
5	1983	9,0	10,6	13,5	1,30	0,115	0,149
6	1984	9,6	10,6	16,2	1,30	0,114	0,149
7	1985	8,3	10,6	18,9	1,30	0,113	0,147
8	1986	9,2	10,2	21,6	1,25	0,099	0,124
9	1987	9,9	9,9	24,3	1,22	0,085	0,104
10	1988	3,0	9,8	27,0	1,20	0,078	0,094
11	1989	6,6	9,6	29,7	1,18	0,071	0,083
12	1990	11,8	9,6	32,4	1,18	0,071	0,083
13	1991	5,4	9,2	35,1	1,13	0,054	0,062
14	1992	4,2	9,2	37,8	1,12	0,051	0,057
15	1993	4,2	9,0	40,5	1,11	0,045	0,050
16	1994	8,3	9,0	43,2	1,10	0,042	0,046
17	1995	6,3	8,9	45,9	1,09	0,039	0,043
18	1996	6,7	8,3	48,6	1,02	0,010	0,010
19	1997	6,4	8,3	51,4	1,01	0,006	0,006

20	1998	5,2	6,7	54,1	0,82	-0,086	-0,070
21	1999	3,8	6,6	56,8	0,81	-0,092	-0,075
22	2000	4,8	6,5	59,5	0,80	-0,096	-0,077
23	2001	6,3	6,4	62,2	0,79	-0,102	-0,081
24	2008	10,6	6,3	64,9	0,78	-0,108	-0,084
25	2009	10,6	6,3	67,6	0,77	-0,112	-0,086
26	2010	5,3	5,5	70,3	0,68	-0,167	-0,114
27	2011	9,6	5,5	73,0	0,68	-0,169	-0,114
Порядковый номер	Год	Qi, м3 /с	Qi убыв., м3 /с	P, %	ki	lgki	ki·lgki
28	2012	9,8	5,4	75,7	0,66	-0,181	-0,119
29	2013	9,0	5,3	78,4	0,65	-0,190	-0,123
30	2014	19,3	5,2	81,1	0,64	-0,193	-0,124
31	2015	9,2	4,9	83,8	0,60	-0,223	-0,134
32	2016	17,1	4,8	86,5	0,59	-0,230	-0,135
33	2017	5,5	4,2	89,2	0,52	-0,283	-0,148
34	2018	6,5	4,2	91,9	0,51	-0,290	-0,149
35	2019	10,2	3,8	94,6	0,47	-0,330	-0,154
36	2020	5,5	3,0	97,3	0,37	-0,427	-0,160

Расчетный коэффициент вариации и коэффициент асимметрии определяется в зависимости от статистик  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$ , которые определяются по формулам (5) и (6).

$$\text{Уптар } \lambda_2 = \frac{-1,651}{36-1} = -0,050 \quad \lambda_3 = \frac{1,699}{36-1} = 0,049$$

$$\text{Каменушка } \lambda_2 = \frac{-2,456}{36-1} = -0,070 \quad \lambda_3 = \frac{2,048}{36-1} = 0,059$$

$$\text{Дукча } \lambda_2 = \frac{-1,278}{36-1} = -0,037 \quad \lambda_3 = \frac{1,274}{36-1} = 0,036$$

Используя номограмму 1 Приложения 4, определяем:

- $C_v = 0,51$ , при  $C_s = 3,0 C_v$  для р. Уптар;
- $C_v = 0,53$ , при  $C_s = 2,0 C_v$  для р. Каменушка;
- $C_v = 0,43$ , при  $C_s = 2,5 C_v$  для р. Дукча.

Далее по этим параметрам определяем модульные коэффициенты для трехпараметрического гамма – распределения по данным из Приложения 4. Используя  $\bar{Q}_{\text{уптар}} = 15,8 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $\bar{Q}_{\text{каменушка}} = 2,3 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $\bar{Q}_{\text{дукча}} = 8,14 \text{ м}^3/\text{с}$ , определяем ординаты аналитической кривой по формуле (9).

$$Q_p = k_p * \bar{Q} , \quad (9)$$

где  $k_p$  – модульный коэффициент различной обеспеченности.

Таблица 30 – ординаты аналитической кривой трехпараметрического гамма-распределения максимальных расходов воды весеннего половодья р. Уптар пос. Уптар



P, %	0,01	0,1	1	3	5	10	25	50
кр	5,072	3,822	2,701	2,196	1,969	1,661	1,242	0,8944
Qp, м3 /с	80,0	60,3	42,6	34,7	31,1	26,2	19,6	14,1

Таблица 31 – ординаты аналитической кривой трехпараметрического гамма-распределения максимальных расходов воды весеннего половодья р. Каменушка 8 км от устья

P, %	0,01	0,1	1	3	5	10	25	50
кр	4,241	3,45	2,624	2,208	2,003	1,709	1,289	0,9084
Qp, м3 /с	9,6	7,8	5,9	5,0	4,5	3,9	2,9	2,1

Таблица 32 – ординаты аналитической кривой трехпараметрического гамма-распределения максимальных расходов воды весеннего половодья р. Дукча пос. Снежная Долина

P, %	0,01	0,1	1	3	5	10	25	50
кр	3,778	3,048	2,324	1,975	1,803	1,569	1,232	0,9284
Qp, м3 /с	30,8	24,8	18,9	16,1	14,7	12,8	10,0	7,6

Определяем средние квадратические ошибки нормы максимального стока и коэффициента вариации без учета автокорреляции.

Для р. Уптар пос. Уптар:

$$\sigma_{C_v} = \pm \frac{3}{2 \cdot 36 \cdot (3 + 0,51^2)} * 100\% = \pm 11,31\%;$$

$$\sigma_{\bar{Q}} = \pm \frac{0,51}{\sqrt{36}} * 100\% = \pm 8,5\%.$$

Для р. Каменушка 8 км от устья:

$$\sigma_{C_v} = \pm \frac{3}{2 \cdot 36 \cdot (3 + 0,53^2)} * 100\% = \pm 11,27\%;$$

$$\sigma_{\bar{Q}} = \pm \frac{0,53}{\sqrt{36}} * 100\% = \pm 8,8\%.$$

Для р. Дукча пос. Снежная Долина:

$$\sigma_{C_v} = \pm \frac{3}{2 \cdot 36 \cdot (3 + 0,43^2)} * 100\% = \pm 11,44\%;$$

$$\sigma_{\bar{Q}} = \pm \frac{0,43}{\sqrt{36}} * 100\% = \pm 7,1\%.$$

Полученная ошибка нормы стока не превышает допустимого значения во всех случаях 8,5%, 8,8%, 7,1% < 20%, следовательно, длина гидрологического ряда достаточная для определения основных гидрологических характеристик [2, 3, 10].

#### 2.2.4. Минимальный сток

Для определения статистических характеристик расчетных рек будет использован метод моментов в табл. 33. Также произведем вычисления относительных ошибок. Данные для расчетов представлены в приложении 3 [4, 10].

Таблица 33 – основные статистические характеристики рядов минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды

Река – створ	п лет	$\bar{Q}$ м <sup>3</sup> /с	$C_v$	$C_s$	$\frac{C_s}{C_v}$	$\frac{C_s}{C_v}$ расч.	$\varepsilon_{\bar{Q}}$ %	$\varepsilon_{C_v}$ %	$\varepsilon_{C_s}$ %
Уптар пос. Уптар	36	2,39	0,43	1,47	3,42	3	7,2	12,6	41,9
Каменушка 8 км. От устья	36	0,58	0,40	0,09	0,21	0,5	6,7	12,5	695,5
Дукча пос. Снежная Долина	36	1,69	0,41	1,40	3,44	3	6,8	12,5	42,5

Рассчитаем ординаты эмпирических кривых обеспеченностей для расчетных рек и представим результаты в табл. 34–36.

Таблица 34 – расчет ординат эмпирической кривой обеспеченностей минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Уптар пос. Уптар.

№ п/п	Расходы воды, Q м <sup>3</sup> /с	Ранжированные расходы воды, Q <sub>R</sub> м <sup>3</sup> /с	P %
1	—	—	2,7
2	3	5,8	5,4
3	1,67	4,76	8,1
4	1,7	3,9	10,8
5	2,15	3,69	13,5
6	1,98	3,46	16,2
7	2,26	3,23	18,9
8	3,18	3,18	21,6
9	1,7	3	24,3
10	1,57	2,99	27,0
11	1,6	2,92	29,7
12	2,92	2,83	32,4

13	1,62	2,83	35,1
14	1,31	2,7	37,8
15	1,45	2,32	40,5
16	2,83	2,26	43,2
17	2,32	2,18	45,9
18	2,02	2,15	48,6
19	3,69	2,1	51,4
20	2,83	2,02	54,1
21	1,55	1,98	56,8
№ п/п	Расходы воды, Q м <sup>3</sup> /с	Ранжированные расходы воды, Q <sub>R</sub> м <sup>3</sup> /с	P %
22	3,23	1,78	59,5
23	1,78	1,7	62,2
24	2,99	1,7	64,9
25	1,68	1,69	67,6
26	1,32	1,68	70,3
27	3,46	1,67	73,0
28	1,69	1,62	75,7
29	4,76	1,6	78,4
30	5,8	1,57	81,1
31	2,7	1,55	83,8
32	2,18	1,47	86,5
33	1,47	1,45	89,2
34	2,1	1,37	91,9
35	3,9	1,32	94,6
36	1,37	1,31	97,3

Таблица 35 – расчет ординат эмпирической кривой обеспеченностей минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Каменушка 8 км от устья.

№ п/п	Расходы воды, Q м <sup>3</sup> /с	Ранжированные расходы воды, Q <sub>R</sub> м <sup>3</sup> /с	P, %
1	—	—	2,7
2	0,66	1,03	5,4
3	0,39	1,01	8,1
4	0,36	0,9	10,8
5	0,39	0,88	13,5
6	0,43	0,85	16,2
7	0,85	0,82	18,9
8	0,73	0,81	21,6
9	0,44	0,76	24,3
10	0,45	0,73	27,0
11	0,4	0,73	29,7
12	0,7	0,72	32,4
13	0,34	0,71	35,1
14	0,22	0,71	37,8
15	0,17	0,7	40,5
16	0,44	0,68	43,2
17	0,81	0,66	45,9
18	0,9	0,66	48,6
19	1,03	0,65	51,4

20	0,3	0,48	54,1
21	0,18	0,46	56,8
22	0,65	0,45	59,5
23	0,48	0,44	62,2
24	0,82	0,44	64,9
25	0,76	0,43	67,6
26	0,41	0,41	70,3
27	0,73	0,4	73,0
28	0,4	0,4	75,7
№ п/п	Расходы воды, Q м <sup>3</sup> /с	Ранжированные расходы воды, Q <sub>R</sub> м <sup>3</sup> /с	P %
29	0,72	0,39	78,4
30	1,01	0,39	81,1
31	0,88	0,36	83,8
32	0,68	0,34	86,5
33	0,46	0,3	89,2
34	0,71	0,22	91,9
35	0,66	0,18	94,6
36	0,71	0,17	97,3

Таблица 36 – расчет ординат эмпирической кривой обеспеченностей минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Дукча пос. Снежная Долина

№ п/п	Расходы воды Q м <sup>3</sup> /с	Ранжированные расходы воды, Q <sub>R</sub> м <sup>3</sup> /с	P %
1	1,25	3,87	2,7
2	0,93	3,42	5,4
3	1,06	2,85	8,1
4	1,36	2,56	10,8
5	1,46	2,5	13,5
6	1,83	2,2	16,2
7	1,72	2,18	18,9
8	2,56	2,17	21,6
9	1,25	2,02	24,3
10	1,09	1,93	27,0
11	1,6	1,87	29,7
12	2,5	1,83	32,4
13	1,25	1,77	35,1
14	0,9	1,72	37,8
15	0,93	1,69	40,5
16	1,87	1,65	43,2
17	1,65	1,64	45,9
18	1,64	1,6	48,6
19	1,93	1,46	51,4
20	1,39	1,46	54,1
21	0,84	1,41	56,8
22	2,02	1,39	59,5
23	1,2	1,37	62,2
24	1,69	1,36	64,9
25	1,29	1,29	67,6
26	1,77	1,25	70,3

27	1,37	1,25	73,0
28	1	1,25	75,7
29	3,87	1,2	78,4
30	3,42	1,09	81,1
31	2,17	1,06	83,8
32	2,18	1	86,5
33	1,46	0,93	89,2

№ п/п	Расходы воды, $Q$ м <sup>3</sup> /с	Ранжированные расходы воды, $Q_R$ м <sup>3</sup> /с	P %
34	2,2	0,93	91,9
35	2,85	0,9	94,6
36	1,41	0,84	97,3

Таблица 37 – ординаты аналитической кривой обеспеченностей Крицкого-Менкеля для минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Уптар пос. Уптар ( $C_s/C_v = 3$ )

P%	0,1	1	5	10	25	50	75	90	95	99	99,9
K	3,2	2,4	1,8	1,6	1,2	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,2
Q	7,73	5,70	4,33	3,73	2,92	2,20	1,66	1,29	1,10	0,82	0,60

Таблица 38 – ординаты аналитической кривой обеспеченностей Крицкого-Менкеля для минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Каменушка 8 км от устья ( $C_s/C_v = 0,5$ )

P%	0,1	1	5	10	25	50	75	90	95	99	99,9
K	2,25	1,95	1,68	1,53	1,27	0,988	0,709	0,48	0,362	0,189	0,076
Q	1,30	1,13	0,97	0,89	0,74	0,57	0,41	0,28	0,21	0,11	0,04

Таблица 39 – ординаты аналитической кривой обеспеченностей Крицкого-Менкеля для минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Дукча пос. Снежная Долина ( $C_s/C_v = 3$ )

P%	0,1	1	5	10	25	50	75	90	95	99	99,9
K	3,1	2,3	1,8	1,5	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Q	5,22	3,89	2,99	2,59	2,05	1,57	1,20	0,94	0,81	0,61	0,45

На клетчатке вероятностей представить эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей (рис. 12–14).

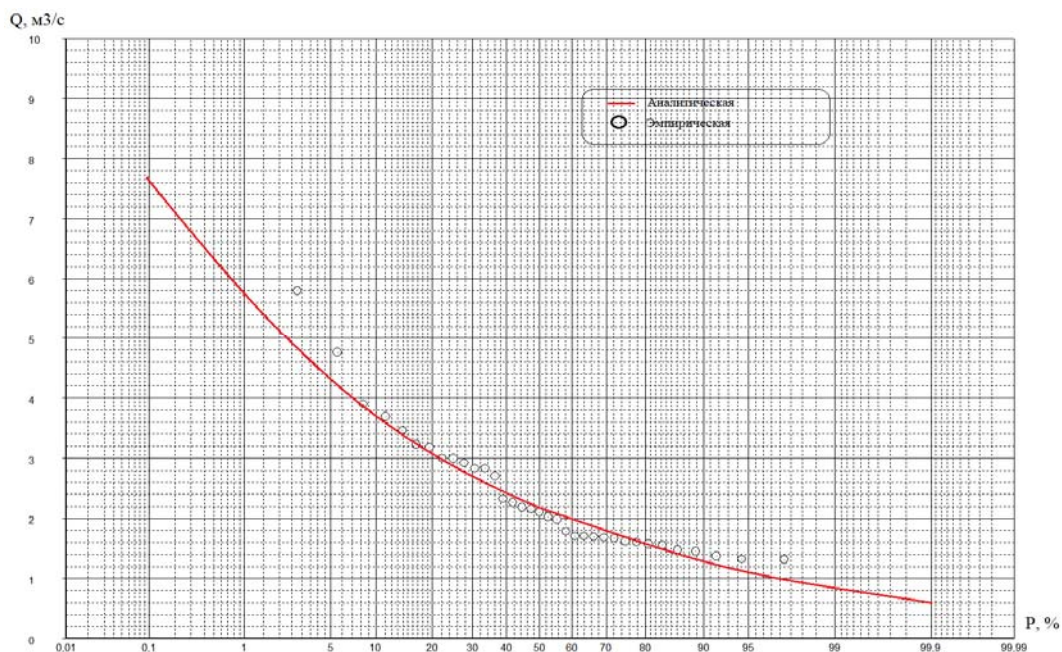


Рисунок 12 – эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Уптар пос. Уптар;  $Q_{cp} = 2,39$ ,  $C_v = 0,43$ ,  $C_s/C_v = 3$

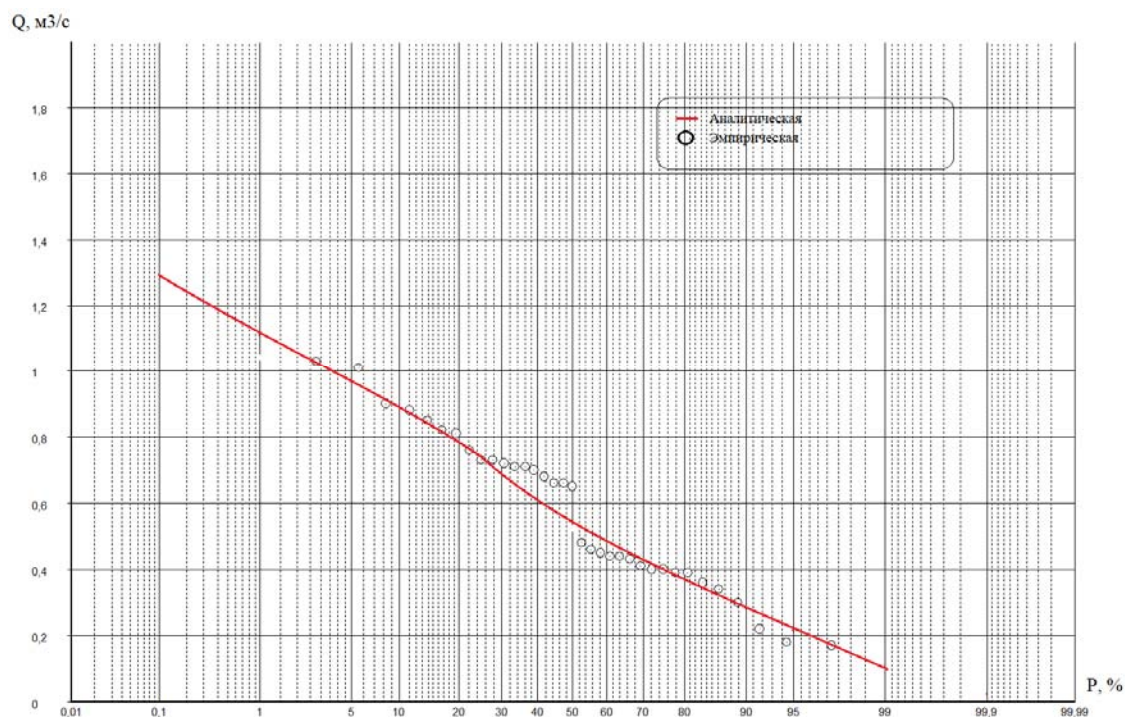


Рисунок 13– эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Каменушка 8 км от устья;  $Q_{cp} = 0,58$ ,  $C_v = 0,40$ ,  $C_s/C_v = 0,5$

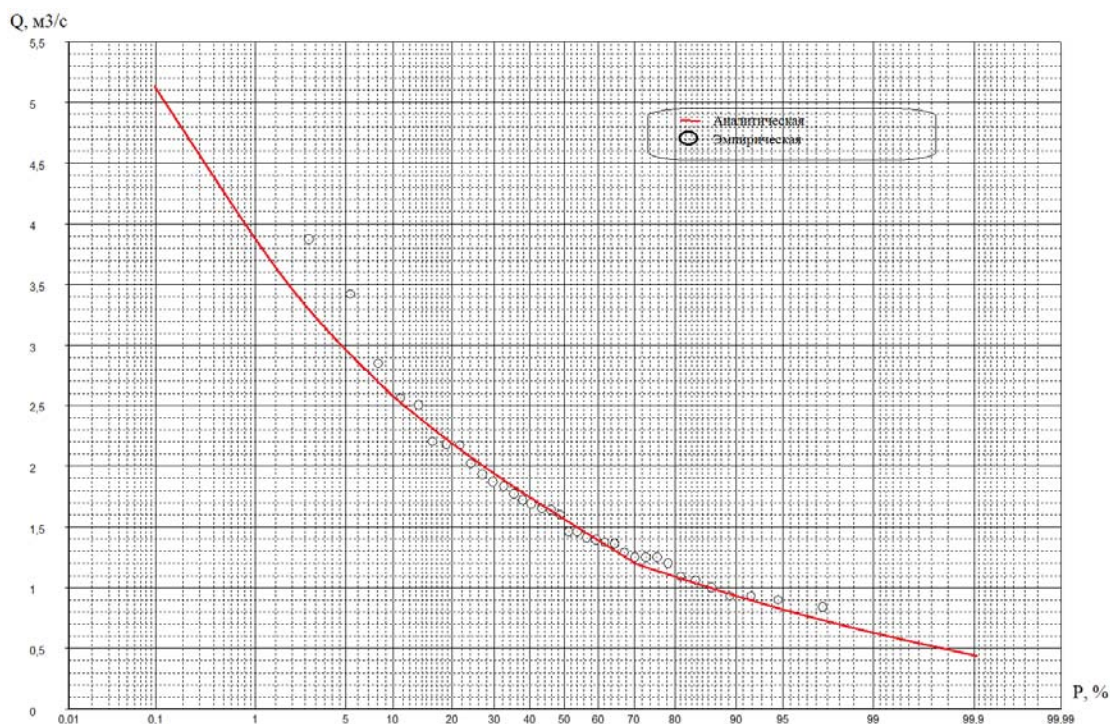


Рисунок 14 – эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченностей минимальных 30-суточных летне-осенних расходов воды, р. Дукча пос. Снежная Долина;  $Q_{\text{ср}} = 1,69$ ,  $C_v = 0,41$ ,  $C_s/C_v = 3$ .

### 2.3. Уровенный режим

Уровенный режим показывает закономерность наполнения русла водотока и описывает специфику данного процесса в разных пространственных и временных масштабах. Колебания уровня воды в реках тесно связаны с режимом стока. На уровенный режим водных объектов большее влияние оказывают морфологические особенности строения русла.

В качестве исходных данных для исследования послужат данные из приложения 2. Построим гидрограф уровней воды по средним, максимальным и минимальным уровням воды за весь период наблюдений на рис. 15–17.

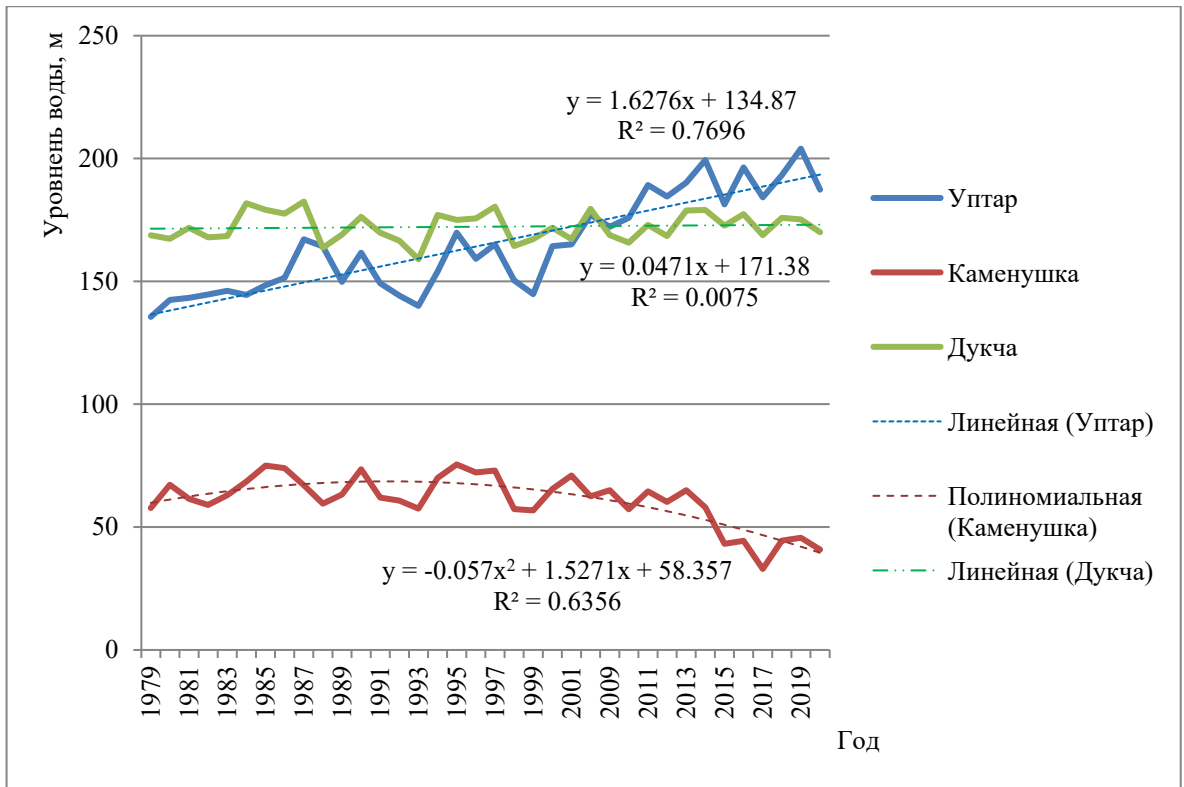


Рисунок 15 – динамика изменения среднегодовых уровней по расчетным рекам за весь предоставленный период наблюдений

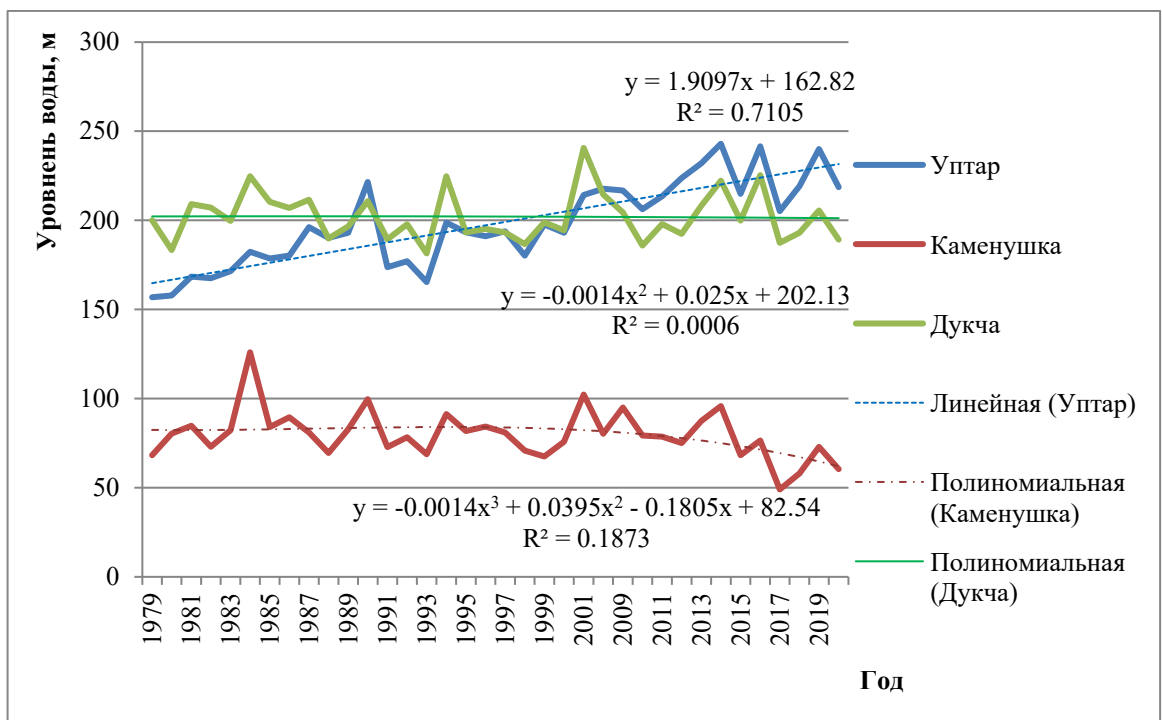


Рисунок 16 – динамика изменения максимальных уровней по расчетным рекам за весь предоставленный период наблюдений



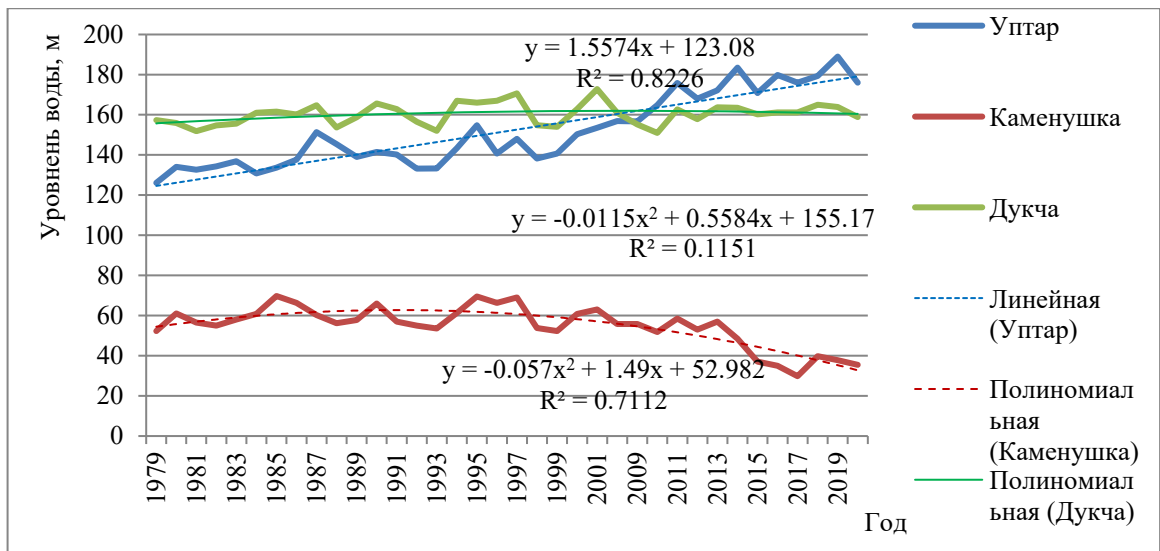


Рисунок 17 – динамика изменения минимальных уровней по расчетным рекам за весь предоставленный период наблюдений

Исходя из графиков на рис. 15–17 отчетливо видны изменения на реке Уптар пос. Уптар с каждым годом общая амплитуда колебания уровня увеличивается, начиная с 2000 года. На реке Каменушка 8 км от устья, динамика сохраняется практически неизменной на всех графиках. Точно также на реке Дукча пос. Снежная Долина в период с 1979 г. по 2020 г. уровни воды с каждым годом неизменны.

#### 2.4. Ледовый режим.

Поскольку расчетные реки находятся в одном районе, ледообразование на них наступает в один и тот же период. Ледовые явления осенью начинаются обычно с появлением заберегов, реже шуги или сала. Забереги при повышении температуры воздуха могут исчезать на несколько дней, что характерно для малых рек северной части территории, где иногда прерывается также и период с ледяным покровом.

Образование шуги на реках происходит почти одновременно с появлением заберегов, за исключением малых рек с площадью водосбора менее 300 км<sup>2</sup>, на которых она, как правило, не наблюдается.

На малых реках могут быть значительные отклонения в сроках появления льда, обусловленные местными особенностями морфологией русла. На них, как

правило, ледовые явления отмечаются на 2–4 дня раньше, но может наблюдаться и на 15 дней раньше.

Замерзание обычно происходит по участкам: русло на перекатах забивается шугой, которая смерзается и дает начало ледоставу. Позднее участки смыкаются между собой, образуя сплошной ледяной покров. На реках побережья Охотского моря ледостав устанавливается от истока вниз по реке.

Нам малых реках, в частности на расчетных, ледостав продолжается дольше, иногда на восемь, а бывают случаи, когда и на 15–20 дней, чем на ближайших средних или больших реках.

Характерной частью зимнего режима расчетных рек является большая интенсивность нарастания толщины льда, особенно в осенний период при небольшом слое снега.

Поскольку расчетные реки являются малыми, они полностью промерзают и рост льда прекращается задолго до конца зимы. Толщина льда на них обычно равна глубине потока перед ледоставом. На промерзающих в середине и конце зимы малых реках, протекающих главным образом на Охотском побережье, повсеместно наблюдаются наледные явления, и толщина льда достигает 2–3 м.

Из расчетных рек в начале ледостава прекращение стока наблюдается только на реке Уптар, происходит это ориентировочно в начале марта, Дукча и Каменушка же полностью промерзают.

Весенние процессы на промерзающих реках начинаются с появлением стоячей, а потом текущей воды поверх льда, размывающей его. Интенсивность размыва зависит от толщины льда и развития весенних процессов. На малых реках, промерзающих сразу же при наступлении первых холодов, первые несение воды размывают лед иногда в течение нескольких часов, иногда за несколько дней.

Расчетные реки находятся близко к Охотскому морю и обычно вскрываются в направлении от устьевых участков к верховьям, с юга на север, начиная с равнинных частей к горным. Примерные даты вскрытия первая

половина мая, реже может быть начало мая, но лишь в отдельных случаях. Процесс освобождения рек ото льда в этом районе отличается особой длительностью из-за затяжной холодной весны и большой мощности ледяного покрова на промерзающих реках [1, 8].

## **2.5. Твердый сток**

Величина стока наносов рек Дальнего Востока и в частности Магаданской области находится в прямой зависимости от суровых климатических условий района. Резкие колебания температуры воздуха подготавливают породы, слагающие поверхность водосборов, к морозному выветриванию, которое и является здесь первопричиной развития эрозионных процессов.

На рассматриваемой территории получила распространение водная эрозия, склоновая и русловая. Склоновая эрозия подразделяется на поверхностный, или плоскостной смыв и глубинную, или линейную эрозию.

Весной, во время снеготаяния, вода смывает продукты склоновой эрозии с поверхности водосбора; развитие глубинной эрозии ограничено из-за наличия многолетней мерзлоты, препятствующей смыву.

Летом, во время дождевых паводков, происходит в основном также поверхностный смыв; развитию глубинной эрозии в это время препятствует густое сплетение корневой системы растений, сосредоточенной в условиях многолетней мерзлоты в самом верхнем слое почвы.

Многолетняя мерзлота, с одной стороны, препятствует развитию глубинной эрозии и овражной деятельности, уменьшая размываемость пород, скрывая рыхлые материалы в твердые массы. Но с другой стороны, близкое расположение многолетней мерзлоты к поверхности приводит к быстрому насыщению водой деятельного слоя, после чего дальнейшее поступление осадков оказывается избыточным, и вода стекает со склона, унося с собой

продукты выветривания, иначе говоря, ускоряется процесс поверхностного смыва.

В данном регионе следует выделить три источника формирования стока наносов, поступления наносов в поток: поверхностный смыв, русловая эрозия и горные разработки.

Рассмотреть подробно формирование эрозионных процессов по гидрологическим районам не представляется возможным из – за малого числа пунктов наблюдений и неравномерности их распределения по территории.

Территория Дальнего Востока и в частности района расчетных рек отличается средней мутностью воды от 50 до 100 г/м<sup>3</sup>. Так как регион слабо изучен по параметрам твердого стока, можно использовать формулу для определения расходов взвешенных наносов  $R$  по формуле (10) [5,10].

$$R = \frac{\rho_0 \bar{M} * \bar{f}}{10^6}, \text{ кг/с}, \quad (10)$$

где  $\rho_0$  – средняя многолетняя мутность воды, определяемая по карте, г/м<sup>3</sup>, в данном случае для всех рек значение равно  $\rho_0 = 50$  г/м<sup>3</sup>;

$\bar{M}$  – средний многолетний модуль годового стока в расчётном створе, в л/с·км<sup>2</sup>;

$\bar{f}$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

Модуль стока  $\bar{M}$  рассчитывается по формуле (11).

$$\bar{M} = \frac{1000 * \bar{Q}}{\bar{f}}, \quad (11)$$

где  $\bar{Q}$  – среднее многолетнее значение годового стока, м<sup>3</sup>/с.

С учётом формулы (10), формула (11) примет вид формулы (12).

$$R = \rho_0 * \bar{Q} * 10^{-3} \text{ кг/с}. \quad (12)$$

Средний многолетний объём наносов за год определяется по формуле (13).

$$RW_H = \frac{31,54 * R}{\rho}, \text{ млн. м}^3. \quad (13)$$

где  $\rho$  – средняя плотность наносов (принимается равной  $1\,350\text{ кг/м}^3$ ).

Сток влекомых наносов  $W_D$  при отсутствии данных наблюдений можно оценить в долях от стока взвешенных наносов: в общем объеме наносов на долю влекомых и взвешенных наносов приходится, соответственно, 20–25 и 75–80%. Тогда общий объем наносов в расчетных створах рассчитывается по формуле (14) [5,10].

$$W = W_H + W_D, \text{ млн. м}^3 \quad (14)$$

Следовательно, для р. Уптар пос. Уптар:

$$\text{Уптар } \bar{M} = \frac{1000 \cdot 15,8}{528} = 29,9 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\text{Уптар } R = 50 \cdot 15,8 \cdot 10^{-3} = 0,790 \text{ кг/с};$$

$$\text{Уптар } W_H = \frac{31,54 \cdot 0,790}{1350} = 0,018 \text{ млн. м}^3;$$

$W_D$  примем 78% от  $W_H$  для реки Уптар;

$$W_D = 0,78 \cdot 0,018 = 0,014 \text{ млн. м}^3.$$

Для р. Каменушка 8 км от устья:

$$\text{Каменушка } \bar{M} = \frac{1000 \cdot 2,3}{93} = 24,7 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\text{Каменушка } R = 50 \cdot 2,3 \cdot 10^{-3} = 0,115 \text{ кг/с};$$

$$\text{Каменушка } W_H = \frac{31,54 \cdot 0,115}{1350} = 0,003 \text{ млн. м}^3;$$

$W_D$  примем 78% от  $W_H$  для реки Каменушка;

$$W_D = 0,78 \cdot 0,003 = 0,0023 \text{ млн. м}^3.$$

Для р. Дукча пос. Снежная Долина:

$$\text{Дукча } \bar{M} = \frac{1000 \cdot 8,14}{332} = 24,5 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\text{Дукча } R = 50 \cdot 8,14 \cdot 10^{-3} = 0,407 \text{ кг/с};$$

$$\text{Дукча } W_H = \frac{31,54 \cdot 0,407}{1350} = 0,009 \text{ млн. м}^3;$$

$W_D$  примем 78% от  $W_H$  для реки Дукча;

$$W_D = 0,78 \cdot 0,009 = 0,007 \text{ млн. м}^3.$$

## **2.6. Рекомендации по освоению малых рек и изучению их водного режима.**

Реки являются одним из самых важных природных ресурсов нашей планеты. Они обеспечивают жизнь многих организмов, а также служат источником водоснабжения для человека. Малые реки, которых на территории России более 2 миллионов километров, играют особую роль в экосистеме, так как представляют собой важный элемент гидрологического цикла.

**Определение целей и задач.** Перед началом работы необходимо определить цели и задачи освоения малых рек. Это позволит сосредоточиться на необходимой информации, а также оценить достигнутые результаты.

**Изучение топографии местности.** Необходимо изучить топографию местности, где располагается малая река, чтобы понимать ее характеристики. Кроме того, необходимо учитывать климатические условия. Изучение гидрометрических данных. Гидрометрические данные помогут получить информацию о скорости течения, уровне воды, количестве осадков и других параметрах.

**Использование современных методик анализа данных.** Существуют различные методики анализа данных для изучения водного режима малой реки. Например, можно использовать методы математической статистики для определения характеристик водного режима.

Если разбирать освоение малых рек для строительства малой гидроэлектростанции (далее – МГЭС), то следует сказать, что их строительство рационально в местах, где социально-экономические условия и перспективы развития производительных сил региона не требуют создания большой энергетики и малые электростанции могут обеспечить местное энергоснабжение отдельных предприятий, городов и поселков.

Подготовка ложа к затоплению малых искусственных водоемов не сложна по сравнению со средними и крупными водохранилищами. Серия МГЭС может создавать условия, как для многолетнего регулирования стока,

так и для снижения пиков половодий или паводков. Плотины и водохранилища МГЭС в меньшей степени, чем другие энергообъекты, нарушают естественную среду. Они не так опасны для рыбного хозяйства, как плотины средних и крупных гидроэлектростанций, перекрывающих миграционные пути проходных и полупроходных рыб и затопляющих нерестилища. Кроме того, расположение малых водохранилищ в приводораздельной части бассейнов рек способствует переводу поверхностного стока в подземный и росту почвенной влаги. Благодаря небольшим объемам они не могут спровоцировать землетрясения и менее опасны, если окажутся в эпицентре сейсмических катаклизмов. Положительная их сторона особенно проявляется в маловодные сезоны, что в конечном итоге отражается и на режиме главных рек.

Наибольшего же эффекта от внутригодового перераспределения стока такими водоемами, при их массовом строительстве, можно ожидать в засушливых районах. Важен и положительный социальный эффект – они не требуют переселения жителей.

Рассматриваемый регион является одним из самых перспективных для построения МГЭС, в связи с особенностям рельефа и климата. Но есть также один большой недостаток, а конкретно многолетняя мерзлота. Зимний режим малых рек и ледовые явления, а также сезонные маловодья приводят к тому, что МГЭС не всегда обеспечивают гарантированную выработку энергии и являются сезонными электростанциями, требующими дублирующих источников энергии.

Меньшая стоимость МГЭС, небольшие объемы водохранилищ, сокращение сроков строительства и окупаемость затрат, а главное – существенно большая безопасность эксплуатации и менее значительные социально-экологические последствия свидетельствуют о перспективности в ближайшем будущем развития этого вида электростанций [6, 7, 11].

## Заключение

Таким образом, в результате исследования по теме выпускной квалификационной работы можно сделать следующие выводы:

1. В результате проведения анализа информации о физико-географическом положении района расчетных рек, а также о его климатических условиях, можно сделать вывод о том, что в соответствии с климатическим районированием этот район относится к зоне резко континентального климата тундры и лесотундры с очень морозной зимой. Горный рельеф обуславливает высотную поясность, долинных ветров. Климатические условия района исследования характеризуются продолжительной и очень холодной зимой и коротким летом. Характер рассматриваемых рек – горный. Из-за чего внутригодовое распределение стока отличается значительной неравномерностью. В зимние месяцы сток прекращается из-за полного промерзания до самого дна. По данным многолетних наблюдений установлено, что уровень весенних паводковых вод на водотоках исследуемых рек ледохода не обеспечивает.

2. По итогам анализа информации о гидрометеорологической изученности расчетных рек следует, что район достаточно изучен, в области станций расчетных рек отсутствуют метеостанции, но ближайшие к ним находятся на расстоянии не менее 10км. Эти метеостанции могут предоставить достаточно информации.

3. В результате выявления основных закономерностей гидрологического режима можно сказать, что амплитуда колебания среднегодовых расходов воды достаточно большая, это связано с географическим положением рек. Производя расчет внутригодового распределения стока, построены эмпирические и аналитические кривые обеспеченности, которые показывают значительные колебания стока за весь период наблюдений. Закономерность распределения стока 90 – % обеспеченности в процентном соотношении большей частью приходится на НС, который длится с июля по октябрь на реках Каменушка и



Дукча, на реке же Уптар в НП с апреля по июнь. Произведя расчет максимального стока было выявлено, что длины гидрологического ряда для всех расчетных рек достаточно для определения основных гидрологических характеристик. Определили эмпирические и аналитические характеристики минимального стока, который приходится на летне-осенний период, так как в зимней период реки промерзают. Уровненный режим рек с годами практически неизменный за исключением реки Уптар, в которой с каждым годом начиная с 2000 г. уровень становится все выше. Ледовый режим характеризуется длительным периодом ледостава и высокими ледовыми нагрузками, это связано с длительным и холодными зимами. При расчете твердого стока выявлены показатели среднего многолетнего объема наносов, Уптар = 0,018 млн. м<sup>3</sup>, Каменушка = 0,003 млн. м<sup>3</sup>, Дукча = 0,009 млн. м<sup>3</sup>.

4. Подводя итог, были разработаны следующие рекомендации по освоению малых рек и изучению их водного режима:

- необходимо изучить топографию местности, где располагается малая река, чтобы понимать ее характеристики. Кроме того, необходимо учитывать климатические условия;

- изучение гидрометрических данных;

- использовать современные методики анализа данных водного режима рек.

Также рассмотрены варианты освоения под постройку МГЭС, так как данные реки обладают потенциалом для развития этой отрасли, но имеют и ряд больших сложностей, поскольку в данном регионе достаточно суровые зимы и реки полностью промерзают. Из чего получается ситуация в которой данные станции были бы лишь сезонными.

### Список использованных источников

1. Куприянова В.В. Ресурсы поверхностных вод СССР // Том 19. Северо-Восток. Л.: Гидрометеорологическое издательство. 1969. 291 с.
2. Сикан А.В. Методические указания по дисциплине «Гидрологические расчеты», часть II. СПб.: изд. РГГМУ. 2012. 36 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_f44e8f2e3903472ea751aaa0c54dc9fb.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f44e8f2e3903472ea751aaa0c54dc9fb.pdf).
3. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. Специальность «Гидрология» направления подготовки «Гидрометеорология». СПб.: изд. РГГМУ. 2007. 279 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-515132435.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515132435.pdf).
4. Сикан А.В., Винокуров И.О., Дрегваль М.С. Учебное пособие по дисциплине «Гидрологические расчеты». Часть I. СПб.: изд. РГГМУ. 2021. 48 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_11f06cecfadf4c2eb85fac2f3ac2f1ad.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_11f06cecfadf4c2eb85fac2f3ac2f1ad.pdf).
5. Айрапетян В.Г. Твердый сток рек на примере реки Тартар // Регион и мир. 2019. Т. X, № 3. С. 123–126. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37393351>.
6. Малик Л.К. ГЭС на малых реках России: достоинства и недостатки // Сетевая образовательная библиотека «VIVOS VOCO!». 2003. № 1. С 55–62. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.1543.su/VIVOVOCO/VV/JOURNAL/NATURE/01\\_03/HYDRO.PDF](http://www.1543.su/VIVOVOCO/VV/JOURNAL/NATURE/01_03/HYDRO.PDF).
7. Малик Л. К. Концептуальные подходы к освоению гидроэнергетического потенциала малых рек России // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 3. С. 16–28. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17774664>.
8. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). Данные о режиме и ресурсах

поверхностных вод суши с 2008 по 2020 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=97>.

9. Действующие метеорологические, гидрологические станции сети Росгидромета. [Электронный ресурс]. URL: [http://esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU\\_RIHMI-WDC\\_2667](http://esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU_RIHMI-WDC_2667).

10. Определение основных расчетных гидрологических характеристик СП 33-101-2003 Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России). Москва. 2004. 73 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294815/4294815038.pdf>.

11. Почему нет массового применения микроГЭС. [Электронный ресурс]. URL: <https://aftershock.news/>.

12. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши с 1979 по 2001 гг. Бассейн р. Колыма. Предоставленные библиотекой государственного гидрологического института.

## Приложение 1

### Среднемесячные, максимальные и минимальные расходы воды на реках Уптар, Каменушка и Дукча

Таблица 1.1 – среднемесячные расходы воды на р. Уптар пос. Уптар

Год	Р. Уптар пос. Уптар ср. 185,40 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	ср.	0,061	0,029	0,035	0,39	9,22	3,6	3,52	6,76	4,61	2,37	0,95	0,79	2,695
1980	ср.	0,64	0,63	0,52	0,46	8,45	19,6	6,25	3,73	9,11	3,38	1,21	0,86	4,570
1981	ср.	0,58	0,18	0,11	0,76	12,7	4,48	3,69	4,07	7,78	8,33	1,66	1,09	3,786
1982	ср.	0,69	0,62	0,52	0,84	11	5,91	2,45	4,53	8,57	11,8	3,27	1,22	4,285
1983	ср.	0,86	0,64	0,56	0,62	10,9	6,52	4,47	11,6	5,68	4,35	0,9	0,4	3,958
1984	ср.	0,23	0,063	0,019	1,36	8,25	7,59	9,31	9,63	6,18	4,69	1,62	0,84	4,149
1985	ср.	0,49	0,25	0,16	0,23	11,3	29,6	9,44	7,77	3,1	2,11	1,21	0,8	5,538
1986	ср.	0,49	0,33	0,4	0,85	13,1	11,5	6,11	13	12,1	9,61	2,94	1,07	5,958
1987	ср.	0,62	0,33	0,33	0,47	4,16	23,9	3,61	2,96	9,87	17,2	2,61	1,28	5,612
1988	ср.	0,51	0,27	0,14	0,46	9,26	3,57	2,71	2,19	2,85	2,39	1,19	0,69	2,186
1989	ср.	0,21	0,21	0,13	0,41	12,6	5,7	6,92	3,52	7,68	3,6	1,83	1,21	3,668
1990	ср.	0,78	0,54	0,35	0,49	17,8	29,2	13,3	5,72	4,68	3,94	1,91	1,46	6,681
1991	ср.	1,09	0,8	0,63	0,74	11,3	10,8	3,55	3,09	4,69	5,78	2,32	0,82	3,801
1992	ср.	0,16	0,082	0,059	0,15	9,41	6,18	1,85	5,63	5,46	2,71	1,28	0,49	2,788
1993	ср.	0,34	0,28	0,31	0,53	7,45	5,73	1,93	1,71	3,35	1,8	0,48	0,26	2,014
1994	ср.	0,13	0,087	0,073	0,36	12	7,13	4,17	7,43	9,3	4,51	1,99	1,43	4,051
1995	ср.	0,99	0,81	0,78	0,79	13,6	17,8	16,1	10,3	4,72	2,36	1,75	1,17	5,931
1996	ср.	0,79	0,4	0,23	0,41	13,1	14,9	3,88	5,82	3,13	6,59	1,16	0,9	4,276
1997	ср.	0,71	0,69	0,82	0,87	4,66	30,9	6,71	5,32	7,63	9,21	2,87	1,7	6,008
1998	ср.	1,01	0,79	0,77	1,11	5,62	7,36	5,79	3,33	8,14	4,86	1,62	1,08	3,457
1999	ср.	0,91	0,72	0,11	0,23	11,2	2,88	2,84	2,69	3,51	1,85	1,05	0,61	2,383
2000	ср.	0,47	0,23	0,27	—	—	8,21	4,25	7,86	8,36	2,7	1,45	0,92	3,472
2001	ср.	0,33	0,083	0,16	0,42	11,6	3,62	3,58	7,65	11	3,38	1,74	1	3,714
2008	ср.	1,07	1,13	1,06	0,92	22,1	10,1	6,15	7,68	19,1	5,66	2,56	1,94	6,623
2009	ср.	1,34	0,6	0,37	0,61	14,9	15,1	2,7	7,46	7,14	2,79	1,77	1,22	4,667
2010	ср.	1,13	0,73	0,47	0,52	6,57	3,32	2,38	8,87	9,98	4,06	1,61	1,89	3,461
2011	ср.	0,83	0,67	0,47	0,81	12	15,7	7,03	5,79	11	4,57	1,83	1,02	5,143
2012	ср.	0,69	0,5	0,47	0,46	12,7	5,36	2,96	8,85	8,06	4,72	1,66	1,14	3,964
2013	ср.	1,1	1,07	0,89	0,92	9,7	9,7	6,85	16,9	10,1	6,42	2,28	1,25	5,598
2014	ср.	1,06	0,99	0,95	0,98	15,1	17,5	30,9	16,2	11	17,9	4,34	1,61	9,878
2015	ср.	1,16	1,04	0,91	1,3	11	14,7	3,82	9,39	8,97	4,19	2,27	0,77	4,960
2016	ср.	0,51	0,48	0,38	0,89	11,2	4,47	10,9	17,9	13,5	7,71	2,38	1,18	5,958
2017	ср.	1,13	0,93	1,42	3,38	10,2	4,76	3,38	3,17	5,92	5,09	1,89	1,17	3,537
2018	ср.	1,06	0,99	0,93	1,24	14,9	20,8	5,99	4,61	7,5	4,13	2,41	1,32	5,490
2019	ср.	0,94	0,71	0,47	2,05	19,6	13,2	7,39	9,54	7,55	6,98	3,46	1,31	6,100
2020	ср.	0,81	0,64	0,54	0,61	12	8,37	4,92	4,78	3,14	5,7	1,51	1,34	3,697

Таблица 1.2 – среднемесячные расходы воды на р. Каменушка 8 км от устья

Год	Р. Каменушка 8км. от устья ср. 158 м абс.												Среднее	
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
1979	ср.	0,091	0,065	0,064	0,11	0,89	0,54	0,41	0,77	0,68	0,58	0,42	0,23	0,404
1980	ср.	0,13	0,11	0,11	0,13	1,01	2,68	1,22	0,8	1,06	0,63	0,35	0,23	0,705
1981	ср.	0,17	0,046	0,041	0,096	1,92	0,94	0,54	0,93	1	1,24	0,55	0,28	0,646
1982	ср.	0,23	0,18	0,13	0,16	1,33	0,81	0,4	0,48	0,99	1,95	0,7	0,39	0,646
1983	ср.	0,25	0,16	0,12	0,1	1,18	0,86	0,46	1,25	1,22	1,1	0,52	0,38	0,633
1984	ср.	0,29	0,19	0,12	0,54	0,98	1,02	1,63	1,36	1,6	1,04	0,57	0,35	0,808
1985	ср.	0,24	0,17	0,11	0,088	1,92	3,7	1,85	1,71	1,25	0,88	0,36	0,27	1,046
1986	ср.	0,16	0,077	0,083	0,21	1,32	1,8	1,19	2,41	2,75	2,55	0,88	0,4	1,153
1987	ср.	0,25	0,24	0,19	0,16	0,88	3,06	0,8	0,48	1,08	2,72	0,83	0,34	0,919
1988	ср.	0,23	0,19	0,12	0,2	1,38	0,78	0,56	0,6	0,84	1,09	0,53	0,23	0,563
1989	ср.	0,089	0,042	0,045	0,099	1,02	0,82	0,73	0,67	1,17	0,87	0,29	0,24	0,507
1990	ср.	0,17	0,057	0,044	0,078	2,43	3,42	1,26	1,43	1,04	1,42	0,59	0,27	1,017
1991	ср.	0,18	0,12	0,086	0,12	1,37	1,8	0,73	0,64	0,62	0,67	0,4	0,12	0,571
1992	ср.	0,059	0,034	0,035	0,12	0,82	0,64	0,31	0,97	1,13	0,63	0,3	0,17	0,435
1993	ср.	0,072	0,055	0,052	0,13	0,94	0,66	0,37	0,29	0,53	0,41	0,078	0,057	0,304
1994	ср.	0,061	0,062	0,15	0,32	1,12	1,75	0,92	1,58	1,85	1,41	0,42	0,25	0,824
1995	ср.	0,21	0,2	0,14	0,15	1,24	2,92	2,45	1,96	1,1	0,87	0,58	0,26	1,007
1996	ср.	0,16	0,2	0,23	0,28	1,14	2,69	1,11	2,08	1,42	1,23	0,69	0,48	0,976
1997	ср.	0,46	0,2	0,18	0,34	0,89	2,93	1,58	1,28	2,46	2,08	1,24	0,42	1,172
1998	ср.	0,33	0,3	0,22	0,2	1,11	0,85	0,46	0,4	—	—	0,4	0,14	0,441
1999	ср.	0,088	0,066	0,054	0,11	1,23	0,47	0,41	0,36	0,59	0,56	0,3	0,15	0,366
2000	ср.	0,12	0,083	0,068	0,092	0,78	1,21	0,86	1,07	1,77	0,96	0,58	0,28	0,656
2001	ср.	0,1	0,065	0,038	0,061	1,66	1,71	0,59	1,66	2,73	1,17	0,49	0,32	0,883
2008	ср.	0,33	0,24	0,18	0,16	1,94	2,36	1,26	1,06	1,92	1,42	0,76	0,6	1,019
2009	ср.	0,45	0,29	0,11	0,12	1,35	2,94	1,18	2,35	2,34	1	0,72	0,48	1,111
2010	ср.	0,3	0,36	0,31	0,26	0,85	0,79	0,61	1,27	1,6	1,32	0,28	0,29	0,687
2011	ср.	0,29	0,29	0,24	0,29	1,38	2,73	1,45	1	1,99	1,42	0,55	0,33	0,997
2012	ср.	0,33	0,26	0,24	0,29	1,77	1,13	0,6	1,59	2,03	1,51	0,77	0,68	0,933
2013	ср.	0,59	0,41	0,28	0,21	0,9	1,61	0,91	2,7	1,75	1,23	0,63	0,57	0,983
2014	ср.	0,56	0,62	0,38	0,33	1,34	2,72	3,32	2,41	1,44	1,89	1,15	0,7	1,405
2015	ср.	0,47	0,37	0,34	0,29	1,25	2,44	1,19	1,87	2,07	1,57	0,97	0,61	1,120
2016	ср.	0,4	0,33	0,27	0,4	1,59	1,03	1,35	2,67	2,5	2,03	0,92	0,53	1,168
2017	ср.	0,37	0,32	0,25	0,37	0,78	0,62	0,6	0,57	0,89	0,98	0,63	0,5	0,573
2018	ср.	0,33	0,24	0,2	0,23	1,43	2,65	1,25	0,94	0,96	0,79	0,7	0,38	0,842
2019	ср.	0,28	0,25	0,21	0,24	1,77	1,32	1,07	1,65	1,24	1,75	0,96	0,36	0,925
2020	ср.	0,25	0,21	0,17	0,19	1	1,47	1,04	0,99	0,87	1,05	0,75	0,48	0,706

Таблица 1.3 – среднемесячные расходы воды на р. Дукча пос. Снежная Долина

Год	Р. Дукча пос. Снежная Долина ср. 141.11 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	ср.	—	—	0,46	0,38	3,31	3,35	2,21	4,6	2,44	1,52	1,14	0,81	2,022
1980	ср.	0,53	0,42	0,43	0,51	1,3	11,2	4,21	1,89	4,07	2,02	0,95	0,81	2,362
1981	ср.	0,65	0,62	0,41	0,58	5,27	5,27	1,87	3,81	4,74	5,23	1,52	0,66	2,553
1982	ср.	0,59	0,57	0,44	0,55	3,3	4,96	1,84	3,29	6,03	6,61	2,2	1,42	2,650
1983	ср.	0,74	0,48	0,45	0,49	3,5	5,11	2,31	6,21	3,8	2,99	0,96	0,68	2,310
1984	ср.	0,6	0,48	0,45	0,75	2,97	5,24	6,05	6,06	4,09	2,5	1,22	0,79	2,600
1985	ср.	0,57	0,49	0,22	0,31	2,69	15,7	7,28	5,11	2,45	1,61	0,72	0,51	3,138
1986	ср.	0,4	0,32	0,24	0,45	3,24	9,82	3,98	7,73	7,48	5,5	2,31	1,05	3,543
1987	ср.	0,62	0,42	0,32	0,35	1,14	14	3,44	1,46	4,66	9,56	1,79	0,74	3,208
1988	ср.	0,39	0,35	0,3	0,45	3,87	2,5	1,39	1,22	1,52	1,61	0,92	0,6	1,260
1989	ср.	0,43	0,34	0,38	0,54	2,75	4,83	4,19	2,62	4,65	3,19	1,43	0,64	2,166
1990	ср.	0,43	0,38	0,37	0,47	4,98	15,9	5,23	4,6	3,29	3,2	1,64	0,95	3,453
1991	ср.	0,64	0,56	0,41	0,47	3,5	8,87	3,12	2,06	2,2	3,27	1,34	0,55	2,249
1992	ср.	0,36	0,36	0,47	0,71	2,37	5,1	1,56	2,19	3,88	1,8	1,12	0,92	1,737
1993	ср.	0,4	0,25	0,43	0,55	2,42	3,27	1,33	1,03	2,94	1,53	0,53	0,18	1,238
1994	ср.	0,2	0,16	0,51	0,88	4,46	8,25	3,65	6,22	6,03	2,51	0,92	0,68	2,873
1995	ср.	0,38	0,43	0,49	0,59	3,17	15,9	12,2	5,42	2,83	1,69	1,05	0,59	3,728
1996	ср.	0,33	0,55	0,73	0,48	3,24	11,8	3,63	3,91	3,2	3,78	0,56	0,12	2,694
1997	ср.	0,15	0,17	0,28	0,72	1,42	16,6	5,15	2,6	6,84	3,92	2,35	1,29	3,458
1998	ср.	0,94	0,87	0,74	0,48	3,55	4,25	1,91	1,56	2,96	2,44	0,98	0,73	1,784
1999	ср.	0,63	0,46	0,35	0,31	4,85	2,13	1,78	1,71	2,54	1,47	0,86	0,61	1,475
2000	ср.	0,41	0,27	0,29	0,61	2,86	6,13	2,65	3,69	4,04	1,75	1,11	0,78	2,049
2001	ср.	0,3	0,2	0,14	0,16	3,89	7,75	2,24	3,8	5,9	2,74	1,02	0,67	2,401
2008	ср.	0,99	1,04	0,92	0,79	6,46	12,6	4,45	4,43	10,6	5,45	2,83	1,22	4,315
2009	ср.	0,7	0,43	0,35	0,69	3,7	16,6	4,6	5,99	8,39	3,49	1,64	1,1	3,973
2010	ср.	1	0,84	0,64	0,63	4,85	4,99	2,85	5,98	7,22	3,74	1,52	1,23	2,958
2011	ср.	0,92	0,81	0,72	0,83	3,84	20	12	4,26	10,7	4,55	2,21	1,45	5,191
2012	ср.	1,05	1,08	0,71	0,6	9,87	7,53	2,68	8,45	10,3	6,62	3,29	1,59	4,481
2013	ср.	0,93	0,74	0,68	0,78	4,95	9,39	5,17	9,94	5,35	3,59	1,54	0,99	3,671
2014	ср.	0,81	0,7	0,61	0,8	4,39	14,6	17,5	11,8	4,93	6,9	4,35	2,61	5,833
2015	ср.	1,11	0,76	0,7	0,58	5,01	12,9	3,28	4,77	4,11	2,64	1,54	1,1	3,208
2016	ср.	0,83	0,71	0,61	1,18	5	4,54	6,25	10,7	7,49	4,55	3,44	2,35	3,971
2017	ср.	1,41	0,97	0,71	0,73	2,83	4,46	2,68	1,99	3,58	3,36	1,53	1,05	2,108
2018	ср.	0,93	0,74	0,68	0,97	3,37	15	5,13	3,35	4,44	2,99	1,29	0,71	3,300
2019	ср.	0,6	0,55	0,44	0,63	8,69	8,81	4,3	6,54	3,5	3,53	2,38	1,16	3,428
2020	ср.	0,75	0,65	0,6	0,54	3,66	7,97	3,57	3,97	2,44	2,87	1,62	1,15	2,483

Таблица 1.4 – максимальные расходы воды на р. Уптар пос. Уптар

Год	Р. Уптар пос. Уптар max. 185,40 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	max.	0,14	0,037	0,038	2,35	27,6	10,3	10,7	56	15,6	3,5	1,23	0,88	10,698
1980	max.	0,73	0,65	0,57	0,59	39,9	43,2	16,1	8,1	21,6	5,83	1,64	0,89	11,650
1981	max.	0,85	0,27	0,17	1,5	61,2	13,8	13,8	19,3	25,1	27,7	3,04	1,17	13,992
1982	max.	0,82	0,62	0,58	1,76	27,9	12,6	4,83	36,1	35,3	64,4	7,28	1,44	16,136
1983	max.	1,07	0,64	0,64	0,83	32,8	15,4	31,2	90,4	25,9	24,6	1,85	0,52	18,821
1984	max.	0,33	0,098	0,033	10,3	40,9	57,8	38,4	34,9	16,7	9,45	4,07	1,09	17,839
1985	max.	0,63	0,27	0,23	0,47	94,7	90,3	35,7	43,8	6,55	2,38	1,35	0,93	23,109
1986	max.	0,74	0,36	0,46	2,1	52,9	26,7	18,5	57	28,7	26,7	4,13	1,52	18,318
1987	max.	0,92	0,4	0,38	0,59	23,7	88	5,92	8,08	24,6	137	4,02	1,65	24,605
1988	max.	0,96	0,32	0,19	1,16	16,7	10,2	5,31	5,31	10,2	5,04	1,63	0,78	4,817
1989	max.	0,43	0,29	0,28	0,65	41,3	19,5	44,2	8,41	48,3	8,03	2,2	1,6	14,599
1990	max.	0,83	0,63	0,42	0,7	76	128	284	13,3	7,15	9,5	2,33	1,64	43,708
1991	max.	1,24	0,84	0,73	1	31,3	22,1	5,08	7,06	13,7	11,9	3,26	1,58	8,316
1992	max.	0,2	0,11	0,069	0,76	20,9	14,8	3,29	31,4	27,9	4,64	1,52	0,87	8,872
1993	max.	0,39	0,29	0,33	0,89	22,8	34,5	2,75	2,75	10,3	3,15	0,62	0,36	6,594
1994	max.	0,17	0,098	0,085	2,28	30,2	21,4	6,43	20,9	22	6,12	2,88	1,64	9,517
1995	max.	1,19	0,84	0,79	0,8	30,7	27,1	32,5	20,3	11,1	2,76	2,02	1,41	10,959
1996	max.	0,98	0,59	0,29	0,65	35,3	28,4	5,9	30,9	8,65	30,9	1,67	0,92	12,096
1997	max.	0,81	0,76	0,85	0,89	32,9	70,8	12,8	12,4	12,8	19,4	4,83	2,06	14,275
1998	max.	1,32	0,83	0,79	1,55	14,4	13,9	22,4	3,82	41,8	14,4	2,05	1,27	9,878
1999	max.	0,98	0,83	0,31	0,51	31,1	6,64	23,4	14,3	19,2	2,56	1,61	0,72	8,513
2000	max.	0,54	0,32	0,51	—	—	19	8,9	35,1	28,2	4,96	1,68	1,19	10,040
2001	max.	0,6	0,17	0,25	0,92	38,2	56,5	11,2	23,1	79,9	5,74	2,65	1,17	18,367
2008	max.	1,4	1,23	1,27	1,56	61,8	22,4	20,7	29,6	74,7	11,5	3,35	2,05	19,297
2009	max.	1,72	0,92	0,48	0,72	56,3	44	4,16	58,9	31,7	4,74	1,89	1,51	17,253
2010	max.	1,14	1,14	0,51	1,14	22,6	7,15	6,28	44,4	25,5	15,2	1,82	2,15	10,753
2011	max.	0,86	0,76	0,57	1,76	36,7	36,7	11,6	16,9	32	7,99	3,16	1,16	12,513
2012	max.	0,85	0,52	0,49	0,71	27,1	16	8,3	43,9	15,9	17,1	3,03	1,15	11,254
2013	max.	1,12	1,09	1,03	2,02	26	26	15,9	76,2	24,7	15,7	2,99	1,59	16,195
2014	max.	1,13	1,01	0,96	1,36	39,7	55,6	136	45,1	84,2	45,1	6,94	1,79	34,908
2015	max.	1,34	1,09	1,1	1,41	36,8	78,8	5,48	56,5	40,2	5,97	3,67	1,17	19,461
2016	max.	0,55	0,49	0,44	3,67	47,3	8,83	53	144	48,4	11,3	3,87	1,31	26,930
2017	max.	1,21	1,11	1,55	9,76	23,5	13,2	8,04	6,5	34	21	2,43	1,33	10,303
2018	max.	1,1	1,03	1,02	1,48	48	42	10,5	14,8	32,1	8,09	—	—	16,012
2019	max.	—	—	0,78	3,57	101	40,1	10,7	54,6	21,3	20	6,3	1,78	26,013
2020	max.	0,93	0,7	0,6	0,92	32,9	18,1	14,1	25,7	4,4	37,1	1,91	1,39	11,563

Таблица 1.5 – максимальные расходы воды на р. Каменушка 8 км от устья

Год	Р. Каменушка 8км. от устья макс. 158 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	мах.	0,1	0,073	0,066	0,3	2,19	0,99	0,91	2,7	1,28	1,08	0,49	0,37	0,879
1980	мах.	0,16	0,12	0,13	0,18	4,92	4,57	2,24	1,12	1,84	1,3	0,4	0,27	1,438
1981	мах.	0,21	0,076	0,07	0,13	5,51	3,74	4,84	7	4,62	3,74	0,77	0,3	2,584
1982	мах.	0,27	0,21	0,15	0,31	3,84	1,84	0,66	3,46	2,57	7,98	0,98	0,53	1,900
1983	мах.	0,28	0,21	0,13	0,14	2,33	2	1,09	5,07	2,12	2,81	0,69	0,43	1,442
1984	мах.	0,33	0,23	0,13	2,95	1,83	19,2	19,2	4,76	3,89	1,52	0,77	0,43	4,603
1985	мах.	0,29	0,2	0,12	0,11	13	6,66	2,64	3,39	1,86	1,3	0,48	0,28	2,528
1986	мах.	0,27	0,082	0,11	0,34	4,23	2,78	3,57	5,7	7,98	7,1	1,21	0,58	2,829
1987	мах.	0,26	0,24	0,23	0,2	3,33	8,94	1,25	0,56	3,73	7,69	1,28	0,59	2,358
1988	мах.	0,23	0,21	0,16	0,31	3,6	1,48	1,39	1,56	1,31	1,68	0,89	0,3	1,093
1989	мах.	0,13	0,067	0,092	0,13	3,38	1,91	3,7	1,13	9,77	2,15	0,38	0,26	1,925
1990	мах.	0,22	0,11	0,068	0,1	8,14	12,4	11,1	2,75	2,9	6,4	0,9	0,32	3,784
1991	мах.	0,22	0,13	0,1	0,2	3,54	3,7	1,19	1,83	1,3	2,44	0,5	0,22	1,281
1992	мах.	0,079	0,04	0,048	0,38	1,87	2,22	0,41	6,55	4,71	1,58	0,33	0,21	1,536
1993	мах.	0,13	0,066	0,071	0,19	1,81	2,41	0,62	0,62	1,93	0,8	0,17	0,083	0,742
1994	мах.	0,11	0,095	0,25	0,43	19,2	15,2	1,75	3,5	3,3	2	0,83	0,3	3,914
1995	мах.	0,21	0,2	0,19	0,26	4,77	5,25	3,11	2,59	1,51	1,51	0,7	0,46	1,730
1996	мах.	0,17	0,23	0,26	0,46	2,95	4,12	1,48	8,81	1,71	1,71	0,93	0,49	1,943
1997	мах.	0,49	0,27	0,2	0,51	2,58	4,19	2,21	2,21	4,63	2,72	1,65	0,7	1,863
1998	мах.	0,35	0,31	0,26	0,23	2,85	2,16	1,6	0,59	—	—	0,55	0,23	0,913
1999	мах.	0,075	0,057	0,048	0,065	0,25	0,22	0,18	0,18	0,36	0,41	0,19	0,13	0,180
2000	мах.	0,13	0,1	0,073	0,15	1,85	1,73	2,09	2,47	3	1,97	0,6	0,54	1,225
2001	мах.	0,13	0,078	0,044	0,1	5,74	6,7	1,25	6,22	19,6	3,03	0,71	0,36	3,664
2008	мах.	0,38	0,28	0,2	0,21	6,98	4,95	2,9	1,66	4,36	1,96	1,07	0,78	2,144
2009	мах.	0,49	0,37	0,18	0,25	4,36	5,8	1,9	20,2	5,36	1,9	0,76	0,67	3,520
2010	мах.	0,35	0,39	0,36	0,38	2,59	1,89	3,76	5,75	4,33	5,34	0,35	0,35	2,153
2011	мах.	0,3	0,31	0,26	0,4	4,2	4,55	2,13	2,68	5,68	1,74	0,72	0,4	1,948
2012	мах.	0,34	0,3	0,25	0,46	5,95	2,07	0,94	6,44	3,57	2,49	1,05	0,7	2,047
2013	мах.	0,63	0,49	0,34	0,26	3,78	3,78	1,82	21,7	3,59	1,81	0,67	0,62	3,291
2014	мах.	0,58	0,67	0,52	0,59	4,5	4,71	36,3	4,42	4,57	3,7	1,48	0,84	5,240
2015	мах.	0,56	0,4	0,35	0,33	—	8,11	2,33	8,11	4,72	2,56	1,32	0,71	2,682
2016	мах.	0,48	0,36	0,3	0,71	5,57	1,91	4,62	18,9	10,8	2,57	1,17	0,71	4,008
2017	мах.	0,42	0,35	0,28	0,67	1,47	2,14	2,41	0,77	4,15	2,2	0,69	0,57	1,343
2018	мах.	0,4	0,27	0,22	0,24	3,64	4,81	2,29	2,28	2,07	0,99	0,74	0,59	1,545
2019	мах.	0,31	0,26	0,23	0,37	10,6	3,11	1,79	12,1	4,82	7,74	1,79	0,5	3,635
2020	мах.	0,28	0,22	0,19	0,26	3,35	2,7	2,37	2,6	1,09	3,87	0,81	0,61	1,529



Таблица 1.6 – Максимальные расходы воды на реке Дукча пос. Снежная Долина

Год	Р. Дукча пос. Снежная Долина max. 141.11 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	max.	—	—	0,6	0,5	12,5	11,7	5,29	48,1	5,87	2,22	1,26	1,03	8,907
1980	max.	0,57	0,48	0,45	0,56	5,02	24,1	9,99	3,19	9,03	3,03	1,17	0,85	4,870
1981	max.	0,72	0,73	0,48	0,84	24,9	20,1	9,05	31,7	16,2	19,6	2,15	0,73	10,600
1982	max.	0,61	0,58	0,55	0,76	12,6	9,78	6,47	42,2	31,8	26,5	3,64	1,85	11,445
1983	max.	1,09	0,49	0,47	0,58	19,4	11,5	15,1	42,2	9,63	5,69	1,52	0,7	9,031
1984	max.	0,64	0,58	0,56	1,94	8,47	34	36,3	19,6	6,68	3,21	2,01	0,97	9,580
1985	max.	0,62	0,56	0,35	0,44	24,1	30,1	17,5	18,9	3,55	2,26	1,09	0,59	8,338
1986	max.	0,48	0,34	0,28	0,96	9,8	17,6	13,3	27,8	21,8	12,8	3,18	1,55	9,158
1987	max.	0,7	0,5	0,35	0,41	4,04	40,8	8,48	1,83	15,1	42,5	3,23	1,03	9,914
1988	max.	0,47	0,37	0,33	0,74	11,2	6,77	2,42	3,29	5,45	3,69	1,15	0,68	3,047
1989	max.	0,51	0,37	0,45	0,58	10,9	10,9	16,5	5,27	25,2	5,6	1,84	0,86	6,582
1990	max.	0,5	0,4	0,48	0,62	17,1	34,3	58	9,04	5,92	12,2	2,19	1,15	11,825
1991	max.	0,65	0,63	0,5	0,79	18,4	14,5	5,29	4,45	6,59	10	1,73	0,9	5,369
1992	max.	0,4	0,42	0,53	1,01	5,15	14,4	2,36	5,8	14,6	3,25	1,19	1,06	4,181
1993	max.	0,57	0,34	0,45	0,81	6,78	22	1,8	1,19	13,8	1,9	1,08	0,2	4,243
1994	max.	0,23	0,22	0,73	1,19	11,3	23,9	14,8	31	9,96	3,42	1,58	0,75	8,257
1995	max.	0,52	0,46	0,53	0,67	—	24,7	23,6	9,8	4,84	1,95	1,35	0,87	6,299
1996	max.	0,41	0,67	0,8	0,64	7,76	19,2	5,85	28,4	4,4	10,8	1,16	0,13	6,685
1997	max.	0,17	0,17	0,55	0,77	6,81	26,9	9,26	5,4	14,7	8	2,65	1,82	6,433
1998	max.	0,96	0,91	0,82	0,57	14,7	15,9	7,06	1,78	9,55	8,25	1,33	0,8	5,219
1999	max.	0,68	0,54	0,4	0,35	8,76	3,87	12,1	8,43	6,7	2,01	1,13	0,71	3,807
2000	max.	0,51	0,32	0,44	0,77	10,6	13,3	4,01	10,1	12,6	2,7	1,24	0,97	4,797
2001	max.	0,36	0,23	0,17	0,23	9,45	18,1	4,02	7,28	29,7	4,2	1,58	0,83	6,346
2008	max.	1,03	1,04	1,03	1,2	34	24,4	11,9	14,9	23	8,61	4,49	1,69	10,608
2009	max.	0,84	0,55	0,49	0,91	17	32,4	8,62	37,8	18,1	5,62	3,39	1,16	10,573
2010	max.	1,1	0,9	0,74	1,06	9,05	9,4	6,75	13,5	10,8	6,1	2,3	1,4	5,258
2011	max.	1,05	0,85	0,76	1,08	19,5	26	20,7	7,5	26	6,53	3,47	1,62	9,588
2012	max.	1,34	1,21	0,97	0,76	27,3	14,3	4,65	27,3	19,8	12,5	4,65	2,25	9,753
2013	max.	1,12	0,78	0,71	0,9	15,2	14,8	12,5	44,2	8,64	5,43	2,12	1,14	8,962
2014	max.	0,87	0,75	0,65	1,18	27,2	30	110	23,2	16,7	13	5,07	3,52	19,345
2015	max.	1,62	0,8	0,73	0,64	18	50,9	5,65	16,9	8,33	4,04	2	1,18	9,233
2016	max.	0,95	0,76	0,65	1,87	17,1	12,4	41,9	91,1	24,6	7,4	3,6	3,04	17,114
2017	max.	1,76	1,15	0,81	0,86	7,79	10,8	8,6	3,23	18,6	9,86	1,79	1,26	5,543
2018	max.	0,97	0,83	0,76	1,23	13,4	26,2	9,85	7,49	10,3	4,4	2,01	0,94	6,532
2019	max.	0,63	0,58	0,49	1,48	41	16,1	6,34	36	6,34	8,8	3,2	1,65	10,218
2020	max.	0,89	0,68	0,64	0,72	9,56	13	6,17	16,5	3,43	11,4	2	1,31	5,525

Таблица 1.7 – минимальные расходы воды на реке Уптар пос. Уптар

Год	Р. Уптар пос. Уптар min. 185,40 м абс.												Среднее	
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
1979	min.	0,023	0,022	0,033	0,039	1,63	2,09	1,93	1,6	2,64	1,25	0,74	0,74	1,061
1980	min.	0,62	0,58	0,49	0,41	0,67	7,11	4,15	3	4,68	1,73	0,83	0,81	2,090
1981	min.	0,29	0,14	0,076	0,12	0,75	1,74	1,67	2,01	2,21	2,17	1,17	0,85	1,100
1982	min.	0,62	0,58	0,43	0,41	1,83	2,89	1,7	2,23	3,51	3,51	1,49	1,08	1,690
1983	min.	0,64	0,64	0,5	0,55	0,86	2,89	2,15	4,32	3,42	1,98	0,53	0,33	1,568
1984	min.	0,1	0,035	0,01	0,011	1,5	1,98	2,41	4,69	4,08	1,43	1,09	0,64	1,498
1985	min.	0,27	0,23	0,11	0,086	0,47	10,3	4,6	3,42	2,29	1,65	0,97	0,74	2,095
1986	min.	0,36	0,31	0,31	0,46	1,55	5,4	3,18	4,3	7,56	4,18	1,61	0,92	2,512
1987	min.	0,42	0,31	0,28	0,39	0,55	6,51	1,84	1,7	3,18	4,14	1,72	0,97	1,834
1988	min.	0,32	0,18	0,12	0,2	1,29	1,69	1,63	1,57	1,57	1,5	0,79	0,46	0,943
1989	min.	0,096	0,095	0,063	0,28	0,68	2,27	1,6	2,44	2,44	2,21	1,61	0,83	1,218
1990	min.	0,64	0,42	0,28	0,33	0,7	5,4	2,92	3,82	3,28	2,3	1,64	1,25	1,915
1991	min.	0,84	0,74	0,58	0,61	1,06	5,08	2,34	1,62	2,34	3,32	1,62	0,2	1,696
1992	min.	0,11	0,059	0,045	0,038	2,05	3,29	1,31	1,31	2,26	1,54	0,91	0,37	1,108
1993	min.	0,25	0,26	0,29	0,34	0,97	2,37	1,55	1,45	1,65	0,71	0,37	0,17	0,865
1994	min.	0,1	0,083	0,059	0,087	2,76	3,55	2,83	3,99	6,12	2,98	1,66	1,21	2,119
1995	min.	0,85	0,79	0,78	0,78	0,83	10,7	6,95	5,9	2,32	2,03	1,43	0,99	2,863
1996	min.	0,6	0,24	0,2	0,3	0,75	6,67	2,5	2,02	2,23	1,71	0,7	0,82	1,562
1997	min.	0,61	0,62	0,76	0,85	0,89	7,05	4,69	3,89	4,52	4,35	2,08	1,34	2,638
1998	min.	0,84	0,77	0,77	0,79	1,58	4,69	2,83	2,95	2,83	2,09	1,29	0,99	1,868
1999	min.	0,84	0,37	0,066	0,047	0,53	1,68	1,61	1,55	2,19	1,66	0,74	0,55	0,986
2000	min.	0,34	0,19	0,16	0,53	—	3,23	3,23	3,23	5,17	1,7	1,21	0,62	1,783
2001	min.	0,18	0,015	0,06	0,28	1	3,16	1,76	1,78	4,54	2,66	1,18	0,87	1,457
2008	min.	0,91	1,02	0,78	0,59	1,62	3,97	2,99	3,7	4,84	3,07	2,05	1,74	2,273
2009	min.	0,95	0,38	0,29	0,49	0,73	3,44	1,68	1,68	3,72	1,47	1,54	1,11	1,457
2010	min.	1,12	0,51	0,43	0,37	1,23	2,06	1,32	2,47	4,72	1,86	1,5	1,42	1,584
2011	min.	0,76	0,58	0,4	0,36	1,83	7,6	4,04	3,46	5,7	3,19	1,17	0,87	2,497
2012	min.	0,52	0,49	0,46	0,43	1,03	2,92	1,69	1,97	4,7	2,7	1,15	1,12	1,598
2013	min.	1,09	1,04	0,77	0,68	2,24	5,48	4,76	5	6,16	3,04	1,63	1,13	2,752
2014	min.	1,01	0,96	0,94	0,95	1,72	9,61	6,01	7,68	5,8	5,39	1,83	1,36	3,605
2015	min.	1,1	0,94	0,8	1,13	1,32	5,48	2,7	2,7	3,06	3,43	1,23	0,56	2,038
2016	min.	0,49	0,44	0,31	0,27	4,04	3,02	2,18	4,08	8,47	3,68	1,32	1,11	2,451
2017	min.	0,99	0,82	1,14	1,55	5,22	2,97	2,05	1,47	1,84	2,2	1,34	1,1	1,891
2018	min.	1,03	0,95	0,88	1,04	1,51	11	3,5	2,37	2,37	2,1	—	—	2,675
2019	min.	—	—	0,37	0,84	3,74	7,1	4,88	4,54	4,54	3,9	1,81	1	3,272
2020	min.	0,71	0,61	0,44	0,36	0,93	3,78	2,64	1,85	2,64	1,37	1,39	1,29	1,501

Таблица 1.8 – минимальные расходы воды на реке Каменушка 8 км от устья

Год	Р. Каменушка 8км. от устья min. 158 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	min.	0,075	0,06	0,061	0,064	0,36	0,33	0,33	0,3	0,4	0,46	0,38	0,16	0,248
1980	min.	0,11	0,1	0,1	0,12	0,19	1,5	0,87	0,66	0,74	0,4	0,27	0,21	0,439
1981	min.	0,085	0,026	0,023	0,065	0,12	0,42	0,39	0,61	0,54	0,7	0,32	0,28	0,298
1982	min.	0,21	0,15	0,12	0,12	0,35	0,44	0,36	0,36	0,66	0,73	0,54	0,29	0,361
1983	min.	0,22	0,13	0,1	0,097	0,15	0,5	0,39	0,45	1,01	0,69	0,43	0,33	0,375
1984	min.	0,024	0,13	0,1	0,1	0,43	0,43	0,71	0,92	1,16	0,8	0,44	0,3	0,462
1985	min.	0,2	0,13	0,11	0,069	0,098	2,14	1,2	1,3	1,03	0,5	0,28	0,27	0,611
1986	min.	0,082	0,071	0,07	0,11	0,37	0,93	0,73	1,24	1,64	1,25	0,6	0,26	0,613
1987	min.	0,24	0,24	0,15	0,14	0,13	1,15	0,56	0,44	0,51	1,34	0,6	0,23	0,478
1988	min.	0,22	0,17	0,11	0,13	0,35	0,5	0,45	0,47	0,56	0,77	0,3	0,13	0,347
1989	min.	0,069	0,03	0,016	0,093	0,13	0,43	0,4	0,54	0,45	0,4	0,26	0,22	0,253
1990	min.	0,12	0,039	0,032	0,068	0,11	1,12	0,7	1,12	0,7	0,87	0,32	0,22	0,452
1991	min.	0,14	0,1	0,078	0,091	0,21	1,08	0,44	0,44	0,34	0,39	0,23	0,079	0,302
1992	min.	0,04	0,027	0,016	0,049	0,38	0,32	0,22	0,22	0,52	0,33	0,22	0,13	0,206
1993	min.	0,034	0,044	0,045	0,075	0,2	0,36	0,28	0,24	0,17	0,18	0,052	0,051	0,144
1994	min.	0,017	0,041	0,084	0,25	0,44	0,44	0,6	0,72	1,21	0,86	0,3	0,21	0,431
1995	min.	0,2	0,19	0,11	0,087	0,26	1,74	1,74	1,4	0,81	0,71	0,47	0,17	0,657
1996	min.	0,14	0,17	0,2	0,18	0,36	1,37	0,9	0,9	1,12	0,94	0,48	0,48	0,603
1997	min.	0,3	0,18	0,17	0,2	0,53	2,21	1,26	1,03	1,64	1,67	0,74	0,36	0,858
1998	min.	0,31	0,27	0,19	0,16	0,23	0,3	0,35	0,35	0,35	0,56	0,24	0,11	0,285
1999	min.	0,075	0,057	0,048	0,065	0,25	0,22	0,18	0,18	0,36	0,41	0,19	0,13	0,180
2000	min.	0,11	0,074	0,064	0,07	0,15	0,89	0,65	0,65	1,12	0,6	0,56	0,13	0,422
2001	min.	0,081	0,044	0,033	0,036	0,12	1,06	0,48	0,5	1,34	0,75	0,37	0,29	0,425
2008	min.	0,28	0,2	0,16	0,15	0,22	1,36	0,9	0,82	0,82	1,04	0,54	0,49	0,582
2009	min.	0,38	0,19	0,094	0,088	0,28	1,48	0,86	0,76	1,4	0,69	0,68	0,36	0,605
2010	min.	0,26	0,3	0,25	0,19	0,4	0,41	0,41	0,64	1,14	0,36	0,21	0,26	0,403
2011	min.	0,27	0,26	0,23	0,25	0,41	1,75	0,98	0,73	1,12	0,76	0,41	0,3	0,623
2012	min.	0,31	0,25	0,24	0,25	0,51	0,66	0,4	0,46	1,47	1,11	0,7	0,66	0,585
2013	min.	0,5	0,35	0,23	0,19	0,27	0,93	0,77	0,77	1,35	0,7	0,55	0,51	0,593
2014	min.	0,53	0,53	0,32	0,25	0,63	2,01	1,4	1,31	1,01	1,5	0,85	0,57	0,909
2015	min.	0,4	0,35	0,3	0,27	0,34	1,58	0,88	1,42	1,34	1,18	0,72	0,49	0,773
2016	min.	0,36	0,3	0,25	0,28	0,77	0,74	0,68	1,08	1,75	1,28	0,73	0,43	0,721
2017	min.	0,35	0,29	0,23	0,23	0,48	0,46	0,47	0,51	0,47	0,69	0,58	0,41	0,431
2018	min.	0,27	0,22	0,19	0,21	0,25	1,78	0,85	0,71	0,71	0,74	0,61	0,31	0,571
2019	min.	0,26	0,23	0,21	0,21	0,52	0,81	0,88	0,66	0,96	0,81	0,51	0,28	0,528
2020	min.	0,23	0,19	0,16	0,15	0,27	1,03	0,83	0,8	0,76	0,71	0,62	0,39	0,512

Таблица 1. 9 – минимальные расходы воды на реке Дукча пос. Снежная Долина.

Год	Р. Дукча пос. Снежная Долина min. 141.11 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	min.	—	—	0,36	0,31	0,49	1,82	1,47	1,25	1,82	1,25	1,04	0,48	1,029
1980	min.	0,45	0,39	0,41	0,45	0,5	4,34	2,2	1,39	2,04	1,24	0,86	0,72	1,249
1981	min.	0,55	0,48	0,36	0,46	0,5	1,39	1,06	1,74	1,39	2,18	0,79	0,61	0,959
1982	min.	0,57	0,56	0,39	0,34	0,77	2,22	1,36	1,57	3,56	4,02	1,86	1,1	1,527
1983	min.	0,49	0,47	0,43	0,43	0,59	2,01	1,46	2,3	2,62	1,6	0,7	0,65	1,146
1984	min.	0,58	0,38	0,35	0,35	1,18	1,83	3,06	3,67	3,06	1,3	0,98	0,62	1,447
1985	min.	0,56	0,37	0,17	0,25	0,45	5,41	3,55	2,92	1,92	1,14	0,6	0,48	1,485
1986	min.	0,34	0,25	0,22	0,29	0,83	4,73	2,56	2,87	4,73	3,26	1,55	0,7	1,861
1987	min.	0,5	0,36	0,31	0,32	0,41	1,09	1,83	1,3	1,25	3,55	1,09	0,48	1,041
1988	min.	0,38	0,32	0,27	0,33	0,76	1,24	1,14	1,09	1,09	1,17	0,69	0,51	0,749
1989	min.	0,37	0,32	0,33	0,47	0,59	2,28	1,6	1,73	1,73	1,93	0,9	0,5	1,063
1990	min.	0,4	0,32	0,31	0,4	0,64	5,24	2,5	2,94	2,63	0,91	1,16	0,65	1,508
1991	min.	0,63	0,51	0,3	0,32	0,8	5,01	1,91	1,51	1,25	1,78	0,93	0,41	1,280
1992	min.	0,34	0,34	0,43	0,54	1,05	2,36	0,99	0,9	1,97	1,19	1,07	0,69	0,989
1993	min.	0,23	0,2	0,35	0,31	0,82	1,69	1,1	0,93	0,93	1,12	0,18	0,17	0,669
1994	min.	0,16	0,12	0,23	0,74	1,26	3,19	1,87	2,6	3,42	1,66	0,75	0,53	1,378
1995	min.	0,31	0,38	0,46	0,53	—	—	6,99	2,6	1,9	1,38	0,88	0,38	1,581
1996	min.	0,27	0,42	0,66	0,39	0,41	5,85	2,4	1,64	2,23	1,21	0,1	0,1	1,307
1997	min.	0,13	0,17	0,17	0,57	0,71	7,6	3,24	1,93	3,03	2,66	1,86	0,96	1,919
1998	min.	0,91	0,82	0,56	0,44	0,42	1,68	1,39	1,43	1,39	1,37	0,81	0,69	0,993
1999	min.	0,54	0,4	0,31	0,28	0,36	1,17	0,97	0,84	1,46	1,15	0,72	0,51	0,726
2000	min.	0,33	0,25	0,23	0,45	0,34	3,52	2,06	2,02	2,7	1,25	0,98	0,57	1,225
2001	min.	0,24	0,17	0,11	0,12	0,24	3,15	1,24	1,12	3,5	1,5	0,84	0,51	1,062
2008	min.	0,92	1,03	0,77	0,66	1,26	5,9	2,1	1,69	2,59	3,47	1,73	0,84	1,913
2009	min.	0,56	0,33	0,27	0,5	0,92	7,61	1,85	1,29	4,29	1,29	1,16	1,03	1,758
2010	min.	0,91	0,75	0,58	0,56	1,19	3,29	1,77	2,84	4,78	2,41	1,23	1,06	1,781
2011	min.	0,85	0,76	0,7	0,7	1,11	15,6	5,42	3,03	5,95	3,58	1,63	1,24	3,381
2012	min.	0,82	0,93	0,48	0,5	0,8	4,07	1,24	1	6,83	4,95	2,3	1,13	2,088
2013	min.	0,79	0,71	0,65	0,68	0,97	5,2	4,04	4,04	3,87	2,18	1,16	0,87	2,097
2014	min.	0,76	0,65	0,57	0,66	1,25	7,96	4,87	5,17	3,42	5,12	3,58	1,66	2,973
2015	min.	0,8	0,74	0,65	0,52	0,52	5,98	2,17	2,32	2,32	2,03	1,18	0,96	1,683
2016	min.	0,76	0,66	0,57	0,66	1,92	2,39	2,18	2,6	4,48	3,57	3,1	1,79	2,057
2017	min.	1,17	0,82	0,67	0,7	0,91	2,96	1,71	1,46	1,57	1,8	1,28	0,98	1,336
2018	min.	0,84	0,69	0,65	0,77	1,26	7,49	2,98	2,35	2,2	2,08	0,96	0,63	1,908
2019	min.	0,58	0,5	0,43	0,43	1,62	5,77	3,1	3,1	2,85	1,57	1,52	0,9	1,864
2020	min.	0,68	0,64	0,51	0,43	0,74	4,04	2,39	1,81	1,81	1,41	1,33	1,11	1,408

## Приложение 2

### Среднемесячные, максимальные и минимальные уровни воды на реках Уптар, Каменушка и Дукча

Таблица 2.1 – средние уровни воды на р. Уптар пос. Уптар

Год	Р. Уптар пос. Уптар ср. 185,40 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	ср.	119	111	116	123	161	139	138	146	142	138	150	144	135,58
1980	ср.	142	132	128	129	149	175	144	135	152	138	141	144	142,42
1981	ср.	148	140	129	146	165	138	135	137	147	151	141	142	143,25
1982	ср.	135	129	131	132	159	147	133	141	152	159	167	151	144,67
1983	ср.	163	138	133	135	166	152	141	161	150	145	134	136	146,17
1984	ср.	117	111	107	132	166	155	159	162	153	150	160	161	144,42
1985	ср.	136	121	118	140	174	203	163	158	141	134	141	152	148,42
1986	ср.	149	133	126	132	167	164	147	164	165	160	157	153	151,42
1987	ср.	165	174	197	191	186	186	139	135	160	172	156	144	167,08
1988	ср.	156	192	182	238	194	140	136	133	136	135	—	—	164,20
1989	ср.	—	—	—	—	—	151	151	144	156	147	—	—	149,80
1990	ср.	—	—	—	—	175	192	157	153	148	145	—	—	161,67
1991	ср.	—	—	—	—	—	163	143	141	147	152	—	—	149,20
1992	ср.	—	—	—	—	—	153	133	148	148	139	—	—	144,20
1993	ср.	—	—	—	—	—	150	135	133	142	—	—	—	140,00
1994	ср.	—	—	—	—	—	156	146	157	163	148	—	—	154,00
1995	ср.	—	—	—	—	—	184	180	165	150	—	—	—	169,75
1996	ср.	—	—	—	—	174	175	148	151	145	162	—	—	159,17
1997	ср.	—	—	—	—	—	201	155	149	158	162	—	—	165,00
1998	ср.	—	—	—	—	—	157	147	138	155	155	—	—	150,40
1999	ср.	—	—	—	—	—	146	144	144	150	140	—	—	144,80
2000	ср.	—	—	—	—	188	167	151	162	167	151	—	—	164,33
2001	ср.	—	—	—	—	—	170	154	168	175	158	—	—	165,00
2008	ср.	—	—	—	—	194	176	165	169	193	165	—	—	177,00
2009	ср.	—	—	—	—	185	187	157	165	175	164	—	—	172,17
2010	ср.	—	—	—	—	187	168	164	180	184	172	—	—	175,83
2011	ср.	—	—	—	—	221	197	179	176	188	174	—	—	189,17
2012	ср.	—	—	—	—	234	171	165	181	182	174	—	—	184,50
2013	ср.	—	—	—	—	213	183	174	196	191	184	—	—	190,17
2014	ср.	—	—	—	—	193	201	208	200	190	204	—	—	199,33
2015	ср.	—	—	—	—	192	190	172	180	181	173	—	—	181,33
2016	ср.	—	—	—	—	201	181	194	205	204	193	—	—	196,33
2017	ср.	—	—	—	—	196	183	179	178	183	186	—	—	184,17
2018	ср.	—	—	—	—	203	213	187	183	189	184	—	—	193,17
2019	ср.	—	—	—	—	232	205	194	196	193	—	—	—	204,00
2020	ср.	—	—	—	—	200	193	184	183	179	185	—	—	187,33

Таблица 2.2 – средние уровни воды на р. Каменушка 8 км от устья

Год	Р. Каменушка 8км. от устья ср. 158 м абс.												Среднее	
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
1979	ср.	—	—	—	—	—	57	54	60	60	—	—	—	57,75
1980	ср.	—	—	—	—	—	78	66	61	64	67	—	—	67,20
1981	ср.	—	—	—	—	—	63	57	63	63	—	—	—	61,50
1982	ср.	—	—	—	—	—	62	54	56	64	—	—	—	59,00
1983	ср.	—	—	—	—	—	64	56	65	67	—	—	—	63,00
1984	ср.	—	—	—	—	—	64	70	69	71	—	—	—	68,50
1985	ср.	—	—	—	—	—	85	74	73	68	—	—	—	75,00
1986	ср.	—	—	—	—	—	73	67	77	79	—	—	—	74,00
1987	ср.	—	—	—	—	—	82	63	57	66	—	—	—	67,00
1988	ср.	—	—	—	—	—	61	57	58	62	—	—	—	59,50
1989	ср.	—	—	—	—	—	64	61	62	66	—	—	—	63,25
1990	ср.	—	—	—	—	—	85	69	72	68	—	—	—	73,50
1991	ср.	—	—	—	—	—	70	60	59	59	—	—	—	62,00
1992	ср.	—	—	—	—	—	60	55	63	65	—	—	—	60,75
1993	ср.	—	—	—	—	—	61	56	54	59	—	—	—	57,50
1994	ср.	—	—	—	—	—	71	64	71	74	—	—	—	70,00
1995	ср.	—	—	—	—	—	82	79	75	66	—	—	—	75,50
1996	ср.	—	—	—	—	—	79	67	73	70	—	—	—	72,25
1997	ср.	—	—	—	—	—	80	69	66	77	—	—	—	73,00
1998	ср.	—	—	—	—	—	61	56	55	—	—	—	—	57,33
1999	ср.	—	—	—	—	—	57	56	55	59	—	—	—	56,75
2000	ср.	—	—	—	—	—	66	61	64	71	—	—	—	65,50
2001	ср.	—	—	—	—	—	72	62	71	79	—	—	—	71,00
2008	ср.	—	—	—	—	—	69	59	57	65	—	—	—	62,50
2009	ср.	—	—	—	—	—	74	57	60	69	—	—	—	65,00
2010	ср.	—	—	—	—	—	54	51	60	64	—	—	—	57,25
2011	ср.	—	—	—	—	—	71	61	58	68	—	—	—	64,50
2012	ср.	—	—	—	—	58	51	63	69	—	—	—	—	60,25
2013	ср.	—	—	—	—	—	65	56	72	67	—	—	—	65,00
2014	ср.	—	—	—	—	—	73	67	50	42	—	—	—	58,00
2015	ср.	—	—	—	—	—	49	36	44	46	41	—	—	43,20
2016	ср.	—	—	—	—	—	34	38	50	52	48	—	—	44,40
2017	ср.	—	—	—	—	—	33	33	33	—	—	—	—	33,00
2018	ср.	—	—	—	—	—	57	43	39	39	—	—	—	44,50
2019	ср.	—	—	—	—	—	41	38	45	40	46	64	—	45,67
2020	ср.	—	—	—	—	—	46	40	39	37	42	—	—	40,80

Таблица 2.3 – средние уровни воды на р. Дукча пос. Снежная Долина

Год	Р. Дукча пос. Снежная Долина ср. 141.11 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	ср.	—	—	—	—	—	166	160	169	162	167	174	183	168,71
1980	ср.	196	166	160	148	149	193	168	155	167	168	170	168	167,33
1981	ср.	171	196	192	147	168	169	153	164	167	176	199	160	171,83
1982	ср.	154	153	159	146	159	170	154	161	173	177	217	192	167,92
1983	ср.	175	151	148	144	168	170	157	172	165	165	200	206	168,42
1984	ср.	194	244	187	146	172	173	177	179	171	165	197	176	181,75
1985	ср.	204	221	167	152	162	203	180	173	162	157	174	194	179,08
1986	ср.	188	168	158	143	163	189	170	182	182	187	195	205	177,50
1987	ср.	256	176	158	147	152	200	169	157	173	199	225	178	182,50
1988	ср.	188	172	169	150	170	163	155	152	154	—	—	—	163,67
1989	ср.	—	—	—	—	—	173	168	164	171	—	—	—	169,00
1990	ср.	—	—	—	—	—	200	172	173	167	169	—	—	176,20
1991	ср.	—	—	—	—	—	188	168	162	162	169	—	—	169,80
1992	ср.	—	—	—	—	—	177	157	162	170	—	—	—	166,50
1993	ср.	—	—	—	—	—	167	154	151	164	—	—	—	159,00
1994	ср.	—	—	—	—	—	185	171	179	179	171	—	—	177,00
1995	ср.	—	—	—	—	—	—	195	177	167	161	—	—	175,00
1996	ср.	—	—	—	—	—	195	171	169	169	174	—	—	175,60
1997	ср.	—	—	—	—	—	204	177	166	181	174	—	—	180,40
1998	ср.	—	—	—	—	165	172	161	158	166	—	—	—	164,40
1999	ср.	—	—	—	—	212	159	156	156	162	158	—	—	167,17
2000	ср.	—	—	—	—	168	182	167	171	174	169	—	—	171,83
2001	ср.	—	—	—	—	—	184	154	163	173	162	—	—	167,20
2008	ср.	—	—	—	—	203	186	166	165	181	176	—	—	179,50
2009	ср.	—	—	—	—	157	196	163	164	173	160	—	—	168,83
2010	ср.	—	—	—	—	157	164	155	167	171	167	179	—	165,71
2011	ср.	—	—	—	—	156	192	178	166	177	169	—	—	173,00
2012	ср.	—	—	—	—	—	170	155	171	178	168	—	—	168,40
2013	ср.	—	—	—	—	178	186	171	185	172	181	—	—	178,83
2014	ср.	—	—	—	—	161	195	192	183	165	178	—	—	179,00
2015	ср.	—	—	—	—	171	195	166	171	170	163	—	—	172,67
2016	ср.	—	—	—	—	170	173	176	187	183	175	—	—	177,33
2017	ср.	—	—	—	—	166	173	167	163	168	176	—	—	168,83
2018	ср.	—	—	—	—	167	201	176	169	174	168	—	—	175,83
2019	ср.	—	—	—	—	183	186	171	177	166	168	—	—	175,17
2020	ср.	—	—	—	—	170	184	169	169	163	165	—	—	170,00

Таблица 2. 4 – максимальные уровни воды на р. Уптар пос. Уптар

Год	Р. Уптар пос. Уптар max. 185,40 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	max.	127	115	119	160	193	159	160	220	171	143	158	157	156,83
1980	max.	147	137	130	131	206	210	170	150	180	143	143	147	157,83
1981	max.	155	148	135	189	225	164	164	175	185	189	148	144	168,42
1982	max.	139	133	136	141	169	163	144	201	200	230	186	168	167,50
1983	max.	162	144	136	142	198	172	196	253	189	187	139	139	171,42
1984	max.	134	114	114	241	240	231	211	207	180	173	171	172	182,33
1985	max.	152	125	125	161	271	267	215	224	156	140	145	162	178,58
1986	max.	162	146	140	152	226	196	181	230	199	196	178	156	180,17
1987	max.	176	191	212	214	222	252	149	156	192	278	159	153	196,17
1988	max.	177	210	228	255	264	162	148	148	162	147	—	—	190,10
1989	max.	—	—	—	—	215	184	218	160	222	159	—	—	193,00
1990	max.	—	—	—	—	245	269	313	175	160	167	—	—	221,50
1991	max.	—	—	—	—	203	190	150	157	173	169	—	—	173,67
1992	max.	—	—	—	—	198	175	142	202	197	148	—	—	177,00
1993	max.	—	—	—	—	198	208	140	140	164	142	—	—	165,33
1994	max.	—	—	—	—	317	188	156	187	189	155	—	—	198,67
1995	max.	—	—	—	—	—	203	212	190	168	—	—	—	193,25
1996	max.	—	—	—	—	214	203	154	207	161	207	—	—	191,00
1997	max.	—	—	—	—	210	250	172	171	172	188	—	—	193,83
1998	max.	—	—	—	—	177	176	192	141	218	177	—	—	180,17
1999	max.	—	—	—	—	306	163	199	181	191	146	—	—	197,67
2000	max.	—	—	—	—	219	192	170	215	206	156	—	—	193,00
2001	max.	—	—	—	—	231	245	180	205	261	163	—	—	214,17
2008	max.	—	—	—	—	249	203	200	215	258	181	—	—	217,67
2009	max.	—	—	—	—	252	237	163	255	223	170	—	—	216,67
2010	max.	—	—	—	—	245	179	177	233	209	194	—	—	206,17
2011	max.	—	—	—	—	254	231	190	200	224	182	—	—	213,50
2012	max.	—	—	—	—	341	193	179	229	199	201	—	—	223,67
2013	max.	—	—	—	—	289	215	199	265	219	205	—	—	232,00
2014	max.	—	—	—	—	225	235	286	229	254	229	—	—	243,00
2015	max.	—	—	—	—	237	249	176	232	218	177	—	—	214,83
2016	max.	—	—	—	—	247	195	252	306	248	201	—	—	241,50
2017	max.	—	—	—	—	214	200	191	188	226	212	—	—	205,17
2018	max.	—	—	—	—	244	238	197	205	228	203	—	—	219,17
2019	max.	—	—	—	—	285	241	201	254	219	—	—	—	240,00
2020	max.	—	—	—	—	233	213	206	224	183	238	233	—	218,57



Таблица 2.5 – максимальные уровни воды на р. Каменушка 8 км от устья.

Год	Р. Каменушка 8км. от устья макс. 158 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	мах.	—	—	—	—	—	64	63	79	67	—	—	—	68,25
1980	мах.	—	—	—	—	91	89	75	65	72	90	—	—	80,33
1981	мах.	—	—	—	—	—	64	89	98	88	—	—	—	84,75
1982	мах.	—	—	—	—	—	73	60	83	76	—	—	—	73,00
1983	мах.	—	—	—	—	—	98	66	90	75	—	—	—	82,25
1984	мах.	—	—	—	—	182	136	136	90	86	—	—	—	126,00
1985	мах.	—	—	—	—	—	100	79	83	74	—	—	—	84,00
1986	мах.	—	—	—	—	—	80	84	93	101	—	—	—	89,50
1987	мах.	—	—	—	—	—	111	69	59	85	—	—	—	81,00
1988	мах.	—	—	—	—	—	70	69	71	68	—	—	—	69,50
1989	мах.	—	—	—	—	—	78	85	68	107	76	—	—	82,80
1990	мах.	—	—	—	—	—	117	114	83	84	100	—	—	99,60
1991	мах.	—	—	—	—	81	82	65	70	66	—	—	—	72,80
1992	мах.	—	—	—	—	—	74	57	95	87	—	—	—	78,25
1993	мах.	—	—	—	—	—	78	61	61	75	—	—	—	68,75
1994	мах.	—	—	—	—	—	125	73	84	83	—	—	—	91,25
1995	мах.	—	—	—	—	—	93	83	80	71	—	—	—	81,75
1996	мах.	—	—	—	—	—	87	71	106	73	—	—	—	84,25
1997	мах.	—	—	—	—	—	87	75	75	89	79	—	—	81,00
1998	мах.	—	—	—	—	84	75	70	58	67	—	—	—	70,80
1999	мах.	—	—	—	—	—	67	74	64	65	—	—	—	67,50
2000	мах.	—	—	—	—	—	71	74	77	81	—	—	—	75,75
2001	мах.	—	—	—	—	—	105	69	96	139	—	—	—	102,25
2008	мах.	—	—	—	—	95	86	74	63	83	—	—	—	80,20
2009	мах.	—	—	—	—	—	91	66	134	89	—	—	—	95,00
2010	мах.	—	—	—	—	—	67	79	89	82	—	—	—	79,25
2011	мах.	—	—	—	—	80	82	67	74	90	—	—	—	78,60
2012	мах.	—	—	—	—	70	56	94	81	74	—	—	—	75,00
2013	мах.	—	—	—	—	82	82	68	124	81	—	—	—	87,40
2014	мах.	—	—	—	—	—	84	176	65	66	88	—	—	95,80
2015	мах.	—	—	—	—	—	87	49	87	67	51	—	—	68,20
2016	мах.	—	—	—	—	72	47	68	114	89	69	—	—	76,50
2017	мах.	—	—	—	—	44	50	52	36	63	—	—	—	49,00
2018	мах.	—	—	—	—	—	72	54	54	52	—	—	—	58,00
2019	мах.	—	—	—	—	89	58	47	94	67	79	91	58	72,88
2020	мах.	—	—	—	—	63	58	55	57	41	67	82	—	60,43

Таблица 2.6 – максимальные уровни воды на р. Дукча пос. Снежная Долина

Год	Р. Дукча пос. Снежная Долина max. 141.11 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	max.	—	—	—	—	196	194	176	260	178	191	192	213	200,00
1980	max.	213	173	169	154	172	222	190	163	187	193	184	180	183,33
1981	max.	197	230	229	169	236	209	184	230	201	209	233	182	209,08
1982	max.	157	163	160	152	193	186	176	243	228	320	268	239	207,08
1983	max.	250	154	150	145	219	191	199	244	186	190	243	225	199,67
1984	max.	262	282	288	186	230	233	236	212	182	179	219	187	224,67
1985	max.	270	273	176	159	242	233	205	208	168	172	189	229	210,33
1986	max.	235	203	177	150	190	207	198	226	215	222	222	238	206,92
1987	max.	294	261	186	148	243	243	186	161	202	245	176	193	211,50
1988	max.	240	228	183	154	196	181	181	168	177	—	—	—	189,78
1989	max.	—	—	—	—	191	191	204	176	221	—	—	—	196,60
1990	max.	—	—	—	—	203	234	270	186	178	193	—	—	210,67
1991	max.	—	—	—	—	209	201	178	175	182	191	—	—	189,33
1992	max.	—	—	—	—	238	206	164	180	201	—	—	—	197,80
1993	max.	—	—	—	—	—	214	159	153	200	—	—	—	181,50
1994	max.	—	—	—	—	315	217	200	230	190	196	—	—	224,67
1995	max.	—	—	—	—	—	219	217	190	175	165	—	—	193,20
1996	max.	—	—	—	—	185	211	179	225	174	197	—	—	195,17
1997	max.	—	—	—	—	182	223	188	178	200	188	—	—	193,17
1998	max.	—	—	—	—	199	201	183	161	189	—	—	—	186,60
1999	max.	—	—	—	—	283	169	194	185	180	182	—	—	198,83
2000	max.	—	—	—	—	203	199	174	193	198	199	—	—	194,33
2001	max.	—	—	—	—	419	259	165	181	227	193	—	—	240,67
2008	max.	—	—	—	—	280	213	185	192	210	207	—	—	214,50
2009	max.	—	—	—	—	198	230	176	238	201	194	194	—	204,43
2010	max.	—	—	—	—	180	178	170	189	182	201	201	—	185,86
2011	max.	—	—	—	—	194	202	191	178	208	214	—	—	197,83
2012	max.	—	—	—	—	212	187	162	212	198	183	—	—	192,33
2013	max.	—	—	—	—	220	199	194	250	184	202	—	—	208,17
2014	max.	—	—	—	—	213	216	301	205	194	204	—	—	222,17
2015	max.	—	—	—	—	206	259	176	204	184	170	—	—	199,83
2016	max.	—	—	—	—	206	196	246	300	220	184	—	—	225,33
2017	max.	—	—	—	—	182	189	184	169	205	195	—	—	187,33
2018	max.	—	—	—	—	198	218	191	185	192	174	—	—	193,00
2019	max.	—	—	—	—	246	204	179	239	179	186	—	—	205,50
2020	max.	—	—	—	—	195	196	180	202	169	193	—	—	189,17

Таблица 2. 7 – минимальные уровни воды на р. Уптар пос. Уптар

Год	Р. Уптар пос. Уптар min. 185,40 м абс.												Среднее	
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
1979	min.	110	106	115	116	133	132	131	129	135	131	142	133	126,08
1980	min.	137	129	128	126	123	147	137	132	139	133	139	139	134,08
1981	min.	143	134	124	130	136	128	127	130	131	135	134	139	132,58
1982	min.	131	122	129	127	134	136	128	132	139	139	154	140	134,25
1983	min.	142	135	131	132	140	140	132	147	143	136	131	133	136,83
1984	min.	109	107	104	104	135	137	140	149	147	140	148	149	130,75
1985	min.	125	116	114	114	146	168	149	144	134	128	127	139	133,67
1986	min.	137	123	121	126	132	146	137	142	153	144	140	151	137,67
1987	min.	151	168	184	170	163	151	129	128	137	148	149	138	151,33
1988	min.	141	160	141	223	145	130	129	128	128	129	—	—	145,40
1989	min.	—	—	—	—	—	139	135	140	140	141	—	—	139,00
1990	min.	—	—	—	—	138	152	139	144	141	135	—	—	141,50
1991	min.	—	—	—	—	—	150	138	134	138	141	—	—	140,20
1992	min.	—	—	—	—	—	142	130	130	136	128	—	—	133,20
1993	min.	—	—	—	—	—	138	132	130	133	—	—	—	133,25
1994	min.	—	—	—	—	—	142	136	145	155	139	—	—	143,40
1995	min.	—	—	—	—	—	167	157	154	141	—	—	—	154,75
1996	min.	—	—	—	—	129	156	143	138	141	137	—	—	140,67
1997	min.	—	—	—	—	—	157	148	142	147	146	—	—	148,00
1998	min.	—	—	—	—	—	146	134	135	134	142	—	—	138,20
1999	min.	—	—	—	—	159	137	136	135	143	134	—	—	140,67
2000	min.	—	—	—	—	164	145	145	145	157	146	—	—	150,33
2001	min.	—	—	—	—	166	152	146	146	158	153	—	—	153,50
2008	min.	—	—	—	—	151	159	155	158	162	156	—	—	156,83
2009	min.	—	—	—	—	154	160	151	151	166	158	—	—	156,67
2010	min.	—	—	—	—	162	163	159	165	173	167	—	—	164,83
2011	min.	—	—	—	—	189	181	171	169	176	169	—	—	175,83
2012	min.	—	—	—	—	178	165	161	162	174	168	—	—	168,00
2013	min.	—	—	—	—	178	169	166	167	180	173	—	—	172,17
2014	min.	—	—	—	—	167	190	182	187	183	192	—	—	183,50
2015	min.	—	—	—	—	172	176	169	169	170	169	—	—	170,83
2016	min.	—	—	—	—	175	176	172	180	194	182	—	—	179,83
2017	min.	—	—	—	—	185	178	174	171	173	175	—	—	176,00
2018	min.	—	—	—	—	171	198	180	176	176	175	—	—	179,33
2019	min.	—	—	—	—	193	193	187	186	186	—	—	—	189,00
2020	min.	—	—	—	—	173	181	177	174	177	172	178	—	176,00

Таблица 2. 8 – минимальные уровни воды на р. Каменушка 8 км от устья

Год	Р. Каменушка 8км. от устья min. 158 м абс.												Среднее	
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
1979	min.	—	—	—	—	—	52	52	51	54	—	—	—	52,25
1980	min.	—	—	—	—	—	69	62	58	60	56	—	—	61,00
1981	min.	—	—	—	—	—	55	54	59	58	—	—	—	56,50
1982	min.	—	—	—	—	—	56	52	52	60	—	—	—	55,00
1983	min.	—	—	—	—	—	57	54	56	65	—	—	—	58,00
1984	min.	—	—	—	—	56	56	61	64	67	—	—	—	60,80
1985	min.	—	—	—	—	—	76	68	69	66	—	—	—	69,75
1986	min.	—	—	—	—	—	64	61	68	72	—	—	—	66,25
1987	min.	—	—	—	—	—	68	59	56	58	—	—	—	60,25
1988	min.	—	—	—	—	62	55	53	54	57	—	—	—	56,20
1989	min.	—	—	—	—	—	57	56	60	58	—	—	—	57,75
1990	min.	—	—	—	—	—	69	63	69	63	—	—	—	66,00
1991	min.	—	—	—	—	—	64	56	56	54	55	—	—	57,00
1992	min.	—	—	—	—	57	55	52	52	59	—	—	—	55,00
1993	min.	—	—	—	—	—	56	54	53	51	—	—	—	53,50
1994	min.	—	—	—	—	—	55	60	62	68	—	—	—	61,25
1995	min.	—	—	—	—	—	73	73	70	62	—	—	—	69,50
1996	min.	—	—	—	—	—	70	64	64	67	—	—	—	66,25
1997	min.	—	—	—	—	—	75	66	63	70	71	—	—	69,00
1998	min.	—	—	—	—	—	53	54	54	54	—	—	—	53,75
1999	min.	—	—	—	—	—	52	51	51	55	—	—	—	52,25
2000	min.	—	—	—	—	—	62	58	58	65	—	—	—	60,75
2001	min.	—	—	—	—	—	67	57	58	70	—	—	—	63,00
2008	min.	—	—	—	—	—	60	55	54	54	—	—	—	55,75
2009	min.	—	—	—	—	—	61	52	50	60	—	—	—	55,75
2010	min.	—	—	—	—	—	48	48	52	59	—	—	—	51,75
2011	min.	—	—	—	—	—	64	57	53	60	—	—	—	58,50
2012	min.	—	—	—	—	52	48	49	63	—	—	—	—	53,00
2013	min.	—	—	—	—	—	57	54	54	63	—	—	—	57,00
2014	min.	—	—	—	—	—	67	54	41	38	42	—	—	48,40
2015	min.	—	—	—	—	—	41	31	39	38	36	—	—	37,00
2016	min.	—	—	—	—	—	29	28	35	45	38	—	—	35,00
2017	min.	—	—	—	—	29	29	30	31	30	—	—	—	29,80
2018	min.	—	—	—	—	—	49	38	36	36	—	—	—	39,75
2019	min.	—	—	—	—	—	35	36	33	37	35	40	48	37,71
2020	min.	—	—	—	—	—	40	36	35	34	32	—	—	35,40

Таблица 2.9 – минимальные уровни воды на р. Дукча пос. Снежная Долина

Год	Река Дукча пос. Снежная Долина min. 141.11 м абс.													Среднее
	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1979	min.	—	—	—	—	—	158	155	153	158	153	158	166	157,29
1980	min.	170	162	154	140	137	169	157	151	156	153	161	161	155,92
1981	min.	158	170	150	139	131	151	147	154	151	159	157	155	151,83
1982	min.	152	147	150	140	141	157	150	152	164	168	168	167	154,67
1983	min.	153	149	145	143	143	156	151	158	160	156	168	185	155,58
1984	min.	152	208	137	140	152	155	165	169	165	160	168	161	161,00
1985	min.	177	177	157	144	139	184	168	165	158	151	151	168	161,58
1986	min.	155	145	147	135	143	174	162	165	174	171	171	179	160,08
1987	min.	228	160	148	146	136	163	161	155	154	170	187	169	164,75
1988	min.	170	164	154	147	146	153	151	149	149	—	—	—	153,67
1989	min.	—	—	—	—	—	162	157	158	158	—	—	—	158,75
1990	min.	—	—	—	—	—	176	161	166	163	162	—	—	165,60
1991	min.	—	—	—	—	—	177	161	158	156	162	—	—	162,80
1992	min.	—	—	—	—	—	164	151	150	161	—	—	—	156,50
1993	min.	—	—	—	—	—	158	152	149	149	—	—	—	152,00
1994	min.	—	—	—	—	—	170	162	167	171	165	—	—	167,00
1995	min.	—	—	—	—	—	—	182	166	161	155	—	—	166,00
1996	min.	—	—	—	—	—	179	165	160	164	167	—	—	167,00
1997	min.	—	—	—	—	—	184	170	162	169	168	—	—	170,60
1998	min.	—	—	—	—	148	160	155	156	155	—	—	—	154,80
1999	min.	—	—	—	—	166	152	150	148	155	153	—	—	154,00
2000	min.	—	—	—	—	153	172	162	161	168	161	—	—	162,83
2001	min.	—	—	—	—	270	160	148	147	162	150	—	—	172,83
2008	min.	—	—	—	—	160	170	158	156	160	162	—	—	161,00
2009	min.	—	—	—	—	138	173	154	152	162	152	—	—	155,17
2010	min.	—	—	—	—	115	157	150	155	163	155	162	—	151,00
2011	min.	—	—	—	—	142	186	166	160	166	156	—	—	162,67
2012	min.	—	—	—	—	—	160	149	148	169	163	—	—	157,80
2013	min.	—	—	—	—	147	172	166	166	165	166	—	—	163,67
2014	min.	—	—	—	—	136	181	170	167	160	167	—	—	163,50
2015	min.	—	—	—	—	143	177	160	161	161	159	—	—	160,17
2016	min.	—	—	—	—	141	162	158	164	174	168	—	—	161,17
2017	min.	—	—	—	—	154	168	161	159	160	165	—	—	161,17
2018	min.	—	—	—	—	150	185	167	163	162	163	—	—	165,00
2019	min.	—	—	—	—	159	177	164	164	161	161	161	—	163,86
2020	min.	—	—	—	—	144	172	163	159	159	156	—	—	158,83

### Приложение 3

Зимняя и летне-осенняя межень на реках Уптар, Каменушка и Дукча

Таблица 3.1 – зимняя и летне-осенняя межень на р. Уптар пос. Уптар

Р. Уптар пос. Уптар (Расходы)								
Год	Ноль поста	Нср год	Н max.		Н min лет-осен		Н min зимн	
			расход	дата	расход	дата	расход	дата
1979 год	185,40 м абс.	—	—	—	—	—	—	—
1980 год	184.79 м абс.	4,57	43,2	5.6	3	16.8	0,41	15.4
1981 год	184.79 м абс.	3,79	61,2	15.5	1,67	2.7	0,076	16.3
1982 год	184.79 м абс.	4,29	64,4	21.10	1,7	22.7	0,41	6.4
1983 год	184.79 м абс.	3,96	90,4	19.8	2,15	18.7	0,5	15.3
1984 год	184.79 м абс.	4,15	57,8	9.6	1,98	1.6	0,01	28.3
1985 год	184.79 м абс.	5,54	94,7	31.5	2,26	3.10	0,086	4.4
1986 год	184.79 м абс.	5,96	57	17.8	3,18	14.7	0,31	17.2
1987 год	184.79 м абс.	5,61	137	9.10	1,7	12.8	0,28	5.3
1988 год	184.79 м абс.	2,19	16,7	20.5	1,57	28.8	0,12	4.3
1989 год	184.79 м абс.	3,67	48,3	26.9	1,6	14.7	0,063	17.3
1990 год	184.79 м абс.	6,68	284	27.7	2,92	20.7	0,28	28.3
1991 год	184.79 м абс.	3,8	31,3	30.5	1,62	8.8	0,58	24.3
1992 год	184.79 м абс.	2,79	31,4	6.8	1,31	26.7	0,038	9.4
1993 год	184.79 м абс.	2,01	34,5	14.6	1,45	15.8	0,25	27.1
1994 год	184.79 м абс.	4,05	302	29.5	2,83	12.7	0,059	16.3
1995 год	184.79 м абс.	5,93	32,5	27.7	2,32	24.9	0,78	7.3
1996 год	184.79 м абс.	4,28	35,3	26.5	2,02	9.8	0,2	17.3
1997 год	184.79 м абс.	6,01	70,8	3.6	3,69	20.8	0,61	30.1
1998 год	184.79 м абс.	3,46	41,8	13.9	2,83	11.7	0,77	15.2
1999 год	184.79 м абс.	2,38	31,1	11.5	1,55	2.8	0,047	6.4
2000 год	184.79 м абс.	—	—	—	3,23	29.6	0,16	12.3
2001 год	184.79 м абс.	4,13	79,9	8.1	1,78	30.7	0,015	22.2
2008 год	184.79 м абс.	6,62	74,7	19.9	2,99	30.7	0,59	10.4
2009 год	184.79 м абс.	4,66	58,9	28.8	1,68	30.7	0,29	31.3
2010 год	184.79 м абс.	3,46	44,4	22.8	1,32	30.7	0,37	20.4
2011 год	184.79 м абс.	5,14	36,7	31.5	3,46	8.8	0,36	11.4
2012 год	184.79 м абс.	3,96	43,9	14.8	1,69	19.7	0,43	21.4
2013 год	184.79 м абс.	5,6	76,2	19.8	4,76	7.7	0,68	17.4
2014 год	184.79 м абс.	9,87	136	24.7	5,8	23.9	0,94	11.3
2015 год	184.79 м абс.	4,97	78,8	19.6	2,7	22.7	0,8	17.3
2016 год	184.79 м абс.	5,96	144	27.8	2,18	6.7	0,27	7.4
2017 год	184.79 м абс.	3,53	34	29.9	1,47	27.8	0,82	16.2
2018 год	184.79 м абс.	5,59	48	24.5	2,1	24.10	0,88	21.3
2019 год	184.79 м абс.	6,1	101	24.5	3,9	24.10	0,37	17.3
2020 год	184.79 м абс.	3,71	37,1	14.10	1,37	9.10	0,36	9.4

Таблица 3.2 – зимняя и летне-осенняя межень на р. Каменушка 8 км от устья

Р. Каменушка 8км от устья (Расходы)								
Год	Ноль поста	Нср год	Н max.		Н min лет-осен		Н min зимн	
			расход	дата	расход	дата	расход	дата
1979 год	158 м абс.	—	—	—	—	—	—	—
1980 год	158 м абс.	0,71	4,92	29.5	0,66	14.8	0,1	28.2
1981 год	158 м абс.	0,65	7	3.8	0,39	10.7	0,023	10.3
1982 год	158 м абс.	0,65	7,98	21.10	0,36	14.7	0,12	20.3
1983 год	158 м абс.	0,63	5,07	19.8	0,39	10.7	0,097	5.4
1984 год	158 м абс.	0,81	19,2	30.6	0,43	29.5	0,1	29.3
1985 год	158 м абс.	1,05	13	30.5	0,85	11.10	0,069	18.4
1986 год	158 м абс.	1,15	7,98	9.9	0,73	22.7	0,07	2.3
1987 год	158 м абс.	0,92	8,94	5.6	0,44	26.8	0,13	20.5
1988 год	158 м абс.	0,56	3,6	20.5	0,45	9.7	0,11	9.3
1989 год	158 м абс.	0,51	9,77	25.9	0,4	3.7	0,016	15.3
1990 год	158 м абс.	1,02	12,4	3.6	0,7	19.7	0,032	12.3
1991 год	158 м абс.	0,57	3,7	5.6	0,34	14.9	0,078	24.3
1992 год	158 м абс.	0,43	6,55	6.8	0,22	31.7	0,016	23.8
1993 год	158 м абс.	0,3	2,41	14.6	0,17	4.9	0,034	21.1
1994 год	158 м абс.	0,82	19,2	28.5	0,44	5.5	0,017	12.1
1995 год	158 м абс.	1,01	5,25	13.6	0,81	26.9	0,087	12.4
1996 год	158 м абс.	0,98	8,81	24.8	0,9	24.7	0,14	16.1
1997 год	158 м абс.	1,17	4,63	7.9	1,03	19.8	0,17	7.3
1998 год	158 м абс.	—	—	—	0,3	23.6	0,18	6.4
1999 год	158 м абс.	0,37	2,24	13.5	0,18	31.7	0,048	16.3
2000 год	158 м абс.	0,66	3	13.9	0,65	25.7	0,064	20.3
2001 год	158 м абс.	0,91	19,6	8.9	0,48	30.7	0,033	29.3
2008 год	158 м абс.	1,02	6,98	28.5	0,82	9.8	0,15	4.4
2009 год	158 м абс.	1,11	20,2	29.8	0,76	19.8	0,088	20.4
2010 год	158 м абс.	0,69	5,75	21.8	0,41	5.6	0,19	12.4
2011 год	158 м абс.	0,99	5,68	9.9	0,73	9.8	0,23	13.3
2012 год	158 м абс.	0,93	6,44	14.8	0,4	30.7	0,24	1.3
2013 год	158 м абс.	0,98	21,7	19.8	0,72	21.5	0,19	8.4
2014 год	158 м абс.	1,4	36,3	23.7	1,01	16.9	0,25	21.4
2015 год	158 м абс.	1,12	8,11	18.6	0,88	22.7	0,27	8.4
2016 год	158 м абс.	1,17	18,9	26.8	0,68	3.7	0,25	22.3
2017 год	158 м абс.	0,57	4,15	29.9	0,46	7.6	0,23	25.3
2018 год	158 м абс.	0,84	4,81	3.6	0,71	28.8	0,19	17.3
2019 год	158 м абс.	0,93	12,1	6.8	0,66	6.8	0,21	9.3
2020 год	158 м абс.	0,71	3,87	14.10	0,71	11.10	0,15	3.4

Таблица 3.3 – зимняя и летне-осенняя межень на р. Дукча пос. Снежная Долина

Р. Дукча пос. Снежная Долина(Расходы)								
Год	Ноль поста	Нер год	Н max.		Н min лет-осен		Н min зимн	
			расход	дата	расход	дата	расход	дата
1979 год	96 м усл.	1,73	48,1	12.8	1,25	5.8	0,31	10.4
1980 год	96 м усл.	2,36	24,1	19.6	0,93	22.5	0,39	5.2
1981 год	96 м усл.	2,55	31,7	3.8	1,06	10.7	0,36	6.3
1982 год	96 м усл.	2,65	42,2	31.8	1,36	22.7	0,34	6.4
1983 год	141.11 м абс.	2,31	42,2	18.8	1,46	9.7	0,43	22.3
1984 год	141.11 м абс.	2,6	36,3	1.7	1,83	2.6	0,35	5.3
1985 год	141.11 м абс.	3,14	30,1	11.6	1,72	8.10	0,17	18.3
1986 год	141.11 м абс.	3,54	27,8	15.8	2,56	13.7	0,22	9.3
1987 год	141.11 м абс.	3,21	42,5	5.10	1,25	1.9	0,31	12.3
1988 год	141.11 м абс.	1,26	11,2	20.5	1,09	4.8	0,27	14.3
1989 год	141.11 м абс.	2,17	25,2	25.9	1,6	12.7	0,32	15.2
1990 год	141.11 м абс.	3,45	58	27.7	2,5	25.7	0,31	7.3
1991 год	141.11 м абс.	2,25	18,4	29.5	1,25	7.9	0,3	27.3
1992 год	141.11 м абс.	1,74	14,6	15.9	0,9	4.8	0,34	26.1
1993 год	141.11 м абс.	1,24	22	14.6	0,93	17.8	0,2	9.2
1994 год	141.11 м абс.	2,87	113	28.5	1,87	12.7	0,12	9.2
1995 год	141.11 м абс.	3,73	24,7	12.6	1,65	5.10	0,31	17.1
1996 год	141.11 м абс.	2,69	28,4	23.8	1,64	9.8	0,27	16.1
1997 год	141.11 м абс.	3,46	26,9	14.6	1,93	21.8	0,1	26.11
1998 год	141.11 м абс.	1,78	15,9	4.6	1,39	12.7	0,42	5.5
1999 год	141.11 м абс.	1,47	12,1	1.7	0,84	10.8	0,28	7.4
2000 год	141.11 м абс.	2,06	13,3	14.1	2,02	3.8	0,23	14.3
2001 год	141.11 м абс.	2,4	29,7	8.9	1,2	4.8	0,11	28.3
2008 год	141.11 м абс.	4,32	34	28.5	1,69	9.8	0,66	10.4
2009 год	141.11 м абс.	3,97	37,8	30.8	1,29	20.8	0,27	12.3
2010 год	141.11 м абс.	2,96	13,5	3.8	1,77	30.7	0,56	17.4
2011 год	141.11 м абс.	5,19	26	12.6	1,37	7.5	0,7	22.3
2012 год	141.11 м абс.	4,49	27,3	28.5	1	1.8	0,48	29.3
2013 год	141.11 м абс.	3,67	44,2	20.8	3,87	15.9	0,65	26.3
2014 год	141.11 м абс.	5,84	110	23.7	3,42	21.9	0,57	19.3
2015 год	141.11 м абс.	3,21	50,9	18.6	2,17	30.7	0,52	30.4
2016 год	141.11 м абс.	3,97	91,1	26.8	2,18	6.7	0,57	21.3
2017 год	141.11 м абс.	2,11	18,6	29.9	1,46	26.8	0,67	16.3
2018 год	141.11 м абс.	3,3	26,2	12.6	2,2	2.9	0,65	20.3
2019 год	141.11 м абс.	3,45	41	23.5	2,85	21.9	0,43	13.3
2020 год	141.11 м абс.	2,49	16,5	20.8	1,41	8.10	0,43	9.4



## Приложение 4

Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гаммараспределения ( $C_v$ ) и ( $C_s$ )

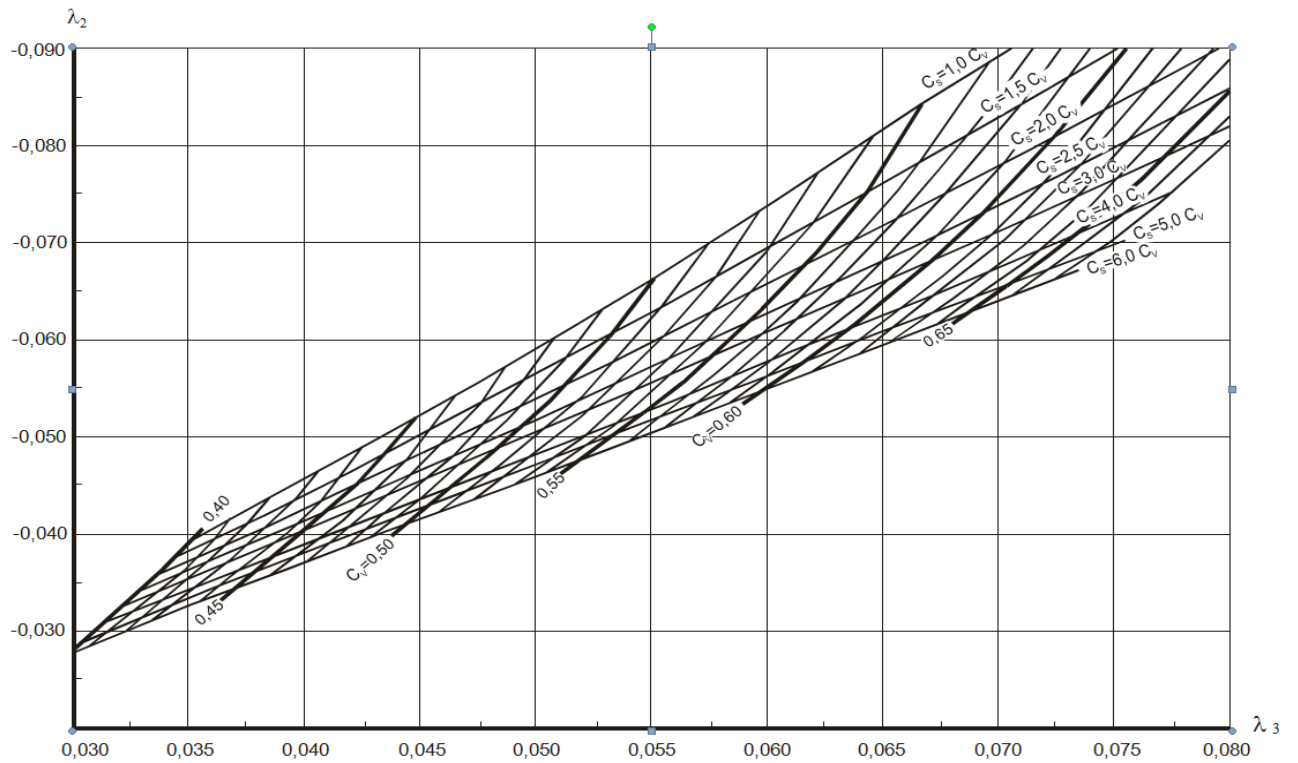


Рисунок – номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гаммараспределения ( $C_v$ ) и ( $C_s$ ) методом наибольшего правдоподобия при  $C_v = 0,40-0,60$