



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

Кафедра гидрологии суши

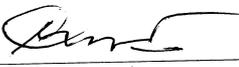
**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

**Анализ характеристик ледового  
режима реки Мезень в условиях  
изменяющегося климата**

Исполнитель Попова Наталья Николаевна   
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Винокуров Игорь Олегович  
(ученая степень, ученое звание)  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

  
(подпись)

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

Сикан А.В  
(фамилия, имя, отчество)

«9» июля 2018 г.

Санкт-Петербург  
2018



## Содержание

	Введение	
1.	Физико-географическое описание района	5
2.	Климатическая характеристика региона	13
3.	Гидрологическая характеристика р. Мезень	15
4.	Ледовые явления и их особенности	17
5.	Расчет характеристик ледового режима	28
	Заключение	53
	Список использованной литературы	54

## Введение

В силу особенностей географического положения России ледовые явления в той или иной мере характерны практически для всех рек страны. Поэтому возникает необходимость решения целого ряда гидрологических, в том числе историко-гидрологических, задач, связанных с изучением не только водного, но и ледового режима рек.

В последние годы наблюдается рост числа паводков и катастрофических половодий, связанных со смещением сроков наступления ледовых явлений, резкими подъемами уровней и расходов воды, разрушительными русловыми процессами. Неконтролируемая застройка паводкоопасных территорий может увеличивать риск наводнений и иных неблагоприятных процессов. Для их предупреждения необходимо осуществлять постоянные наблюдения за состоянием водных объектов.

Важной проблемой является решение ряда методологических вопросов изучения и обеспечения безопасности и эффективности водопользования и оценка вероятности опасных гидрологических явлений на реках России. Поставленные задачи требуют разработки новых подходов к обеспечению гидрологической безопасности, к изучению причин возникновения чрезвычайных природных ситуаций, к созданию гидрологических расчетов и к совершенствованию структуры и содержания гидрологического мониторинга.

К началу XXI в. точность гидрометеорологических прогнозов существенно возросла благодаря развитию численных методов моделирования состояния атмосферы, использованию глобальных систем наблюдений и прогрессу вычислительной техники. Однако, в силу недостаточной изученности исключительно сложных природных процессов, ограниченности вычислительных ресурсов и невозможности получения

абсолютно полной информации о состоянии окружающей среды предлагаемые сценарии развития метеорологической обстановки содержат некоторую долю неопределённости.

Очевидно, что создавшееся положение объясняется отсутствием необходимого базового аналитического рассмотрения и обобщения уже выполненных исследований. Такая работа стала бы своевременной и полезной при дальнейшем изучении ледовых явлений и разработке надёжных количественных методов расчёта и прогноза ледового режима рек.

## 1. Физико-географическое описание района

В качестве района исследования был выбран край, который называют Русским Севером, этот край включает Архангельскую область и Республику Коми.

Вместе они занимают обширную территорию - почти миллион квадратных километров. Окраина региона омывается Северным Ледовитым океаном, его морями и заливами. На востоке естественным рубежом служат древние Уральские горы.

Эти земли - одни из самых малонаселённых на Европейском континенте. Большая часть их покрыта тайгой, недаром у местных жителей издавна в ходу поговорка "Семь вёрст до небес да всё лесом".

При путешествии по Республике Коми с запада на восток хорошо видно, как низменные равнины чередуются с небольшими горными массивами, а весь рельеф постепенно повышается. К северо-западу от уральских отрогов тянется сильно разрушенный временем Тиманский кряж. К южным границам республики примыкают гряды Северных Увалов. С востока её обрамляют Уральские горы, которые наиболее высоки в своей приполярной части.

Ещё более северная часть горной системы - Полярный Урал насквозь прорезает речные долины. Здесь сходятся верховья рек двух обширных бассейнов - Печорского и Обского.

На территории республики много полезных ископаемых. Из разведанных наиболее крупные угольные месторождения: Воркутинское, Хальме-рюское, Интинское и Кожимское; нефтяное - Усинское; газовое - Вук-тыльское.

В бассейне реки Печора на южных склонах Тиманского кряжа есть горючие сланцы, цветные и редкие металлы, соль, гипс, фосфориты. Найдены здесь также крупные запасы бокситов и титановых руд. Однако освоение большинства разведанных месторождений ещё не начато.

Климат в Коми суровый, с долгой и морозной (до  $-56^{\circ}\text{C}$ ) зимой. По всей территории в начале и в конце короткого нежаркого лета случаются заморозки. Зимой земля покрыта слоем снега толщиной 60-70 см, а в предгорьях Урала - свыше метра. При этом разные районы обширного края существенно различаются погодными условиями. В мае, когда на юге Коми зеленеет трава и зацветает черёмуха, на севере, в Воркуте, снег только начинает таять, а порой ударяют и морозы до  $-30^{\circ}\text{C}$ . В юго-западных и восточных районах выпадает больше осадков, чем на остальной территории Коми, так как склоны Северных Увалов и Уральских гор задерживают воздушные массы, несущие влагу. На западе республики благодаря влиянию атлантических воздушных потоков теплее, чем на востоке.

В Коми много крупных и малых рек. Большинство из них течёт с юга к Северному Ледовитому океану; 3 млн га занято болотами: их образованию способствуют глинистые почвы, с которых медленно испаряется влага.

По запасам леса Коми превосходит даже соседнюю Архангельскую область. Поэтому заготовка и переработка древесины на протяжении столетий остаётся одним из основных занятий местного населения. Тундры на северо-востоке издавна служат пастбищами для северных оленей.

В лесах водятся медведь и лось, волк и лисица, белка и горноста́й, в тундре - песец. Постепенно восстанавливается численность исчезнувших было бобров. Часто встречаются рябчики, глухари, куропатки, тетерева, на водоёмах - утки.

В реках и озёрах много разнообразной рыбы: нельма, сиг, хариус. Наибольшую ценность представляют лососёвые, в том числе сёмга и омуль. Славится деликатесным вкусом стерлядь, проникшая в XIX в. в Вычегду по Екатерининскому каналу из Камы. По уровню хозяйственного развития

край далеко отставал от других регионов Европейской России. Во многом такое положение объяснялось бездорожьем. Считалось, что расходовать средства на обустройство суровых земель не следует. Показательна в этом отношении история освоения месторождений нефти в Ухте. Сведения о ней имелись уже в Двинской летописи XV в. В 1745 г. появился первый небольшой промысел, но спрос на нефть был невелик, поэтому добыча вскоре прекратилась. В XIX в. освоению ухтинской нефти стали всячески препятствовать нефтепромышленники юга, избегавшие конкуренции. Коренной перелом произошёл в 30-х гг. XX в., когда Коми превратилась в огромную строительную площадку. Была создана нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая, угольная, газовая и пищевая промышленность, строительная индустрия, возросли объёмы лесозаготовок и лесопиления. Началось строительство Северо-Печорской железной дороги, появился воздушный транспорт. Отсталая окраина превратилась в один из ведущих промышленных регионов страны.

Вычегодский район на юго-западе республики - хорошо освоенная область, где живёт большая часть коренного населения, производится основная доля продукции лесного хозяйства. Природные условия позволяют выращивать овощи и зерновые культуры, заниматься молочным животноводством.

Экономическая и культурная жизнь сосредоточена в городе Сыктывкар - столице республики. Здесь действуют несколько предприятий, в том числе лесопромышленный комплекс - один из крупнейших в стране, есть университет и другие высшие учебные заведения, научные учреждения.

Тиманский район, расположенный в центральной части республики, специализируется на нефтегазодобыче и заготовках леса и по хозяйственному профилю напоминает Западную Сибирь. Отсюда начинаются крупные магистральные нефте- и газопроводы (в частности, "Сияние Севера").

В Печорском промышленном районе на северо-востоке главная отрасль хозяйства - угольная промышленность. О запасах угля в Печорском крае было известно давно, однако добывать его начали только в 1934 г., так как месторождение расположено в зоне очень сурового климата. Строительство Северо-Печорской железной дороги, шахт и горняцких посёлков завершилось в годы Великой Отечественной войны, а в 1943 г. за Полярным крутом возник город Воркута - ныне самый крупный экономический центр республики.

На экономике Коми болезненно отразился кризис 90-х гг. Истощаются месторождения нефти и газа, необходима разведка новых, перспектива открытия которых имеется севернее, в Ненецком автономном округе. Добыча угля на ряде старых шахт стала невыгодной. Остро стоит вопрос о закрытии угольных предприятий, сворачивании горняцких посёлков и трудоустройстве людей на новых местах. Эти проблемы не терпят отсрочки, поскольку от их решения во многом зависит судьба самобытного края.

Архангельская область занимает крайнее северное положение России. Специфика природных условий области определяет многие особенности в освоении и изучении территории. Поэтому необходимо дать характеристику физико-географическим особенностям Архангельской области и республики Коми и выявить их специфические черты.

Высокоширотное положение Архангельской области, большая протяженность с севера на юг и с запада на восток, близость Северного Ледовитого океана оказывают существенное влияние на формирование природных условий территории.

В геологическом отношении территория Архангельской области неоднородна. В результате длительной и сложной истории геологического развития сформировались крупные структуры, определяющие наличие не только комплексов полезных ископаемых, но и основные формы рельефа.

Современный рельеф Архангельской области сформировался в результате деятельности эндогенных и экзогенных процессов. Рельеф

области равнинный с общим наклоном поверхности с юга на север. Но при общем равнинном характере территории отличается разнообразным рельефом. Здесь встречаются как горы, так и различные формы равнин, от возвышенностей до низменностей. Вдоль восточных границ области тянутся древние Уральско-Новоземельские горы. Среди низкогорий выделяются на севере области горные сооружения архипелага Земля Франца-Иосифа, на западе - Ветреный Пояс, на востоке - Канинский Камень, или хребет Паэ, и Тиманский кряж.

Кряж Ветреный Пояс располагается в северо-западной части Архангельской области. Он сформирован выходами кристаллических пород восточной части Балтийского щита. Территория сильно обработана четвертичными ледниками. Самая высокая точка лежит в центральной части кряжа, это г. Оловгора, 344 м.

Канинский Камень представляет собой валовидную возвышенность в северной части полуострова Канин. В центре ее поднимается г. Моховая, высота, которой 242 м над уровнем моря.

Тиманский кряж протягивается с севера на юг и состоит из системы параллельных гряд с выходами кристаллических пород палеозойского возраста. В пределах Архангельской области лежит Северный и небольшая часть Среднего Тимана, где в районе Четласского Камня расположена самая высокая гора всего Тиманского кряжа и материковой части Архангельской области, высота которой 471 м.

Равнины, занимая около 500 тыс. км, или 87% всей площади области, имеют наклон на север и северо-запад в сторону Баренцева и Белого морей. Главную роль в их формировании сыграли древние оледенения, морские трансгрессии и деятельность рек.

Современные процессы рельефообразования продолжают усложнять рельеф Архангельской области. Разрушительная деятельность текучих вод создает эрозионные формы рельефа (борозды, рывины, овраги, лога). Движение воды в долинах рек ведет к образованию сухих русел, перекатов,

отмелей, островов. В районе распространения гипсов и известняков (Онего-Двинское междуречье, Беломорско-Кулойское плато) продолжают карстовые процессы рельефообразования. Повсеместно распространяются техногенные формы рельефа (карьеры, насыпи, отвалы, береговые укрепления и т.д.).

Архангельская область богата полезными ископаемыми. Так в 1993 году в пределах области зарегистрировано около 270 промышленных месторождений 30 видов минерального сырья и около 560 месторождений торфа. Кроме того, известно около сотни проявлений различных видов твердых полезных ископаемых, в том числе и алмазов, разработка которых уже начата. Ценнейшим богатством являются подземные воды, всего разведано 36 месторождений подземных вод различных типов. В конце 40-х годов XX века были разведаны североонежские бокситы, а в 1966 году открыто первое в ненецкой тундре месторождение газа, Шапкинское. Открыто 69 месторождений нефти.

Отделенная от основной заселенной территории Российского государства крупнейшими реками, с запада – Северной Двиной, а с юга – наибольшим ее притоком – Вычегдой, река Мезень стала заселяться довольно поздно. В связи с труднодоступностью, первые крупные русские поселения на реке появились лишь в 16 веке. В настоящее время Мезень, хоть и является самой длинной рекой, впадающей в Белое море, по-прежнему мало заселена.

По направлению от истока к устью на реке Мезень расположены следующие населенные пункты: 120-й километр, Верхнемезенск, Мишпи, Сысой, Усть-Елва, Политстан, Кляповкерка, Гуркесьельдик, Зэрзяыб, Макара-Ыб, Кучмозерье, Верхний Вылыбы, Глотова, Буткан, Ыджыдыяг, Усогорск, Разгорт, Нижний Вылыбы, Елыкыб, Сельыб, Чернутьево, Мелентьево, Мучкас, Патраково, Политово, Большая Пысса, Барма, Латьюга, Родома, Зубово, Вожгора, Лебское, Усть-Низемье, Засулье, Койнас, Чухари, Чучепала, Палошцелье, Конещелье, Белошцелье, Ценогора,

Селище, Колмогора, Пылема, Смоленец, Ущелье, Березник, Большая Нисогора, Заручей, Заозерье, Юрома, Тиглява, Усть-Нерманка, Кеслома, Палуга, Азаполье, Целегора, Черсова, Погорелец, Березник, Козьмогородское, Кильца, Жукова, Жердь, Кимжа, Догорское, Тимощелье, Заозерье, Затон, Лампожня, Красная Щелья, Семёново, Коршаково, Коршаковский рейд, Белый Нос, Мезень, Каменка, Морозилка, Чеца, Окуловский.

Наибольшими являются город Усогорск, город Мезень и село Лешуконское.

Река Мезень берет начало на склонах Тиманского кряжа. Высоты окружающих гор в этой местности достигают 471 м. Тиманский кряж является естественным водоразделом Двинско-Печорского бассейна, протяженность его составляет 900 км. В среднем течении путь Мезени преграждает один из отрогов Тимана, заставляя реку делать пятисоткилометровый крюк, огибая его. В остальных районах Мезень протекает по равнинной, местами слабовсхолмленной местности, с высотами 130 – 180 м.

Территория бассейна реки Мезень сложена коренными породами, преимущественно мергелями, глинами, песчаниками пермского, триасского и юрского возраста. Коренные породы закрыты слоем четвертичных отложений мощностью 15 – 20 м. В строении четвертичных отложений следующий порядок: нижняя морена («рисская»), морские межледниковые и озерные континентальные осадки, верхняя морена («вюрмская»), флювиогляциальные пески. Пески тянутся в виде широкой полосы на протяжении от Тиманских возвышенностей до холмисто-моренного водораздела рек Мезени и ее притока Вашки. Холмисто-моренный ландшафт можно встретить также на севере и на востоке от с. Кослан.

Почвы бассейна реки Мезень подзолистые и болотные. На Тимане встречаются перегнойно-карбонатные почвы. Заболоченность составляет 17%.

В районе Тиманского кряжа обнаружены следующие полезные ископаемые: бокситы (Четласский камень), россыпи титановых минералов (Ярега), агаты, связанные с девонскими базальтами, месторождения газа и газоконденсата (Войвож и Омра), месторождения нефти (Лаявожторф, Нижнечутинское и Ярега под Ухтой), горючие сланцы и битумы, строительный камень.

Петляя, уходя то на север, то далеко на юг, река Мезень протекает через три природные подзоны: лесотундры, северной тайги и средней тайги. Лесистость бассейна реки составляет 80 %.

Исток реки Мезень находится среди болот и скал Четласского камня, поросших пихтой и ельником.

Глинистые грунты и устойчивость береговой линии способствуют развитию макрофитов. В русле Мезени каменистых грунтах встречается лютик, на участках с медленным течением – небольшие заросли урутиколотистой, водяного мха. На каменистых отмелях вдоль берегов растет нардомия, заросли хары и повойничка, осоки, хвоща. Далее от берега – рдест курчавый, рдест блестящий, сабельник болотный, сусак и др. В водоемах поймы реки Мезень – полевица побегообразующая, кубышка, урутьколосистая, роголистник, водяная сосенка, местами можно встретить отдельные растения частухи, стрелолиста, поручейника, сусака.

## 2. Климатическая характеристика региона

С 70-х годов XX века отмечаются глобальные изменения в климатической системе Земли, связанные с антропогенным ростом концентрации углекислого газа. Как показывают обобщения, выполненные в Гидрометцентре России, на территории страны средняя годовая температура воздуха выросла почти на  $1,5^{\circ}\text{C}$  за период с 1976 по 2012 г.г. Изменение климата неизбежно приводит к изменениям в водном и ледовом режиме рек. На ледовом режиме оно сказывается вследствие повышения температур воздуха и увеличения осадков за осенне-зимний период. Произошедшее в Северном полушарии заметное повышение зимних температур воздуха наблюдается и в бассейнах исследуемых рек (Результаты представлены на рисунке 2.1).

Отклонение от нормы средних температур за октябрь-апрель в эти годы в сторону повышения составляет от  $0,2$  до  $2,5^{\circ}\text{C}$ . Уменьшилась на  $3,7^{\circ}\text{C}$  сумма отрицательных температур за зимние месяцы года.

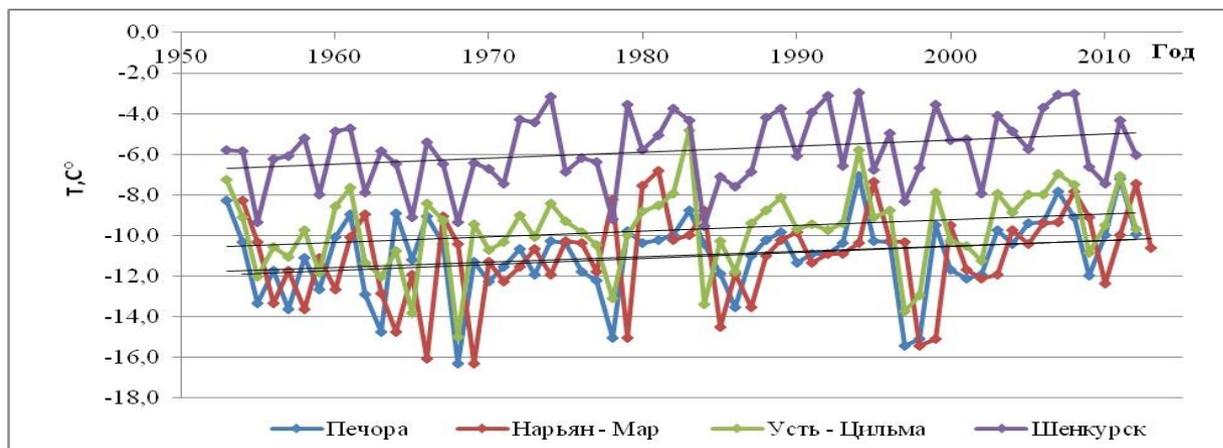


Рисунок 2.1. Многолетние изменения температур воздуха за октябрь – апрель на метеостанциях Нарьян-Мар, Печора, Усть-Цильма, Шенкурск

Противоположная тенденция отмечается в ходе осенних осадков. Как следует из анализа суммы осадков за октябрь-апрель по данным всех

метеостанций происходит рост их значений (Результаты представлены на рисунке 2.2).

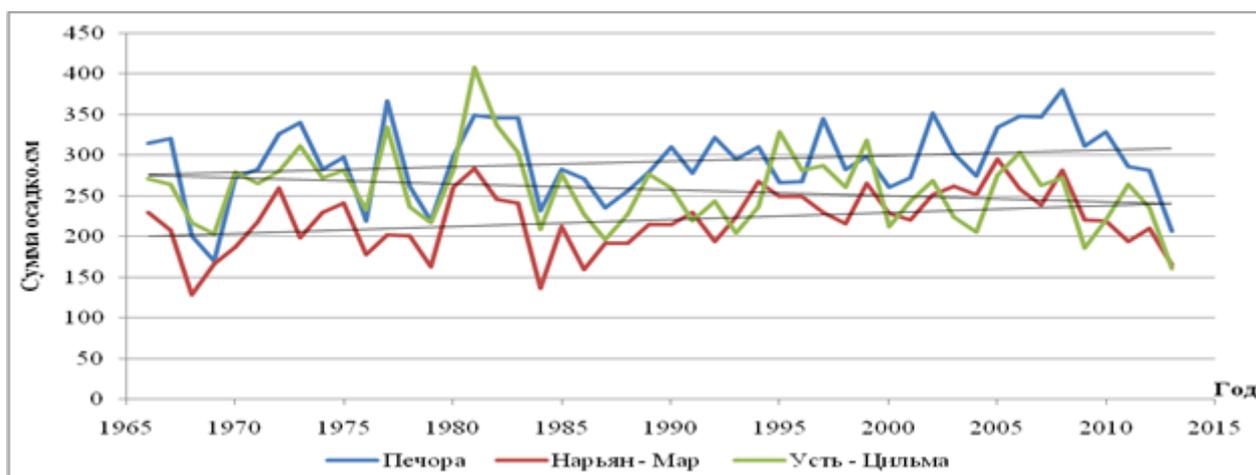


Рисунок 2.2. Многолетние изменение сумм осадков за октябрь - апрель в бассейне реки Печора (Метеостанции Печора, Нар'ян-Мар, Усть-Цильма)

Происходящее увеличение температуры воздуха в начале зимы приводит к увеличению водности рек и теплозапаса воды в период, предшествующий началу ледообразования, уменьшению глубины промерзания почвы и продолжительности существования промерзшего слоя.

### 3. Гидрологическая характеристика р. Мезень

Мезень – река бассейна Белого моря, протекает в Архангельской области и республике Коми (Рисунок 3.1). Река берет начало в малонаселенном районе республики Коми, в холмистой местности, на высоте 370 м. Река Мезень является одной из крупнейших рек европейского Севера России, наряду с Северной Двиной и Печорой, и наибольшей по длине из рек, впадающих в Белое море. Длина реки Мезень составляет 966 км, площадь водосборного бассейна – 78000 км<sup>2</sup>. Общее падение реки Мезень составляет 370 м, уклон реки равен 0,383 ‰. Впадает в Мезенскую губу Белого моря.

Предположительно, название реки «Мезень» имеет финно-угорское происхождение, и означает «удачливая река для охоты и промысла».

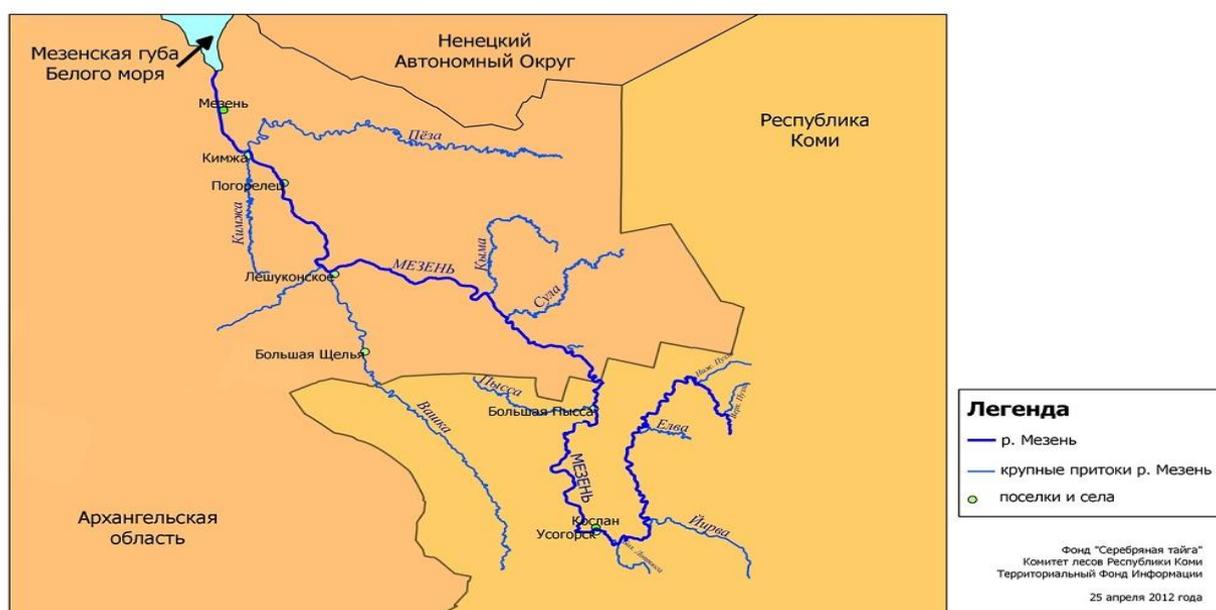


Рисунок 3.1. Карта-схема «Река Мезень с основными притоками»

### *Гидрологический режим*

Для реки Мезень характерно снеговое питание, а также дождевое, с преобладанием весеннего стока. Половодье наступает в мае-июне, летом и осенью случаются дождевые паводки, приводящие к значительному, но кратковременному подъему уровня воды. Период ледостава длится с конца октября-начала ноября по конец апреля-начало мая. Обычно замерзание начинается в верхнем течении, а затем распространяется вниз по реке. Средний расход воды реки Мезень (в устье) составляет 886 м<sup>3</sup>/с. Среднегодовой объем воды составляет 27,9 км<sup>3</sup>/год.

На перекатах дно песчаное, местами с примесью камней и валунов, нередко выходы глины.

В верхнем течении, протекая в районе Тиманского кряжа, Мезень является типичной горной рекой с быстрым течением, множеством порогов и перекатов. Берега здесь высокие и скалистые. Ширина реки от 8 до 15 м. Несколько раз река меняет направление, обходя отроги Тимана. Вначале Мезень течет в юго-западном направлении, затем поворачивает на северо-запад, вновь встречая на своем пути Тиманский кряж. Тогда река устремляется на юг, описывая огромную пятисоткилометровую петлю. Здесь русло реки сильно извилистое, имеется множество перекатов. Берега здесь низки, сильно заболочены. Долина реки расширяется до 0,5 – 1,0 км, имеется пойма. Скорость течения – 0,8 м/с.

После впадения реки Ирва за деревней Глотова долина расширяется до 2 – 5 км, ширина поймы достигает 3 км. Берега высокие, до 35 метров, местами обрывистые, представлены скальными породами, глиной. Ширина русла реки на этом участке варьируется от 50 до 200 м.

Ниже устья притока Кымы местность равнинная, пороги отсутствуют, имеются перекаты. Правый берег становится выше и круче, в обрывах обнажаются мергели, имеющие то красный, то зеленовато-белый цвет. Встречаются многочисленные узкие и глубокие овраги.

#### 4. Ледовые явления и их особенности.

Ледовые явления-это совокупность ледовых образований, фаз их возникновения и исчезновения, а также процессов, сменяющихся в течение года на замерзающей акватории водных объектов.

К ледовым явлениям относят: появление льда (как местного, так и принесённого), установление неподвижного льда на всей видимой поверхности моря, озера, реки или водохранилища, разрушение неподвижного льда, его окончательное исчезновение, очищение акватории от всех видов льда. По характеру ледовые явления подразделяют на устойчивые и неустойчивые. Под устойчивыми понимают явления, сохраняющиеся не менее 30 суток.

Даты ледового явления могут характеризовать ледовые условия конкретного года и служить показателями многолетнего ледового режима. В этом случае даются средние и крайние наблюдаемые даты ледового явления, средние и экстремальные значения продолжительности ледового сезона и числа дней со льдом для всего ряда наблюдений за данными явлениями, вычисляются значения обеспеченности того или иного ледового явления по декадам.

Обычно к ледовым явлениям относят также ледяные образования, представляющие собой формы существования льда в водных объектах. В зависимости от контекста иногда все же целесообразно разделять понятия ледовые явления и ледяные образования. Например, ледяные образования - шуга, ледяной покров, льдины и ледяные поля; ледовые явления, соответственно - шугоход, ледостав, ледоход.

Ледовые явления и ледяные образования подразделяют на 3 группы:

- периода осенних ледовых явлений;
- ледостава;

-весенних ледовых явлений.

Выделяют три основных фазы ледового режима:

-замерзания;

-ледостава;

-вскрытия

Замерзание - фаза ледового режима, характеризующаяся образованием ледяного покрова на водотоках и водоемах. Период замерзания начинается с появления льда и заканчивается образованием ледостава. Различают процессы ледообразования (появление плавучего льда) и формирования сплошного ледяного покрова. Ледообразование происходит при кристаллизации воды в любой точке водной толщи и на дне, а образование сплошного ледяного покрова происходит как за счет замерзания воды на поверхности, так и за счет смерзания всплывших масс льда, заберегов и льда, приносимого течением или дрейфом. По характеру образования ледяного покрова выделяют два типа: статический и динамический. Статический тип замерзания характерен для мелководных и небольших по площади озер, водохранилищ, прудов, участков небольших рек и каналов с медленным течением. В поверхностном слое формируются кристаллы льда в виде тонких прозрачных игл, скопления которых создают матовые пятна (сало), у берегов на мелководье формируются забереги, постепенно нарастающие от берега к глубоководной части. При спокойных условиях замерзания они имеют ровную поверхность и небольшую начальную толщину. Дальнейшее их распространение и примерзание к ним плавающих ледяных образований приводит к установлению сплошного ледяного покрова. Динамический тип замерзания характеризуется интенсивным перемешиванием, остывание воды происходит по всей глубине перемешиваемого слоя, что способствует переохлаждению всей толщи и заносу на глубину ядер кристаллизации. Образующийся при этом внутриводный лед может превышать количество льда, образующегося на

поверхности. На дне образуются скопления донного льда. Смерзание плавающих на поверхности ледяных образований и обломков льдин увеличивает количество ледяного материала и в конце концов приводит к образованию сплошного ледяного покрова.

Ледостав - фаза ледового режима, характеризующаяся наличием неподвижного ледяного покрова, период, в течение которого наблюдается неподвижный ледяной покров. Впервые дни ледостава, когда лед еще тонок, и тепловой поток от воды в воздух значительно превышает приток тепла из водной толщи к поверхности, нарастание льда происходит сравнительно быстро. В дальнейшем, по мере увеличения толщины льда и нарастания слоя снега на льду, процесс замедляется. При установлении равновесия между расходом тепла через снего-ледяной покров и притоком его к нижней поверхности льда рост толщины льда снизу прекращается. Во вторую половину зимы может наблюдаться значительное нарастание льда за счет смерзания насыщенного водой снега, когда в результате прогибания льда под тяжестью снеговой массы вода выходит на поверхность через трещины. В начале весны лед начинает подтаивать снизу за счет уменьшения потерь тепла в атмосферу. После освобождения ледяного покрова от снега начинается интенсивное стаивание льда сверху.

Вскрытие - фаза ледового режима, характеризующаяся разрушением ледяного покрова. Начало разрушения ледяного покрова происходит под влиянием термических факторов - подтаивания льда снизу за счет уменьшения потерь тепла в атмосферу. После освобождения ледяного покрова от снега начинается интенсивное стаивание льда сверху. Механические факторы либо дополняют процессы термического разрушения льда, либо являются главной причиной вскрытия водотоков и водоемов. К механическим факторам относится движение воды подо льдом, создающее постоянное усилие, приложенное к нижней кромке льда и направленное вниз по течению, а также весенний подъем уровня, создающий усилие, направленное вверх, отрывающее лед у берегов,

создающее прогиб ледяного покрова. Разрушение льда усиливается при образовании открытых водных пространств - к работе ветра добавляется воздействие волн, разрушение льдин во время дрейфа и т.п.

Ледовые явления в реках оказывают во многих районах нашей страны большое влияние на работу гидротехнических сооружений гидроэлектростанций и нередко приводят к нарушению их нормальной работы. Поэтому ледовые явления издавна служат предметом научных исследований в инженерной гидрологии, так же они имеют важное значение для расчетов прочности сооружения.

Этим проектировкам должно быть предпослано осуществление большой программы научных и практических исследований. Прежде всего, следует подвергнуть изучению режим приливных и ледовых явлений, которые могут оказать значительное влияние не только на характер сооружений, но и на энергетические показатели его.

На большинстве побережий, интересных в энергетическом отношении, прилив имеет именно такой характер. Однако эти закономерности могут быть нарушены вследствие мелководья, влияния ледовых явлений и других трансформаций приливной волны.

Не все характеристики водных преград в равной степени влияют на условия проведения работ. Следует учитывать, как постоянно действующие в течение года факторы, свойственные данной водной преграде, - морфологические характеристики, так и временно действующие, обуславливающие степень и характер изменения постоянно действующих (колебания уровня и скорости течения, ледовые явления и др.), оказывающих влияние только в определенное время. Эти факторы тесно связаны между собой.

Лед на реках исследуемой территории появляется в среднем в октябре–первых числах ноября, для реки Мезень–всередине октября. Изменение характеристик ледового режима в период замерзания в последние годы выражается в смещении сроков появления льда и установлении

ледостава в сторону более поздних сроков, а именно для низовьев рек Северная Двина и Мезень – 5 и 10 суток.

Устойчивый значимый тренд к смещению даты появления плавающего льда в сторону календарной наблюдается лишь на некоторых исследуемых постах. На многих реках происходит незначительное увеличение продолжительности шугохода, что часто ведет к формированию зажоров льда. Ледостав для большинства исследуемых постов устанавливается при более высоких уровнях воды.

Средние сроки окончания ледостава имеют четкое пространственное распределение по территории: в первой декаде мая заканчивается на реках Мудьюга, Мезень и на большинстве рек на Кольском полуострове. Изменение продолжительности ледостава и периода с ледовыми явлениями для низовьев рек Северная Двина, Мезень и Печора – 15 сут. для периода ледостава и 10 сут. для периода ледовых явлений.

В низовьях рек Мезень и Северная Двина максимальные уровни воды проходят в первой декаде мая.

Для рек Мезень и Северная Двина максимальные годовые уровни воды сопровождаются ледовыми явлениями в 60–70%.

Первые ледовые явления на реках наблюдаются 20 - 30 октября. Самая ранняя дата ледостава 21 октября, средняя - 10 - 16 ноября и самая поздняя - 15 декабря. От первой даты ледовых явлений до поздней даты ледостава проходит 53 дня.

Эта картина прилива зимой еще более осложняется ледовыми явлениями, которые в устье Мезени проявляются в виде подвижных льдов в районе Толстик - Пыя и неподвижных выше этого створа.

Кроме того, возрастает количество зимних оттепелей, увеличивается зимний сток рек и зашугованность речного русла, уменьшается максимальная толщина ледяного покрова. Многолетняя тенденция к уменьшению толщины ледяного покрова, приводит к уменьшению расхода воды, вскрывающего реку, и увеличению частоты беззаторных вскрытий.

Для установления ледовых нагрузок на береговые участки ведут визуальные наблюдения за ледовыми явлениями, на основании которых получают сведения о местах образования и размерах заторов и зажоров, характере и степени разрушения берегов и берегоукреплений от воздействия льда. Обследования состояния подводных переходов выполняют в межледовые периоды. Для установления сезонных деформаций на реках с интенсивными переформированиями дна и берегов русловую съемку проводят в характерные фазы гидрологического режима.

Большинство рек России несколько месяцев в году находится подо льдом. Формирование ледяного покрова на реках, установление ледостава и вскрытие рек существенно влияют на режим эксплуатации рек и водохозяйственных объектов. Как в периоды образования ледяного покрова на реках, так и при вскрытии рек из-за зажоров и заторов часто возникают опасные подъемы уровня воды и наводнения.

Максимальные заторные уровни воды на многих реках превышают наивысшие уровни воды весеннего половодья и летних паводков. Наиболее мощные заторы и катастрофические наводнения возникают при высоком уровне воды при замерзании, отражающем не только осеннюю водность, но степень стеснения русла шуго-ледяными образованиями при установлении ледостава на реках. Водохранилища, создаваемые для регулирования речного стока, существенно изменяют ледовый режим рек. Так, в нижних бьефах ГЭС в зимний период возникает незамерзающая полынья. При эксплуатации водохранилищ проявляются ледовые ситуации, сильно усложняющие процессы регулирования речного стока: в хвостах подпора и нижних бьефах образуются зажоры и заторы льда, сопровождающиеся подъемами уровня воды. В настоящее время вопросам охраны окружающей среды, планирования и управления водохозяйственной деятельностью уделяется все больше внимания со стороны государственных и общественных организаций. За рубежом использование количественных методов давно является основой принятия серьезных управленческих

решений, связанных, к примеру, с крупными инвестициями в гидротехническое строительство. Усилиями поколений исследователей получены значительные результаты как в изучении процессов ледообразования, формирования и разрушения ледяного покрова на реках и водохранилищах, так и разработке моделей ледовых процессов и явлений и методов их расчета для решения широкого круга практических задач. Современные количественные методы решения задач гидроледотермики должны использовать как последние достижения в области математического моделирования и существующие ныне возможности для обработки и представления данных с использованием ГИС-технологий, так и имеющиеся наработки в области расчетов и прогнозов ледовых процессов и явлений.

Выполненное обобщение результатов отечественных и зарубежных исследований является необходимым как для дальнейшего изучения ледовых процессов и явлений, и разработки современных количественных методов расчета и прогноза ледового режима рек и водохранилищ, так и создания на их основе надежного и доступного программного обеспечения для решения различных задач водопользования и охраны окружающей среды, связанных со льдом.

#### *Заторы на реках Севера*

Большой объем льда в речных руслах, направление течения и развития волны весеннего половодья, значительные скорости течения воды (0,6 м/с и более), множество русловых препятствий для движения льдин в виде излучин, перекатов, островов – все это создает достаточные условия для образования мощных скоплений льда при вскрытии северных рек. Почти на всех крупных и средних реках севера ЕТР, как правило, наивысшим уровнем является уровень, наблюдавшийся при заторе.

На заторных участках северных рек преобладает два типа вскрытия. Первый тип характеризуется разрушением ледяного покрова как путем его таяния под действием солнечной радиации тепла воздуха и воды, так и за счет механической энергии водного потока. Второй тип вскрытия характеризуется разрушением ледяного покрова в основном в результате динамических нагрузок со стороны потока при достаточно большой интенсивности и скорости перемещения волны половодья. Первый тип вскрытия присущ средним течениям крупных рек, второй – нижним.

На заторных участках северных рек процесс вскрытия развивается сверху вниз по течению, что связано с преимущественным направлением течения с юга на север. В ходе вскрытия кромка ледяного покрова перемещается вниз по течению рывками. На участках с уменьшением уклона и резкого изменения планового очертания русла, как правило, происходит задержка вскрытия. У кромки ледяного ненарушенного покрова аккумулируется плывущий сверху материал. При поверхностной скорости течения воды более 0,6 м/с происходит торошение льдин, сопровождающееся время от времени подвижками. В местах торошения и подвижек русло наиболее стеснено льдом. Подъем уровня воды наблюдается выше места стеснения.

После того, как фронт вскрытия переместится ниже по течению, в протоках или в основном русле, где наблюдался затор льда, может оставаться значительное количество ледяного материала. Если такой «остаточный» лед сохраняется в боковой протоке, то это уменьшает вероятность формирования мощного затора ниже по течению, так как часть ледяного материала изымается из процесса ледохода.

В случае осуществления ледохода по боковым протокам в обход скоплений льда или ледяных перемычек в основном русле, последние могут удерживаться еще 5-10 суток. Очищение ото льда основного русла происходит в отдельные годы, когда основная волна вскрытия перемещается вниз по течению на десятки километров.

Наиболее интенсивный подъем уровня воды на реках севера наблюдается в момент образования затора. Он может составлять более 3-5 м в течение нескольких часов. В отдельные годы наблюдается непрерывный подъем уровня до максимального значения и прорыва затора. В другие годы в результате подвижек и уплотнения льда в скоплении или похолодания происходит прекращение начавшегося подъема или даже понижение уровня воды. При похолоданиях длительность затора достигает 10-12 суток.

Мощные заторы льда характерны преимущественно для тех же участков северных рек, где имеют место и мощные зажоры. Это участок д. Орлецы-д. Абрамково Северной Двины, нижнее течение рек Сухоны, Юга, Ваги, Пинег и Мезени, среднее течение р. Печоры. На всех перечисленных участках при прогнозе максимальных заторных уровней воды, очевидно, необходимо учитывать ту или иную характеристику мощности зажоров, образовавшихся в начале зимы.

Мощность затора льда является функцией сил, развивающихся при подвижке массива из ледяных полей и льдин выше очага затора, среди которых главной является влекущая сила водного потока. Она составляет 90 % от суммы всех, действующих на скопление льдин, и зависит от водности реки в период ее вскрытия. Поскольку вскрытие рек происходит на волне весеннего половодья, тозатороформирующий расход воды, являющийся характеристикой сил, развиваемых водным потоком в зоне торошения льда, отчасти определяется теми же факторами, что и объем половодья и максимальный весенний расход воды.

Основными переменными во времени факторами, обуславливающими объем весеннего половодья, являются:

- запас воды в снежном покрове перед началом весеннего таяния;
- атмосферные осадки в период снеготаяния и половодья;
- осенне-зимнее увлажнение почвы к началу весеннего снеготаяния;
- глубина промерзания почвы к началу снеготаяния;
- ледяная корка на почве.

Главным из перечисленных факторов является снеготаяние. Являясь фактором водности реки весной, кроме того, снег на ледяном покрове защищает его от разрушения солнечной радиацией. Коэффициент корреляции между максимальным заторным уровнем воды и максимальным за зиму снеготаянием на водосборах рек севера и северо-запада ЕТР иногда весьма значителен (до 0,6), что позволяет получить, учитывая дополнительно уровень ледостава, весьма точные зависимости для долгосрочного прогноза максимального заторного уровня воды.

Более тесно с затороформирующим расходом воды связан максимальный расход в период весеннего половодья. Помимо перечисленных выше факторов, на него влияют еще два фактора:

- интенсивность снеготаяния;
- сочетание волн половодья крупных притоков бассейна.

На реках, текущих с юга на север, волна половодья продвигается быстрее весны, поэтому вниз по течению сокращаются продолжительность подготовительного периода к вскрытию реки и речной поток взламывает ледяной покров, мало тронутый тепловым разрушением. При интенсивном снеготаянии в тылу фронта потепления и холодной погоде перед ним создаются условия для формирования мощных заторов льда. Если потепление распространяется по реке относительно быстро, то фронт таяния намного опережает в своем продвижении кромку ледяного покрова и прочность льда при вскрытии мала, а образующиеся в процессе вскрытия заторы наблюдаются в начале половодья, обладают небольшой мощностью и продолжительностью.

По мере того, как волна половодья нагоняет кромку льда, возрастает высота подъема воды при вскрытии реки и увеличивается затороформирующий расход, вследствие чего в низовьях крупных рек, текущих на север (Северная Двина, Печора, Мезень), заторный максимум уровня и максимум весеннего половодья совпадают во времени. Кроме того, здесь для достижения скоростей течения, достаточных для вскрытия реки и

начала торошения льда, необходим более значительный подъем уровня за счет увеличения расхода, чем в верховьях рек. По этим причинам в низовьях многих рек севера и северо-запада доля расходной составляющей в подъеме уровня воды при вскрытии реки настолько велика, что максимальный расход воды весеннего половодья является главным, а порой и единственным, аргументом зависимостей для прогноза, определяя не только расходную, но и ледовую составляющую максимального заторного уровня.

На больших реках затороформирующий расход можно спрогнозировать по методу соответственных по ледовым фазам уровней (расходов) с заблаговременностью до 10 суток. Однако предсказать его с достаточной заблаговременностью на малых и средних реках сложно из-за большой зависимости от погодных условий развития весеннего половодья, предсказуемых с небольшой заблаговременностью.

В верховьях рек севера затороформирующие расходы воды и максимальные расходы в период весеннего половодья слабо связаны, поскольку из-за больших уклонов водной поверхности и больших скоростей течения воды вскрытие происходит задолго до пика половодья. Здесь главную роль в определении того, при каком расходе воды начнется ледоход и станет формироваться, а затем прорвется затор льда, играет степень подготовленности ледяного покрова к вскрытию. Она определяет физико-механические свойства льда, участвующего в процессе формирования затора, и зависит от толщины ледяного покрова и погодных условий, предшествующих вскрытию. Толстый покров, холодная погода и значительная облачность, обуславливают слабую степень подготовки к вскрытию, и оно происходит при больших расходах воды, тонкий покров, теплая и солнечная погода приводят к обратному эффекту. Количественными гидрологическими показателями степени подготовки реки к вскрытию могут служить интенсивность и продолжительность роста уровня воды на дату составления прогноза.

## 5. Расчет характеристик ледового режима

### Исходные данные

При создании базы данных по характеристикам ледовых явлений были использованы наблюдения по 3 створам на р. Мезень (Результаты представлены в таблице 1, 2; и в приложение 1,2,3) за 1950 -2014 гг.

Таблица 1. Основные гидрологические характеристики

Река-пункт	Расстояние пункта наблюдений на реке от устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расстояние, км		Уклон,‰		Средняя высота водосбора, м	Озерность, %	Заболоченность, %	Лесистость, %
			От истока	От наиболее удаленной точки речной системы	Средний	Средне-взвешенный				
Мезень-с.Койнас	327	26400	-	-	-	-	-	-	-	-
Мезень-д.Малонисогорская	186	56400	780	780	0,5	0,21	147	<1	6	89
Мезень-с.Дорогорское	80	74100	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2. Основные ледовые явления

Обозначения, используемые в таблице:

Н тах.лдст.- максимальный уровень ледостава

Н тах.лдох.- максимальный уровень ледохода

Н тах за год-максимальный уровень за год

Пост		Продолжительность		Н max.лдст.		Н max.лдх.		Н max за год		Толщина льда	
		Значение	Дата	Значение	Дата	Значение	Дата	Значение	Дата	Значение	Дата
с. Койнас	Ср.знач	173	-	76	-	250	-	322	-	70	-
	Max	211	24.05.1905	344	19.11.1995	350	28.11.1955	451	18.05.1905	97	17.05.1905
	Min	94	16.05.1905	22	04.11.2001	125	30.05.2006	172	20.06.1905	45	12.06.1905
Малонис отгорское	Ср.знач	171	-	260	-	554	-	601	-	77	-
	Max	210	13.05.1905	470	06.11.2006	686	30.04.1952	701	05.05.1905	98	22.06.1905
	Min	126	05.07.1905	166	21.11.1987	408	30.04.1975	490	02.07.1905	58	06.07.1905
Дорогорс кое	Ср.знач	172	-	293	-	641	-	685	-	70	-
	Max	209	13.05.1905	380	37200	788	10.05.1979	826	22.06.1905	45	29.06.1905
	Min	135	27.06.1905	90	25891	286	12.05.1968	525	28.06.1905	96	07.06.1905

### *Описание постов*

#### **Р. Мезень-с.Койнас**

Пост расположен у села в 10 км ниже впадения р. Сула, в 12 км выше впадения р. Кыма. Прилегающая к долине реки местность представляет собой плоскую равнину, покрытую хвойным лесом, местами заболоченную. Долина реки сложного профиля, шириной до 3 км. Склоны высокие, левый-террасированный, высотой 15-20 м. Пойма правобережная, шириной до 2 км, покрыта луговой растительностью и кустарником, в присклоновой части-заболоченная, затопляется при уровне 250-270 см над нулем поста.

Русло реки прямолинейное, песчаное, деформирующееся. Правый берег пологий, задернован; левый-крутой, песчано-глинистый, подвержен размыву. По левому берегу наблюдается выход грунтовых вод.

В 0,6 км ниже поста находится низкий песчаный остров, где в отдельные годы наблюдаются заторы льда. Пост расположен на левом берегу, оборудован деревянными и металлическими сваями. Отметки

водомерного устройства пересчитаны в результате уравнивания нивелирной сети СССР (1946-1949 гг.). Отметка нуля поста 48,00 м БС.

Температура воды измеряется с 14.07.1972 г в 50 м выше поста у берега, толщина льда в 300 м выше поста на середине реки.

#### Р.Мезень-д. Малонисогорская

Пост расположену деревни, в 14 км ниже впадения р.Вашка, в 10 км ниже впадения р.Ежуга, в 8,0 км выше впадения р.Ерчема. Прилегающая к долине реки местность представляет собой волнистую равнину, покрытую лесом, местами заболоченную.

Долина реки трапецеидальная, шириной 1,6-2,5 км. Левый склон обрывистый, высотой 25-35 м; правый-пологий, высотой 15-20 м, залесенный. Пойма правобережная, шириной 0,6-1,0 км, пересеченная старицами, покрыта луговой растительностью и кустарником, в присклоновой части-хвойным лесом. Затопляется при уровне 660-680 см над нулем поста.

Русло реки прямолинейное, песчаное, деформирующееся, у берегов имеются большие песчаные отмели. Правы берег пологий, высотой 4-5 м, порос травой и кустарником; левым-является склон долины. По левому берегу наблюдается выход грунтовых вод. Дноуглубительные работы в русле не проводятся с 1995 г.В отдельные годы в 8 км ниже поста образуются заторы льда.

Пост находится на левом берегу, оборудован металлическими сваями. Отметки водомерного устройства пересчитаны в Балтийской системе 1977 г. Отметка нуля поста 18,45 м БС.

Гидроствор №1 расположен в створе, гидроствор №2 –в 215 м ниже, гидроствор №3-в 0,74 км, гидроствор №4-в 1,5 км, гидроствор №5-в 1,6 км, гидроствор №6-в 0,8 км выше поста. Гидростворы №2-бне используются.

Температура воды с 1986 г измеряется в створе поста у берега, толщина льда-в створе поста на середине реки. В 1949-1951 гг. и в 1983-

1992 гг. производились наблюдения за твердым стоком. С 1993 г. из-за низкого качества материалов наблюдений данные по твердому стоку не публикуются.

Сток за период 1920-1931 гг. досчитан по уровням поста Бугаевское.

#### Р.Мезень-с.Дорогорское

Пост расположен у села, в 1,0 км ниже впадения р.Кижмав 6,0 км ниже впадения р.Пёза. Прилегающая к долине реки местность представляет собой слабоволнистую равнину, поросшую лесом. Долина реки трапецеидальная, шириной около 7 км. Правый склон долины высотой 15-17 м, обнаженный, сложен мергелями; левый-пологий, незаметно сливается с поймой, заросший хвойным лесом. Пойма левобережная, шириной до 2,5 км, покрыта луговой растительностью и кустарником, затопляется при уровне 560-580 см над нулем поста.

Русло реки прямолинейное, песчаное, деформирующееся. Левый берег высотой до 5 м, открытый, песчаный. В 300 м выше поста расположен песчаный перекал. На участке поста расположен ряд песчаных островов и осередков. Местоположение и конфигурация осередков меняется ежегодно. На реке наблюдается подпор уровня от ветровых нагонов из Белого моря. Пост расположен на правом берегу, оборудован металлическими сваями.

Отметки водомерного устройства пересчитаны в Балтийской системе 1977 г. Отметка нуля поста 2,61 м БС. В период с 1.10.1931 г по 8.08.1939 г пост был расположен в 119 м ниже существующего. При переносе отметка нуля поста оставлена без изменения, уровни на старом и новом постах между собой увязаны.

Описание графиков

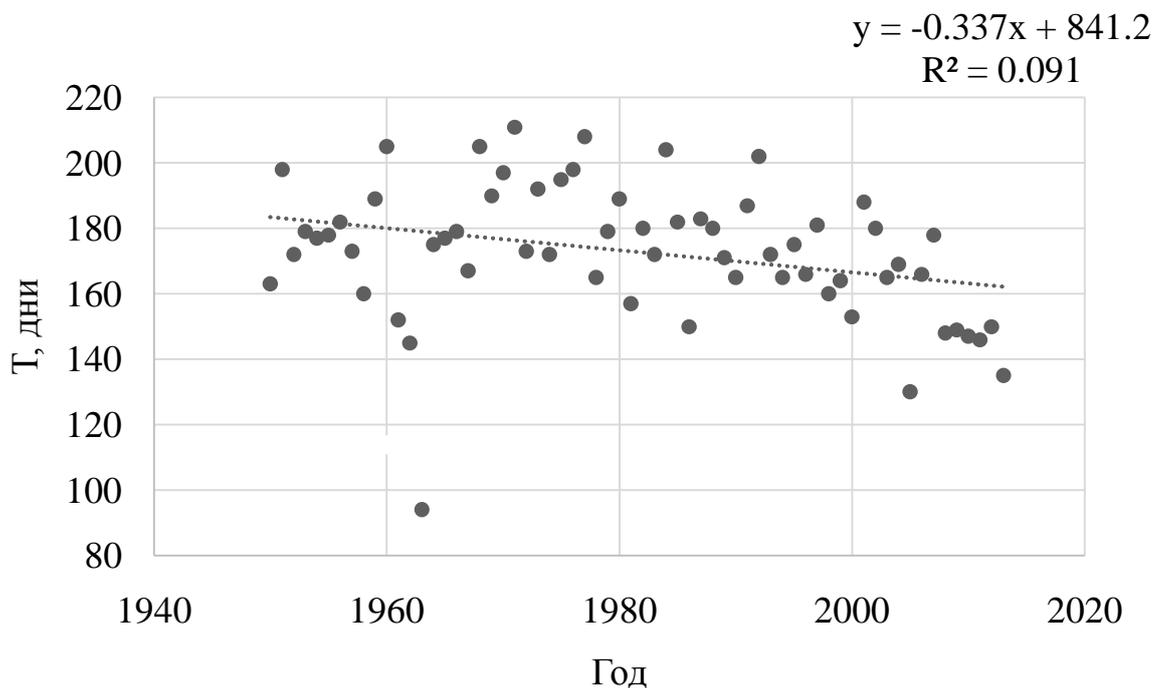


Рисунок 5.1. Хронологический график продолжительности ледостава р. Мезень – с. Койнас (1950-2014 гг.)

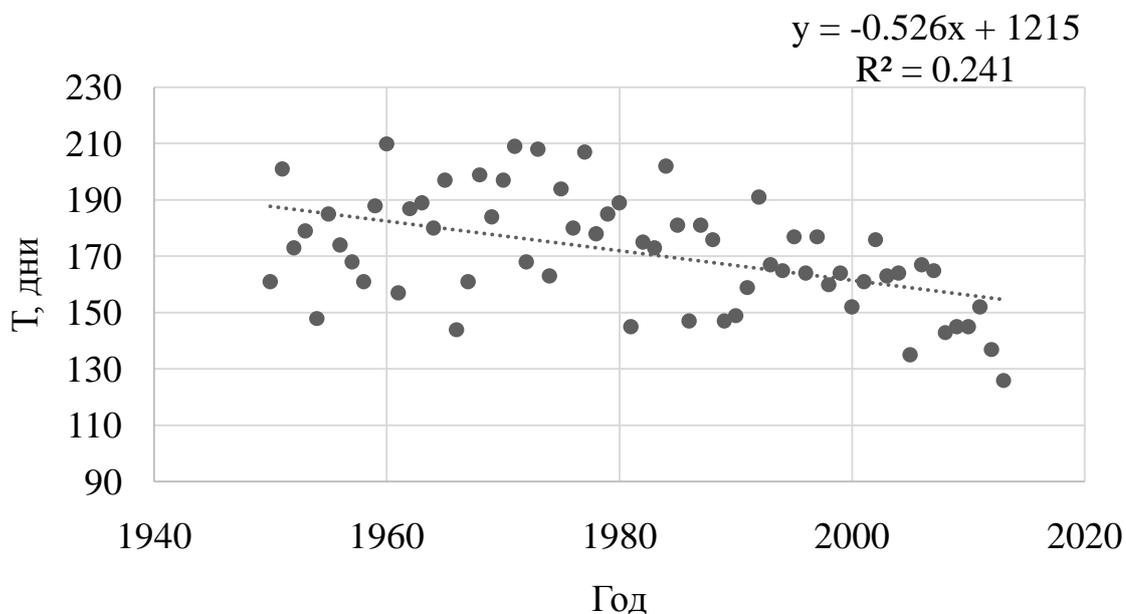


Рисунок 5.2. Хронологический график продолжительности ледостава р. Мезень – д. Малонисогорская(1950-2014 гг.)

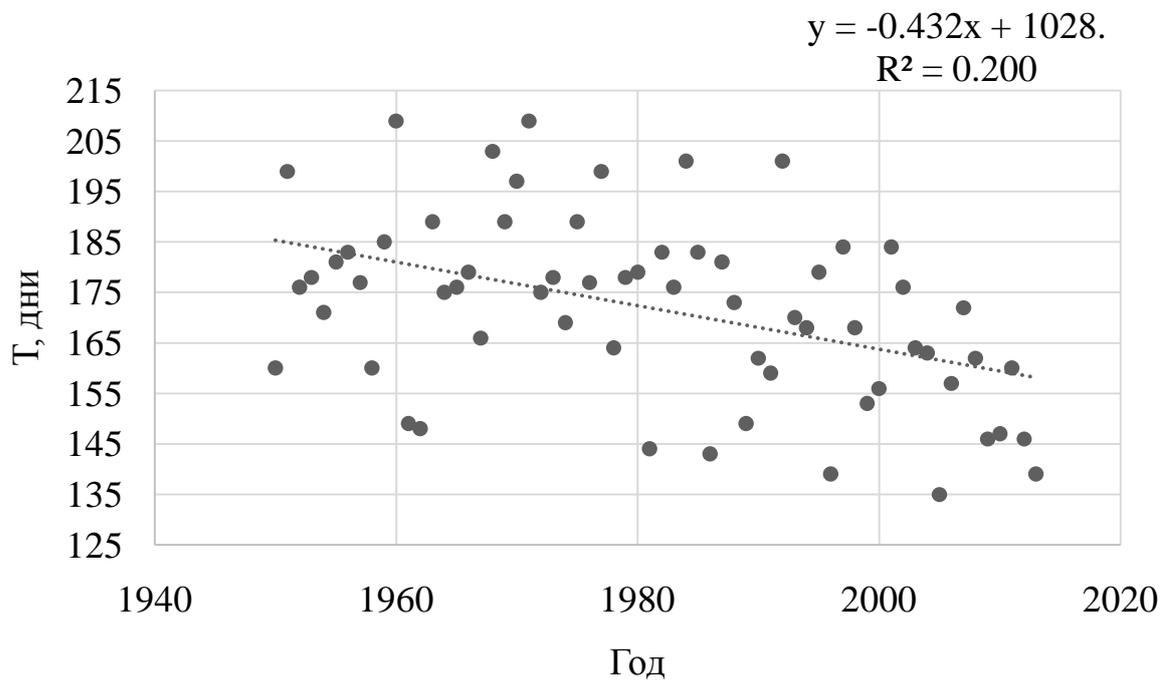


Рисунок 5.3. Хронологический график продолжительности ледостава р. Мезень - с. Дорогорское (1950-2014 гг.)

Таблица 3. Расчет параметров трендов.

Период	Пост	$R^2$	R	$t_{2\alpha}$	$\sigma R$	$t_{2\alpha} \cdot \sigma R$	итог
1950-2014	с. Койнас	0,092	0,302	1,96	0,113	0,321	0,302 < 0,321-не значим
	д. Малонисогорская	0,241	0,491	1,96	0,094	0,184	0,491 < 0,494-не значим
	с. Дорогорское	0,200	0,447	1,96	0,100	0,196	0,447 < 0,467-не значим

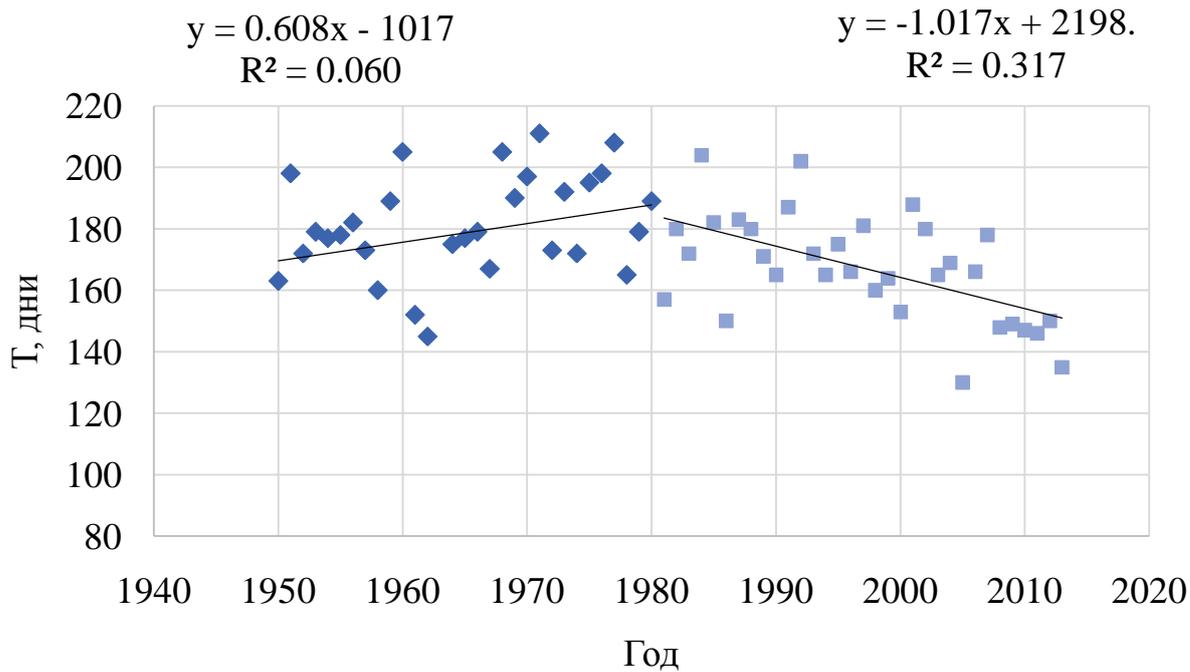


Рисунок 5.4. Хронологический график продолжительности ледостава р. Мезень – с. Койнас (1950-2014 гг.)

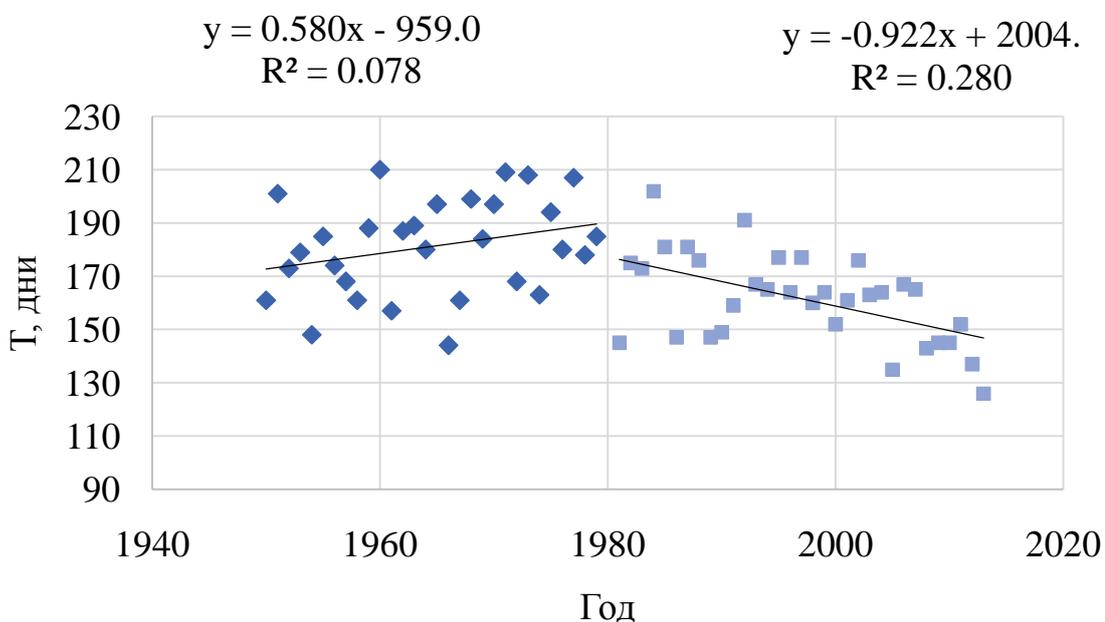


Рисунок 5.6. Хронологический график продолжительности ледостава р. Мезень – д. Малонисогорская(1950-2014 гг.)

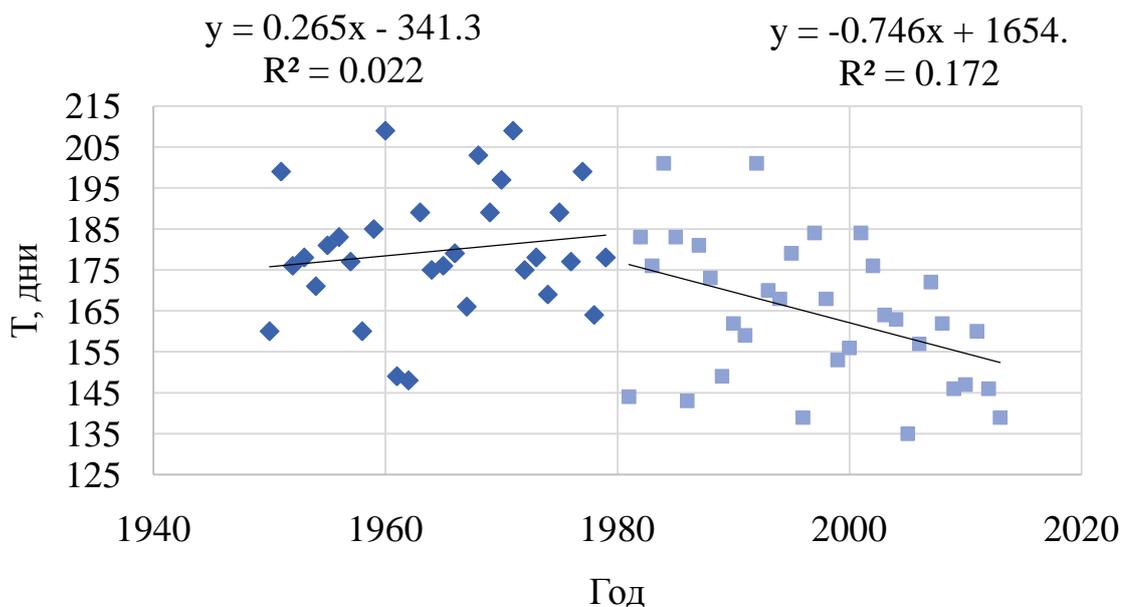


Рисунок 5.7. Хронологический график продолжительности ледостава р. Мезень – с. Дорогорское(1950-2014 гг.)

На рисунках 5.4, 5.5, 5.7 представлены графики хронологического хода продолжительности ледостава в трех створах, расположенных на р. Мезень. Анализ их показывает отчетливо выраженную тенденцию уменьшения продолжительности этой характеристики с течением времени. В период с 1950 по 1980 гг, продолжительность ледостава увеличивается, а далее она начинает интенсивно уменьшаться от 38 до 21 дня. Это связано с тем, что в последние 30 лет наблюдаются климатические изменения, выразившиеся в повышении температуры воздуха, более позднем переходе ее значений через  $0^{\circ}\text{C}$  осенью и раннему наступлению весны, а также частым оттепелям в осенне-зимний период. Эти изменения не могли не сказаться на изменении водного режима рек Севера ЕТР, и конечно, на условиях формирования ледяного покрова, прохождении весеннего половодья и образовании заторов льда, характерных для рек этого района.

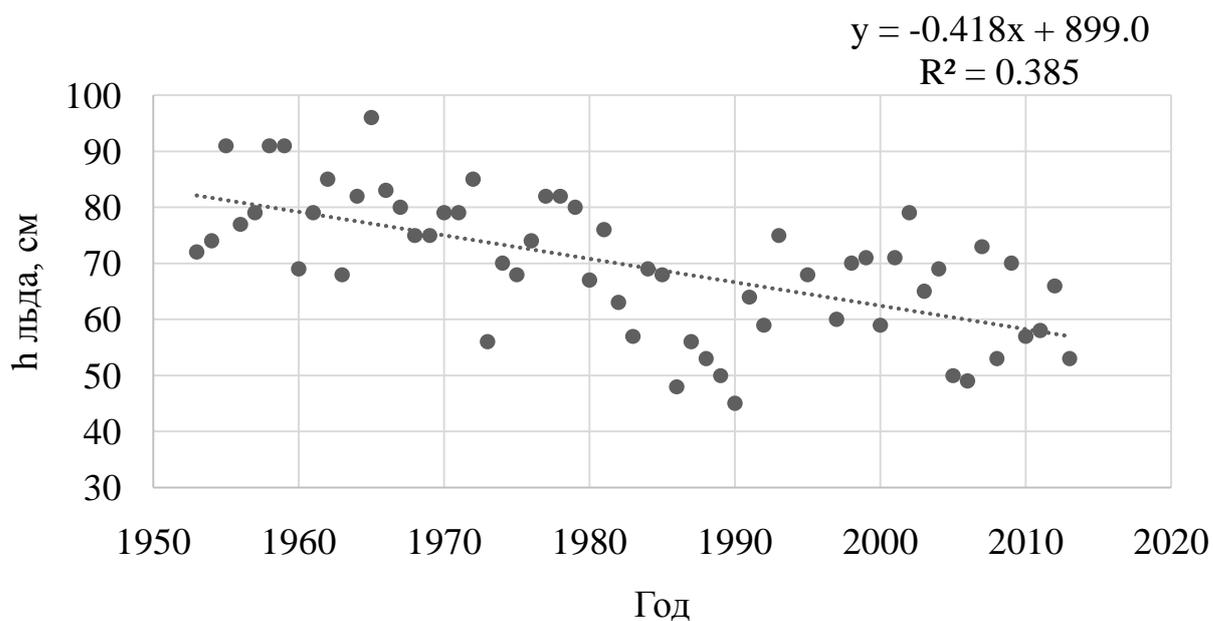


Рисунок 5.8. Хронологический график хода максимальной толщины ледяного покрова: р. Мезень – с. Койнас (1950-2014 гг.)

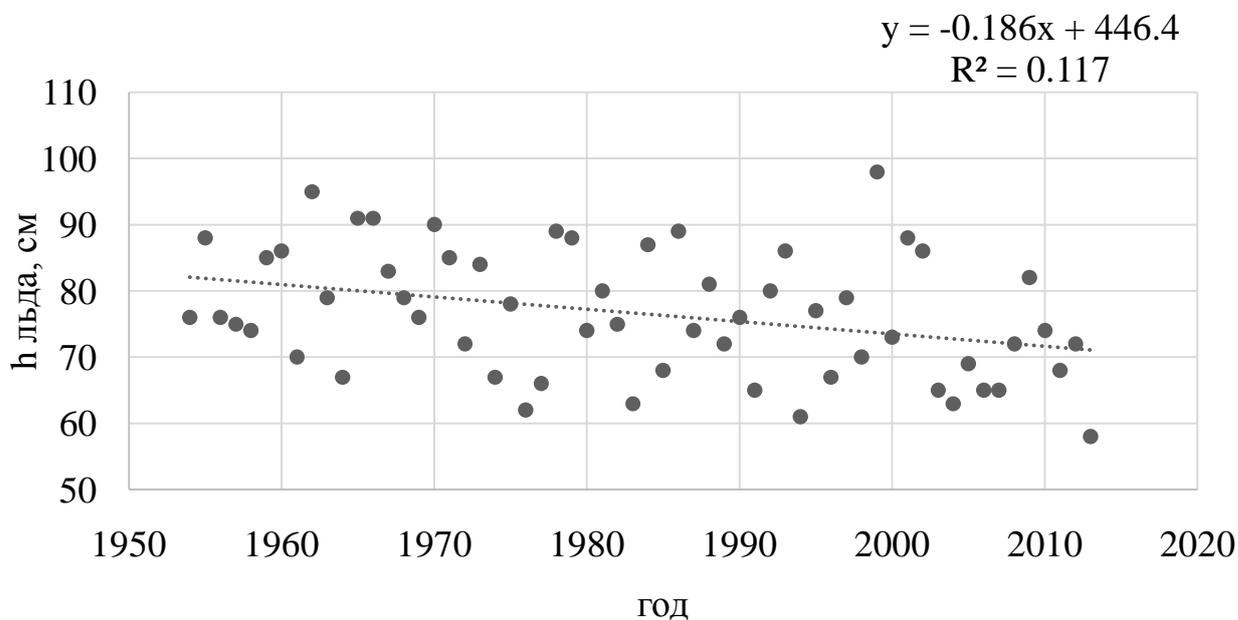


Рисунок 5.9. Хронологический график хода максимальной толщины ледяного покрова: р. Мезень – д. Малонисогорская (1950-2014 гг.)

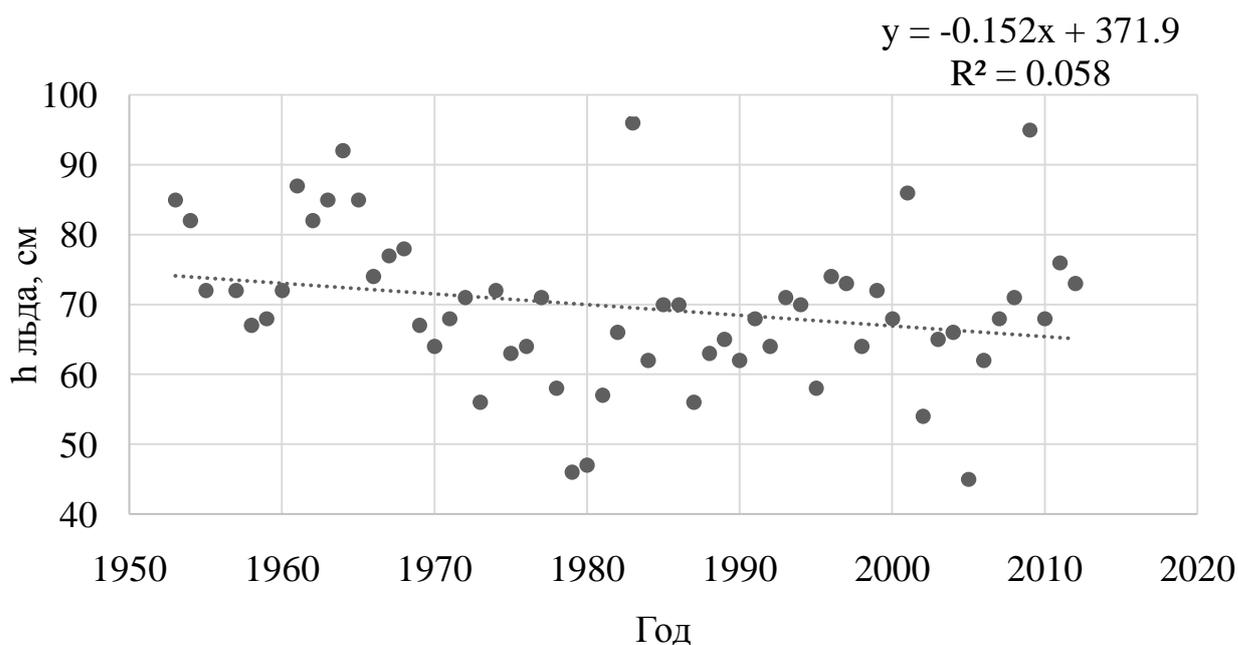


Рисунок 5.10. Хронологический график хода максимальной толщины ледяного покрова: р. Мезень – с. Дорогорское (1950-2014 гг.)

Период	Пост	R <sup>2</sup>	R	t2α	σR	t2α·σR	итог
1950-2014	с. Койнас	0,386	0,621	1,96	0,077	0,151	0,621<0,653-не значим
	д. Малонисогорская	0,118	0,334	1,96	0,110	0,216	0,334<0,356-не значим
	с. Дорогорское	0,058	0,240	1,96	0,118	0,231	0,240<0,298-не значим

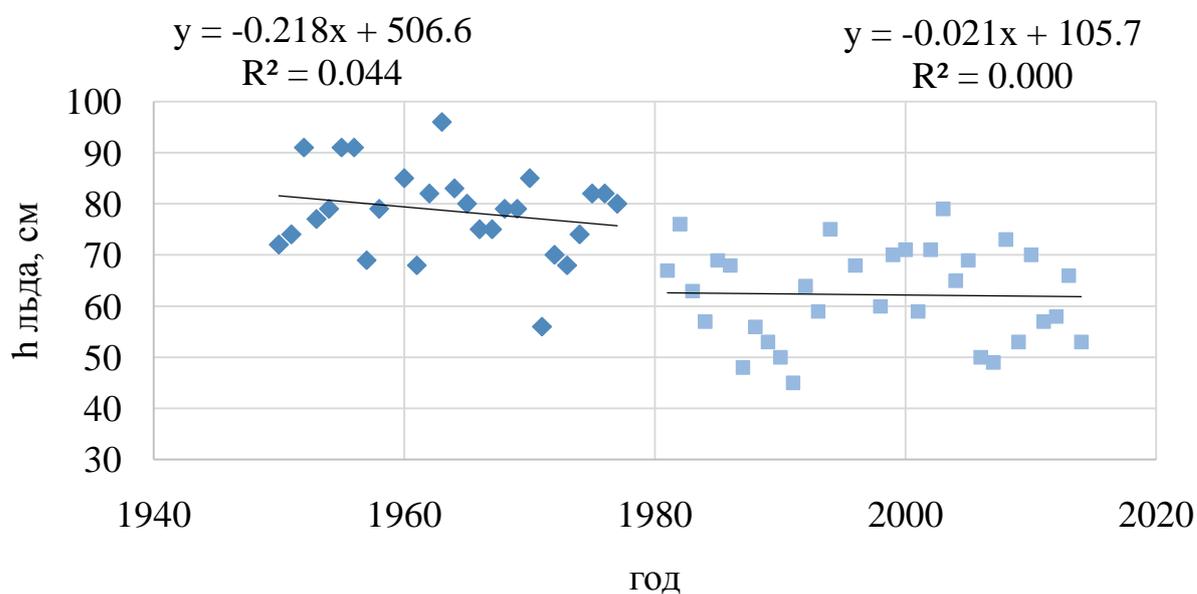


Рисунок 5.11. Хронологический график хода максимальной толщины ледяного покрова: р. Мезень – с. Койнас (1950-2014 гг.)

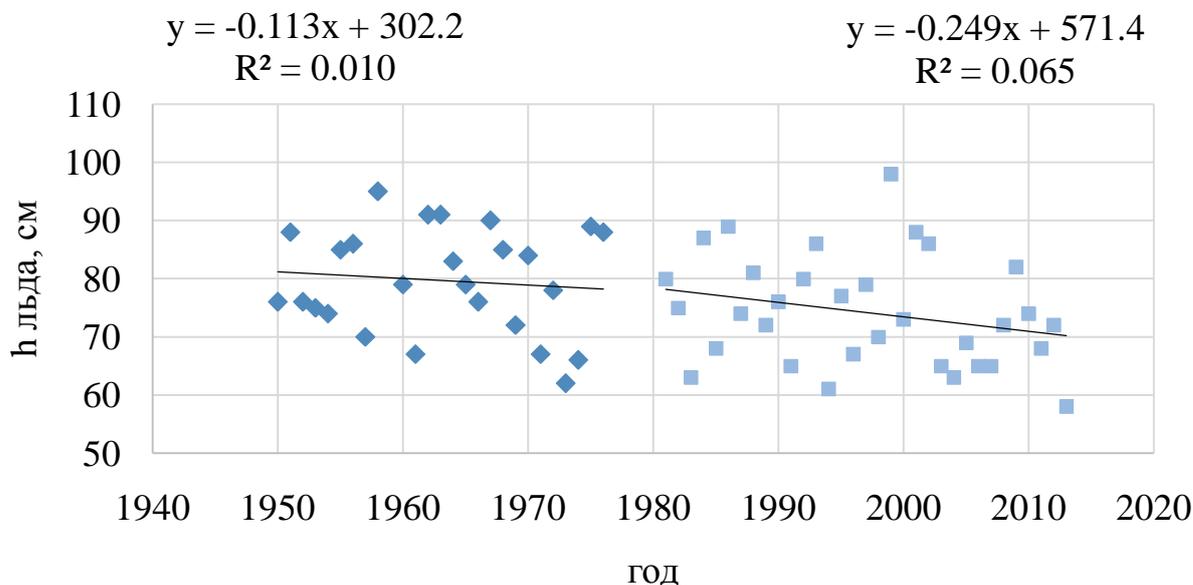


Рисунок 5.12. Хронологический график хода максимальной толщины ледяного покрова: р. Мезень – д. Малонисогорская (1950-2014 гг.)

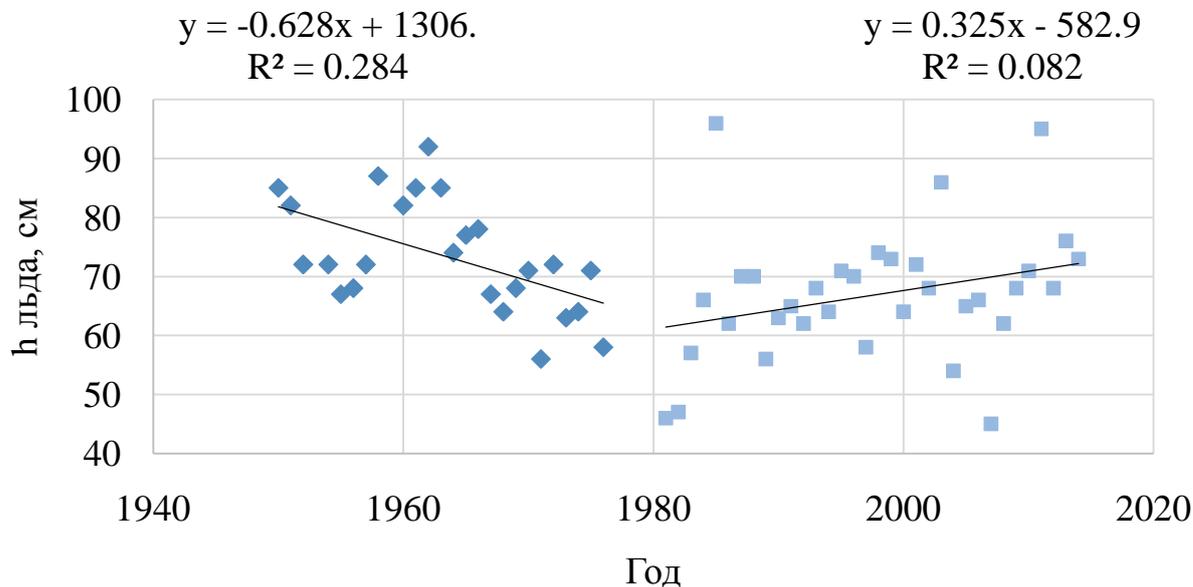


Рисунок 5.13. Хронологический график хода максимальной толщины ледяного покрова: р. Мезень – с. Дорогорское (1950-2014 гг.)

На всех трех станциях отмечается явное уменьшение толщины льда, особенно в период с 1975-80гг. по 2014 г. При этом за указанный период увеличилась амплитуда колебаний максимальной толщины льда, что, видимо, связано с нестабильными от года к году зимними температурами воздуха.

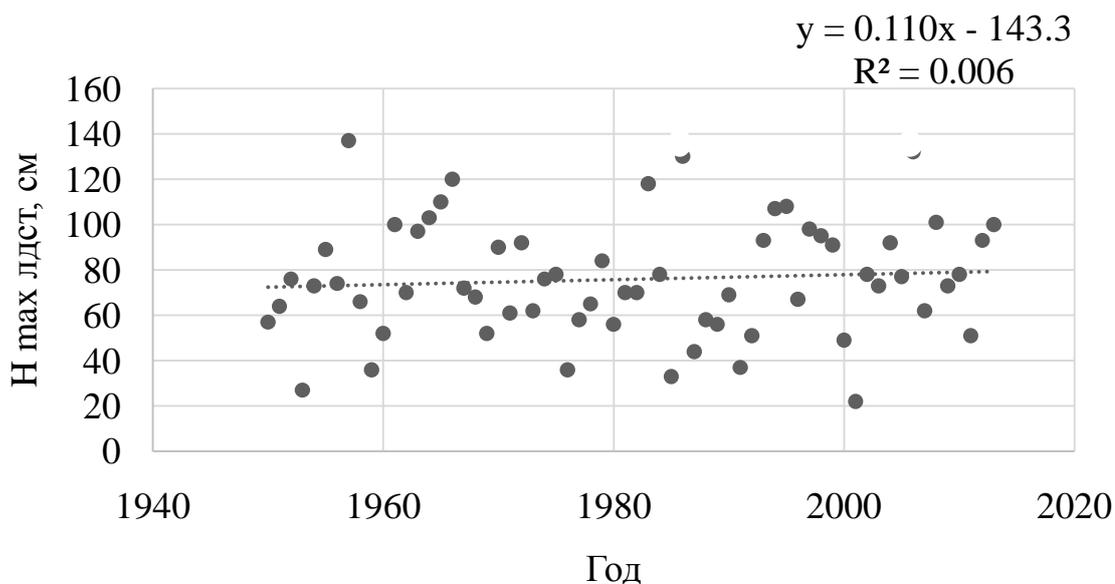


Рисунок 5.14. Хронологический график хода максимального уровня воды вначале ледостава ( $H_{\max.лдст}$ ): р. Мезень – с. Койнас(1980- 2014 гг.)

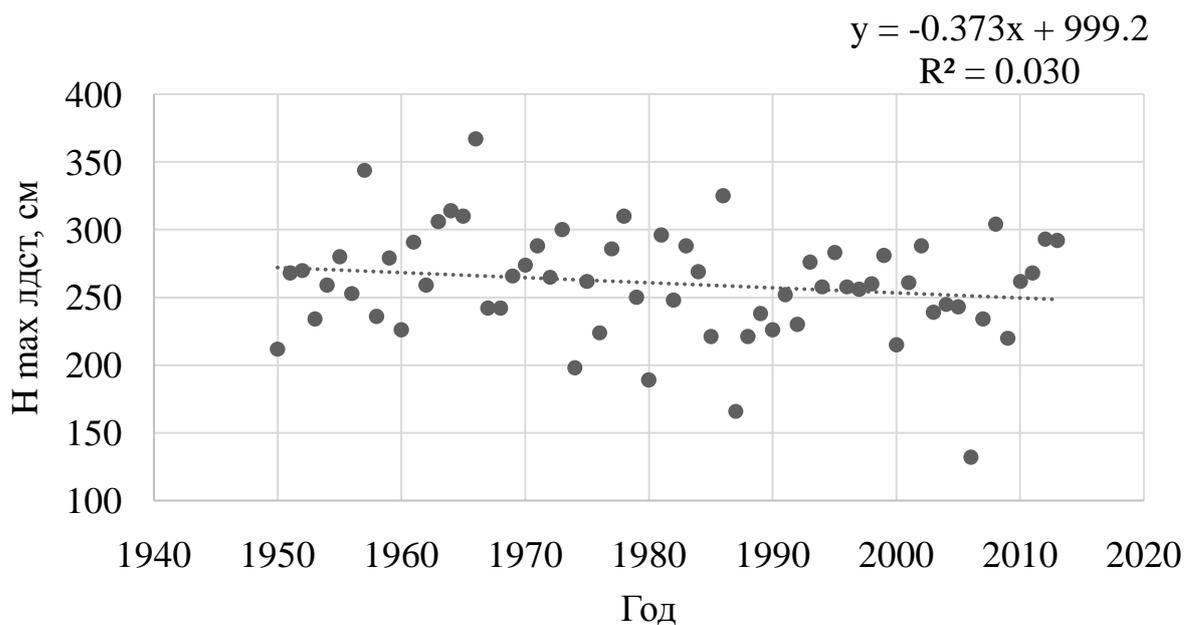


Рисунок 5.15. Хронологический график хода максимального уровня воды в начале ледостава ( $H_{\max.лдст}$ ): р. Мезень – д. Малонисогорская (1980-2014 гг.)

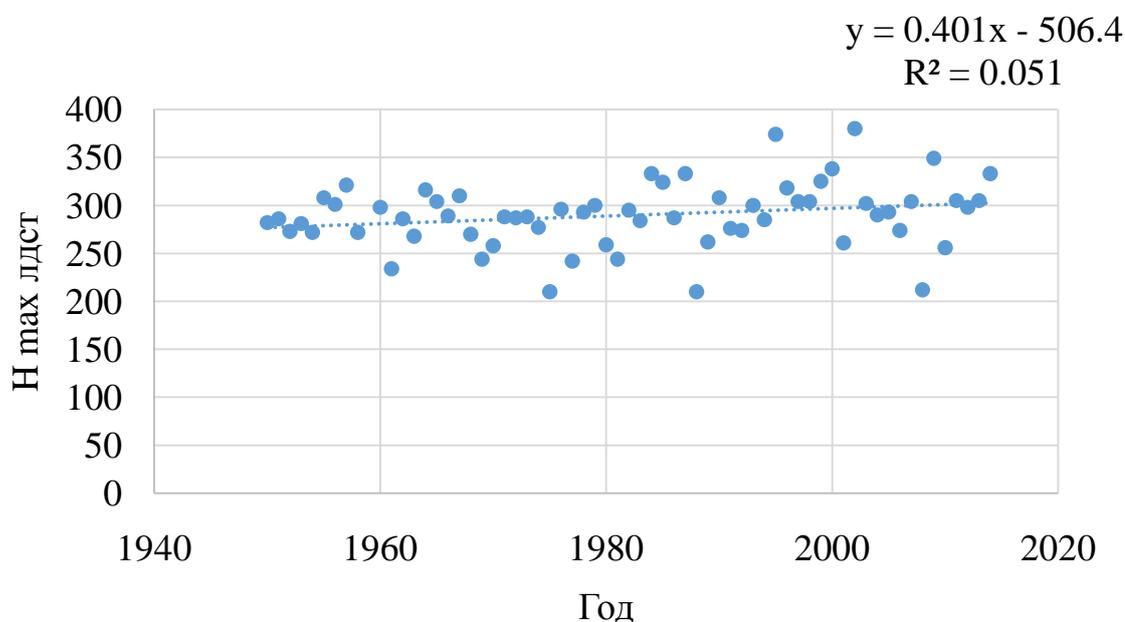


Рисунок 5.16. Хронологический график хода максимального уровня воды в начале ледостава ( $H_{\max.лдст}$ ): р. Мезень – с. Дорогорское (1980- 2014 гг.)

Период	Пост	$R^2$	R	$t_{2\alpha}$	$\sigma R$	$t_{2\alpha} \cdot \sigma R$	итог
1950-2014	с. Койнас	0,007	0,084	1,96	0,124	0,243	0,084 < 0,243-не значим
	д. Малонисогорская	0,031	0,176	1,96	0,121	0,237	0,176 < 0,237-не значим
	с. Дорогорское	0,051	0,226	1,96	0,118625	0,232	0,226 < 0,232-не значим

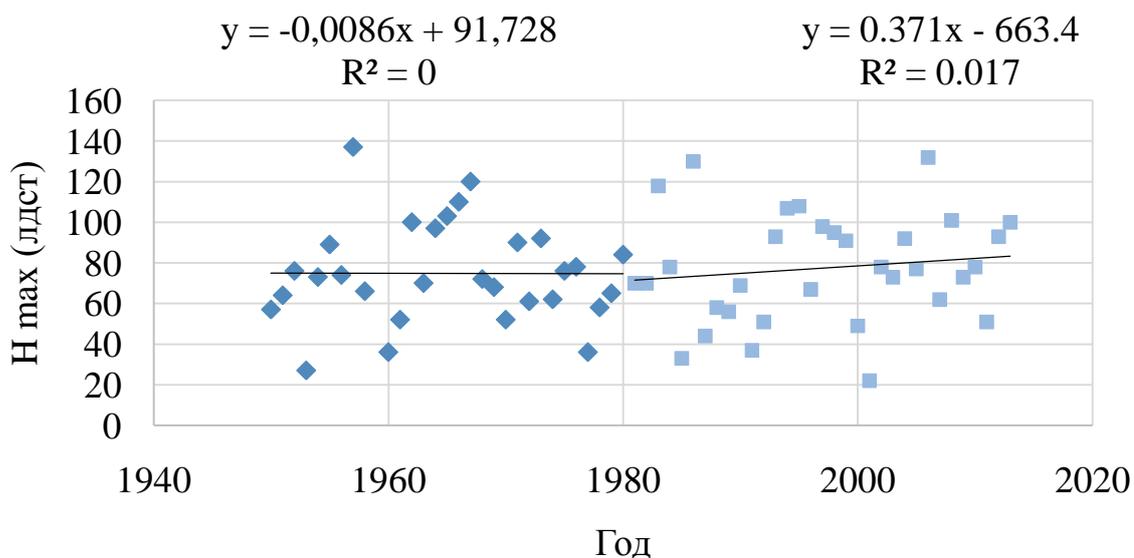


Рисунок 5.17. Хронологический график хода максимального уровня воды вначале ледостава (H<sub>макс.л.дст</sub>): р. Мезень – с. Койнас(1980- 2014 гг.)

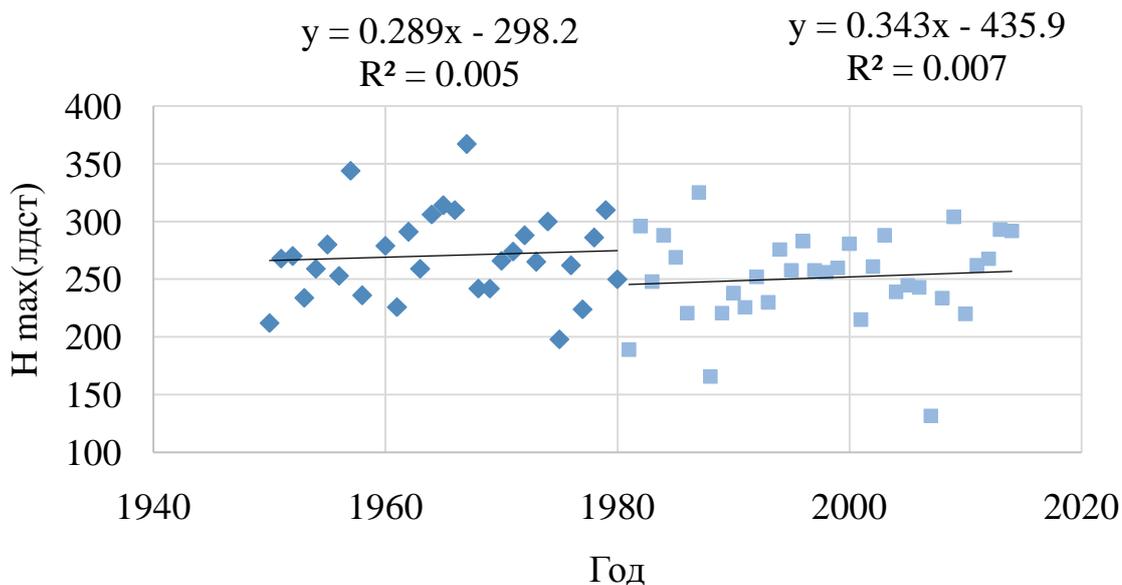


Рисунок 5.18. Хронологический график хода максимального уровня воды вначале ледостава (H<sub>макс.л.дст</sub>): р. Мезень – д. Малонисогорская (1980-2014 гг.)

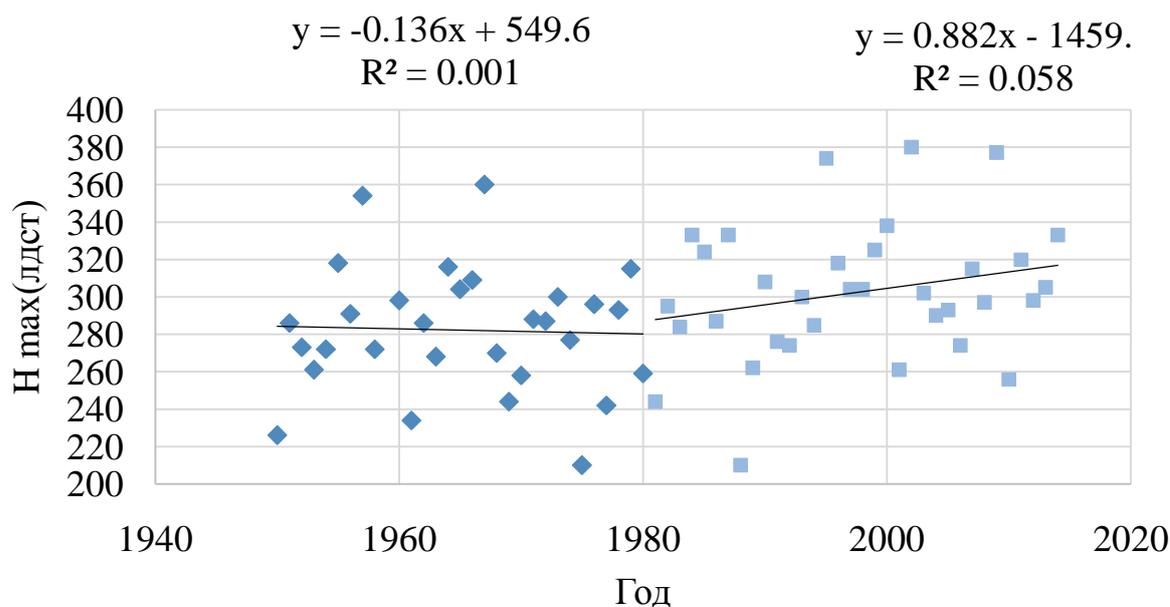


Рисунок 5.19. Хронологический график хода максимального уровня воды вначале ледостава ( $H_{max}$ .лдст): р. Мезень – с. Дорогорское (1980- 2014 гг.)

Если рассматривать изменение максимального уровня ледостава за весь период наблюдений, то по Койнасу и Дорогорской есть очень небольшой положительный тренд, а по д. Малонисогорская, эта величина даже убывает (Рисунок 5.11). Анализ хода максимального уровня ледостава за последний период показывает хотя и незначительный, но все же рост его значений причем по всем трем постам. Этому способствует затяжная осень: поздние даты перехода температуры воздуха через  $0^{\circ}C$ , частые оттепели, с выпадением жидких осадков, позднее замерзание почвы, увеличивающаяся продолжительность осеннего шугохода, и как следствие - увеличение уровней, при которых образуется ледостав.

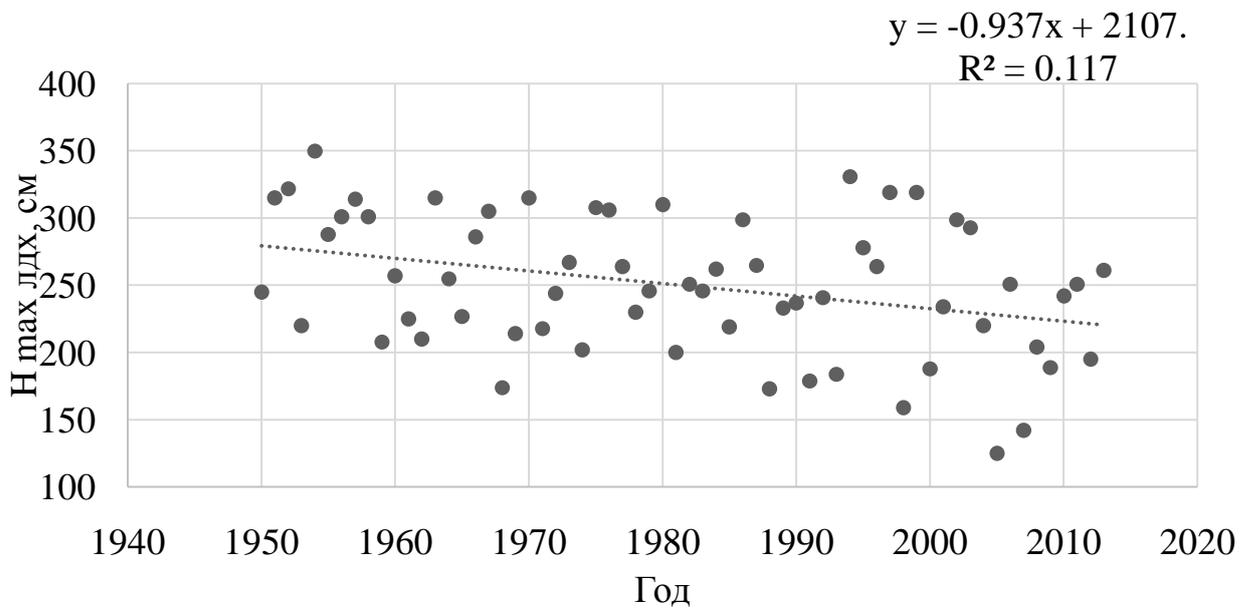


Рисунок 5.20. Хронологический график хода максимальных уровней воды при ледоходе ( $H_{\max.лдх}$ ): р. Мезень – с. Койнас (1950- 2014 гг.).

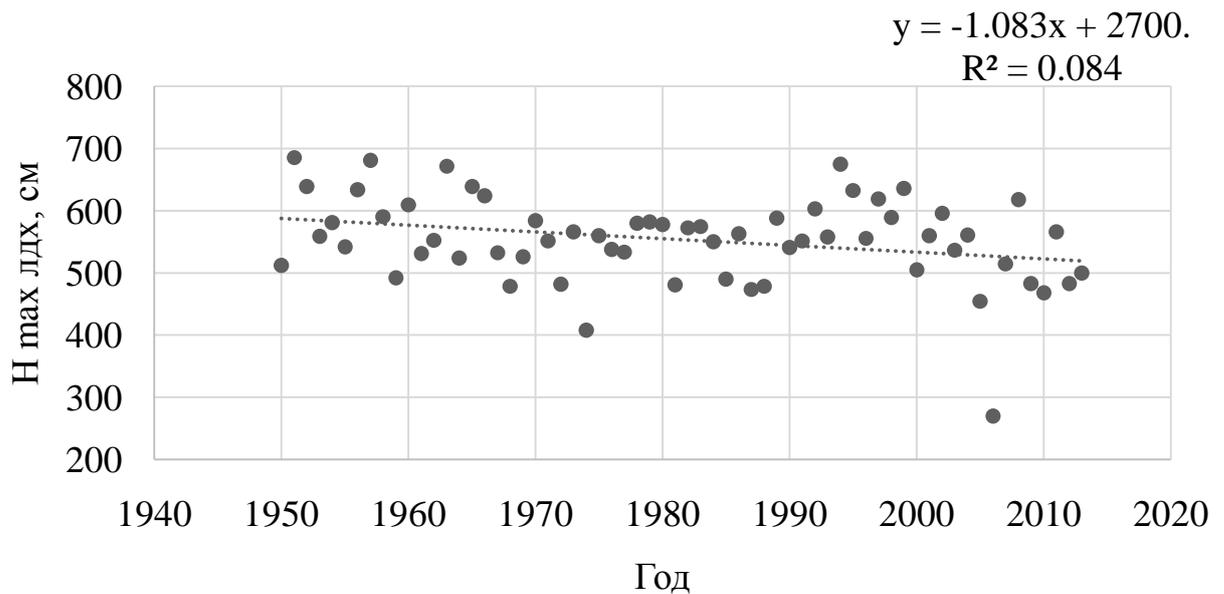


Рисунок 5.21. Хронологический график хода максимальных уровней воды при ледоходе ( $H_{\max.лдх}$ ): р. Мезень –д. Малонисогорская (1950- 2014 гг.).

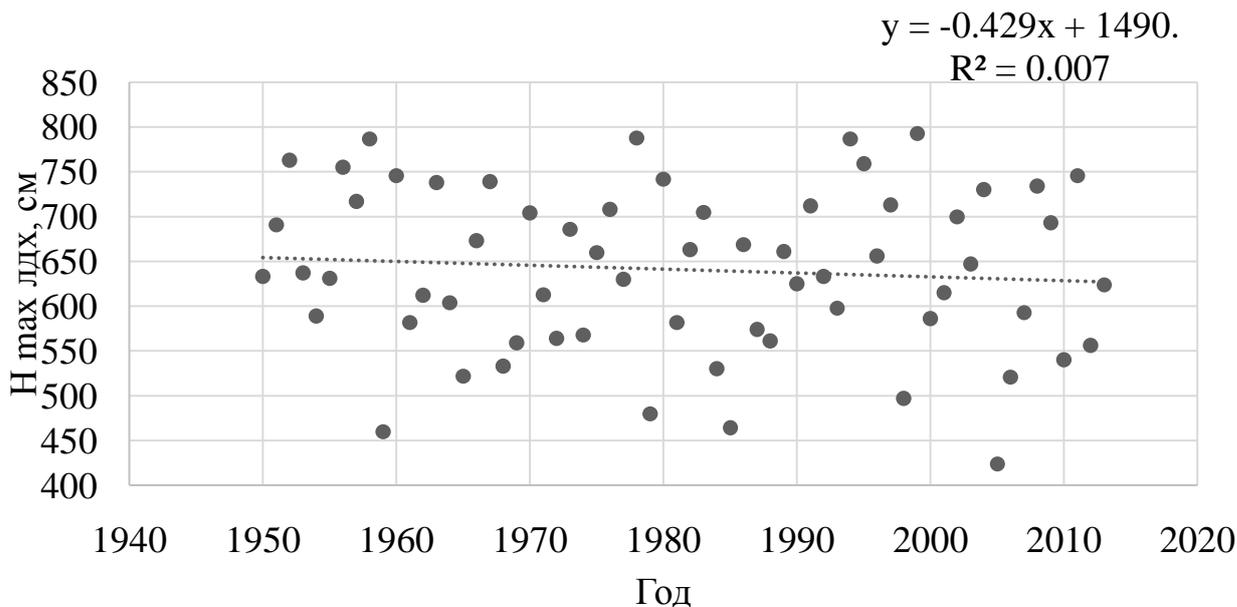


Рисунок 5.22. Хронологический график хода максимальных уровней воды при ледоходе ( $H_{\max.лдх}$ ): р. Мезень –с. Дорогорское (1950- 2014 гг.).

Период	Пост	$R^2$	R	$t_{2\alpha}$	$\sigma_R$	$t_{2\alpha} \cdot \sigma_R$	итог
1950-2014	с. Койнас	0,118	0,334	1,96	0,110	0,216	0,334 < 0,356-не значим
	д. Малонисогорская	0,085	0,290	1,96	0,114	0,298	0,290 < 0,301-не значим
	с. Дорогорское	0,0078	0,088	1,96	0,124	0,243	0,008 < 0,243-не значим

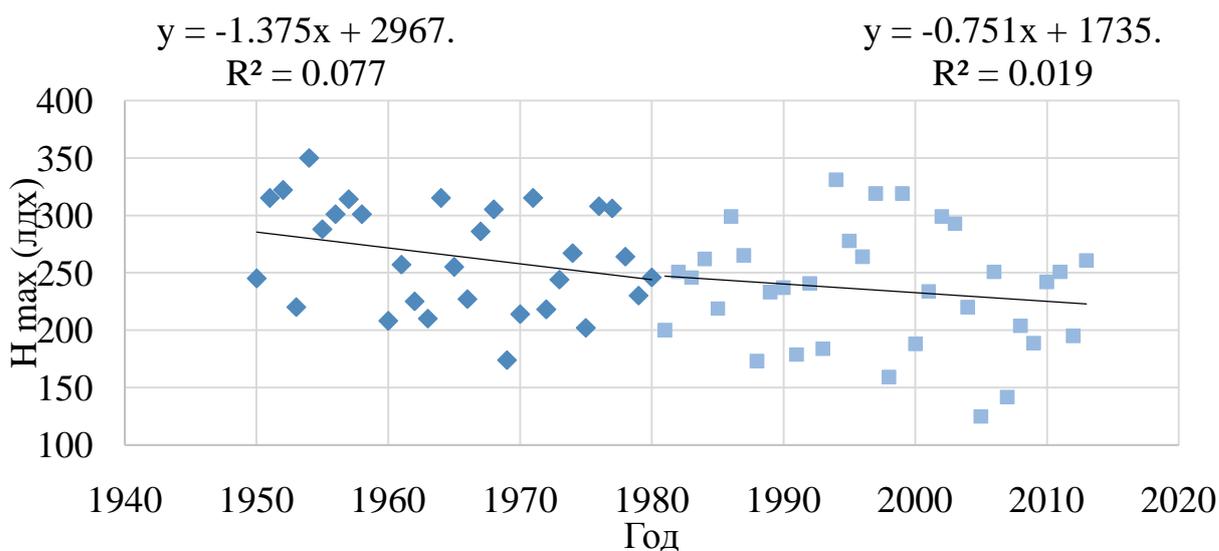


Рисунок 5.23. Хронологический график хода максимальных уровней воды при ледоходе ( $H_{\max.лдх}$ ): р. Мезень – с. Койнас (1950- 2014 гг.).

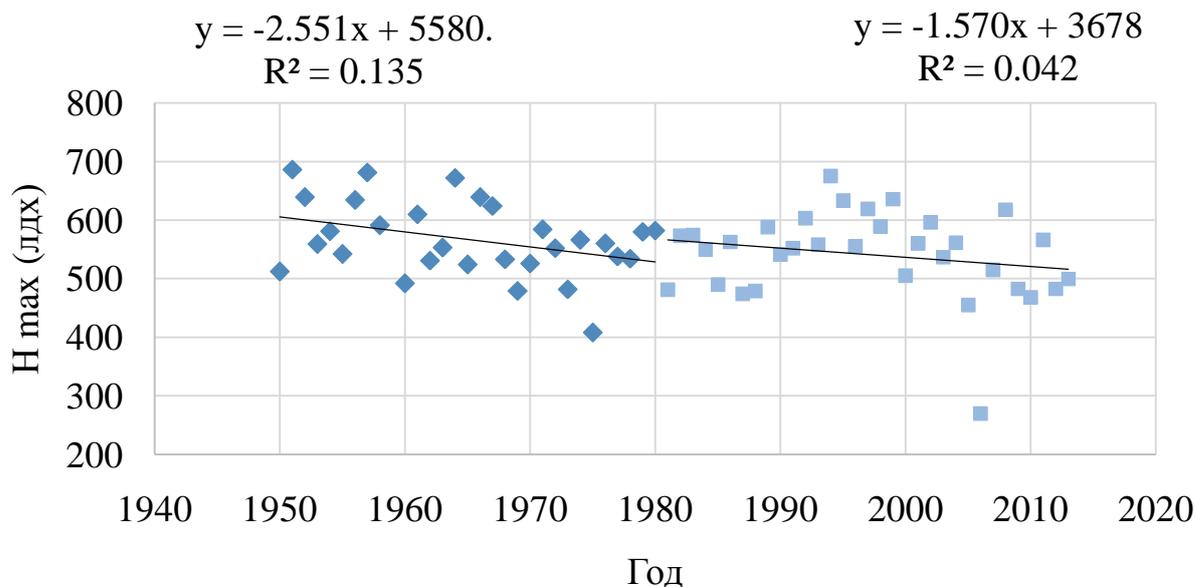


Рисунок 5.24. Хронологический график хода максимальных уровней воды при ледоходе (Н<sub>макс.лдж</sub>): р. Мезень –д. Малонисогорская (1950- 2014 гг.).

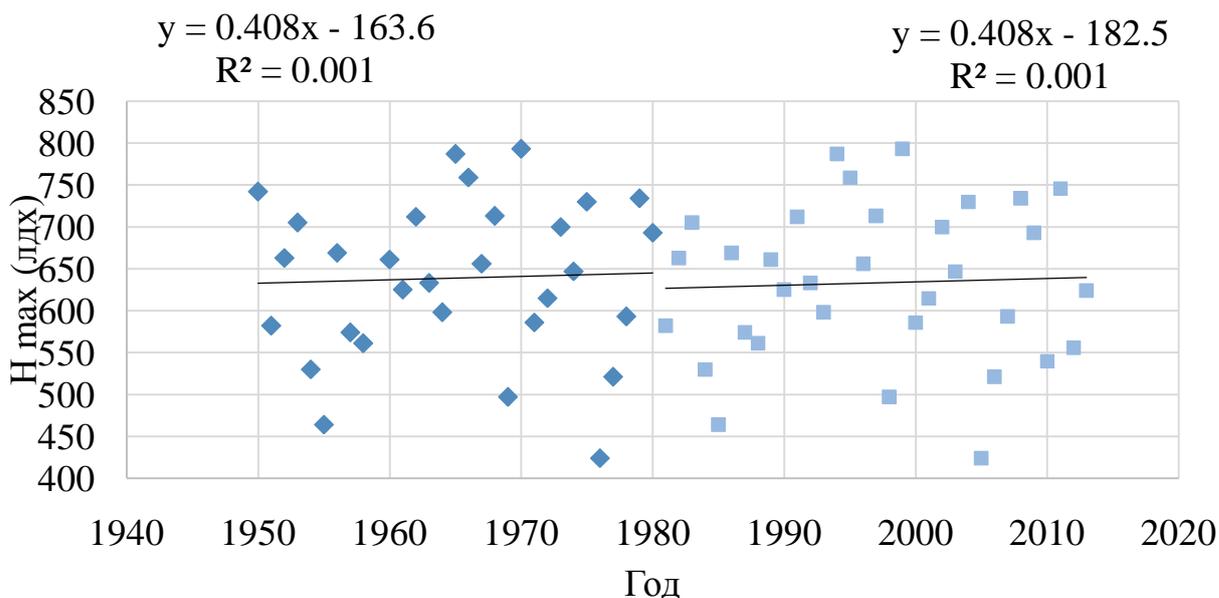


Рисунок 5.25. Хронологический график хода максимальных уровней воды при ледоходе (Н<sub>макс.лдж</sub>): р. Мезень –с. Дорогорское (1950- 2014 гг.).

На рисунке 15.3, 15.4, 15.5 представлен ход максимальных уровней при ледоходе. Для створов, расположенных на р. Мезень, характерно снижение величины максимальных уровней при ледоходе, как за весь

период наблюдений, так и за последние 30 лет. Поскольку в этом районе практически все годовые максимальные уровни наблюдаются в период весеннего половодья, то их хронологический ход повторяет ход уровней весеннего половодья. Общее снижение уровней, связано с уменьшением зимних осадков.

При этом надо иметь в виду, что количество заторов в рассматриваемых створах увеличилось. Даже в створе с. Дорогорское, где в период с 1950 до 1984 г отмечено только 4 затора, а за последние 30 лет их число возросло до 13. Увеличилось количество заторов и на двух других участках. Этому могут способствовать длительные зажоры осенью, когда шуга заполняет русло, при этом повышаются осенние уровни и возрастает вероятность весенних заторов.

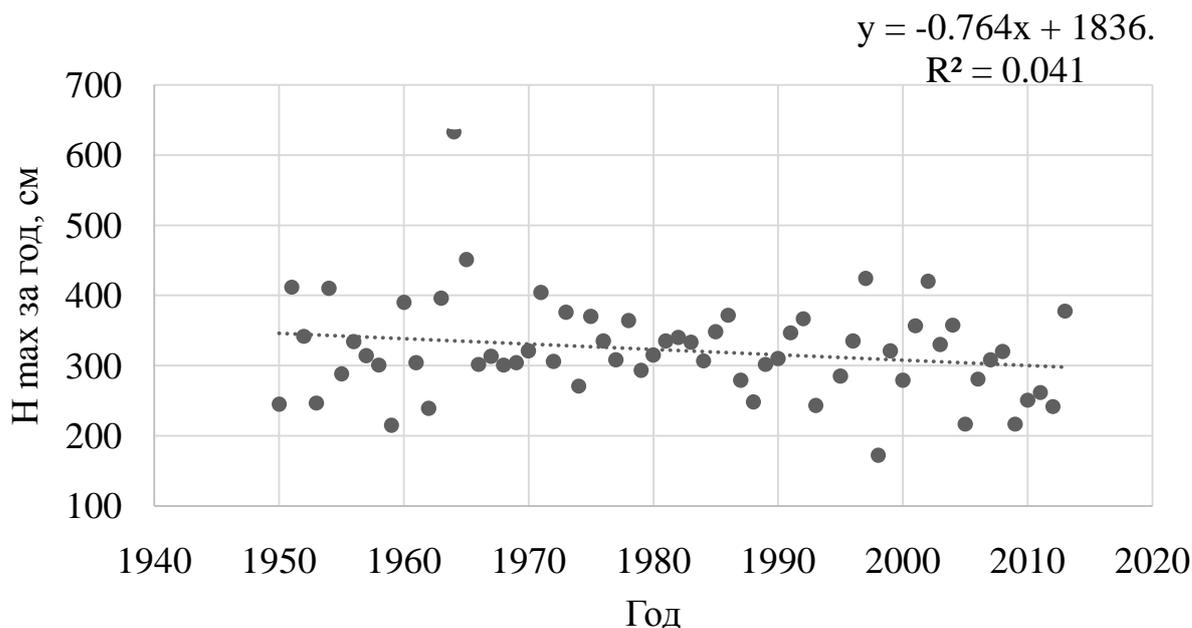


Рисунок 5.26. Хронологический график хода годовых максимальных уровней воды (H<sub>макс.год.</sub>): р. Мезень – с. Койнас(1950- 2014 гг.).

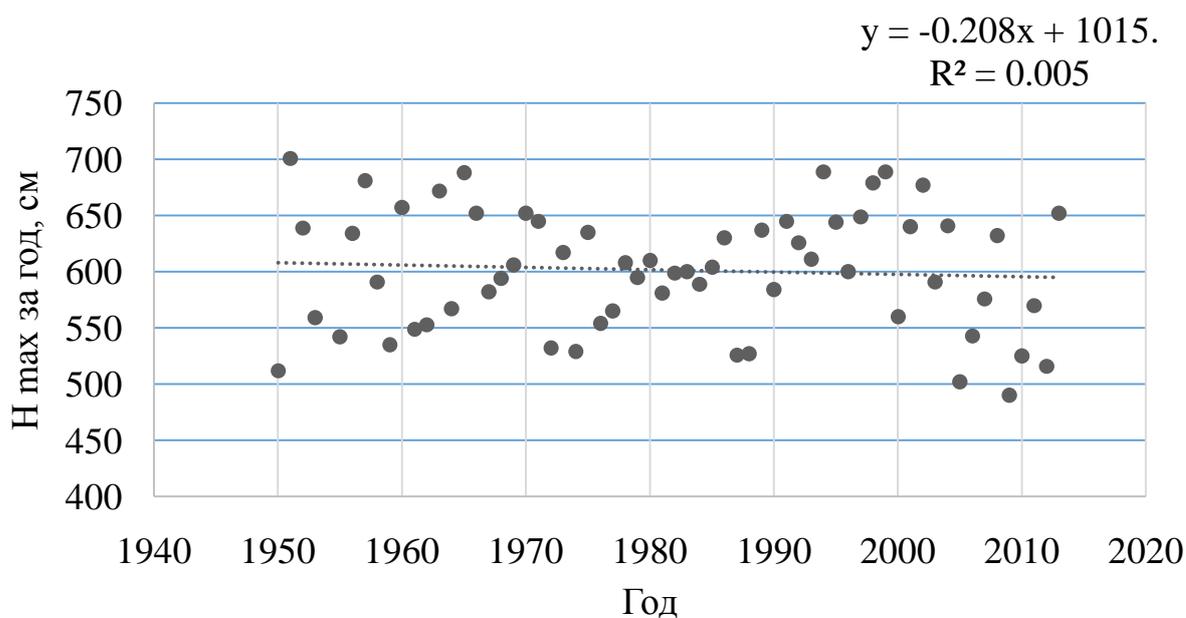


Рисунок 5.27. Хронологический график хода годовых максимальных уровней воды (H<sub>макс.год.</sub>): р. Мезень – д. Малонисогорская (1950- 2014 гг.).

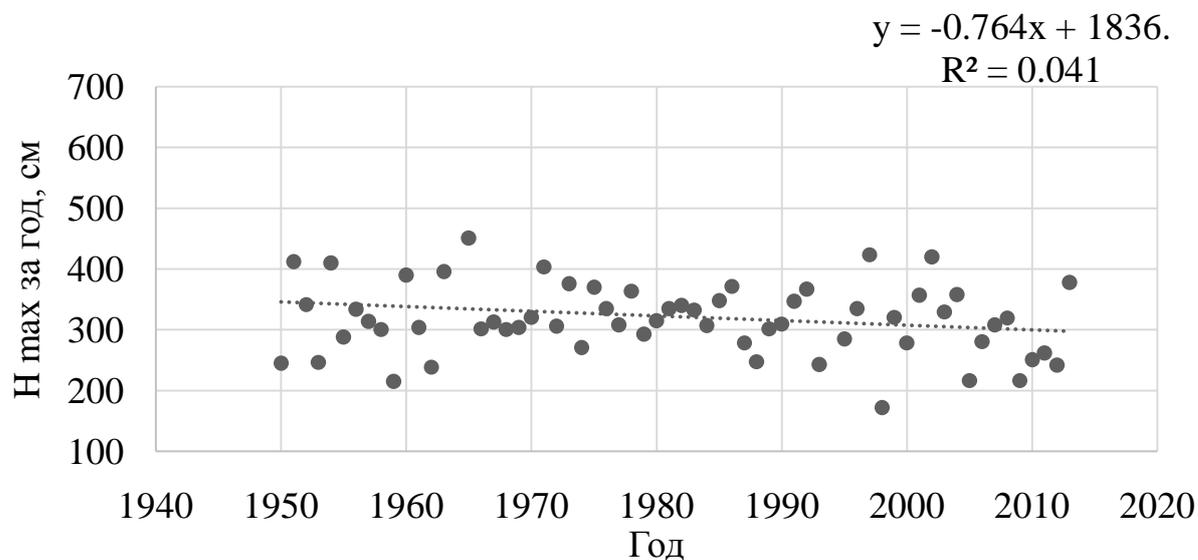


Рисунок 5.28. Хронологический график хода годовых максимальных уровней воды (H<sub>макс.год.</sub>): р. Мезень – с. Дорогорское (1950- 2014 гг.).

Период	Пост	R <sup>2</sup>	R	t <sub>2α</sub>	σR	t <sub>2α</sub> ·σR	итог
1950-2014	с. Койнас	0,042	0,205	1,96	0,119	0,233	0,205<0,233-не значим
	д. Малонисогорская	0,005	0,071	1,96	0,124	0,243	0,071<0,243-не значим
	с. Дорогорское	0,042	0,205	1,96	0,119	0,233	0,205<0,233-не значим

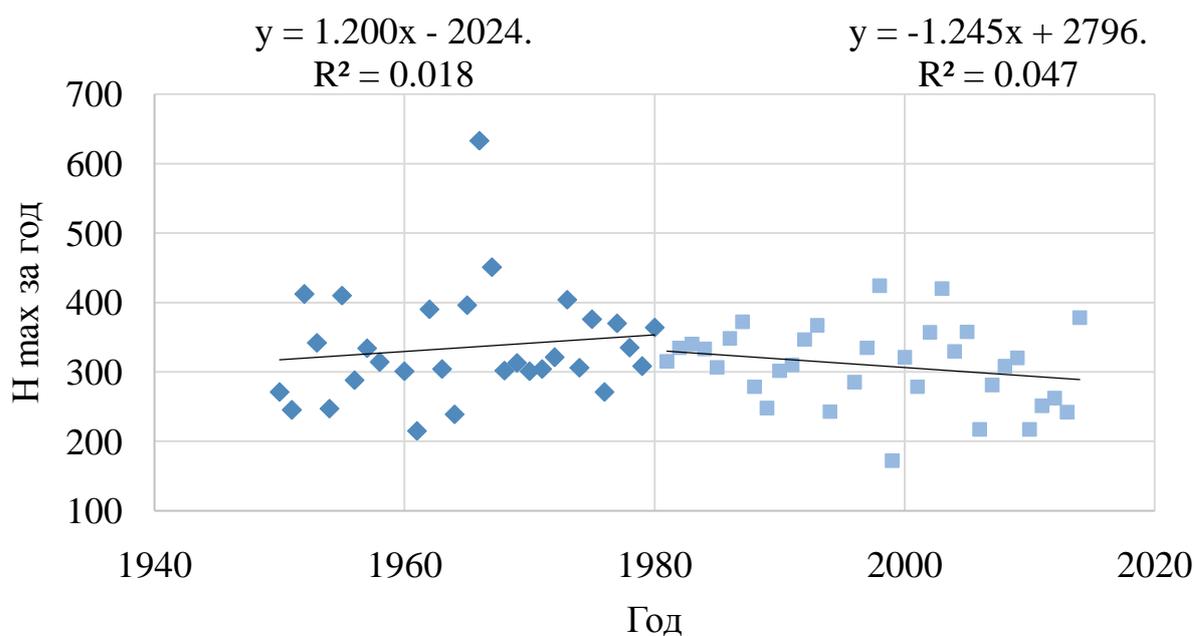


Рисунок 5.29. Хронологический график хода годовых максимальных уровней воды (Н<sub>макс.год.</sub>): р. Мезень – с. Койнас(1950- 2014 гг.).

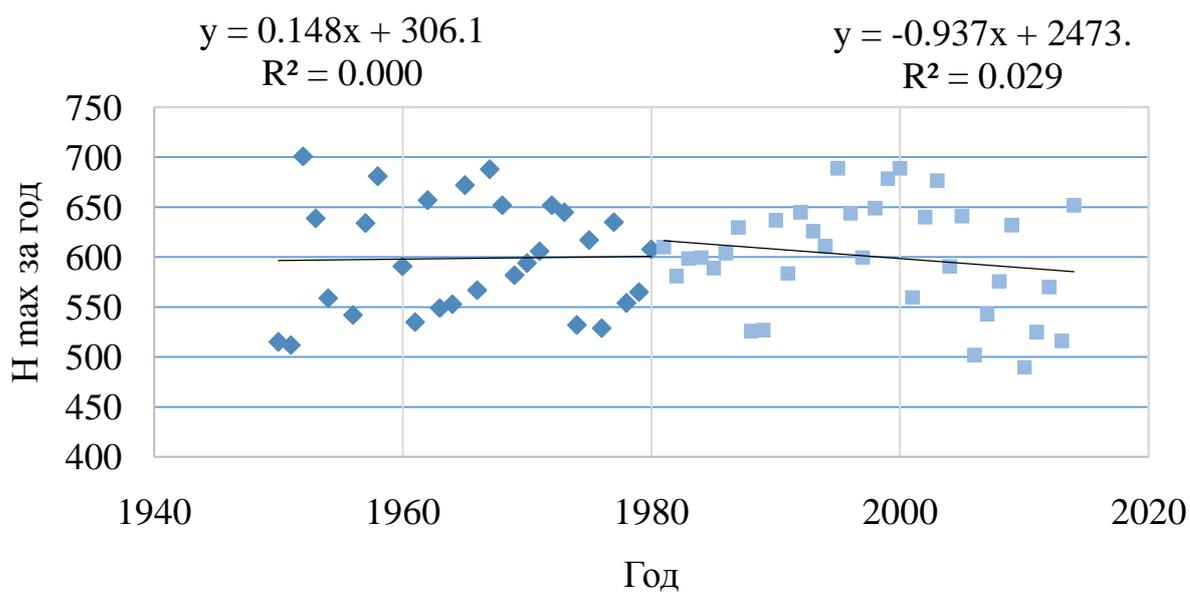


Рисунок 5.30. Хронологический график хода годовых максимальных уровней воды (Н<sub>макс.год.</sub>): р. Мезень – д. Малонисогорская (1950- 2014 гг.).

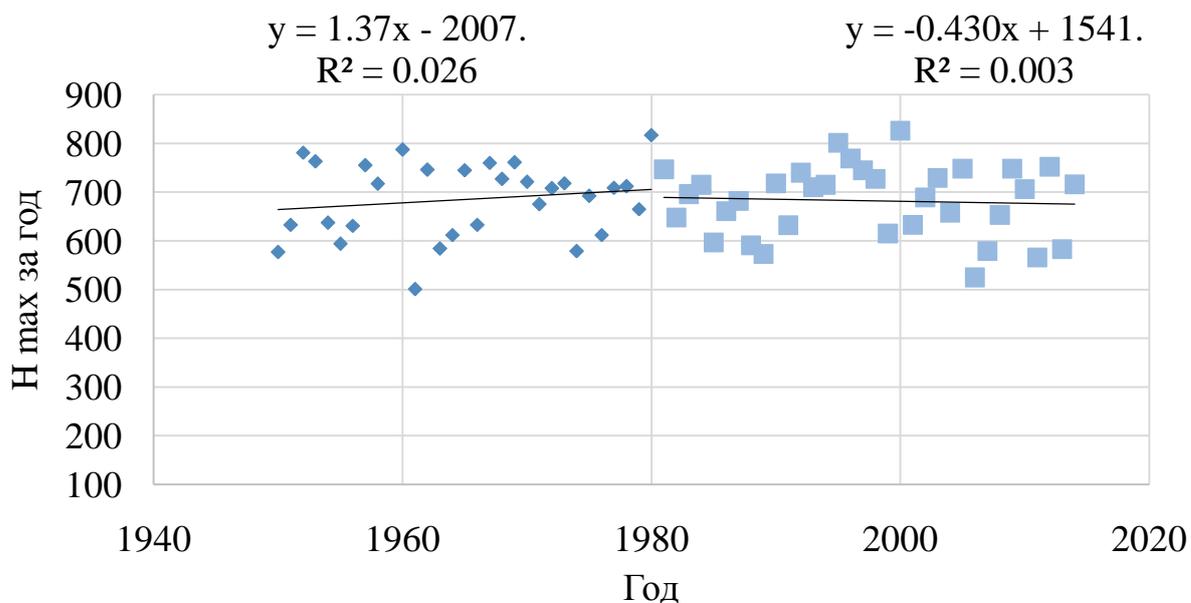


Рисунок 5.31. Хронологический график хода годовых максимальных уровней воды ( $H_{\max}$ .год.): р. Мезень – с. Дорогорское (1950- 2014 гг.).

При составлении долгосрочных прогнозов максимальных уровней весеннего ледохода используются зависимости максимального уровня ледостава и максимального уровня ледохода. Такие зависимости были построены и для рассматриваемых створов. Коэффициенты корреляции этих зависимостей оказались недостаточно высокими. Возможно, необходимо строить их отдельно для периода до начала изменений климата и после.

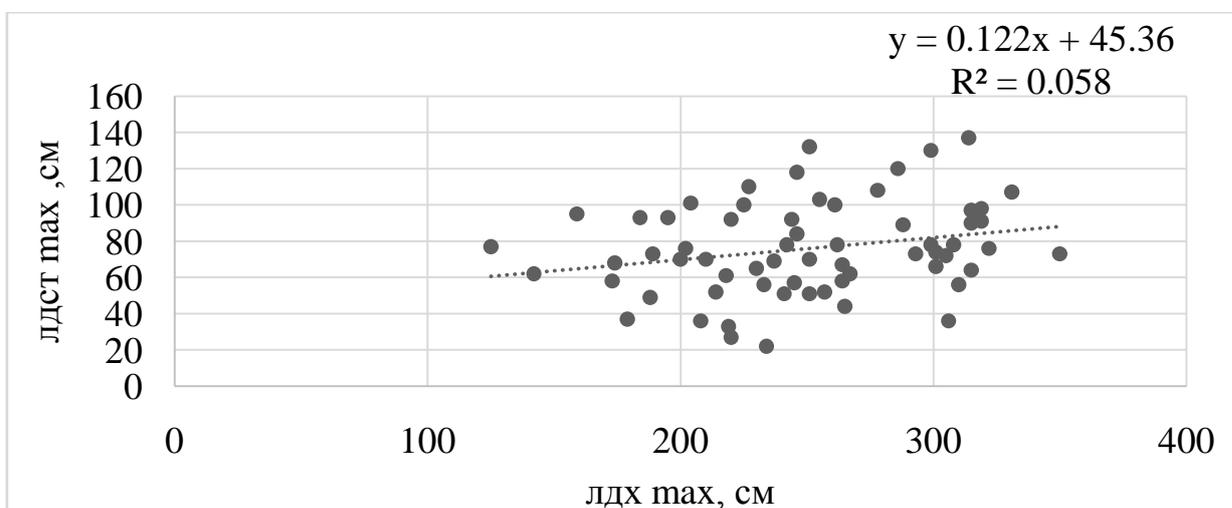


Рисунок 5.32. График зависимости максимального уровня ледостава и максимального уровня ледохода р. Мезень – с. Койнас

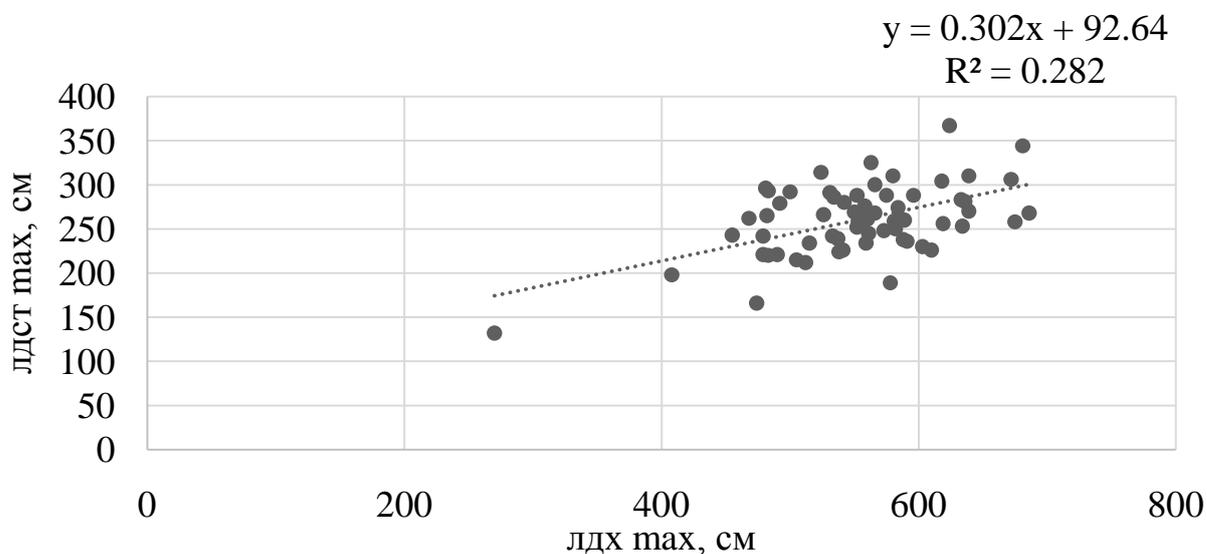


Рисунок 5.33. График зависимости максимального уровня ледостава и максимального уровня ледохода р. Мезень – д. Малонисогорская

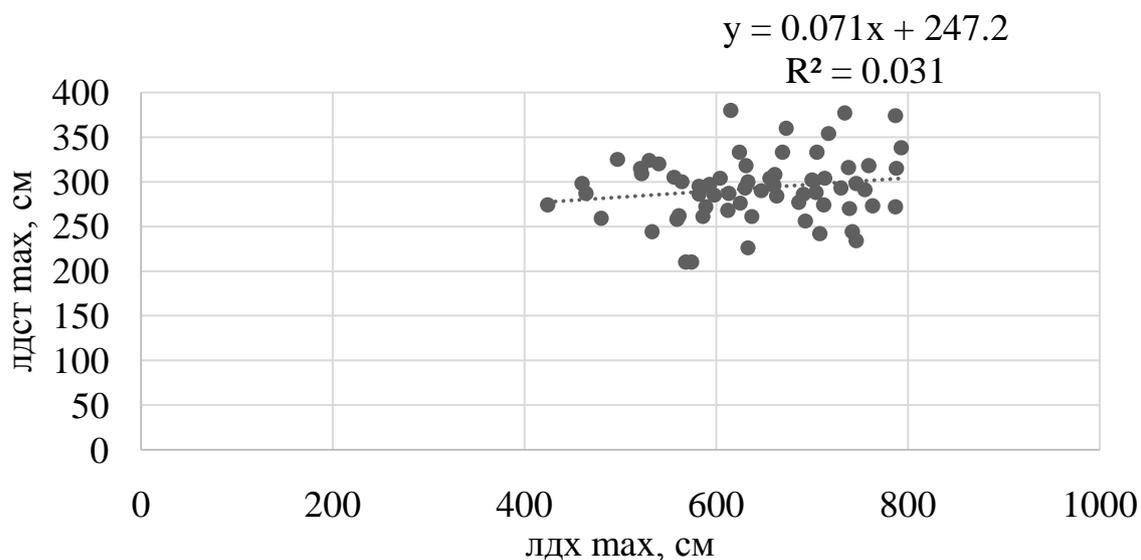


Рисунок 5.34. График зависимости максимального уровня ледостава и максимального уровня ледохода р. Мезень – с. Дорогорское

Период	Пост	R <sup>2</sup>	R	t <sub>2α</sub>	σR	t <sub>2α</sub> ·σR	итог
1950-2014	с. Койнас	0,059	0,242	1,96	0,118	0,231	0,242>0,231-не значим
	д. Малонисогорская	0,282	0,531	1,96	0,089	0,174	0,531>0,174-не значим
	с. Дорогорское	0,032	0,179	1,96	0,121	0,237	0,179<0,237-значим

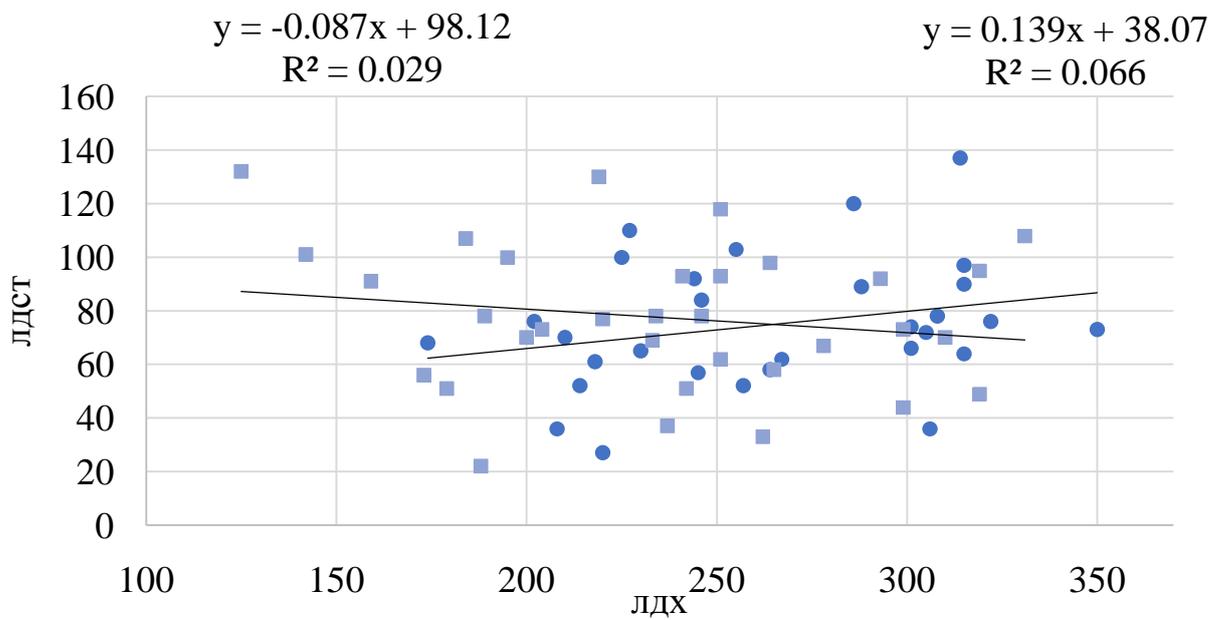


Рисунок 5.35. График зависимости максимального уровня ледостава и максимального уровня ледохода р. Мезень – с. Койнас

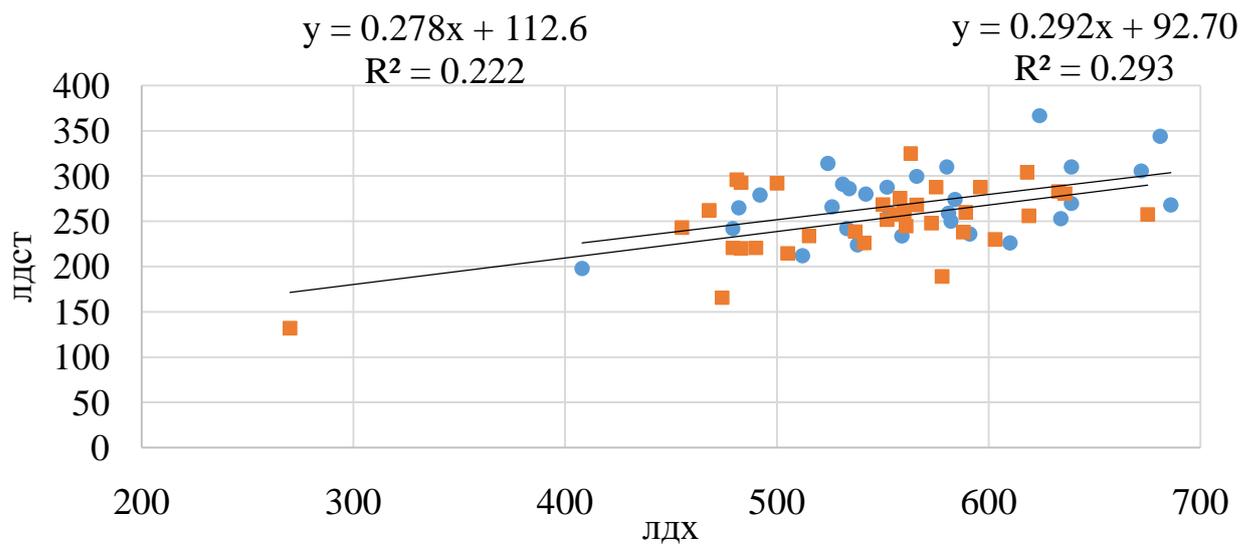


Рисунок 5.36. График зависимости максимального уровня ледостава и максимального уровня ледохода р. Мезень – д. Малонисогорская

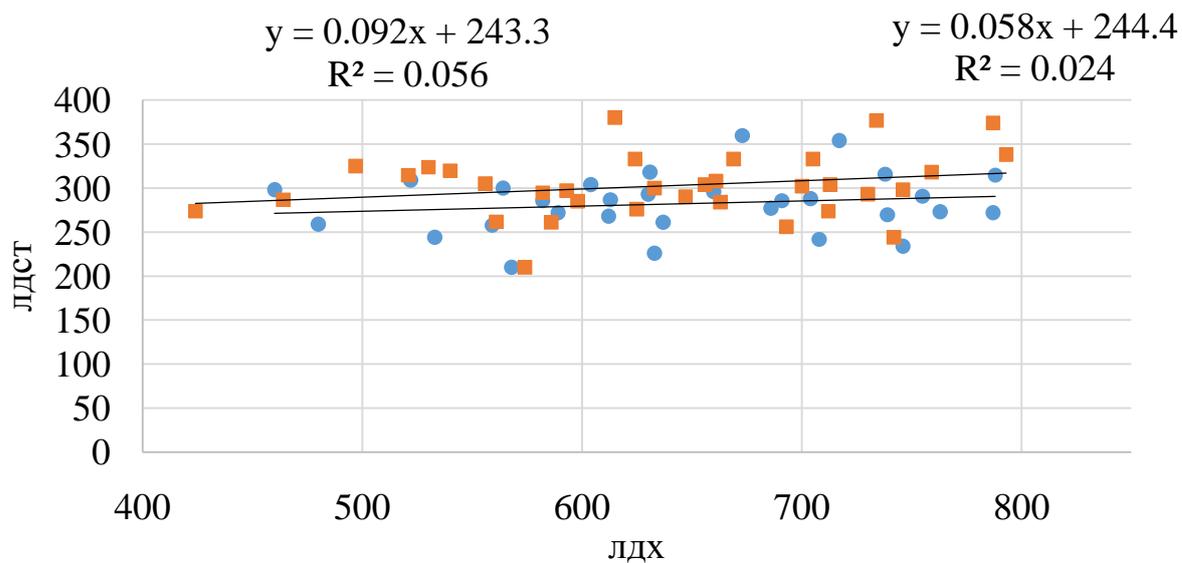


Рисунок 5.37. График зависимости максимального уровня ледостава и максимального уровня ледохода р. Мезень – с. Дорогорское

## Заключение

В ходе работы была создана база данных по характеристикам ледовых явлений в бассейне р. Мезень за длительный период наблюдений с 1950 по 2014 гг.

Выполнен анализ хода продолжительности ледостава, толщины льда, максимальных уровней при ледоставе, при ледоходе и максимальных уровней в году, а также температуры воздуха и осадков за зимний период.

Установлено, что выявленные тренды тесно связаны с климатическими изменениями, происходящими на территории ЕТР, а именно удлинением периода с положительными температурами осенью, увеличением числа осенне-зимних оттепелей, во время которых часто выпадают дожди, разрушается уже образовавшийся ледяной покров. Начало весеннего половодья смещается на более ранние сроки.

## Список использованной литературы

1. -И. М. Итенберг, Л. Н. Колосова. Атлас Мира. — Главное управление геодезии и картографии. Министерство геологии и охраны недр СССР., 1962. — С. 51, 84. — 165 с. — (И-850). — 250 000 экз.
2. -География. Современная иллюстрированная энциклопедия. — М.: Росмэн. Под редакцией проф. А. П. Горкина. 2006. Статья «Евразия»
3. -Шокальский Ю. М.,. Мезень, река // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / под ред. Н. М. Жила. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 612 с.
4. -Географический энциклопедический словарь: Географические названия / Гл. ред А. Ф. Трёшников; Ред. кол.: Э. Б. Алаев, П. М. Алампиев, А. Г. Воронов и др. — М.: Сов. энциклопедия, 1983. — С. 277. — 538 с. — 100 000 экз.
5. – Ресурсы поверхностных вод СССР том 3 Северный край [Текст] – Л: Гидрометеиздат, 1972. – 661 с.
6. – Свод Правил 33–101–2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» [Текст] – М: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 73 с.
7. – А.В. Сикан, Н.Г. Малышева, И.О. Винокуров. Лабораторный практикум «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» [Текст] – СПб: РГГМУ, 2014. – 75 с.
8. – А.В. Сикан «Методы статистической обработки гидрометеорологической информации» [Текст] – СПб: РГГМУ, 2007. – 278 с.

9. – Государственный водный кадастр Основные Гидрологические Характеристики (за 1971 – 1975 гг. и весь период наблюдений) Том 3 Северный край [Текст] – Л: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.
- 10.– Государственный водный кадастр о режиме и ресурсах поверхностных вод суши Часть 1 – Реки и каналы Часть 2 – озёра и водохранилища Том 1 РСФСР Выпуск 8 бассейны Онеги, Северной Двины и Мезени [Текст] – Архангельск: Гидрометеиздат, (1980 – 2014).

Приложение 1.

Река-Пункт	Год	Начало лдст	Конец ледостава	Продолжительность, дни	Н макс лдст	дата	Н макс лдх	Дата	Н макс заторное (см)	Дата	Продолжительность, дни	Н макс за год (см)	дата	Толщина льда
Мезень-с. Койнас												271	28.апр	-
	1950-51	04.ноя	16.апр	163	57	25.11.1950	245	25.04.1951	-	-	-	245	18.апр	-
	1951-52	10.ноя	26.мая	198	64	20.11.1951	315	20.04.1952	-	-	-	412	31. мая	-
	1952-53	30.окт	20.апр	172	76	10.11.1952	322	10.05.1953	-	-	-	342	30.апр	-
	1953-54	04.ноя	02.май	179	27	11.11.1953	220	11.05.1954	171	05.май	1	247	10. мая	72
	1954-55	04.дек	30.май	177	73	28.11.1954	350	28.04.1955	350	30.апр	1	410	30.апр	74
	1955-56	18.ноя	14.май	178	89	25,26.11.1955	288	26.04.1956	-	-	-	288	16. мая	91
	1956-57	02.ноя	03.май	182	74	10.11.1956	301	10.05.1957	291	04.май	1	334	14. мая	77
	1957-58	18.ноя	10.май	173	137	30.11.1957	314	30.04.1958	254	13.май	1	314	13.май	79
	1958-59	27.ноя	06.май	160	66	03.12.1958	301	03.05.1959	-	-	-	301	09.май	91
	1959-60	22.окт	28.апр	189	36	29.10.1959	208	29.04.1960	-	-	-	215	07.май	91
	1960-61	22.окт	15.май	205	52	04.11.1960	257	04.05.1961	-	-	-	390	28.май	69
	1961-62	16.ноя	17.апр	152	100	22.11.1961	225	22.04.1962	207	27.апр	1	304	08.май	79
	1962-63	05.дек	29.апр	145	70	11.12.1962	210	11.05.1963	-	-	-	239	06.май	85
	1963-64	13.ноя	12.май	94	97	19.11.1963	315	19.05.1964	-	-	-	396	20.май	68
	1964-65	16.ноя	10.май	175	103	24.11.1964	255	13.05.1965	-	-	-	633	15.май	82
1965-66	21.ноя	17.май	177	110	21.11.1965	227	18.05.1966	-	-	-	451	25.май	96	

1966-67	31.окт	28.апр	179	120	28.04.1966	286	27.04.1967	-	-	-	302	27.май	83
1967-68	26.ноя	11.май	167	72	08.12.1967	305	13.05.1968	-	-	-	313	14.май	80
1968-69	26.окт	19.май	205	68	08.11.1968	174	19.05.1969	-	-	-	301	23.май	75
1969-70	01.ноя	10.май	190	52	07.11.1969	214	11.05.1970	214	10.май	2	304	26.май	75
1970-71	10.ноя	26.май	197	90	19.11.1970	315	30.05.1971	-	-	-	321	30.май	79
1971-72	25.окт	23.май	211	61	07.11.1971	218	28.05.1972	-	-	-	404	04.июн	79
1972-73	03.ноя	25.апр	173	92	13.11.1972	244	07.05.1973	246	27.апр	1	306	27.апр	85
1973-74	01.ноя	12.май	192	62	14.11.1973	267	19.05.1974	-	-	-	376	03.июн	56
1974-75	06.ноя	27.апр	172	76	18.11.1974	202	03.05.1975	200	28.апр	1	271	07.май	70
1975-76	28.окт	10.май	195	78	05.11.1975	308	15.05.1976	-	-	-	370	17.май	68
1976-77	13.окт	29.апр	198	36	26.10.1976	306	01.05.1977	-	-	-	335	01.май	74
1977-78	20.окт	16.май	208	58	03.11.1977	264	17.05.1978	-	-	-	308	29.май	82
1978-79	22.ноя	06.май	165	65	20.11.1978	230	07.05.1979	-	-	-	364	08.май	82
1979-80	29.окт	25.апр	179	84	10.11.1979	246	03.05.1980	-	-	-	293	03.май	80
1980-81	28.окт	05.май	189	56	10.11.1980	310	13.05.1981	-	-	-	315	13.май	67
1981-82	22.ноя	28.апр	157	70	04.12.1981	200	04.05.1982	-	-	-	335	15.май	76
1982-83	20.окт	18.апр	180	70	01.11.1982	251	25.04.1983	-	-	-	340	28.апр	63
1983-84	14.ноя	04.май	172	118	27.11.1983	246	09.05.1984	246	09.май	8-9.май	333	19.май	57
1984-85	14.окт	06.май	204	78	25.10.1984	262	10.05.1985	-	-	-	307	10.май	69
1985-86	01.ноя	02.май	182	33	14.11.1985	219	10.05.1986	-	-	-	348	26.май	68
1986-87	07.дек	06.май	150	130	14.12.1986	299	11.05.1987	299	11.май	1	372	11.май	48
1987-88	08.ноя	09.май	183	44	21.11.1987	265	13.05.1988	265	13.май	1	279	13.май	56
1988-89	27.окт	25.апр	180	58	07.11.1988	173	03.05.1989	-	-	-	248	13.май	53
1989-90	03.ноя	23.апр	171	56	13.11.1989	233	28.04.1990	213	26.апр	1	302	02.май	50
1990-91	06.ноя	20.апр	165	69	20.11.1990	237	25.04.1991	237	25.апр	25-26.апр	310	07.май	45
1991-92	31.окт	05.май	187	37	15.11.1991	179	09.05.1992	-	-	-	347	19.май	64

1992-93	14.окт	04.май	202	51	28.10.1992	241	10.05.1993	-	-	-	367	19.май	59
1993-94	03.ноя	24.апр	172	93	18.11.1993	184	29.04.1994	-	-	-	243	03.май	75
1994-95	05.ноя	19.апр	165	107	16.11.1994	331	24.04.1995	-	-	-		-	-
1995-96	13.ноя	06.май	175	108	19.11.1995	278	10.05.1996	-	-	-	285	10.май	68
1996-97	13.ноя	28.апр	166	67	26.11.1996	264	09.05.1997	-	-	-	335	15.май	
1997-98	10.ноя	10.май	181	98	22.11.1997	319	15.05.1998	319	15.май	1	424	15.май	60
1998-99	12.ноя	21.апр	160	95	21.11.1998	159	01.05.1999	-	-	-	172	09.июн	70
1999-00	08.ноя	20.апр	164	91	20.11.1999	319	25.04.2000	319	25.апр	24-26.апр	321	25.апр	71
2000-01	19.ноя	21.апр	153	49	04.12.2000	188	28.04.2001	-	-	-	279	04.май	59
2001-02	20.окт	26.апр	188	22	04.11.2001	234	02.05.2002	-	-	-	357	06.май	71
2002-03	08.ноя	07.май	180	78	23.11.2002	299	09.05.2003	299	09.май	1	420	19.май	79
2003-04	23.ноя	06.май	165	73	30.11.2003	293	11.05.2004	-	-	-	330	25.май	65
2004-05	20.ноя	08.май	169	92	30.11.2004	220	11.05.2005	-	-	-	358	16.май	69
2005-06	11.дек	20.апр	130	77	27.12.2005	125	30.05.2006	-	-	-	217	10.май	50
2006-07	09.ноя	24.апр	166	132	10.11.2006	251	30.04.2007	-	-	-	281	19.май	49
2007-08	14.ноя	10.май	178	62	22.11.2007	142	12.05.2008	246	13.май	1	308	31.май	73
2008-09	12.дек	09.май	148	101	13.12.2008	204	12.05.2009	-	-	-	320	15.май	53
2009-10	24.ноя	22.апр	149	73	24.11.2009	189	26.04.2010	19	23.апр	1	217	05.май	70
2010-11	26.ноя	22.апр	147	78	03.12.2010	242	28.04.2011	-	-	-	251	28.апр	57
2011-12	23.ноя	17.апр	146	51	02.12.2011	251	01.05.2012	-	-	-	262	01.май	58
2012-13	30.ноя	29.апр	150	93	14.12.2012	195	08.05.2013	-	-	-	242	11.май	66
2013-14	08.дек	22.апр	135	100	15.12.2013	261	14.05.2014	-	-	-	378	16.май	53

Приложение 2.

Река-Пункт	Год	Начало лдст	Конец ледостава	Продолжительность, дни	Н макс лдст	дата	Н макс лдх	Дата	Н макс заторное (см)	Дата	Продолжительность, дни	Н макс за год (см)	дата	Толщина льда
Мезень-д. Малонисогорская												515	29.апр	-
	1950-51	05.ноя	15.апр	161	212	18.11.1950	512	21.04.1951	-	-	-	512	21.апр	-
	1951-52	08.ноя	27.май	201	268	18.11.1951	686	30.04.1952	-	-	-	701	02.июн	-
	1952-53	31.окт	22.апр	173	270	13.11.1952	639	03.01.1953	-	-	-	639	25.апр	-
	1953-54	06.ноя	04.май	179	234	14.11.1953	559	06.05.1954	-	-	-	559	06.май	-
	1954-55	02.дек	29.апр	148	259	21.11.1954	581	02.05.1955	-	-	-		-	76
	1955-56	10.ноя	13.май	185	280	26.11.1955	542	16.05.1956	507	17.май	2	542	16.май	88
	1956-57	10.ноя	03.май	174	253	12.11.1956	634	09.05.1957	-	-	-	634	09.май	76
	1957-58	23.ноя	10.май	168	344	01.12.1957	681	12.05.1958	-	-	-	681	12.май	75
	1958-59	26.ноя	06.май	161	236	05.12.1958	591	08-10.05.1959	-	-	-	591	10.май	74
	1959-60	22.окт	27.апр	188	279	10.11.1959	492	28.04.1960	-	-	-	535	26.май	85

1960-61	18.окт	16.май	210	226	19.10.1960	610	18.05.1961	-	-	-	657	29.май	86
1961-62	13.ноя	19.апр	157	291	13.11.1961	531	27.04.1962	452	25.апр	2	549	08.май	70
1962-63	25.окт	30.апр	187	259	14.12.1962	553	02.05.1963	509	04.май	1	553	02.май	95
1963-64	05.ноя	12.май	189	306	22.11.1963	672	15.05.1964	647	15.май	1	672	15.май	79
1964-65	11.ноя	10.май	180	314	21.11.1964	524	12.05.1965	-	-	-	567	13.май	67
1965-66	01.ноя	17.май	197	310	19.11.1965	639	19.05.1966	-	-	-	688	26.май	91
1966-67	03.дек	26.апр	144	367	08.12.1966	624	28.04.1967	624	28.апр	1	652	28.апр	91
1967-68	30.ноя	09.май	161	242	09.12.1967	533	12.05.1968	-	-	-	582	14.май	83
1968-69	28.окт	15.май	199	242	08.11.1968	479	20.05.1969	-	-	-	594	18.май	79
1969-70	05.ноя	08.май	184	266	13.11.1969	526	11.05.1970	606	10.май	2	606	10.май	76
1970-71	09.ноя	25.май	197	274	19.11.1970	584	31.05.1971	652	28.май	26-28.май	652	28.май	90
1971-72	25.окт	21.май	209	288	07.11.1971	552	30.05.1972	449	24.май	1	645	05.июн	85
1972-73	07.ноя	24.апр	168	265	15.11.1972	482	06.05.1973	493	28.апр	27-28.апр	532	28.апр	72
1973-74	18.окт	14.май	208	300	22.10.1973	566	19.05.1974	558	16.май	1	617	04.июн	84
1974-75	09.ноя	21.апр	163	198	20.11.1974	408	30.04.1975	430	27.апр	1	529	7,8.май	67
1975-76	28.окт	09.май	194	262	09.11.1975	560	15.05.1976	483	12.май	1	635	18,19.май	78
1976-77	29.окт	27.апр	180	224	10.11.1976	538	04.05.1977	-	-	-	554	03.май	62
1977-78	21.окт	16.май	207	286	31.10.1977	534	21.05.1978	-	-	-	565	30.май	66
1978-79	08.ноя	05.май	178	310	18.11.1978	580	09.05.1979	-	-	-	608	11.май	89

1979-80	28.окт	30.апр	185	250	10.11.1979	582	06.05.1980	-	-	-	595	06.май	88
1980-81	30.окт	07.май	189	189	08.11.1980	578	13.05.1981	-	-	-	610	13.май	74
1981-82	05.дек	29.апр	145	296	06.12.1981	481	04.05.1982	-	-	-	581	10.май	80
1982-83	20.окт	13.апр	175	248	30.10.1982	573	22.04.1983	-	-	-	599	29.апр	75
1983-84	14.ноя	05.май	173	288	23.11.1983	575	23.05.1984	543	09.май	1	600	11.май	63
1984-85	15.окт	05.май	202	269	28.10.1984	550	10.05.1985	550	10.май	9-10.май	589	10.май	87
1985-86	02.ноя	02.май	181	221	14.11.1985	490	09.05.1986	-	-	-	604	28.май	68
1986-87	09.дек	05.май	147	325	10.12.1986	563	12.05.1987	563	12.май	12-13.май	630	12.май	89
1987-88	11.ноя	10.май	181	166	21.11.1987	474	15.05.1988	423	13.май	12-13.май	526	22.май	74
1988-89	31.окт	25.апр	176	221	10.11.1988	479	29.04.1989	479	29.апр	29-30.апр	527	29.апр	81
1989-90	25.ноя	21.апр	147	238	03.12.1989	588	25.04.1990	588	25.апр	25-26.апр	637	25.апр	72
1990-91	21.ноя	19.апр	149	226	21.11.1990	541	28.04.1991	541	28.апр	27.апр-2май	584	08.май	76
1991-92	27.ноя	04.май	159	252	03.12.1991	552	11.06.1992	-	-	-	645	15.май	65
1992-93	25.окт	04.май	191	230	25.10.1992	603	12.05.1993	580	08.май	1	626	20.май	80
1993-94	28.окт	13.апр	167	276	28.10.1993	558	30.04.1994	558	30.апр	1	611	29.апр	86
1994-95	05.ноя	19.апр	165	258	17.11.1994	675	26.04.1995	-	-	-	689	26.апр	61
1995-96	11.ноя	06.май	177	283	24.11.1995	633	10.05.1996	-	-	-	644	10.май	77
1996-97	13.ноя	26.апр	164	258	25.11.1996	556	10.05.1997	518	06.май	1	600	12.май	67
1997-98	10.ноя	06.май	177	256	20.11.1997	619	14.05.1998	619	14.май	1	649	14.май	79

1998-99	13.ноя	22.апр	160	260	23.11.1998	589	04.05.1999	674	06.май	4-10.май	679	06.май	70
1999-00	08.ноя	20.апр	164	281	21.11.1999	636	25.04.2000	636	25.апр	24-26.апр	689	24.апр	98
2000-01	21.ноя	22.апр	152	215	30.11.2000	505	29.04.2001	-	-	-	560	03.май	73
2001-02	16.ноя	26.апр	161	261	16.11.2001	560	03.05.2002	-	-	-	640	07.май	88
2002-03	05.ноя	30.апр	176	288	05.11.2002	596	03.01.1003	596	09.май	9-10.май	677	20.май	86
2003-04	26.ноя	07.май	163	239	03.12.2003	537	14.05.2004	-	-	-	591	26.май	65
2004-05	20.ноя	03.май	164	245	27.11.2004	561	11.05.2005	-	-	-	641	16.май	63
2005-06	09.дек	23.апр	135	243	22.12.2005	502	29.04.2006	502	29.апр	28-29.апр	502	29.апр	69
2006-07	06.ноя	22.апр	167	373	16.11.2006	543	28.04.2007	543	28.апр	27-28.апр	543	28.апр	65
2007-08	12.ноя	25.апр	165	234	27.11.2007	515	19.05.2008	-	-	-	576	01.июн	65
2008-09	18.дек	10.май	143	304	18.12.2008	618	13.05.2009	-	-	-	632	13.май	72
2009-10	26.ноя	20.апр	145	220	03.12.2009	483	24.04.2010	-	-	-	490	27.апр	82
2010-11	26.ноя	20.апр	145	262	07.12.2010	468	28.04.2011	468	28.апр	27-28.апр	525	08.май	74
2011-12	20.ноя	20.апр	152	268	30.11.2011	566	01.05.2012	-	-	-	570	01.май	68
2012-13	29.ноя	15.апр	137	293	09.12.2012	483	09.05.2013	483	01.май	30.апр-1.май	516	01.май	72
2013-14	08.дек	13.апр	126	292	17.12.2013	500	26.04.2014	-	-	-	652	18.май	58

Приложение 3.

Река-Пункт	Год	Начало лдст	Конец ледостава	Продолжительность, дни	Н макс лдет	дата	Н макс лдх	Дата	Н макс заторное (см)	Дата	Продолжительность, дни	Н макс за год (см)	дата	Толщина льда
Мезень-с. Дорогорское												577	26.апр	-
	1950-51	08.ноя	17.апр	160	226	20,21.11.1950	633	21.04.1951	-	-	-	633	21.апр	-
	1951-52	10.ноя	27.май	199	286	20.11.1951	691	30.05.1952	-	-	-	781	02.июн	-
	1952-53	31.окт	25.апр	176	273	12.11.1952	763	26.04.1953	-	-	-	763	26.иню	-
	1953-54	08.ноя	05.май	178	261	15.11.1953	637	09.05.1954	-	-	-	637	09.май	-
	1954-55	09.ноя	29.апр	171	272	25.11.1954	589	04.05.1955	-	-	-	594	05.май	85
	1955-56	16.ноя	15.май	181	318	29.11.1955	631	18.05.1956	-	-	-	631	18.май	82
	1956-57	02.ноя	04.май	183	291	14-15.11.1956	755	08.05.1957	-	-	-	755	08.май	72
	1957-58	19.ноя	15.май	177	354	27.11.1957	717	16.05.1958	-	-	-	717	16.май	
	1958-59	27.ноя	06.май	160	272	07.12.1958	787	10.05.1959	-	-	-	787	10.май	72
	1959-60	25.окт	27.апр	185	298	09.11.1959	460	28.04.1960	-	-	-	501	08.май	67
	1960-61	19.окт	16.май	209	234	20.10.1960	746	22.05.1961	-	-	-	746	22.май	68
1961-62	19.ноя	17.апр	149	286	28.11.1961	582	22.04.1962	-	-	-	584	09.май	72	

1962-63	04.дек	01.май	148	268	15.11.1962	612	06.05.1963	-	-	-	612	06.май	87
1963-64	05.ноя	12.май	189	316	25.11.1963	738	19.05.1964	-	-	-	745	21.май	82
1964-65	15.ноя	09.май	175	304	24.11.1964	604	13.05.1965	-	-	-	633	15.май	85
1965-66	21.ноя	16.май	176	309	27.11.1965	522	19.05.1966	-	-	-	760	27.май	92
1966-67	31.окт	28.апр	179	360	03.11.1966	673	29.04.1967	-	-	-	727	29.апр	85
1967-68	26.ноя	10.май	166	270	09.12.1967	739	14.05.1968	-	-	-	761	14.май	74
1968-69	26.окт	17.май	203	244	07.11.1968	533	20.05.1969	-	-	-	721	26.май	77
1969-70	01.ноя	09.май	189	258	08.11.1969	559	12.05.1970	-	-	-	675	14.май	78
1970-71	10.ноя	26.май	197	288	19.11.1970	704	02.06.1971	-	-	-	708	02.июн	67
1971-72	26.окт	22.май	209	287	08.11.1971	613	30.05.1972	-	-	-	718	05.июн	64
1972-73	04.ноя	28.апр	175	300	17.11.1972	564	07.05.1973	535	30.апр	29-30.апр	579	09.май	68
1973-74	18.ноя	15.май	178	277	01.12.1973	686	20.05.1974	-	-	-	692	20.май	71
1974-75	10.ноя	28.апр	169	210	21.11.1974	568	05.05.1975	501	30.апр	1	612	01.май	56
1975-76	03.ноя	10.май	189	296	17.11.1975	660	16.05.1976	-	-	-	709	19.май	72
1976-77	02.ноя	28.апр	177	242	19.11.1976	708	03.05.1977	-	-	-	712	03.май	63
1977-78	29.окт	16.май	199	293	13.11.1977	630	20.05.1978	-	-	-	665	21.май	64
1978-79	22.ноя	05.май	164	315	01.12.1978	788	10.05.1979	-	-	-	817	11.май	71
1979-80	05.ноя	01.май	178	259	15.11.1979	480	06.05.1980	-	-	-	657	07.май	58
1980-81	13.ноя	11.май	179	244	13.11.1980	742	18.05.1981	-	-	-	747	18.май	46

1981-82	05.дек	28.апр	144	295	07.12.1981	582	03.05.1982	-	-	-	648	09.май	47
1982-83	20.окт	21.апр	183	284	02.11.1982	663	26.04.1983	-	-	-	696	27.апр	57
1983-84	14.ноя	08.май	176	333	28.11.1983	705	12.05.1984	705	12.май	12-13.май	715	12.май	66
1984-85	17.окт	06.май	201	324	28.10.1984	530	18.05.1985	-	-	-	597	13.май	96
1985-86	02.ноя	04.май	183	287	15.11.1985	464	10.05.1986	-	-	-	661	23.май	62
1986-87	14.дек	06.май	143	333	16.12.1986	669	14.05.1987	-	-	-	682	14.май	70
1987-88	11.ноя	10.май	181	210	22.11.1987	574	16.05.1988	-	-	-	591	16.май	70
1988-89	04.ноя	26.апр	173	262	12.11.1988	561	04.05.1989	-	-	-	573	04.май	56
1989-90	24.ноя	22.апр	149	308	04.12.1989	661	29.04.1990	-	-	-	718	01.май	63
1990-91	13.ноя	24.апр	162	276	24.11.1990	625	03.05.1991	625	03.май	29.апр-4.май	632	03.май	65
1991-92	28.ноя	05.май	159	274	04.12.1991	712	11.05.1992	727	12.май	11-13.май	740	12.май	62
1992-93	16.окт	05.май	201	300	17.10.1992	633	09.05.1993	633	09.май	1	710	13.май	68
1993-94	06.ноя	25.апр	170	285	06.11.1993	598	01.05.1994	-	-	-	715	04.апр	64
1994-95	03.ноя	20.апр	168	374	03.11.1994	787	25.04.1995	-	-	-	801	25.апр	71
1995-96	11.ноя	08.май	179	318	24.11.1995	759	12.05.1996	-	-	-	769	12.май	70
1996-97	12.дек	30.апр	139	304	26.12.1996	656	09.05.1997	-	-	-	745	10.май	58
1997-98	06.ноя	09.май	184	304	20.11.1997	713	18.05.1998	-	-	-	727	18.май	74
1998-99	12.ноя	29.апр	168	325	25.11.1998	497	30.04.1999	610	03.май	30.апр-3.май	615	03.май	73
1999-00	23.ноя	24.апр	153	338	01.12.1999	793	27.04.2000	-	-	-	826	28.апр	64

2000-01	21.ноя	26.апр	156	261	01.12.2000	586	29.04.2001	-	-	-	633	30.апр	72
2001-02	24.окт	26.апр	184	380	05.11.2001	615	02.05.2002	-	-	-	689	08.май	68
2002-03	06.ноя	01.май	176	302	06.11.2002	700	12.05.2003	723	13.май	12-14.май	729	20.май	86
2003-04	25.ноя	07.май	164	290	04.12.2003	647	14.05.2004	651	15.май	11-15.май	658	15.май	54
2004-05	24.ноя	06.май	163	293	30.11.2004	730	14.05.2005	730	14.май	12-14.май	748	14.май	65
2005-06	09.дек	23.апр	135	274	20.12.2005	424	30.04.2006	424	30.апр	1	525	10.май	66
2006-07	16.ноя	22.апр	157	315	16.11.2006	521	29.04.2007	-	-	-	579	21.май	45
2007-08	15.ноя	05.май	172	297	24.11.2007	593	17.05.2008	593	17.май	16-17.май	653	01.июн	62
2008-09	01.дек	12.май	162	377	08.12.2008	734	15.05.2009	-	-	-	748	15.май	68
2009-10	25.ноя	20.апр	146	256	30.11.2009	693	29.04.2010	693	29.апр	28.апр-1.май	706	29.апр	71
2010-11	24.ноя	20.апр	147	320	24.11.2010	540	03.05.2011	-	-	-	566	09.май	95
2011-12	19.ноя	27.апр	160	298	02.12.2011	746	05.05.2012	-	-	-	752	05.май	68
2012-13	29.ноя	24.апр	146	305	12.12.2012	556	05.05.2013	571	30.апр	29-30.апр	583	30.апр	76
2013-14	03.дек	21.апр	139	333	19.12.2013	624	16.05.2014	-	-	-	716	19.май	73

## Список использованной литературы

- 11.-И. М. Итенберг, Л. Н. Колосова. Атлас Мира. — Главное управление геодезии и картографии. Министерство геологии и охраны недр СССР., 1962. — С. 51, 84. — 165 с. — (И-850). — 250 000 экз.
- 12.-География. Современная иллюстрированная энциклопедия. — М.: Росмэн. Под редакцией проф. А. П. Горкина. 2006. Статья «Евразия»
- 13.-Шокальский Ю. М.,. Мезень, река // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / под ред. Н. М. Жила. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 612 с.
- 14.-Географический энциклопедический словарь: Географические названия / Гл. ред А. Ф. Трёшников; Ред. кол.: Э. Б. Алаев, П. М. Алампиев, А. Г. Воронов и др. — М.: Сов. энциклопедия, 1983. — С. 277. — 538 с. — 100 000 экз.
- 15.— Ресурсы поверхностных вод СССР том 3 Северный край [Текст] – Л: Гидрометеиздат, 1972. – 661 с.
- 16.— Свод Правил 33–101–2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» [Текст] – М: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 73 с.
- 17.— А.В. Сикан, Н.Г. Малышева, И.О. Винокуров. Лабораторный практикум «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» [Текст] – СПб: РГГМУ, 2014. – 75 с.
- 18.— А.В. Сикан «Методы статистической обработки гидрометеорологической информации» [Текст] – СПб: РГГМУ, 2007. – 278 с.
- 19.— Государственный водный кадастр Основные Гидрологические Характеристики (за 1971 – 1975 гг. и весь период наблюдений) Том 3 Северный край [Текст] – Л: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.
- 20.— Государственный водный кадастр о режиме и ресурсах поверхностных вод суши Часть 1 – Реки и каналы Часть 2 – озёра и водохранилища Том 1

РСФСР Выпуск 8 бассейны Онеги, Северной Двины и Мезени [Текст] –  
Архангельск: Гидрометеоиздат, (1980 – 2014).