



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

Кафедра гидрологии суши

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Анализ временных
характеристик весеннего
половодья рек Кольского
полуострова**

Исполнитель Евтушевская Елена Евгеньевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____
(ученая степень, ученое звание)

Винокуров Игорь Олегович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

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

Сикан Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«17» июня 2016г.

Санкт-Петербург
2016



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

Кафедра гидрологии суши

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Анализ временных
характеристик весеннего
половодья рек Кольского
полуострова**

Исполнитель **Евтушевская Елена Евгеньевна**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____
(ученая степень, ученое звание)

Винокуров Игорь Олегович
(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой**

(подпись)

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

Сикан Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 20__ г.

Санкт–Петербург
2016

Оглавление

Введение	3
1. Краткая физико-географическая и климатическая характеристика территории Кольского полуострова	-
1.1 Геологическое строение, рельеф, почвы, растительность	5
1.2 Климат	15
1.3 Гидрография	22
2 Особенности формирования максимального весеннего стока на реках	35
2.1 Основные факторы максимального весеннего стока	-
2.2 Особенности формирования весеннего половодья на реках Кольского полуострова	46
3 Исследование и расчет временных рядов дат наступления максимума весеннего паводья	48
3.1 Исходные данные	-
3.2 Проверка рядов на однородность	51
3.3 Расчет оценок параметров распределения	54
3.4 Построение эмпирических и подбор аналитических кривых обеспеченностей	58
3.5 Проверка рядов на линейный тренд	-
4 Построение карт изохрон дат начала весеннего половодья и наступления максимума весеннего паводья	60
Заключение	64
Список использованной литературы	66
Приложения	

Введение

Целью данной работы является изучение сроков наступления характерных дат и продолжительности весеннего половодья на территории Кольского полуострова. Определение временных характеристик максимального весеннего стока рек имеет большое научное и практическое значение.

Научный интерес к этой теме обусловлен сложностью самого процесса формирования весеннего половодья, характеристики которого определяются многими взаимосвязанными факторами, изменчивыми во времени и пространстве. Максимальный сток относится к разряду опасных гидрологических явлений природы. Наибольшее значение имеет обычно максимальный расход, который определяет высоту подъема уровня воды, то есть зону затопления, скорости течения, и в целом – напор воды на сооружения, особенно при наводнениях. Поэтому сведения о сроках его наступления представляют большой практический интерес для целей прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Работа состоит из четырех разделов, введения и заключения.

В первом разделе приводится краткая характеристика физико-географических и климатических условий рассматриваемой территории (рельефа, геологического строения, климата, характера почвенного покрова и растительности, а также гидрографической сети), с особым выделением тех факторов, которые оказывают влияние на максимальный сток в период весеннего половодья.

Во втором разделе рассматриваются основные факторы формирования весеннего стока на рассматриваемой территории.

В третьем разделе дается анализ исходных данных, производится статистическая обработка рядов наблюдений (проверка на однородность, расчет числовых характеристик и их погрешностей), исследуется

возможность аппроксимации законов распределения изучаемых характеристик нормальным законом распределения, а также осуществляется проверка рядов на линейный тренд.

Четвертый раздел посвящен принципам построения карт изохрон, и здесь же приводятся построенные карты.

В заключении приводятся основные выводы, полученные в результате исследований, проведенных в рамках данной работы.

1. Краткая физико-географическая и климатическая характеристика территории Кольского полуострова

Кольский полуостров расположен на крайнем северо-западе Европейской территории РФ. С трех сторон – севера, востока и юга – полуостров омывается Баренцевым и Белыми морями, образующими его естественно-географические границы; на западе граница рассматриваемой территории совпадает с государственной границей РФ с Норвегией и Финляндией, на юге она проходит между государственной границей и Белым морем, но южному водоразделу бассейна р.Нивы. В административном отношении рассматриваемая территория принадлежит к Мурманской области. Гидрометеорологическое обслуживание осуществляется Мурманским управлением гидрометеорологической службы.

1.1 Геологическое строение, рельеф, почвы, растительность

Территория Кольского полуострова занимает восточную часть Балтийского щита, сложенного породами кристаллического фундамента и рыхлыми четвертичными отложениями.

Распространенные здесь дочетвертичные кристаллические породы относятся к образованиям архейского, протерозойского и частично палеозойского возраста. Представлены они метаморфическими и эффузивными комплексами, прорезанными на больших площадях интрузиями, главным образом, гранитов. Наибольшее площадное распространение имеют архейские гранитно-гнейсовые породы, слагающие ядра антиклиналей. Глубокие синклинальные зоны заполнены более молодыми породами.

Остатки хребтов на Кольском полуострове свидетельствуют о тектонических процессах, которые сопровождались образованием сложной

системы трещин – разломов, разрывов, сбросов, преимущественно, параллельных и перпендикулярных общему простиранию пород.

Для большей части рассматриваемой территории характерно почти полное отсутствие древней коры выветривания. Остатки ее сохранились только на отдельных участках в западной части Кольского полуострова.

Четвертичные отложения представлены комплексом ледниковых образований верхнечетвертичного возраста: основной мореной, песчаными водно-ледниковыми отложениями (зандры, озы, флювиогляциальные дельты), торфяниками, крупнообломочными элювиальными и делювиальными образованиями горных районов, песчано-глинистыми морскими и озерными отложениями. Наибольшее распространение имеют валунные пески и супеси основной морены.

Распространение того или иного комплекса указанных выше пород обуславливает развитие в них определенных форм рельефа. К архейским гранитам и гнейсам приурочены денудационные равнины, пересеченность которых связана с перемещением отдельных глыб по сбросовым трещинам. Мелкая пересеченность рельефа обуславливается ледниково-аккумулятивными формами. На протерозойских осадочно-эффузивных породах, если они собраны в складки, развивается в основном горно-сельговый рельеф, существенным элементом которого являются гряды, сложенные коренными породами и вытянутые в определенном направлении. На палеозойских осадочных породах, залегающих горизонтально, образуются, как правило, структурные плато с эрозионными формами рельефа (восточная часть Кольского полуострова). Горные массивы приурочены к относительно молодым интрузиям. С ними связаны самые высокие массивы полуострова: Ловозерские, Хибинские, Чунские, Волчьи, Сальные тундры.

В целом значительная расчлененность Кольского полуострова тесно связана с геологической историей Балтийского кристаллического щита.. В формировании современной поверхности района выделяют два основных

периода: 1) доледниковый, в течение которого были созданы основные формы поверхности кристаллических пород, котловины больших озер и крупные возвышенности; 2) ледниковый и послеледниковый, главными рельефообразующими факторами которого являлись ледниковая эрозия, аккумуляция и последующая деятельность поздне- и послеледниковых озер и морей.

Большое количество разломов и трещин на данной территории указывает на важную роль сбросовых явлений и расколов в формировании рельефа в первый период. К местам пересечения основных тектонических линий приурочены наиболее пониженные участки суши, заполненные чаще всего озерами, а также наиболее глубокие впадины в окружающих морях.

Неоднократное оледенение территории во второй период несколько сгладило резко выступающие формы, но в основном не изменило доледниковый рельеф. Аккумулятивные ледниковые формы его в наиболее чистом виде сохранились, вероятно, лишь от последних стадий оледенения.

В период таяния ледника между его краем и конечными моренами талые воды образовали крупные языковые бассейны, остатками которых являются мощные покровы ленточных глин и горизонтально-слоистых песков, отмеченные в среднем течении р. Стрельны и в верхнем и нижнем течении р. Варзуги. Образования слоистых глин встречаются по среднему течению рек Умбы и Нивы. Громадные болотные массивы в верховьях рек Поноя, Стрельны и Варзуги, по всей вероятности, также являются остатками крупного древнего водоема.

Наряду с тектоническими и аккумулятивными процессами немаловажную роль в рельефообразовании играют и процессы выветривания, в результате которых поверхностный слой горных пород толщиной до 1-2 м разбивается трещинами и превращается в россыпи крупных глыб. Крупными глыбистыми россыпями, например, покрыты склоны плато Монче-тундры.

Таким образом, основные черты современного рельефа Кольского полуострова сформированы под влиянием трех основных рельефообразующих факторов: тектоники, денудации и эрозионно-аккумулятивной деятельности ледника и талых ледниковых вод. Такие факторы, как аккумулятивная и абразионная деятельность поздне- и послеледниковых озер и морей, послеледниковые процессы денудации; деятельность рек, ветра и процессы заболачивания сказались в создании более мелких черт рельефа, наносившихся на ранее созданные формы.

Современный рельеф территории Кольского полуострова представляет собой холмистую равнину с абсолютными отметками до 200-300 м. Гряды наиболее крупных возвышенностей, представляющих собой тектонические формы рельефа, наблюдаются в центре полуострова (Хибинские, Ловозерские, Сальные, Волчьи, Чунские тундры, Монче-тундра). Высота отдельных горных сооружений достигает 1000-1200 м над уровнем моря (гора Часночорр—1191 м, Эбру-чорр - 1115 м, Аллуайв -1057 м). Хребты чередуются с глубокими впадинами, представляющими собой большей частью грабены, в которых расположены озера (Имандра, Нот-озеро и др.). Амплитуда относительных высот доходит до 500-600 м, а местами и до 1000 м. Горные массивы имеют платообразный характер вершин и вогнутые склоны, верхние части которых отличаются большой крутизной (50-60°).

Орографическим продолжением горного массива в центре полуострова является район возвышенностей в бассейне р.Паны с отдельными высотами до 500-550 м (горы Каменник, Киевей).

Наиболее расчленен рельеф в районе северного побережья Кольского полуострова, представляющего собой равнину с высотами 200-300 м, которая повышается к югу и круто обрывается к морскому побережью. Береговая линия сильно изрезана глубокими фиордообразными заливами. В западной части равнина сильно расчленена глубокими каньонообразными долинами и впадинами. Высота отдельных возвышенностей здесь превышает 300-400 м (гора Визенпахк, 465 м). К востоку расчлененность рельефа уменьшается.

Местность представляет собой волнистое плато, прорезанное глубокими (до 50 м) ущельями. Средняя высота его составляет 200-250 м и только отдельные вершины поднимаются до 280-300 м. Водоразделы здесь достигают высоты 300-350 м и представляют заболоченные равнинные пространства. Для этой части территории характерно наличие большого количества мелких впадин, в которых расположены озера. С юга ее ограничивает гряда возвышенностей, высота которых на западе составляет 400-500 м. К востоку она переходит в широкое плато высотой 250-300 м (гряде Кейв), представляющее собой систему куполообразных холмов, разделенных глубокими ущельями и долинами. К югу и востоку от гряды Кейв местность имеет волнисто-грядовой рельеф с высотами 120-150 м. Местность здесь круто обрывается к горлу Белого моря и более полого опускается к югу, переходя в заболоченную низменность с отдельно выступающими грядами. По краям ее встречаются довольно мощные ледниковые образования в виде моренных гряд, озов, друмлинов. Абсолютные отметки местности снижаются до 50 м.

Вдоль побережья на юге полуострова тянется цепь гряд высотой до 250-280 м. Западнее ее, от оз. Колвицкого до бассейна р.Ены, местность имеет сильно-расчлененный горный рельеф. Отдельные возвышенности здесь достигают 620-650 м (массив Койтатунтурн). Реки и озёрные котловины расположены в глубоких ущелье-образных долинах, которые свидетельствуют об огромной роли дислокаций в формировании основных черт рельефа в этой части полуострова.

Севернее находится Южно-Кольская депрессия (100-120 м), которая простирается на восток до оз. Вялозеро. В ее пределах расположены большие болотные массивы и многочисленные крупные и мелкие озера, вытянутые в юго-восточном направлении. Высота отдельных возвышенностей здесь не превышает 250 м. Для этой части территории характерно наличие большого количества ледниковых аккумулятивных образований (озов, друмлинов и конечных морен).

Другая крупная депрессия Кольского полуострова (Нотозерско-Кольская), расположенная на западе его, представляет собой цепь низменностей, сильно заболоченных и прерываемых невысокими холмами и грядами. Эта низина протягивается вдоль северного поднятия Хибинских и Ловозерских тундр и переходит далее в центральный болотный массив в верховьях рек Поной и Варзуга.

Территорию Кольского полуострова можно разделить по орографическому признаку на три провинции.

1) Западная провинция (до меридиана рек Воронья-Умба) характеризуется горным рельефом с амплитудами относительных высот более 1000 м. В центре ее сосредоточены все основные горные системы с абсолютными высотами до 1000-1200 м, Хибинский и Ловозерский массивы, Сальные, Волчьи, Монче, Чуна и другие тундры. Они чередуются с глубокими впадинами, занятыми озерами и болотами. Среди озер наиболее крупными являются Имандра, Умб-озеро, Ловозеро, озера Нижняя и Верхняя Пиренга, Нот-озеро, Колвицкое и некоторые другие. Глубокой меридиональной впадиной по линии Кольский залив-Кандалакшский залив провинция делится на две части: материковую и полуостровную (Кольского полуострова).

2) Северо-восточная провинция ограничивается на юге грядой Большие Кейвы. Провинция характеризуется увалистым рельефом с амплитудами относительных высот до 150-250 м и обилием озер.

3) Юго-восточная провинция (к югу от гряды Большие Кейвы) характеризуется равнинным рельефом с абсолютными высотами в основном менее 200 м и амплитудами относительных высот в пределах 20-50 м. Только некоторые вершины достигают здесь 300 м и немного более. Провинция имеет общий очень незначительный уклон к югу. Приморские части обычно террасированы. Юго-восток провинции характеризуется обилием ледниковых форм рельефа: конечно-моренных гряд, камов, озов, зандровых конусов и т.п.

На Кольском полуострове получили развитие почвы четырех типов: тундровые, подзолистые, болотные, в небольшой степени дерновые и производные от них: подзолисто-болотные или дерново-подзолистые почвы.

Тундровые почвы свойственны зоне тундр, а также горным вершинам и склонам, поднимающимся над границей лесной растительности. Почвы этого типа относятся к начальной стадии почвообразовательных процессов и представлены в основном примитивными горно-тундровыми почвами, которые развиваются почти исключительно на обломках коренных пород. Слой их редко достигает 10 см, и они никогда не покрывают значительных пространств, часто образуя пятна площадью в несколько квадратных метров. Такие почвы типичны для северной приморской полосы берега и для горных районов.

Наиболее характерными для Кольского полуострова являются подзолистые почвы. К подзолам относится большая часть минеральных почв территории. Они развиваются на любых породах (кроме элювия) в зоне тайги, в подзоне лесотундры, часто встречаются в тундровой зоне, там, где нет избыточного увлажнения. На Кольском полуострове типичны подзолы с мощностью слоя 15-50 см; маломощные подзолы слоем менее 15 см встречаются в предгорьях Хибин, окрестностях г. Мурманска и некоторых других местах; подзолы большой мощности (слоем более 50 см) мало распространены, встречаются они в низинах. Особое место занимают суглинистые подзолы, развитые на берегу Белого моря.

Болотные почвы на Кольском полуострове распространены на очень больших площадях, образуя массивы в несколько сотен квадратных километров. Они занимают не только впадины, но и широкие плоские равнины, встречаются и на пологих склонах. Большая часть болотных почв территории характеризуется слаборазложившимся торфом, очень кислым.

Небольшие площади Кольского полуострова заняты дерновыми почвами естественного происхождения, связанными с особенностями речных отложений, богатых питательными веществами. Наибольший из известных

участков дерновых почв находится в долине р. Ены, небольшие участки имеются в низовьях р. Печенги, в долинах рек Уры, Туломы, Поноя, Варзуги и Умбы.

По механическому составу преобладают песчаные и супесчаные почвы, в значительной степени завалуненные; довольно большую площадь занимают глинистые и щебнистые почвы, последние развиты преимущественно на плотных породах возвышенных участков территории.

На территории Кольского полуострова выделяются две геоботанические зоны - тундровая и таежная. Между ними тянется небольшая полоса лесотундры. Возвышенности в пределах таежной зоны заняты горной тундрой. Растительность полуострова представлена шестью основными типами: лесами с лесотундровым редколесьем, тундрами, горными арктическими пустынями, болотами, кустарниками и лугами.

Таежная зона, включая лесотундру, занимает около 80% всей площади, но собственно под лесами находится лишь около 23% ее территории. Остальная часть зоны занята тундровыми редколесьями, болотами, горными тундрами и др. Значительную площадь таежной зоны занимают водоемы.

Леса состоят в основном из ели, сосны и березы. Площади еловых и сосновых лесов примерно одинаковы, но если ель сосредоточена, главным образом, на востоке, то сосна - на западе и юге территории. Еловые и сосновые леса почти не бывают без примеси березы, которая часто составляет около половины древостоя. Распространены здесь и смешанные леса из сосны, ели и березы. Вследствие разреженного древостоя леса имеют парковый характер. Северную границу таежной зоны образуют лесотундровые, березовые редколесья, идущие с северо-запада на юго-восток полосой 20-100 км и более. Общая площадь этой полосы составляет примерно 20% площади всей территории. Кроме того, березовые редколесья образуют пояс субальпийских криволесий в горах. Эти березняки поднимаются до 400-500 м над уровнем моря.

У южной границы редколесий к березовому древостою примешивается на востоке ель, а на западе сосна. То же наблюдается и у нижней границы пояса субальпийских криволесий. Но здесь почти повсеместно в качестве примеси служит ель.

Лесотундра характеризуется совместным сосуществованием лесных березовых островков и тундр.

Подлесок состоит из можжевельника. Лишайники занимают пространства между деревьями, ими покрыто 40-70 % поверхности. Среди кустарничков преобладает вороника; заметную роль играет ерник, особенно в субальпийских криволесьях.

Тундры представлены двумя ландшафтными районами - равнинными (зональными) и горными (альпийскими) тундрами. Тундровая зона тянется вдоль северного и северо-восточного побережий Кольского полуострова полосой 20-30 км с расширением в средней части до 120 км. Тундра занимает примерно 20% территории. В распределении тундровой растительности есть определенная последовательность: побережье Баренцева моря полосой 1-5 км занято кустарничковыми тундрами, растительностью здесь покрыто всего 20-40% поверхности, остальное пространство представляет собой каменные россыпи и выходы скал; по мере продвижения от берега моря вглубь полуострова выходы коренных пород и каменные россыпи исчезают; кустарничковые тундры на сухих местах сменяются лишайниково-кустарничковыми и лишайниковыми, появляются карликовые березки. На заболоченных местах развивается осоково-пушицевая растительность, но больших площадей она не занимает.

Основу тундровых кустарничков составляет вороника, значительное место занимают альпийская толокнянка, брусника и ерник. Мхи и лишайники покрывают до 25% поверхности; травянистые растения встречаются редко.

Для пояса горных тундр, расположенного на высотах от 350-450 до 750-1100 м, характерны каменные россыпи и выходы скал. Нижнеальпийский пояс образует кустарниковые и кустарничково-лишайниковые тундры; они, следуя за субальпийскими криволесьями, поднимаются до 500- 600 м над уровнем моря; кустарничково-лишайниковый пояс поднимается до 700 м, пояс лишайниковых тундр соседствует с высокогорными арктическими пустынями, представляющими собой крупнообломочные каменные поля. Растительность (лишайники, мхи) здесь занимает не более 5% поверхности.

Болотами на Кольском полуострове занято немногим более 20% всей площади. Распределены они неравномерно. В западной гористой части их сравнительно немного и расположены они по долинам рек и вокруг озер. Изредка болота встречаются по склонам и на плоских вершинах гор. Самой заболоченной является юго-восточная часть полуострова, где болота занимают около 40% площади. Они образуют крупные массивы и встречаются даже в лесах.

Растительность болот представлена очень большим числом разнообразных сообществ, составляющих сложные комплексы. Наибольшее распространение имеют грядово-мочажинные комплексные болота и кустарничково-сфагновые. Осоковые чащи всего встречаются в комплексе с другими болотами. На болотах различного вида произрастают мхи, осока, хвоци, пушица, небольшими группами или одиночно - ивы, ерник. На болотных грядах встречаются ерник, вороника, багульник, морошка, брусника, голубика. По обочинам и на вершинах гряд всегда растут зеленые мхи, а нередко лишайники.

В тундровой зоне и северной части таежной зоны широко распространены бугристые болота, характерной чертой которых является наличие в буграх вечной мерзлоты, оттаивающей всего на 30-55 см.

На этих болотах растут главным образом кустарничковые, среди которых вороника, морошка.

Большое распространение на Кольском полуострове имеют болота, заросшие сосной и берёзой. Они образуют так называемый окраинный комплекс. Характерно, что по мере продвижения из глубины лесной зоны к лесотундре кайма окраинного комплекса постепенно сужается и уже в лесотундре болота, заросшие лесом, являются редкостью.

Луговая растительность занимает очень небольшие площади. Естественные луга встречаются преимущественно в долинах крупных рек. Луга представлены вейниковыми, щучковыми, овсянническими; мятликовыми, канареечниковыми, злаково-разнотравными, осоковыми и некоторыми другими ассоциациями.

1.2 Климат

Климат Кольского полуострова находится под смягчающим влиянием окружающих его морей и особенно запасов тепла, приносимых северной ветвью теплого течения Гольфстрим. Благодаря температура воздуха зимой (январь, февраль) на побережье близка к соответствующим значениям температуры воздуха в районах, расположенных на 10° южнее. Термический режим южного побережья полуострова несколько суровее, так как Белое море зимой покрывается льдом. При удалении вглубь полуострова влияние морей довольно быстро исчезает.

Поскольку климатические условия в значительной степени связаны с рельефом и в особенности с высотой местности над уровнем моря, в горных частях района наблюдается их зональность: падение температуры воздуха, увеличение осадков, силы ветра и продолжительности залегания снежного покрова с возрастанием высоты местности. Различие в ходе метеорологических элементов зависит также от местных климатообразующих факторов: экспозиции склонов, ориентации долин, свойств почвы и пр. В восточной части полуострова вследствие более

сглаженных форм рельефа климат отличается меньшей территориальной изменчивостью.

Преобладание поступления в рассматриваемый район воздушных масс атлантического и арктического происхождения и интенсивная циклоническая деятельность над Норвежским и Баренцевым морями, особенно сильная в холодное время года, вместе с другими климатообразующими факторами обуславливают на Кольском полуострове относительно теплую зиму и прохладное лето.

Характерной особенностью погоды является ее неустойчивость и резкая изменчивость, вызываемая частой сменой воздушных масс, перемещением циклонов и фронтов.

На побережье зима продолжается в течение 6 месяцев (ноябрь - апрель), а в центральной части - до 7 месяцев (октябрь - апрель). Средняя месячная температура в этот период изменяется от -2 до -14° , постоянно держится снежный покров значительной мощности, часты метели и сильные ветры (преобладающее направление ветров юго-западное, со средними месячными скоростями от 7 до 11 м/с). Осадков за холодный период выпадает от 100 до 200 мм, при этом наибольшее их количество наблюдается во внутренней возвышенной части полуострова.

Май и октябрь - переходные месяцы. Теплый сезон продолжается 4 месяца; средняя месячная температура наиболее теплого месяца - июля - не превышает $13-14^{\circ}$, при этом довольно часто наблюдаются возвраты холодов и заморозки.

Осадки довольно значительны, распределяются по площади сравнительно равномерно, но в горных массивах быстро возрастают с высотой. Ветры северо-восточного направления; скорости их от 4 до 8 м/с.

Годовой приход суммарной радиации на территории Кольского полуострова колеблется от $640-700$ квтч/м² в северной до 870 квтч/м² в южной части. При этом под влиянием переноса воздушных масс с Баренцева

моря западная часть полуострова получает несколько больше солнечного тепла, чем восточная. В центральной части территории по сравнению с западной и восточной ее частями наблюдаются повышенные величины радиации.

В сумме за год деятельной поверхностью отражается от 25 до 35% поступающей солнечной радиации. Примерно в таком же процентном соотношении изменяется и эффективное излучение. Таким образом, на долю радиационного баланса на большей части территории приходится 35-40% суммарной радиации. В абсолютных величинах радиационный баланс составляет 230-250 квтч/м², увеличиваясь с севера на юг.

Период с положительным радиационным балансом составляет 6-7 месяцев. Максимальная сумма радиационного баланса наблюдается в июне и составляет 80-100 квтч/м². На май-июль приходится 85-100% годовой суммы радиационного баланса и 50-55% количества суммарной радиации. К осени, наряду с понижением прихода солнечной радиации, уменьшается и доля радиационного баланса. Так, в августе он составляет около 50%, а в сентябре - только около 40%. В октябре в связи с увеличением альбедо поверхности и дальнейшим снижением суммарной радиации происходит резкое изменение соотношения между суммарной радиацией и радиационным балансом - последний становится отрицательным. Наибольший отрицательный радиационный баланс отмечается в период полярной ночи.

Средняя годовая температура воздуха на территории Кольского полуострова изменяется от +1° на побережьях Баренцева и Белого морей до -1... -2° в районах, удаленных от побережий, и до -3... -4° в горных районах.

Самые холодные месяцы январь и февраль; их средняя температура изменяется от -7 до -9° на побережье Баренцева моря и от -10 до -14° в остальной части полуострова.

Годовые абсолютные минимумы температуры приходятся на февраль и достигают 28-36° ниже нуля на побережье Баренцева моря и 40-50° ниже

нуля в районах, удаленных от побережья. В горах абсолютные минимумы 30-32° мороза. Годовые максимумы температуры по всей территории приходятся на июль и достигают 30-33°; только на восточном побережье полуострова и в горах они несколько меньше - порядка 26-29°.

В горах летняя температура воздуха понижается в среднем на 0,5° на каждые 100 м высоты. Иногда наблюдаются температурные инверсии (повышение температуры с высотой местности). Это особенно четко выражено в холодный сезон, а также в ночные часы суток.

Начало весны, характеризуемое переходом температуры воздуха через 0°, обычно приходится на третью декаду апреля, но на фоне общего потепления в течение весны часто наблюдаются возвраты холодов, иногда с выпадением снега.

Период с температурой воздуха более 10° в северной части полуострова продолжается всего 1-2 месяца, в юго-западных районах - до 2-2,5 месяца. На морских побережьях и в горах устойчивый переход температуры через 10° наблюдается не ежегодно. В теплый период года вторжение холодных воздушных масс арктического происхождения понижает температуру воздуха до заморозков. Слабые заморозки бывают в любом из летних месяцев. Уже в конце августа начинается понижение температуры воздуха. В третьей декаде сентября происходит устойчивый переход температуры через 5°. Заморозки в сентябре считаются нормальным явлением.

Осень обычно бывает затяжная, дождливая, с ветреной погодой. Переход температуры воздуха через 0° происходит, как правило, в середине октября. При раннем похолодании с этого времени может установиться снежный покров, но в любом из зимних месяцев в отдельные годы могут наблюдаться оттепели.

В горах с увеличением высоты все даты, характеризующие термический режим, весной запаздывают примерно на 2,5-3 дня на каждые 100 м подъема, а осенью на столько же опережают.

Кольский полуостров относится к зоне избыточного увлажнения. Годовое количество осадков для большей части территории составляет 550-600 мм. Наибольшее количество осадков (1000 мм и более за год) выпадает в горах. Весьма неравномерно распределяются осадки в центральной и западной частях полуострова, где расположены основные горные массивы.

В течение года осадки выпадают неравномерно. Большая часть их, примерно 60% годовой суммы, падает на теплый период года. Наименьшее количество осадков выпадает в марте, в горах - в апреле; наибольшее - в августе, в горах - в сентябре.

С повышением местности количество осадков возрастает. Вертикальный градиент годового количества осадков в среднем составляет примерно 100 мм на 100 м подъема.

Атмосферные осадки характеризуются значительной изменчивостью по годам. Годовые суммы их колеблются в пределах 65-150% средней многолетней величины, а месячные количества осадков - от 20 до 300%.

Число дней с осадками 0,1 мм и больше составляет в среднем от 180 до 200 в год, увеличиваясь в горах до 260. Число дней с осадками более 1 мм составляет 100-110. Осадки более 5 мм выпадают 20-25 раз в году, более 10 мм - в среднем 6 раз, а более 20 мм - 1 раз в году. Суточные максимумы осадков формируются, как правило, не за счет интенсивных ливней малой продолжительности, а в результате обложных длительных дождей, вследствие чего распределение их по территории более или менее равномерно.

Дожди, интенсивность которых составляет около 2 мм/мин, бывают исключительно редко и быстро кончаются, поэтому практического значения здесь не имеют.

Суточные максимумы осадков падают на летний период, по территории полуострова они составляют 40-60 мм, а в горах достигают 80 мм.

За год выпадает примерно одинаковое количество твердых и жидких осадков. Смешанные осадки в виде дождя с мокрым снегом составляют 12-14% годового количества осадков.

На Кольском полуострове снежный покров образуется в среднем в первых числах ноября, в горных районах с увеличением высоты установление снежного покрова наблюдается раньше примерно на 3-4 дня на каждые 100 м подъёма.

Разрушение снежного покрова наблюдается в среднем в первой декаде мая, с запаздыванием в горах на 3-4 дня на 100 м подъема.

В горах самое раннее появление снежного покрова бывает в августе, а во время летних похолоданий кратковременный снежный покров может образоваться и в июле. Наибольшие запасы воды в снежном покрове накапливаются к концу марта - началу апреля.

Высота снега в этот период на большей части территории составляет в среднем 60-80 см, а в отдельные годы 100 см и более; максимальная плотность снега достигает 0,20-0,26, а запасы воды в снеге на лесных участках составляют в среднем 120-180 мм и на полевых 100-160 мм.

В горах снегозапасы значительно больше; в марте-апреле высота снега достигает 150-250 см при плотности 0,30-0,40 и выше; запас воды в снеге составляет 300-600 мм и больше. Снег в горах распределяется очень неравномерно вследствие ветрового снегопереноса. Отлагается снег у различных препятствий, в углублениях рельефа, на подветренных склонах, затем он уплотняется и последующими ветрами не выносятся. Такие снегонакопления могут достигать по высоте весьма больших размеров, часть из них представляет собой снежники, полностью не тающие в течение всего лета.

При перегрузке склонов снегом и изменении в этом районе погодных условий (смена температуры, направления ветра, метели) происходят снежные обвалы - лавины. Объем лавин достигает в отдельных случаях несколько сотен тысяч кубических метров. Снежники и лавины, особенно в годы, когда число их значительно и они велики по объему, в некоторой степени сказываются и на режиме рек, так как таяние снега в этих местах сильно затягивается, продолжаясь иногда все лето. Вообще же продолжительность периода снеготаяния на Кольском полуострове (исключая горные районы) колеблется около 25-35 дней. Сход снега в поле на 10-15 дней происходит раньше, чем в лесу.

Начало промерзания почво-грунтов на всей территории Кольского полуострова приходится на середину ноября, а полное оттаивание наступает в июне и в отдельных случаях даже в июле. Причем средние даты начала промерзания характеризуются большой устойчивостью по территории. Примерно в 50% случаев промерзание начинается в период 15-30 ноября. Наиболее ранние даты приходятся на вторую половину октября, наиболее поздние - на первую половину декабря.

На конец октября на всей территории полуострова глубина промерзания, как правило, составляет менее 20 см. Максимальная глубина промерзания почво-грунтов в отдельные годы достигает 2-3 м, а в наиболее теплые зимы 60-100 см.

Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет около 80%, причем на морских побережьях она несколько выше, чем в центре полуострова, и еще выше - в горных районах.

Наибольшая влажность воздуха, как правило, наблюдается в начале зимы (ноябрь); средние месячные величины ее в этот период достигают 85-88%, а в горах - до 95%. Наименьшая влажность обычно падает на июнь, составляя 65-70% в центральных районах полуострова и около 75-80% в горах и на морских побережьях. Число дней с влажностью ниже 30%

составляет менее 10 за год даже в районах, удаленных от морских побережий.

Дефицит влажности становится минимальным в зимние месяцы (декабрь - февраль), когда он составляет всего 0,2-0,7 мб. В июле дефицит влажности бывает наибольшим - около 2-3 мб на побережьях морей и в горных районах и 5-6 мб в районах, удаленных от побережий.

Направление ветра имеет хорошо выраженный годовой ход. В зимний сезон преобладают ветры юго-западного, летом - северного и северо-восточного направлений. Наименее устойчиво направление ветра в весенний и осенний периоды. Количество штилевых дней как по сезонам, так и в целом в году составляет около 30% в центральных районах полуострова и 10% и менее на морских побережьях.

Наиболее сильные ветры наблюдаются на побережье Баренцева моря. Средняя годовая скорость ветра здесь составляет 7-8 м/с, на берегу Белого моря она в среднем на 1 м/с меньше, в центральных районах полуострова – 3-5 м/с. Наибольшая скорость ветра наблюдается обычно в зимние и весенние месяцы.

Наибольшее испарение наблюдается в июле, составляя в среднем около 55 мм, или примерно 30% суммы испарения за сезон, а суммарное испарение с почвы за летне-осенний сезон (VI—X) равно 30-45% суммы осадков за этот же период. Из сопоставления величин испарения с почвы и водной поверхности установлено, что испарение с почвы в среднем составляет 65-75% испарения с водной поверхности.

1.3 Гидрография

Сложность геологических и орографических условий, наличие вблизи земной поверхности водоупорной кристаллической основы, большое количество выпадающих осадков и относительно малое испарение наложили свой

отпечаток и на характер гидрографической сети Кольского полуострова. Здесь весьма развита речная сеть, а по количеству озер полуостров занимает одно из первых мест в РФ.

Реки Кольского полуострова принадлежат к бассейнам двух морей — Баренцева и Белого; водораздел проходит с запада на восток - от государственной границы с Финляндией к горлу Белого моря через Сальные, Хибинские, Ловозерские тундры и горную гряду Кейвы. Отсюда на север и юг текут главнейшие реки полуострова. Занимая срединное положение, водораздел обуславливает небольшую длину стекающих с него рек, сбросовый характер их продольных профилей и небольшие площади водосборов. В широтном направлении текут лишь реки Иоканьга и Поной.

Для большинства рек полуострова типичны узкие, слабообработанные, врезанные в твердые кристаллические породы долины. Форма их V-образная, а часто каньонообразная. Следуя направлениям горных разломов, они имеют резкие коленчатые изгибы, многочисленные перепады (стремнины, пороги, водопады), чередующиеся с тихими спокойными участками (плесами). Многие реки следует рассматривать как озерно-речные системы. Они состоят из чередующихся озер и коротких порожистых и бурных проток, причем у некоторых рек протяжение озер превосходит длину речных участков. Например, р. Дроздовка в своем течении на 60% состоит из озер. В среднем по территории показатель линейной озерности достигает 9,9%. Обилие проточных озер является результатом подпруживания русла в одних случаях выходящими на поверхность скальными породами, в других - моренными валунными нагромождениями. Речные поймы наиболее развиты на реках равнины - центральной части полуострова; в частности в верхнем течении рек Поной и Варзуги. На остальной части территории преобладает односторонняя, прерывистая пойма.

Типичные русла рек – немеандрирующие. Реки, прорезая на своем пути твердые горные породы, изобилуют порогами и перекатами. Продольные профили крупных рек, впадающих в моря, характеризуются спокойным

начертанием в верхнем и среднем течении и крутым падением в низовьях; профили малых рек имеют ступенчатый характер. Плесовые участки, часто переходящие в проточные озера, имеют большую ширину и глубину, скорость течения в межень порядка 0,15 м/с и менее; порожистые участки мелководные, как правило, неширокие, со скоростями течения, достигающими 2-3 м/с. Все реки Кольского полуострова в зависимости от рельефа и других географических особенностей можно разделять на три основные группы: полу- равнинные, озерного типа и горные.

К полуравнинным рекам, протекающим в пределах большей части своего течения по плоским слаборасчлененным равнинным участкам, относятся Поной, Стрельна, Варзуга и некоторые другие. Наибольшее распространение имеют реки озерного типа. На своем пути они пересекают ряд озер, образуют перепады, пороги, водопады. Озерные реки собирают воду с обширных территорий и отличаются большой водностью. К группе озерных рек можно отнести Уру, Рынду, Харловку, Восточную Лицу, Дроздовку, Чаваньгу, Умбу и многие другие.

К группе горных рек относятся малые водотоки, стекающие с возвышенностей Кольского полуострова. Они представляют собой небольшие стремительные потоки, бегущие в узких скалистых долинах, с многочисленными порогами и водопадами.

Всего на Кольском полуострове насчитывается 20 616 рек. Общая протяженность их равна 60 485 км. Большинство рек относится к разряду малых: 19 597 рек имеют длину менее 10 км каждая, они составляют 95,1% общего числа водотоков, а их суммарная длина 61,2% общей длины всех рек. Рек длиной более 100 км всего 15.

Многие реки хорошо изучены в гидрографическом отношении. Площади водосбора, превышающие 1000 км², имеют 44 реки; на их долю приходится 84% общей площади рассматриваемой территории. Самой длинной является р. Поной, протяженностью 426 км, самой большой рекой по площади водосбора - р. Тулома (21 500 км²).

Реки Кольского полуострова относятся к рекам преимущественно снегового питания. Режим стока в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем, низкой зимней и летней меженью и относительно небольшими летне-осенними подъемами, вызываемыми дождями. Характерно значительное преобладание весеннего стока над летне-осенним и небольшое – летне-осеннего над зимним.

В распределении стока по территории наблюдается закономерность, отвечающая климатическим и рельефным особенностям территории. Наблюдается зональное уменьшение слоя стока (уменьшение количества выпадающих осадков и увеличение испарения) с севера на юг и от побережий вглубь полуострова. Наибольшей величины сток достигает на горных массивах в центре области.

Годовой сток рек северного побережья составляет около 20 л/с км², или 630 мм, южного – 12-13 л/с км² (330-410 мм), в центре полуострова 9-10 л/с км², или 300-320 мм) и в горных районах превышает 25-30 л/с км² (800-950 мм).

Характеристика водного режима рек в период половодья дается в разделе 2.2.

Летне-осенняя межень обычно наступает в середине июля - первых числах августа, заканчивается в сентябре - начале октября. Средняя продолжительность летне-осенней межени без учета периодов дождевых паводков колеблется от 30 до 70 дней. Наиболее маловодный период летне-осенней межени наблюдается в основном в июле - августе, реже - в сентябре, в отдельные годы - в октябре.

Средние многолетние суточные модули минимального стока в летне-осенний период изменяются от 4-10 л/с км² в северной части Кольского полуострова до 2-7 л/с км² в южной. Самые высокие модули летне-осенней межени наблюдаются на реках центрального горного района - до 31 л/с км²

(р. Малая Белая), самые низкие - на малых реках, порядка 2 л/с км² (реки Стрельна в верховьях, Слюдянка, Шогуй).

Величина среднего слоя стока за период летне-осенней межени изменяется по территории от 20 до 80 мм. Наибольшие величины слоя стока наблюдаются на реках центрального горного района - в среднем 100-150 мм, наименьшие - порядка 10-15 мм - на реках южной части полуострова. В период летне-осенней межени проходит в среднем 5-15% годового стока, а с учетом дождевых паводков - 15-30%.

Дождевые паводки чаще всего проходят в период с июля по сентябрь. Максимальные расходы дождевых паводков, за некоторыми исключениями, по величине значительно ниже снеговых. Средняя продолжительность дождевых паводков на крупных и озерных реках составляет 10-20 дней, продолжительность отдельных паводков достигает 30-40 дней.

На малых водотоках в аномальные по гидрометеорологическим условиям годы наблюдаются явления пересыхания.

Зимняя межень устанавливается обычно в конце октября - середине ноября. Наиболее ранние даты приходятся на начало октября, поздние - на конец ноября - начало декабря. Оканчивается межень обычно в конце апреля - начале мая, крайние сроки окончания - конец марта - начало июня. Средняя продолжительность зимней межени составляет 160-190 дней, на севере полуострова - на 5-10 дней больше, чем на юге.

Зимние меженные уровни воды, как правило, бывают несколько ниже уровней летне-осенней межени, и для преобладающего числа рек самые низшие годовые уровни приходятся на зимнюю межень, чаще всего на март - апрель. В это же время наблюдается самая низкая водность рек.

Средние многолетние суточные модули минимального стока в зимнюю межень составляют 1-2,5 л/с км², за исключением северо-запада территории, где они достигают 3 л/с км². Самые высокие модули стока зимней межени наблюдаются на реках центрального горного района - до 11 л/с км² (р. Малая

Белая), что связано с повышенным грунтовым питанием. Самые низкие модули меженного стока наблюдаются на малых и безозерных реках - менее 1 л/с км² (реки Нивка, Вирма). На малых водотоках в аномальные по гидрометеорологическим условиям годы наблюдается явление промерзания.

Величина среднего слоя стока за зимнюю межень изменяется по территории от 20 до 130 мм. Наибольшие величины слоя стока - порядка 200-250 мм - наблюдаются в горном районе. Слой стока за зимнюю межень составляет 10-30% годового.

В пределах Кольского полуострова имеется 107146 озер, общая площадь зеркала которых составляет 8195 км² или 6,3% всей территории. В среднем на 1 км² здесь приходится одно озеро.

Озер с площадью зеркала более 1 км², имеющих определенное хозяйственное значение, насчитывается 835; на их долю приходится 63,4% всей площади озер. Среди них озера, которые могут быть отнесены к крупнейшим озерам Европейской территории РФ: Имандра, Нот-озеро (вдхр Верхне-Тулумское), Умб-озеро, Ловозеро.

Наибольшее распространение озера имеют в центральной и северной частях полуострова. Здесь коэффициент озерности водосборов некоторых рек (Ура, Оленка, Рында, Восточная Лица, Варзина, Дроздовка, Умба, Колвица, Нива и других) достигает 10-20%.

По происхождению озера делятся на две группы - ледниковые и тектонические. Большинство озер относится к ледниковым. Это небольшие водоемы, нередко расположенные среди болот. Чаще всего они имеют округлую форму и малые глубины. Встречаются также запрудные озера, которые образовались в результате преграждения мореной какого-либо поверхностного стока воды. Ложа этих озер обычно имеют вытянутую овальную форму и глубины до 4-6 м.

Озера тектонического происхождения лежат в глубоких котловинах, имеют вытянутую форму и сложную конфигурацию береговой линии.

Рельеф дна таких озер неровный; встречаются впадины глубиной до 100 м. К озерам тектонического происхождения относятся почти все крупные водоемы рассматриваемой территории: Имандра, Ловозеро, Умб-озеро, Колвицкое и другие.

В связи со строительством ряда ГЭС на полуострове создано несколько водохранилищ, крупнейшими из которых являются: Верхне-Тулумское площадью 745 км²; Имандра площадью 812 км² (в границах прежнего озера); Пиренгское площадью 227 км² и Нижне-Тулумское площадью 38 км².

Болота на Кольском полуострове занимают более 20% площади. Распределены болота по территории неравномерно. В прибрежной тундровой зоне болота с наличием торфяной залежи встречаются редко и как элемент ландшафта не оказывают существенного влияния на составляющие водного баланса. В бассейнах рек Стрельны, Чаваньги, Варзуги и частично р. Поноя довольно большие водотоки имеют заболоченность водосборов до 50-60%, а малые реки и ручьи - до 100%.

Характерным является многообразие типов болот. Наибольшее развитие имеют верховые болота, питающиеся атмосферными осадками. По долинам рек и другим депрессиям рельефа, а также по склонам в местах выхода грунтовых вод широкое развитие имеют типично низинные болота и болота различных переходных стадий к верховым.

На территории Кольского полуострова распространены порово-пластовые воды рыхлых четвертичных отложений и трещинные воды кристаллических пород.

По своим гидравлическим особенностям подземные воды четвертичных отложений являются безнапорными, реже - слабонапорными. Глубина залегания их колеблется от нуля до 2 м в понижениях, до 2-4 м на склонах, и до нескольких десятков метров на возвышенностях. Зеркало их редко бывает горизонтальным, обычно оно повторяет рельеф поверхности, но в сглаженном виде, и имеет наклон в сторону отрицательных форм.

Подземные воды движутся от более возвышенных мест к пониженным, образуя подземные потоки. При отсутствии уклона движения воды не происходит, и тогда образуются подземные бассейны.

Подземные воды изверженных и метаморфических пород являются наиболее распространенными на данной территории и составляют основную часть подземного питания поверхностных водотоков.

Подземные воды, приуроченные к водоносным комплексам коренных пород, большей частью безнапорные, реже слабонапорные, и только в местах глубоких тектонических трещин обладают высоким напором. Движение воды в коренных породах происходит по трещинам, глубина которых составляет 100-150 м, реже 250 м, и лишь в горных районах на отдельных участках она может достигать 300-600 м.

Основная часть подземных вод формируется в верхней трещиноватой зоне коренных пород. Глубина залегания их зависит от рельефа и увеличивается от склонов к вершинам, где может достигать сотен метров. Подземные воды этой зоны в условиях гористой и сильно расчлененной местности подпитывают воды четвертичных отложений.

Вблизи депрессий и речных долин в горных районах верхняя трещиноватая зона кристаллического фундамента перекрывается рыхлыми осадочными породами. Уровень подземных вод коренных пород оказывается выше их поверхности, в связи с чем трещинные воды переходят в трещинно-напорные и обводняют четвертичные отложения.

В этом случае образуется единый водоносный горизонт коренных пород и четвертичных отложений, глубина залегания которого определяется гипсометрическим положением четвертичных отложений и формой рельефа.

Кроме подземных вод четвертичных отложений и верхней трещиноватой зоны кристаллических пород, на территории Кольского полуострова развиты жильные воды, вскрываемые скважинами на глубинах

до 500 м и приуроченные к зонам тектонических нарушений и контактам интрузий.

Основное питание подземных вод как четвертичных отложений, так и коренных пород осуществляется за счет атмосферных осадков. Поэтому эти воды непосредственно связаны с процессами инфильтрации и испарения. Осадки, выпадающие на поверхность коренных пород, стекая по поверхности коренного рельефа, заполняют трещиноватую зону.

На участках с горным рельефом в местах развития сильно трещиноватых пород (Хибинские и Ловозерские тундры) процессы инфильтрации значительно ускоряются, создавая тем самым благоприятные условия для формирования подземного стока. В местах, где тектонические трещины расположены ниже уровня современных морских и озерных бассейнов, осуществляется дополнительное питание трещинных вод за счет инфильтрации (под давлением) вод поверхностных водоемов. В местах, где коренные породы покрыты четвертичными отложениями, эти воды инфильтруются через песчаные грунты, достигают поверхности кристаллических пород и образуют водоносные горизонты. Сильно ослабляются процессы инфильтрации в местах распространения на поверхности глинистых пород или при мощных горизонтах торфа.

Помимо инфильтрации, пополнение запасов подземных вод верхней трещиноватой зоны может происходить путем подпитывания водоносных горизонтов артезианскими водами, поступающими под напором по трещинам из более глубоких слоев коренных пород.

Отсутствие выдержанного водоупора у верхнего водоносного горизонта коренных пород обуславливает питание подземных вод на всей площади их распространения. Иными словами, область питания подземных вод зоны интенсивного водообмена совпадает с областью их распространения. Наиболее интенсивное питание подземных вод происходит на водоразделах и отдельных возвышенностях.

Хорошо развитая гидрографическая сеть и глубокие эрозионные врезы рек, прорезающие верхнюю трещиноватую зону коренных пород, определяют разгрузку подземных вод в непосредственной близости к областям питания. Как правило, разгрузка подземных вод происходит в понижениях рельефа: в горных районах преимущественно в виде родников, а в районах денудационных равнин - в реки и озера. Постоянными, действующими в течение всего года, местами разгрузки подземных вод в горных районах являются глубоко врезанные долины, где осуществляется непрерывное подземное питание рек и круглогодично действуют родники.

Общая направленность движения подземных вод на рассматриваемой территории определяется дренирующим влиянием окружающих морей - Белого и Баренцева, которые служат основным базисом всего континентального стока этого района. В то же время, благодаря наличию на территории крупных озер - Имандра, Ловозеро, Умб-озеро и других, приуроченных к обширным котловинам тектонического происхождения, формируется подземный сток регионального направления к указанным дренам. Наряду с котловинами крупных озер на направление стока подземных вод аналогичное влияние оказывают долины основных рек района - Туломы, Поноя, Умбы и др.

Режим подземных вод на территории определяется климатическими условиями Кольского полуострова, гидрогеологическими и геоструктурными особенностями Балтийского кристаллического щита.

Неравномерность выпадения атмосферных осадков в течение года вызывает сезонные колебания уровня подземных вод.

В периоды интенсивного снеготаяния или в время затяжных дождей величина инфильтрации превышает величину подземного стока, что приводит к увеличению запасов подземных вод. В морозные зимы или засушливые летние периоды пополнение запасов подземных вод значительно снижается или даже прекращается совсем, что приводит к их уменьшению.

Наивысший уровень подземных вод наблюдается летом (июль) или осенью (октябрь), более низкий приходится обычно на конец зимы (март - апрель).

Изменение подземного стока по территории совпадает с общим уменьшением высоты местности и расчлененности рельефа в направлении с запада на восток и от центральной горной части Кольского полуострова в сторону побережий. Он колеблется от 2,0 до 5,0 л/с км² и больше.

Наибольшего значения величина подземного стока достигает в центральной горной части Кольского полуострова: в Хибинских и Ловозерских тундрах (5 л/с км² и больше) и на восточных отрогах хребта Маанселькя (3,0-3,5 л/с км²). Значительное количество выпадающих осадков, большая расчлененность рельефа (глубина эрозионного вреза достигает 300-400 м) в сочетании с большой мощностью (200-250 м) обводненных пород верхней трещиноватой зоны и наличием крупных тектонических трещин создают здесь резко отличные от остальной территории условия формирования подземного стока, которые и находят отражение в высоких значениях модуля этого стока.

Наименьшие значения подземного стока в реки наблюдаются в пределах центральной пониженной части Кольского полуострова, юго-восточнее Ловозерского горного массива. Плоский, слаборасчлененный рельеф местности, полого спускающейся к Белому морю, обуславливает плохие условия дренирования водоносных горизонтов гидрографической сетью, а мощные образования ленточных глин в верховьях рек Вороньей, Поноя, Стрельны, Варзуги затрудняют инфильтрацию осадков в грунт и значительно ухудшают условия формирования грунтовых вод. В сочетании с неблагоприятными условиями дренирования это приводит к тому, что подземный сток в реки на этой территории снижается до 1,8 л/с км². Однако, доля подземного стока в общем стоке рек здесь не изменяется (15-20%). Это свидетельствует об уменьшении водности рек этой части территории, обусловленном общим уменьшением количества атмосферных осадков с

северо-запада на юго-восток, слабой расчлененностью рельефа и небольшими уклонами поверхности земли.

Некоторое повышение коэффициента подземного питания наблюдается в бассейне р.Поноя (20-25%), что можно объяснить значительным (до 80-100 м) увеличением мощности аллювиальных отложений, заполняющих ее долину.

На формирование подземного стока в реки северного побережья Кольского полуострова (реки Западная Лица, Ура, Териберка, Воронья, Харловка, Восточная Лица, Иоканьга) оказывает влияние увеличение глубины эрозионного вреза речных долин в направлении к побережью моря. С увеличением глубины эрозионного вреза (до 100 м и более) вниз по течению реки вскрывают более глубокие напорные воды тектонических нарушений и приконтактных трещин, что приводит к более интенсивному подземному стоку. Наряду с распространением здесь участков водообильных трещиноватых пород это обеспечивает увеличение модулей подземного стока в реки с $2,0 \text{ л/скм}^2$ в верхних частях бассейнов до $2,3-2,5 \text{ л/скм}^2$ вблизи побережья.

Поступление с Атлантического океана богатых влагой воздушных масс обуславливает значительное увеличение водности рек вблизи побережья, что приводит к уменьшению коэффициента подземного питания в нижних частях речных бассейнов (10-15%).

Узкая полоса вдоль побережья Белого моря от п-ова Турий до устья р.Варзуги (низовье рек Оленицы и Кузреки) и отдельные участки у государственной границы (бассейны рек Печенги, Лотты, Ноты, Ены) имеют повышенные значения подземного стока в реки (до $2,5-3,5 \text{ л/скм}^2$). Благоприятные условия формирования подземного стока и его большие величины в бассейнах рек Оленицы и Кузреки обусловлены развитием здесь единого комплекса порово- и трещинно-пластовых вод, содержащихся в песчаных разностях морских отложений и сильно трещиноватых породах терской свиты, отличающихся значительной водообильностью.

В бассейне р. Печенги подземный сток в реки формируется напорными водами из верхней сильно трещиноватой зоны коренных пород, тектоническая нарушенность которых подтверждается их высокой обводненностью. Модуль подземного стока здесь колеблется от 2,3 до 3,3 л/с км², а доля его в речном стоке составляет 20-25%.

В бассейнах рек Лотты и Ноты грунтовые воды четвертичных отложений и верхней трещиноватой зоны кристаллических пород, выклиниваясь в бортах долин, собираются в мощной толще долинных отложений и увеличивают долю подземного стока в речном до 25-30%. При этом абсолютная величина его возрастает до 3,0 л/с км².

В бассейне р. Ены увеличение подземного стока в реки происходит за счет дренирования водообильной коры выветривания, имеющей значительную мощность. Здесь модули подземного стока возрастают до 3,0 и даже 4,9 л/с км² (р. Ена), а доля его в речном стоке увеличивается до 30-40%.

2. Особенности формирования максимального весеннего стока на реках

2.1 Основные факторы максимального весеннего стока

В целом можно выделить четыре группы факторов, участвующих в формировании весеннего половодья: климатические, геоморфологические, растительные, антропогенные. Каждая группа включает несколько факторов, в той или иной степени влияющих на формирование половодья. При этом каждый фактор состоит из нескольких составляющих.

Естественно, что основными факторами формирования половодья является группа климатических факторов.

В данной группе на первом месте находятся осадки. Они могут быть твердыми и жидкими. К твердым относятся снеготаяния, определяемые на водосборе к началу половодья, а также выпадающие в период половодья снег, снежная или ледяная крупа. Последние не имеют существенного значения и могут не учитываться, в то время как выпадающие в период половодья жидкие осадки (дождь, морось) могут формировать дополнительные пики на подъеме и на спаде половодья.

Вторым наиболее существенным климатическим фактором является температура воздуха. При этом если снеготаяния определяют объем половодья и его максимум, то ход температуры воздуха влияет на интенсивность снеготаяния.

Чем больше сумма положительных температур воздуха за период снеготаяния, тем интенсивнее проходит снеготаяние, тем короче период подъема и быстрее наступает максимум половодья.

Осадки и температура воздуха создают пик половодья, его максимальный расход, определяют продолжительность и общий объем половодья.

Температура земной поверхности может иметь двойное значение. В период отрицательных значений температуры замерзшая почва играет роль запирающего слоя, препятствующего инфильтрации, образующейся на поверхности водосбора воды, что ведет к увеличению поверхностного стока. В случае же оттаивания или отсутствия промерзания почво-грунтов происходит инфильтрация поверхностных вод, что ведет к снижению поверхностного стока.

Следовательно, чем ниже зимние температуры воздуха и почвы и длительнее период их стояния, тем больше глубина промерзания почво-грунтов, тем больше и коэффициент стока в период половодья при прочих равных условиях.

В зимний сезон испарение с поверхности водосбора является наименьшим в году. Однако с началом весны испарение быстро возрастает, а в последней стадии снеготаяния, когда обнажается большая часть поверхности водосбора и появляется открытая вода, потери на испарение становятся наибольшими. Но с образующимся количеством воды на водосборе они не сопоставимы.

Если климатические факторы определяют количество воды, образующейся в результате снеготаяния и выпадения дождей, то геоморфологические факторы в основном трансформируют ее запасы во времени и по территории бассейна реки, определяя потери воды на водосборе и время ее добегания до расчетного створа. Их количество весьма велико и разнообразно.

Общее представление о водосборе дает его рельеф, рассматриваемый как часть географического понятия ландшафта, поскольку с ним связаны изменения климатических и геологических факторов, характера растительности, почво-грунтов водосбора. Их изменения по большой территории отражаются широтной или вертикальной географической зональностью.

При учете рельефа, как одного из геоморфологических факторов, участвующих в формировании половодья, выделяют равнины, возвышенности и горы. На равнинах существуют низменности и плоскогорья. Последние могут иметь отметки водосборов на 200-300 м выше, чем низменности.

Это обуславливает большую расчлененность водосборов и глубину вреза русел рек. Возвышенности обычно характерны для равнинных территорий и по ним проходят границы водосборов рек, что хорошо отражается на картах гидрологических районов.

На возвышенностях существенно возрастают уклоны водосборов, что увеличивает скорость стекания поверхностных вод и уменьшает время их добегания до русловой сети и до замыкающего створа. Однако наибольшие скорости поверхностных вод наблюдаются в горных районах, которые делятся на низкогорные, среднегорные и высокогорные районы. Соответственно с этими районами меняется и количество выпадающих осадков.

Наименьшее количество осадков (и преимущественно в твердой фазе) выпадает в высокогорных районах. Их высота превышает 2000-3000 м. К низкогорным обычно относят предгорья, высота которых не превышает 1000 м. С одной стороны, они как бы продолжают равнинный ландшафт, с другой - переходят в горы, образуя среднегорные зоны. Для этих ландшафтов характерно наибольшее количество выпадающих осадков.

При наличии на водосборе реки низменности в нижней части и высокогорной зоны в верховьях основное питание река получит в среднегорной и низкогорной зонах. А основные потери от выпавших осадков произойдут в равнинной части водосбора, поскольку там встречается много различного рода понижений, бессточных участков, а также существуют малые уклоны местности. Это обуславливает увеличенные потери поверхностного стока на аккумуляцию и инфильтрацию. Равнинные формы

рельефа способствуют формированию относительно невысоких берегов рек, что в период снеготаяния и формирования половодья ведет к разливам рек и затоплению обширных территорий. Наличие низменных территорий благоприятствует длительной задержке воды на поверхности водосбора, что растягивает половодье во времени.

Общим приемником осадков, выпадающих на данную территорию в жидком или твердом виде, является площадь водосбора. В период снеготаяния объем стекающей воды будет зависеть от площади водосборов - чем она больше, тем больше и сток. Однако эта закономерность в ряде случаев нарушается. Так, в некоторых местах сток может уменьшаться вплоть до его исчезновения на отдельных участках. В аридной зоне река может просто постепенно исчезнуть в песках. В горных районах при выходе рек на равнину в зону недостаточного увлажнения также происходит уменьшение стока.

На малых водосборах большую роль могут играть отдельные факторы. Например, неравномерность залегания снега, перенос его с открытых поверхностей одного водосбора на соседний залесенный. На водосборах средних рек различие факторов на отдельных малых водосборах нивелируется по общему водосбору. На больших водосборах изменение модуля стока происходит в основном вследствие смены климатических факторов, когда река из одной климатической зоны переходит в другую.

Поверхность водосбора имеет различную степень расчлененности, что может существенно влиять на распределение снега по водосбору, особенно в степных и лесостепных районах. Водосбор может быть слабо расчлененным и сильно расчлененным. Последний имеет значительное количество логов, балок, оврагов, небольших долин, ручьев, в которых в зимний сезон скапливается большое количество снега, переносимого с открытых, относительно высоких участков (особенно водоразделов). Перед началом снеготаяния глубина снега на открытых участках водосбора может составлять всего 5-10 см, а на пониженных местах достигать 1-2 м. Слабо

расчлененные водосборы имеют более равномерное покрытие снегом, а также более равномерное снеготаяние.

С другой стороны, чем более расчленен водосбор, тем быстрее образующаяся от таяния вода добежит до главного русла.

Немаловажную роль играет экспозиция склонов водосбора. Преобладание южных склонов на водосборе обуславливает более раннее таяние снега и быстрый его сход по сравнению с соседним водосбором, имеющим преимущественно северные склоны. Поэтому максимальный расход воды будет больше, а продолжительность половодья меньше, чем при прочих равных условиях на северных склонах. Естественно, что при наличии склонов разной экспозиции (смешанная экспозиция) при относительно одинаковой доли каждой экспозиции различие в формировании максимального расхода и продолжительности половодья может возникать от преобладающего типа весны.

Наибольшее разнообразие в процессе снеготаяния будет при преобладании солярного снеготаяния при смешанной экспозиции, а наименьшее - при адвективном. Таким образом, экспозиция склонов может оказывать такое же существенное влияние на дружность половодья, как и расчлененность поверхности водосбора, особенно при равнинном ландшафте. Чем больше расчленен водосбор, тем разнообразнее экспозиции склонов и их уклоны. Понятно, что чем больше уклон поверхности водосбора, тем больше скорость течения образующихся от снеготаяния вод. Однако интенсивность снеготаяния на южных склонах будет существенно больше, чем на северных. Поэтому длительная продолжительность снеготаяния на северных склонах обусловит растянутость половодья даже при больших уклонах, чем на южных.

Различие в расчлененности поверхности водосборов, экспозиции склонов на водосборе и между водосборами и отличие в уклонах ведут к тому, что в районах с одинаковыми климатическими условиями наибольшие максимальные расходы воды на соседних водосборах сходного размера

наблюдаются в разные годы. Более того, различие может наблюдаться на одной и той же средней реке в верхней и нижней частях водосбора.

Наличие на поверхности водосбора естественных аккумуляторов стока, задерживающих воду (озер, болот и различного рода понижений), способствует снижению максимальных расходов воды в расчетном створе реки и увеличению продолжительности половодья. При этом возрастают и потери воды, образовавшейся в результате снеготаяния, на испарение и инфильтрацию.

Объем аккумулированной воды зависит от объема сливной призмы озера или болота. Однако их определение при отсутствии гидрометрических данных вынуждает использовать при расчетах данные лишь о площади поверхности водного объекта. Временные естественные водоемы и другие микропонижения, возникающие в период снеготаяния, несколько увеличивают потери воды на испарение, но в основном переводят открытую поверхностную воду в почвенную, которая медленно стекает по поверхности водосбора в местную гидрографическую сеть и частично инфильтрируется, создавая верховодку и питая подземные водоносные горизонты.

Интенсивность инфильтрации поверхностных вод, образующихся при снеготаянии, зависит от типа почво-грунтов водосбора, их структуры и предшествующего снеготаянию увлажнения, глубины промерзания, наличия многолетней мерзлоты, морозобойных трещин или ледяной корки на поверхности водосбора.

Преобладающий в бассейне реки тип почво-грунтов, точнее их механический состав, структура почв определяют водопоглотительную способность поверхности водосбора, т.е. потери поверхностного стока в период формирования половодья. Наибольшая разница в водопроницаемости существует между супесчаными (песчаными) и суглинистыми (глинистыми) почво-грунтами. При этом большое значение имеет характер преобладающего угодья. Лесные суглинистые почво-грунты имеют водопроницаемость на 20-25 % больше, чем полевые. А на супесчаных эта

разница возрастает в 2-2,5 раза. На песчаных почво-грунтах она достигает трех и более раз. Наибольшая разница в водопроницаемости существует между полевыми суглинистыми и лесными песчаными почво-грунтами. Она отличается в среднем в 15 раз. Поэтому при преобладании суглинистых почво-грунтов на водосборе поверхностный сток будет значительно больше, чем на супесчаных и песчаных водосборах при прочих равных условиях.

Бесструктурные или слабоструктурные породы снижают водопроницаемость почво-грунтов и способствуют увеличению поверхностного стока, как и наличие плотных, не пористых и не трещиноватых пород. В районах многолетней мерзлоты роль плотных слабопроницаемых пород играет промерзший грунт.

Появление на поверхности водосбора ледяной корки ведет к резкому увеличению поверхностного стока и скоростей его стекания.

В особо суровые зимы при глубоком промерзании почвы могут образовываться глубокие морозобойные трещины, что способствует снижению коэффициента поверхностного стока.

Однако подготовка водосбора к формированию половодья происходит еще с осени, когда производится осеннее увлажнение бассейна реки. В этом случае учитывается средняя по бассейну реки влажность почво-грунтов перед началом зимнего сезона.

Чем меньше их влажность (сухая осень), тем больше вероятность увеличения потерь воды при снеготаянии весной, т.е. тем меньше коэффициент стока. При большой влажности почво-грунтов (мокрая осень) потери поверхностного стока в результате инфильтрации будут значительно меньше, чем при сухой осени, т.е. коэффициент поверхностного стока в результате инфильтрации будет большим, что способствует формированию высокого половодья.

Таким образом, предшествующую началу половодья увлажненность бассейна можно разделить на три случая: слабая увлажненность (сухой

бассейн), средняя увлажненность (что чаще всего наблюдается) и большая увлажненность (что способствует формированию высокого половодья).

Особую роль в увлажненности бассейна играет многолетняя мерзлота. Подземные горизонты льда являются запирающим слоем для попадающей с поверхности воды, а при таянии льдов увеличивают увлажнение почвогрунтов и дают дополнительное питание рекам.

Определенную роль в формировании половодья играет конфигурация водосбора. Прежде всего она влияет на форму гидрографа и его продолжительность. При относительно симметричной форме водосбора, т.е. приблизительно одинаковой форме (и площади) левой и правой частей водосбора, время добегания воды до русла реки будет одинаковым (при остальных равных условиях) и гидрограф стока будет иметь одну вершину. А при асимметричной форме водосбора гидрограф может иметь две и более вершин в результате разного времени добегания воды с левой и правой частей водосбора, что отразится и на продолжительности половодья. Это наиболее заметно для средних и больших рек, имеющих к тому же часто разные климатические условия и разные ландшафты на различных частях водосбора.

На малых реках при внутрисуточном ходе снеготаяния формируется волна половодья, состоящая из ряда суточных гидрографов стока.

Наличие на водосборах рек объектов дополнительного питания в виде ледников, снежников или наледей создает особые условия формирования половодья. Прежде всего это выражается в увеличении расходов воды и продолжительности половодья. Для рек с ледниковым питанием формирование половодья начинается весной в нижней части водосбора, находящейся на малых высотах, а пик половодья наблюдается в летний сезон, когда начинается наиболее интенсивное таяние ледников, находящихся на больших высотах водосбора. Поэтому гидрограф стока ледниковых рек в теплый сезон в целом соответствует графику хода среднесуточных температур воздуха. Наибольшие расходы воды проходят на

реках в наиболее жаркие периоды. Естественно, что в формировании половодья участвуют не только снеговые (ледниковые) воды, но и дожди, особенно в нижних частях водосборов. Следовательно, формирование максимальных расходов воды является смешанным - снего-дождевым.

В горных районах, при отсутствии ледников, дополнительное питание в период формирования половодья реки могут получать при таянии снежников. В этом случае происходит увеличение не только расходов воды, но и продолжительности половодья. Одновременно может возрастать доля дождевых вод, участвующих в питании рек. Однако роль снежников несопоставимо мала по сравнению с ролью ледников.

Таким образом, наличие на водосборах рек ледников, снежников или наледей обуславливает увеличение максимальных расходов воды и продолжительности формирования половодья, а также возрастание роли дождевых вод в их формировании.

Особую роль в формировании половодья играет растительность, поскольку она влияет как на накопление осадков, так и на их расходование. Лесная растительность влияет на накопление осадков на водосборе и их распределение на поверхности, особенно в зимний сезон.

В зимний сезон в результате переноса снега с открытых пространств в лесные массивы снегозапасы увеличиваются до 10 % в хвойных лесах и до 20-30 % - в смешанных лесах.

Неравномерное распределение снегозапасов обуславливает различие в количестве инфильтрующейся воды в почво-грунты, т.е. разный коэффициент стока. На него влияет и разница в характере почво-грунтов и их покрытия.

В облесенных бассейнах они более пористые, чем в необлесенных вследствие наличия разного рода пустот и корневых ходов, рыхлой лесной подстилки, наличия мха, листьев. Поэтому сток воды непосредственно по поверхности наблюдается лишь в отдельных местах. Основная часть стока

происходит в верхних горизонтах почвы, а затем в первом водоносном горизонте. В многоводную весну, таким образом, стекает 70-80 % воды, образующей пик половодья, а в маловодную - лишь 20-40 %. Остальная вода уходит на питание более глубоких водоносных горизонтов.

При вырубке лесов сохраняются лесные почвы, поэтому характер поверхностного стока меняется несущественно. Если лесные почвы впоследствии не используются для сельского хозяйства, то происходит лишь смена форм растительности. Хвойные леса замещаются лиственными или кустарником. В этом случае испарение может быть меньше, чем с поля.

На открытых пространствах (луг, поле) перераспределение снегозапасов происходит в основном за счет неровностей рельефа, т.е. имеет значение расчлененность водосбора, о чем уже было сказано ранее. При этом наличие кустарниковой растительности способствует снегозадержанию.

Хозяйственная деятельность на речных водосборах может оказывать существенное влияние на формирование половодья.

Наличие в русле реки или на ее водосборе водохранилища или пруда существенно искажает характер половодья, уменьшая максимальные расходы воды и его продолжительность ниже плотины. Это влияние будет особенно большим при наличии каскада прудов или водохранилищ, что нередко существует в степных районах. Однако в случае прорыва хотя бы одной из плотин может произойти наводнение вплоть до катастрофического.

При осушении заболоченных земель образуется сеть дренажных канав и каналов, которые позволяют увеличить сброс поверхностной воды, образующейся при снеготаянии и не попавшей в подземные воды. Поэтому гидрограф половодья имеет более резкий вид - быстрый подъем и быстрый спад расходов воды по сравнению со стоком с естественных водосборов.

При осуществлении агротехнических мероприятий на водосборе реки (снегозадержание, глубокая осенняя (зяблевая) пахота) увеличиваются потери поверхностных вод в весенний период в результате потерь на

инфильтрацию. Однако при нарушении правил пахоты на склонах водосбора поверхностный сток может резко увеличиться, что ведет к увеличению стока наносов, заилению русла и повышению уровня воды.

При наличии обширных застроенных территорий (урбанизированные территории) возможно уменьшение максимальных расходов воды на малых реках ниже города (поселка) вследствие вывоза снега с застроенных территорий, а также ускоренного таяния снега на территории городов.

Таким образом, половодье на реках возникает в результате существующих до его формирования и в процессе его образования большого числа физико-географических и антропогенных факторов. Они могут воздействовать последовательно или одновременно в различном сочетании. Каждый из них в разные годы имеет различный вклад (весовой индекс) в его формирование. Более того, в отдельные годы не все факторы участвуют в образовании этого половодья. Поэтому перестановка факторов по их вкладу, как и их сочетание, меняется по годам. Исключение составляют лишь снеготпасы, ежегодно образующие половодье. При определенных условиях, в разряд определяющих могут выйти обычно второстепенные факторы. Так, при очень больших снеготпасых, способных сформировать катастрофическое половодье (определяющий фактор), и прочих средних условиях, очень сухая осень обусловит большие потери поверхностного стока, что приведет к значительному уменьшению половодья.

В зависимости от физико-географических условий, в которых находится бассейн реки, в формировании половодья могут участвовать не все ранее указанные факторы, а лишь часть из них. При этом фактор снеготпасов, как и температура воздуха, всегда участвует в формировании половодья, по его определению.

2.2 Особенности формирования весеннего половодья на реках Кольского полуострова

Весеннее половодье, как правило, начинается в конце апреля – начале мая, раньше на северо-востоке полуострова, а в горных районах примерно на 10 дней позднее. В отдельные годы сроки начала половодья колеблются в значительных пределах: от первой декады апреля до третьей декады мая и в горных районах – от середины апреля до первой декады июня.

На реках полуострова в период весеннего половодья проходит в среднем 40-60% годового стока, в отдельные годы до 80%. В этот период на реках наблюдаются максимальные расходы воды.

Величина среднего слоя стока за период половодья колеблется от 380-400 мм на севере территории до 120-150 мм на юго-западе, в горных районах средний слой стока половодья превышает 400-500 мм.

Наибольшая часть суммарного стока за весну падает на снеговой сток (70-80%), доля дождевого стока составляет примерно 10-15% суммарного. Грунтовый сток в период половодья составляет для большей части полуострова 5-7%, в горных районах и на крайнем юго-западе – 16-20%.

Формирование высоких половодий обуславливается относительно большими запасами воды в снеге и устойчивой затяжной зимой без значительных оттепелей с последующим дружным снеготаянием, сопровождающимся выпадением дождей.

Продолжительность половодья зависит главным образом от размеров водосборов и их озерности. На малых и средних реках, не зарегулированных озерами, средняя продолжительность половодья составляет 40-50 дней; на сильно зарегулированных и крупных реках – 80-90 дней; крайние пределы продолжительности половодья соответственно 22-60 и 40-130 дней.

Форма гидрографа половодья, как правило, одновершинная. Продолжительность фазы подъема составляет 0,25-0,40 общей

продолжительности половодья. В отдельные годы, преимущественно с невысокими максимальными расходами, гидрограф имеет сложную гребенчатую форму. Пик половодья в годы с низкими максимальными расходами проходит в среднем на 10-20 дней раньше, чем в годы с высокими максимумами.

Весеннее половодье сменяется летне-осенней меженью, которая почти ежегодно прерывается небольшими увеличениями водности от дождевых осадков.

3. Исследование и расчет временных рядов дат наступления максимума весеннего паводья

3.1 Исходные данные

В качестве исходных данные были использованы материалы наблюдений на 27 пунктах наблюдений, относительно равномерно расположенных по территории. Карта-схема с отмеченными пунктами наблюдений представлена на рисунке 3.1. Площади речных бассейнов находятся в диапазоне от 504 до 10200 км². Продолжительность наблюдений превышает 20 лет и в среднем составляет более 50 лет для всех характеристик. Основным критерием при выборе пунктов наблюдений было наличие наблюдений за последние годы, вплоть до 2011 г. Наибольшая продолжительность наблюдений составила 85 лет.

Хронологические графики дат наступления максимальных расходов воды весеннего половодья представлены в приложении А.

Таблица 3.1 – Сведения о гидрологических постах

№ на схеме	Код	Река - Пункт	Период наблюдений	A, км ²	Уклон реки, ‰	Средняя высота, м	Средний уклон вдсб	A _{оз}	A _б	A _л
1	71018	Печенга-Печенга	1958-2011	1680	1,8	210		7	15	45
2	71035	Титовка - 15,5 км от устья	1954-1996	942	1,6	220	66	7	10	15
3	71044	Ура – Ура-губа	1935,1937-2011	1020	2	180		10	15	40
4	71067	Печа-Падун	1932-2011	1600	3,1	230		3	15	60
5	71068	Шовна – 2 км от устья	1952-2011	508	3,9	180	61	4	20	75
6	71077	Вува - устье	1973-1983,1985-2000,2003	982	4,2	250	83	2	10	70
7	71085	р.Лотта - пор.Каллокоски	1960-2010	2540		240		5	15	70

Продолжение таблицы 3.1

№ на схеме	Код	Река - Пункт	Период наблюдений	A, км ²	Уклон реки, ‰	Средняя высота, м	Средний уклон вдсб	A _{оз}	A _б	A _л
8	71086	р.Лотта - пор.Ловнаоски	1966-2011	4530		220		8	20	60
9	71092	р.Акким - 6 км от устья	1966-2010	1400	1,4	190		11	15	75
10	71098	р.Кола - исток	1948-1996,2002-2011	575	4,6	200	51	15	15	55
11	71104	р.Кола - 1429 км	1928-2012	3780	2,6	220		6	15	55
12	71109	р.Кица - ст.Лопарская	1948-2010	1150	2	250		3	15	45
13	71126	р.Териберка - 60-ый км	1968-2011	933	1,4	240	57	6	10	5
14	71128	р.Териберка - пгт Териберка	1932-1979	2020	2,1	220		7	10	5
15	71131	р.Воронья - исток	1935-2011	3770	1,3	240		8	20	35
16	71165	р.Поной - с.Краснощелье	1940-2011	3810	1	220		1	30	25
17	71168	р.Поной - с.Каневка	1933-1936,1945-2011	10200	0,5	210		2	35	35
18	71179	р.Чапома - с.Чапома	1962-1996	1090	2,2	190		1	25	35
19	71185	р.Чаваньга - с.Чаваньга	1964-1968,1970-1972,1974-1977,1980-2011	1180	1,8	160		10	65	20
20	71186	р.Варзуга - с.Варзуга	1935-2011	7940	0,7	160		3	50	45
21	71193	р.Умба - исток	1935-2011	2380	1,6	330		16	15	45
22	71199	р.Умба - пор.Паялка	1931-2010	6470	1,4	210		13	30	50
23	71222	р.Колвица - д.Колвица	1962-1995	1260	3,2	160		13	15	70
24	71239	р.Толва - исток	1934-1940,1964-2011	3080	2,5	270		5	5	85
25	71241	р.Ена - пос. Ена	1934-1997,1999-2011	1620	4,8	310		1	5	90
26	71258	р.Монча - г.Мончегорск	1934-1938,1940-1954,1957-1960,1962-2010	1480	0,9	290		9	5	70
27	71260	р.Куреньга - г.Оленегорск	1934-2011	509	2,8	220	60	7	10	50

Исследование проводилось для дат начала весеннего половодья, наступления максимума весеннего половодья и его продолжительности.

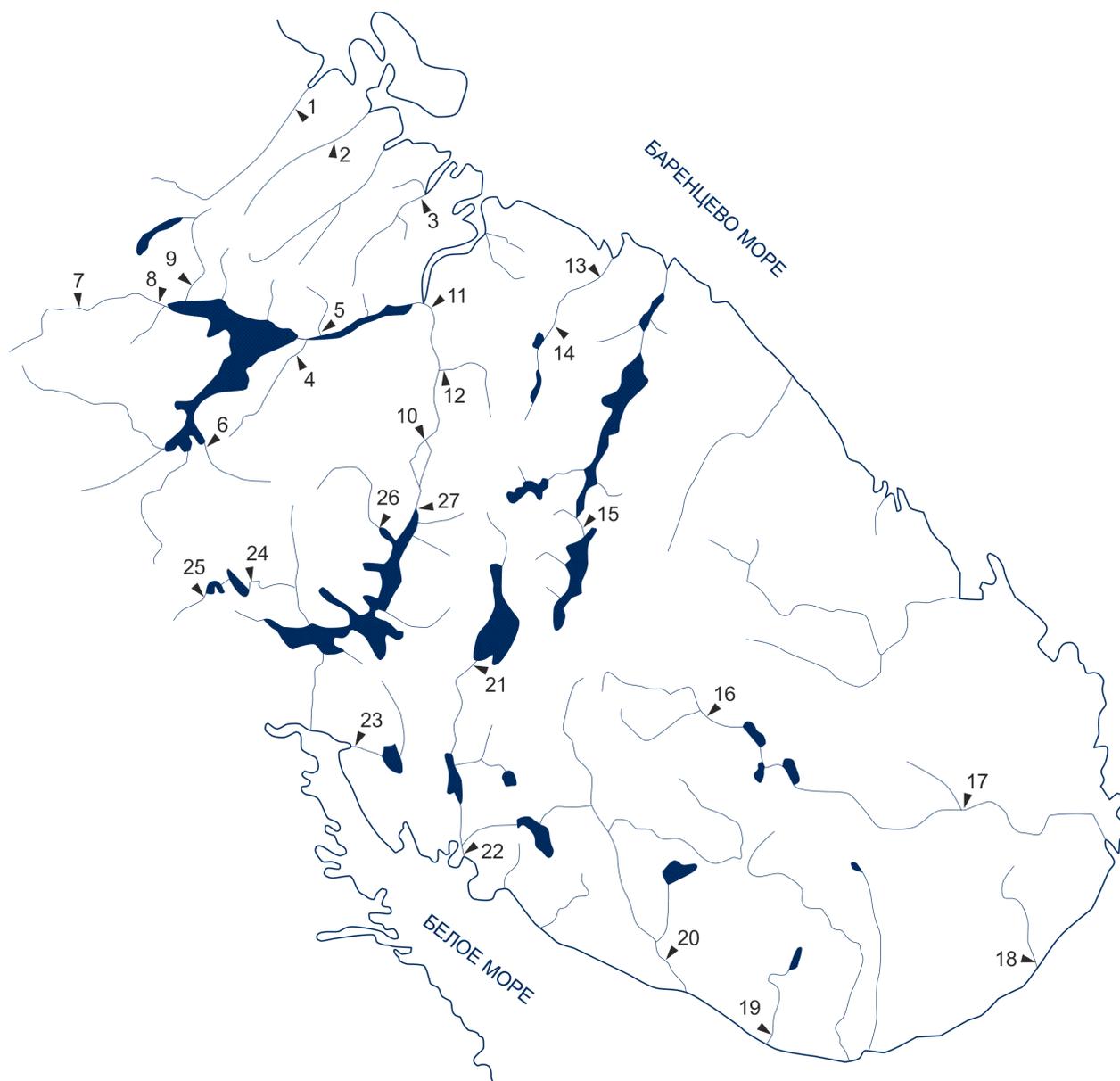


Рисунок 3.1 – Карта территории с пунктами наблюдений

3.2 Проверка рядов на однородность

Если в качестве математической модели для описания статистической структуры рядов рассматривать случайную величину, то статистические характеристики ряда не должны изменяться, т.е. все элементы данной выборки должны относиться к одной генеральной совокупности. По сути, это эквивалентно предположению о неизменности условий формирования стока. Если статистические характеристики отдельных частей ряда существенно отличаются, то такой ряд является неоднородным.

Оценка однородности исходных рядов осуществлялась при уровне значимости $2\alpha=5\%$ и $2\alpha=10\%$ с помощью стандартных (параметрических) критериев: Стьюдента (t) и Фишера (F).

Критерий Стьюдента позволяет оценить однородность средних значений двух частей выборки. При этом ряд разбивается на две части в том месте, где можно ожидать изменения случайных колебаний (если таких данных нет, то ряд делится на две равные части).

Статистика Стьюдента рассчитывается по уравнению:

$$t = (x - y) \cdot [n_x \cdot n_y \cdot (n_x - n_y - 2) / (n_x + n_y)]^{0.5} / (n_x \cdot \sigma_x^2 + n_y \cdot \sigma_y^2)^{0.5}, \quad (1)$$

где x и y – средние значения частей выборки;

n_x и n_y – число членов в каждой части;

σ_x и σ_y – средние квадратические отклонения.

Критическое значение статистики t определяется по таблице распределения t -статистики при данном уровне значимости и при числе степеней свободы $\nu = n_x + n_y - 2$.

Критерий Фишера позволяет оценить однородность дисперсий. Статистика F рассчитывается по уравнению:

$$F = \sigma_x^2 / \sigma_y^2, \quad (2)$$

где σ_x^2 и σ_y^2 – выборочные дисперсии, причем в числителе находится большая из них.

Критическое значение статистики F определяется в зависимости от ν_1 и ν_2 при принятом уровне значимости.

В данном случае внутрирядная и межрядная связь не учитывались ($r(1)=0$; $R=0$).

Гипотеза однородности опровергается, если рассчитанные статистики оказываются больше критических значений. В противном случае данные не противоречат выдвинутой гипотезе однородности.

Результаты анализа представлены в таблице 3.2.

При уровне значимости $2\alpha=5\%$ гипотеза об однородности ряда опровергается по критерию Фишера лишь в трех случаях для дат начала весеннего половодья, в шести случаях для дат наступления максимума, и не опровергается для продолжительности. Опровержение возникает из-за того, что при разрезке каждого ряда пополам, в одну выборку попадают и крайне ранние даты (и малые продолжительности), и крайне поздние (большие продолжительности). По критерию Стьюдента опровержение происходит в трех случаях для первой характеристики, в пяти случаях – для второй и третьей. В этих случаях выборки включают только один полный цикл колебаний водности, и при разрезке ряда пополам в одну половину попали значения многоводной фазы, а в другую – маловодной.

Таблица 3.2 – Результаты проверки рядов наблюдений на однородность

№ п/п	Река - Пункт	Код поста	Начало ВП		Пик ВП		Продолжительность	
			F	St	F	St	F	St
			2 α =5%	2 α =5%				
1	Печенга-Печенга	71018	+	+	+	+	+	+
2	Титовка - 15,5 км от устья	71035	+	+	+	+	+	+
3	Ура – Ура-губа	71044	+	+	+	+	+	-
4	Печа-Падун	71067	+	+	+	-	+	-
5	Шовна – 2 км от устья	71068	+	+	+	-	+	+
6	Вува - устье	71077	+	+	+	+	+	+
7	р.Лотта - пор.Каллокоски	71085	+	+	+	+	+	-
8	р.Лотта - пор.Ловнакоски	71086	+	+	-	+	+	+
9	р.Акким - 6 км от устья	71092	+	+	+	+	+	+
10	р.Кола - исток	71098	+	+	-	+	+	+
11	р.Кола - 1429 км	71104	+	+	-	+	+	+
12	р.Кица - ст.Лопарская	71109	+	+	+	+	+	+
13	р.Териберка - 60-ый км	71126	+	-	+	+	+	+
14	р.Териберка - пгт Териберка	71128	+	+	+	+	+	+
15	р.Воронья - исток	71131	+	-	+	+	+	+
16	р.Поной - с.Краснощелье	71165	+	+	+	+	+	+
17	р.Поной - с.Каневка	71168	+	+	+	+	+	+
18	р.Чапома - с.Чапома	71179	+	+	+	+	+	+
19	р.Чаваньга - с.Чаваньга	71185	+	+	+	-	+	+
20	р.Варзуга - с.Варзуга	71186	-	+	-	+	+	+
21	р.Умба - исток	71193	+	+	+	+	+	+
22	р.Умба - пор.Паялка	71199	+	+	-	-	+	-
23	р.Колвица - д.Колвица	71222	+	+	+	+	+	+
24	р.Толва - исток	71239	-	+	+	+	+	+
25	р.Ена - пос. Ена	71241	+	+	+	+	+	+
26	р.Монча - г.Мончегорск	71258	-	-	+	-	+	-
27	р.Куреньга - г.Оленегорск	71260	+	+	-	+	+	+

3.3 Расчет оценок параметров распределения

Расчет основных статистических характеристик рядов (среднего значения, коэффициента вариации и коэффициента асимметрии) производился методом моментов.

Средние значения определялись по формуле:

$$\bar{T} = \sum_1^N T_i / N, \quad (3)$$

где T_i – временная характеристика в отдельный год (в днях, в днях от начала года);

N – число лет наблюдений (число членов статистического ряда).

Относительная средняя квадратическая ошибка среднего равна:

$$\sigma_T = \pm \frac{C_v}{N} \cdot 100\% \quad (4)$$

где C_v – коэффициент вариации.

Коэффициент вариации по методу моментов определяется по формуле:

$$C_v = \frac{\sqrt{(\kappa - 1)^2}}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

где κ_i – модульный коэффициент.

Относительная средняя квадратическая ошибка коэффициента вариации в этом случае рассчитывается по формуле :

$$\sigma_{C_v} = \frac{\sqrt{1 + C_v^2}}{\sqrt{2N}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Коэффициент асимметрии можно установить с помощью формулы:

$$C_s = \frac{\sum_1^N (\kappa_i - 1)^3}{N \cdot C_v^3} \quad (7)$$

Относительная средняя квадратическая ошибка коэффициента асимметрии может быть определена по формуле:

$$\sigma_{c_s} = \sqrt{\frac{6}{N}} \sqrt{1 + 6C_v^2 + 5C_v^4} \cdot 100 \quad (8)$$

Расчеты показали, что на рассматриваемой территории величина коэффициента вариации дат начала половодья меняются от 0,06 до 0,09, для наступления максимума – от 0,06 до 0,10, для продолжительности – от 0,15 до 0,29. Погрешности расчетов среднего значения и коэффициента вариации во всех случаях оказались в пределах 10-15 %.

Основные статистические характеристики рядов представлены ниже.

Таблица 3.3 – Основные статистические характеристики рядов

№ п/п	Код поста	N	Ср.	Cv	Cs	Погрешности			r(1)
						%			
						Ср.	Cv	Cs	
НАЧАЛО ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ									
1	71018	54	119	0,09	0,35	1,22	9,66	34,14	0,08
2	71035	43	123	0,09	-0,2	1,37	10,83	38,26	0,04
3	71044	76	121	0,09	-0,04	1,03	8,14	28,78	0,06
4	71067	76	120	0,09	0,39	1,03	8,14	28,78	0,05
5	71068	59	121	0,08	0,05	1,04	9,24	32,50	0,03
6	71077	18	120	0,06	-0,49	1,41	16,70	58,36	0,10
7	71085	51	121	0,08	0,34	1,12	9,93	34,96	0,09
8	71086	46	121	0,08	0,4	1,18	10,46	36,81	0,26
9	71092	45	123	0,08	0,13	1,19	10,57	37,21	0,43
10	71098	59	122	0,08	0,2	1,04	9,24	32,50	0,03
11	71104	85	121	0,08	0,27	0,87	7,69	27,08	0,08
12	71109	63	122	0,09	0,2	1,13	8,94	31,61	0,03
13	71126	42	124	0,08	-0,02	1,23	10,95	38,52	0,34
14	71128	48	127	0,09	-0,23	1,30	10,25	36,21	0,04
15	71131	74	124	0,09	0,01	1,05	8,25	29,16	0,11
16	71165	71	123	0,08	-0,04	0,95	8,42	29,63	0,02
17	71168	71	122	0,08	-0,11	0,95	8,42	29,63	0,02
18	71179	35	121	0,08	-0,33	1,35	11,99	42,20	0,05
19	71185	42	120	0,07	0,14	1,08	10,94	38,35	0,04
20	71186	77	119	0,08	-0,13	0,91	8,08	28,45	0,02
21	71193	74	129	0,07	0,15	0,81	8,24	28,89	0,04
22	71199	78	120	0,07	-0,11	0,79	8,03	28,14	0,03
23	71222	34	126	0,07	0	1,20	12,16	42,62	0,08
24	71239	54	124	0,07	0,05	0,95	9,65	33,82	0,34
25	71241	74	120	0,09	0,22	1,05	8,25	29,16	0,04
26	71258	73	125	0,08	0,13	0,94	8,30	29,22	0,11
27	71260	75	122	0,08	0,1	0,92	8,19	28,83	0,14

Продолжение таблицы 3.3

ДАТА МАКСИМАЛЬНОГО РАСХОДА ВОДЫ									
№ п/п	Код поста	N	Ср.	Cv	Cs	Погрешности			r(1)
						%			
						Ср.	Cv	Cs	
1	71018	54	143	0,09	0,28	1,22	9,66	34,1	0,14
2	71035	43	144	0,08	-0,06	1,22	10,82	38,1	0,19
3	71044	76	144	0,08	0	0,92	8,14	28,6	0,05
4	71046	33	144	0,08	-0,13	1,39	12,35	43,5	0,24
5	71067	79	146	0,10	0,61	1,13	8,00	28,4	0,21
6	71068	57	142	0,08	0,34	1,06	9,40	33,1	0,2
7	71077	25	142	0,07	0,67	1,40	14,18	49,7	0,29
8	71085	51	141	0,07	-0,16	0,98	9,93	34,8	0,27
9	71086	46	141	0,07	-0,31	1,03	10,45	36,6	0,48
10	71092	43	143	0,07	-0,2	1,07	10,81	37,9	0,25
11	71098	59	146	0,08	1,04	1,04	9,24	32,5	0,08
12	71104	83	143	0,09	0,14	0,99	7,79	27,5	0,19
13	71109	63	141	0,08	-0,13	1,01	8,94	31,5	0,17
14	71126	41	148	0,07	-0,03	1,09	11,07	38,8	0,35
15	71128	48	152	0,09	-0,11	1,30	10,25	36,2	0,13
16	71131	74	152	0,09	0,31	1,05	8,25	29,2	0,07
17	71139	66	135	0,08	0	0,98	8,73	30,7	0,07
18	71165	72	140	0,08	-0,04	0,94	8,36	29,4	0,25
19	71168	70	142	0,08	0,09	0,96	8,48	29,8	0,12
20	71179	34	138	0,07	0,02	1,20	12,16	42,6	0,38
21	71185	42	136	0,07	0,18	1,08	10,94	38,4	0,11
22	71186	77	136	0,07	0,03	0,80	8,08	28,3	0,15
23	71193	77	178	0,07	0,21	0,80	8,08	28,3	0,02
24	71199	80	143	0,10	1,63	1,12	7,95	28,2	0,02
25	71222	34	146	0,06	-0,4	1,03	12,15	42,5	0,11
26	71239	55	150	0,07	0,01	0,94	9,56	33,5	0,05
27	71241	77	142	0,08	-0,04	0,91	8,08	28,4	0,12
28	71258	70	151	0,09	0,46	1,08	8,49	30,0	0,13
29	71260	77	143	0,08	0,82	0,91	8,08	28,4	0,03

Продолжение таблицы 3.3

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ									
№ п/п	Код поста	N	Ср.	Cv	Cs	Погрешности			r(1)
						%			
						Ср.	Cv	Cs	
1	71018	54	62	0,22	0,08	2,99	9,85	38,0	0,12
2	71035	43	59	0,24	0,02	3,66	11,09	43,6	0,05
3	71044	76	66	0,23	-0,03	2,64	8,32	32,4	0,06
4	71067	76	63	0,25	0,4	2,87	8,36	33,2	0,16
5	71068	57	59	0,22	0,38	2,91	9,59	37,0	0,07
6	71077	18	59	0,2	0,01	4,71	17,00	64,5	0,15
7	71085	51	60	0,24	0,13	3,36	10,18	40,0	0,03
8	71086	46	59	0,2	-0,34	2,95	10,63	40,3	0,14
9	71092	44	64	0,21	0,43	3,17	10,89	41,7	0,26
10	71098	59	69	0,26	0,45	3,38	9,51	38,1	0,03
11	71104	84	64	0,25	0,56	2,73	7,95	31,6	0,19
12	71109	63	59	0,24	0,43	3,02	9,16	36,0	0,03
13	71126	40	60	0,22	0,65	3,48	11,45	44,2	0,49
14	71128	48	65	0,21	0,6	3,03	10,43	39,9	0,04
15	71131	74	79	0,19	-0,06	2,21	8,37	31,5	0,02
16	71165	65	47	0,25	0,06	3,10	9,04	35,9	0,26
17	71168	71	64	0,2	-0,04	2,37	8,56	32,5	0,02
18	71179	35	52	0,26	0,05	4,39	12,35	49,5	0,18
19	71185	42	59	0,21	-0,1	3,24	11,15	42,7	0,2
20	71186	77	60	0,23	0,01	2,62	8,27	32,2	0,13
21	71193	48	56	0,23	0,04	3,32	10,47	40,8	0,04
22	71199	79	81	0,25	-0,14	2,81	8,20	32,5	0,44
23	71222	34	68	0,29	-0,22	4,97	12,63	52,1	0,51
24	71239	54	64	0,22	0,2	2,99	9,85	38,0	0,03
25	71241	74	56	0,24	0,02	2,79	8,45	33,2	0,02
26	71258	73	70	0,25	-0,08	2,93	8,53	33,9	0,18
27	71260	75	64	0,25	0,19	2,89	8,42	33,4	0,19

3.4 Построение эмпирических и подбор аналитических кривых обеспеченностей

Построение эмпирических кривых обеспеченности характеристик стока производилось с использованием формулы

$$P = [m/(n + 1)] * 100 \quad (9)$$

где P – оценка вероятности превышения членов;

m – место в ранжированной выборке;

n – объем выборки.

Для аппроксимации закона распределения дат наступления максимума весеннего половодья в рамках данной работы использовался нормальный закон распределения. Он был выбран, исходя из предположения, что вероятность наступления максимума половодья в ранние сроки и поздние сроки примерно одинакова.

Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей по рассматриваемым рекам представлены в приложении Б. Все аналитические кривые хорошо согласуются с эмпирическими данными, и, значит, аппроксимацию можно считать надежной.

3.5 Проверка рядов на линейный тренд

Со второй половины прошлого столетия на большей части Земли, но, в первую очередь, в северном полушарии, наблюдается направленное изменение климата. Эти климатические изменения могли отразиться на гидрологическом режиме рек, в частности, на максимальном стоке рек в период весеннего половодья, в том числе на его временных характеристиках. Поэтому в ходе дальнейшего исследования была выполнена проверка исходных рядов на линейный тренд и оценена его значимость.

Проверка осуществлялась на основе регрессионного анализа.

Оценивание значимости линейной регрессии осуществлялась с помощью F-критерия, представляющего собой отношение среднего квадрата, обусловленного регрессией ($\nu=1$), к среднему квадрату относительно регрессии ($\nu=n-2$).

$$F^* = \frac{(n-1)S^2 r^2}{\sigma^2} \quad (10)$$

где σ – стандартная ошибка уравнения линейного тренда; S – несмещенная ошибка СКО для ряда; r – коэффициент корреляции; n – длина ряда.

Регрессия считается значимой, если F^* больше теоретического значения статистики Фишера при принятом уровне значимости.

Анализ показал, что для большинства изучаемых рек характерен отрицательный тренд, однако во всех случаях он оказался статистически незначимым.

Хронологические графики многолетних колебаний дат наступления весеннего максимума представлены в приложении А.

4. Построение карт изохрон дат начала весеннего половодья и наступления максимума весеннего паводья

Карты изохрон являются одним из важнейших способов широкого территориального обобщения. Они отражают зональные изменения данной характеристики, соответствующие изменению зональных физико-географических факторов по рассматриваемой территории. Изменение этих факторов происходит плавно по территории, но с различной степенью интенсивности, определяющейся многолетним ходом климатических процессов и характером влияния на них подстилающей поверхности. Поэтому карты не отражают тех изменений, которые происходят под влиянием местных, а зональных факторов, обусловленных какими-то особенностями рельефа, геологического строения речного бассейна и прочими косвенными и условными факторами, что характерно для малых рек. С другой стороны, сток больших рек, формирующийся в различных климатических зонах, также не может быть отражен на картах, поскольку резко отличается от зонального.

Карты пригодны только для определённого диапазона рек, сток которых формируется сугубо под влиянием зональных факторов. Этот диапазон может оцениваться размерами речного бассейна, т.е.

$$A_1 < A_r < A_2,$$

где A_1 – первая критическая площадь бассейна, сток которой формируется под влиянием а зональных факторов; A_2 – вторая критическая площадь, реки с площадью больше A_2 относятся к категории полизональных, или больших рек; A_r – репрезентативная площадь бассейна реки, величина стока которой формируется под влиянием зональных факторов, реки этого диапазона площадей используются при построении карт.

При построении карт необходимо выбирать вполне определенную величину шага изолиний, для того, чтобы избежать неоправданного сгущения изолиний и обеспечить необходимую простоту и легкость интерполяции при пользовании картой.

Точность определения данной конкретной характеристики, определяемой по карте зависит от ошибки исходных данных и правильности наведения изохрон. Последнее обуславливается густотой распределения по территории гидрометрических створов.

Весеннее половодье является важной фазой гидрологического режима рек, и временные характеристики стока, главным образом, определяются климатическими условиями (снегозапасы в бассейне реки, температура воздуха, осадки), прочие факторы для большинства рек имеют подчиненное значение.

В рамках данной работы были построены карты изохрон для средних дат начала весеннего половодья, наступления максимума весеннего половодья – рисунки 4.1-4.2.

Карты-схемы, приведенные ниже, имеют определенное практическое значение.

При картировании временные характеристики были отнесены не к центрам речных бассейнов, как принято в практике расчётов стока воды, а к гидрометрическим створам, поскольку такой способ дает лучшую согласованность общего хода изохрон по территории.

Построенные карты показывают, что сроки как начала весеннего половодья, так и наступления максимума весеннего половодья достаточно плавно изменяются по территории.

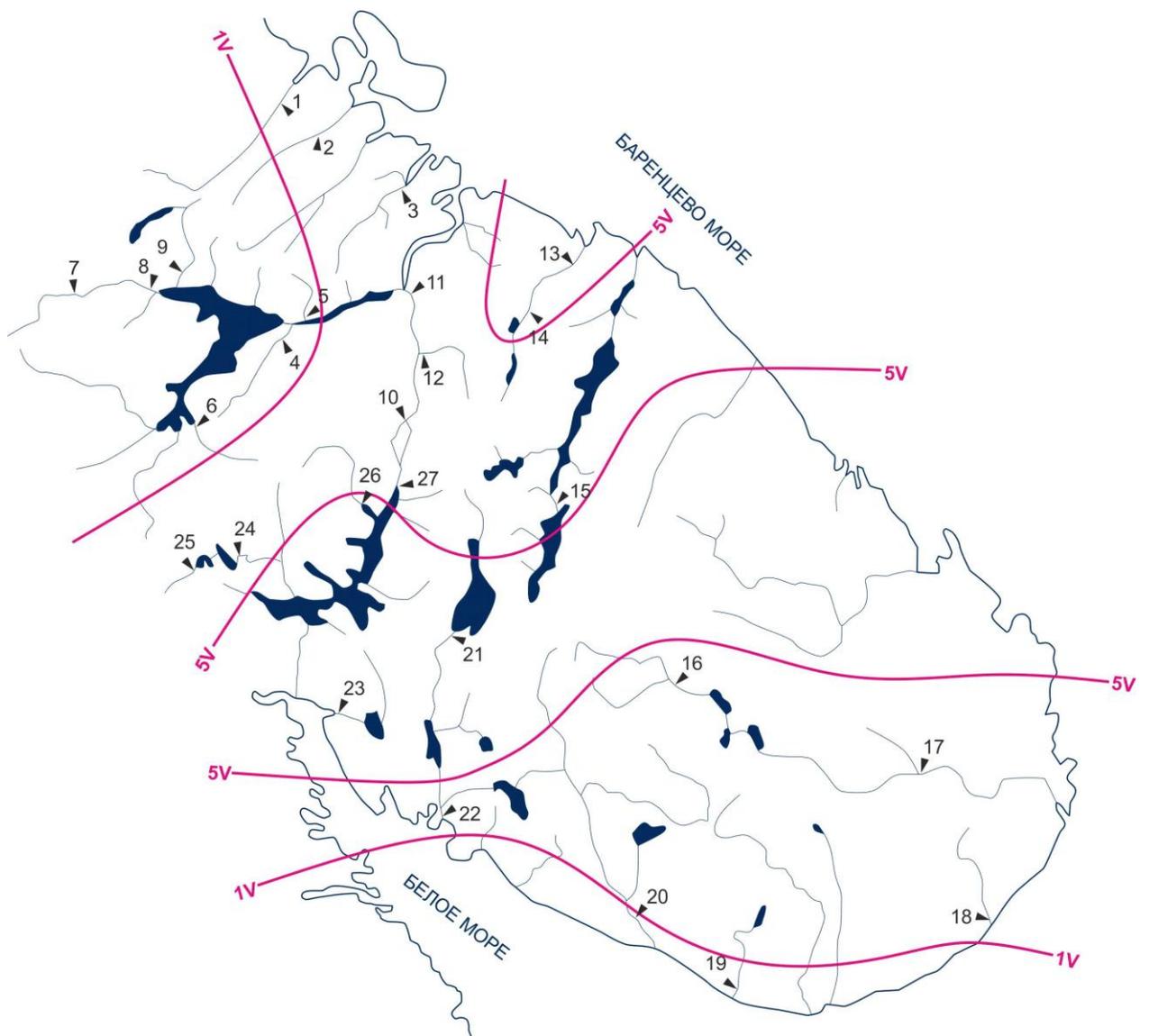


Рисунок 4.1 – Средние даты начала весеннего половодья

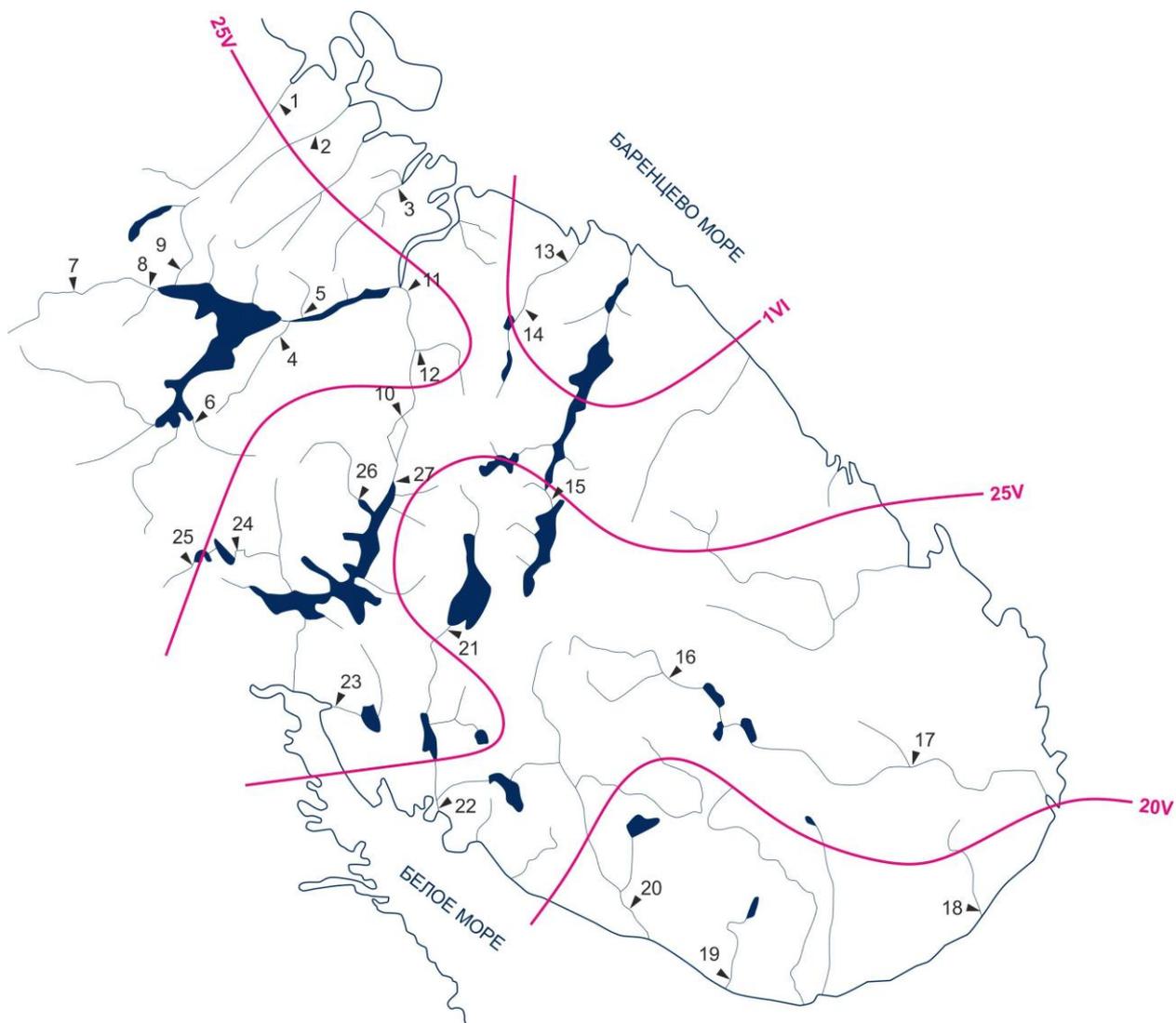


Рисунок 4.2 – Средние даты наступления максимума весеннего половодья

Продолжительность весеннего половодья зависит главным образом от размеров водосбора и их озерности. Построить карту изменения этой характеристики поэтому не представляется возможным. Однако, продолжительность весеннего половодья в среднем составляет 40-50 дней, увеличиваясь на реках с большой зарегулированностью.

Заключение

В результате проделанных исследований получены следующие результаты.

Проведен статистический анализ рядов дат начала весеннего половодья, наступления максимума весеннего половодья и его продолжительности. При анализе надежности исходной информации был сделан вывод о том, что погрешность расчетов коэффициента вариации и погрешность среднего в данном случае не превышает допустимые пределы, что свидетельствует о том, что расчеты можно считать надежными. При проверке однородности всех рядов по критерию Фишера и Стьюдента гипотеза об однородности опровергается лишь в трех случаях для дат начала весеннего половодья, в шести случаях для дат наступления максимума, и не опровергается для продолжительности. Опровержение возникает из-за того, что при разрезке каждого ряда пополам, в одну выборку попадают и крайне ранние даты (и малые продолжительности), и крайне поздние (большие продолжительности). По критерию Стьюдента опровержение происходит в трех случаях для первой характеристики, в пяти случаях – для второй и третьей. В этих случаях выборки включают только один полный цикл колебаний водности, и при разрезке ряда пополам в одну половину попали значения многоводной фазы, а в другую – маловодной.

Затем в работе были построены эмпирические и аналитические кривые для аппроксимации законов распределения. В качестве аппроксимирующей кривой можно рекомендовать нормальный закон распределения. Во многих случаях наблюдаемые данные хорошо согласуются с аналитическими кривыми.

В ходе дальнейшего исследования была выполнена проверка исходных рядов на линейный тренд и оценена его значимость. Проверка

осуществлялась на основе регрессионного анализа. Она показала, что для большинства изучаемых рек существует отрицательный тренд, но он оказался статистически незначимым.

Далее в настоящей работе рассматривалась возможность построения карт изохрон для дат начала весеннего половодья и наступления максимума весеннего половодья. Данные схематические карты построены для средних дат. Построенные карты показывают, что сроки начала весеннего половодья и наступления максимума весеннего половодья в целом плавно изменяются по территории.

Список использованной литературы

1. Владимиров А.М. Гидрологические расчёты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 368 с.
2. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты.– Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 431 с.
3. Дружинин В.С., Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации.– СПб.: Изд. РГГМУ, 2001.– 168 с.
4. СП 33-101-2003. Определение основных расчётных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, 2004.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 1. Кольский полуостров. /Под редакцией Ю.А.Елшина и канд. геогр. наук В.В. Куприянова. –Л.: Гидрометеиздат, 1970.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т.1. Кольский полуостров. – Л.: Гидрометеиздат, 1965, 1974, 1978.
7. Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов. Л.: Гидрометеиздат, 1990.– 276 с.
8. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии.- Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 422 с.
9. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984.
10. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып.8. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992.

Приложения

Приложение А. Хронологические графики многолетних колебаний

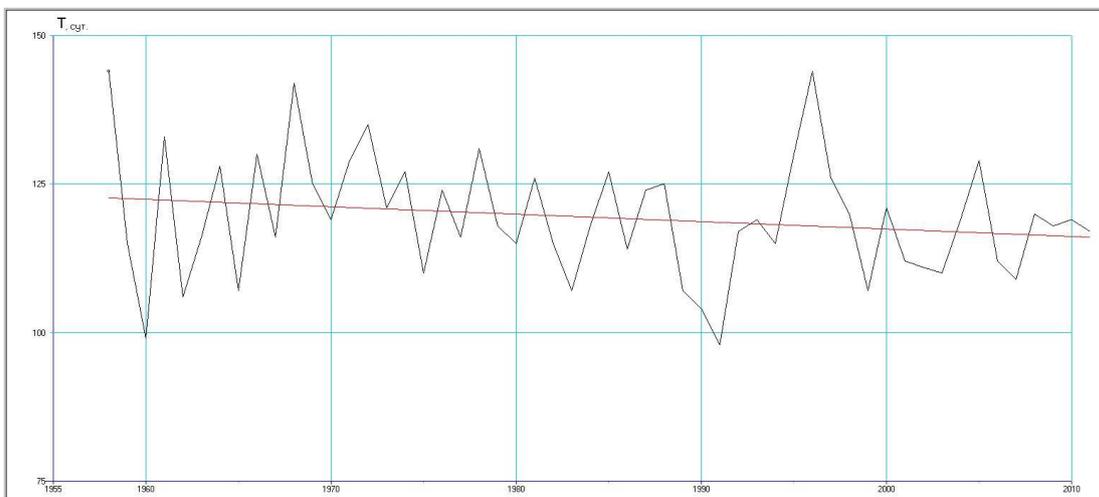


Рисунок А.1 - Даты начала весеннего половодья пост 71018

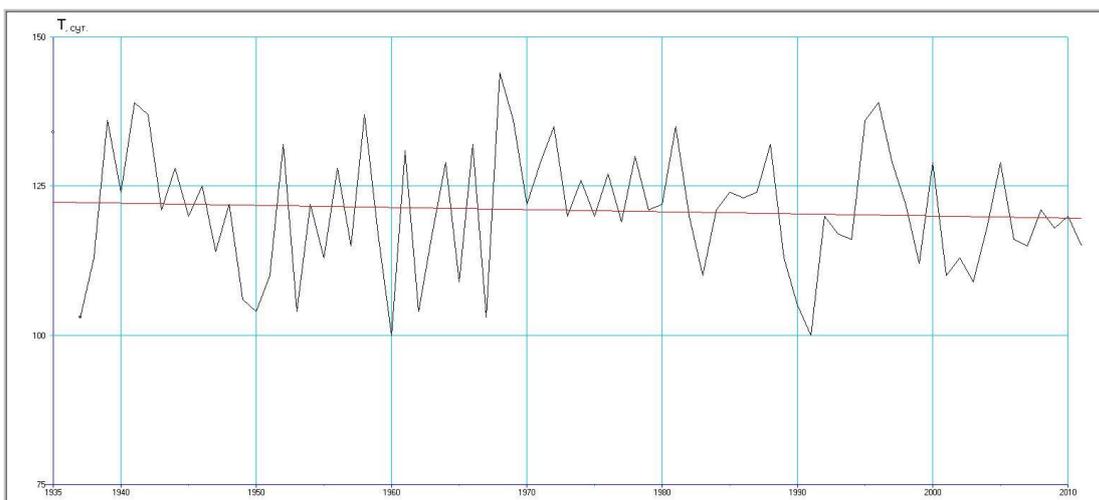


Рисунок А.2 - Даты начала весеннего половодья пост 71044

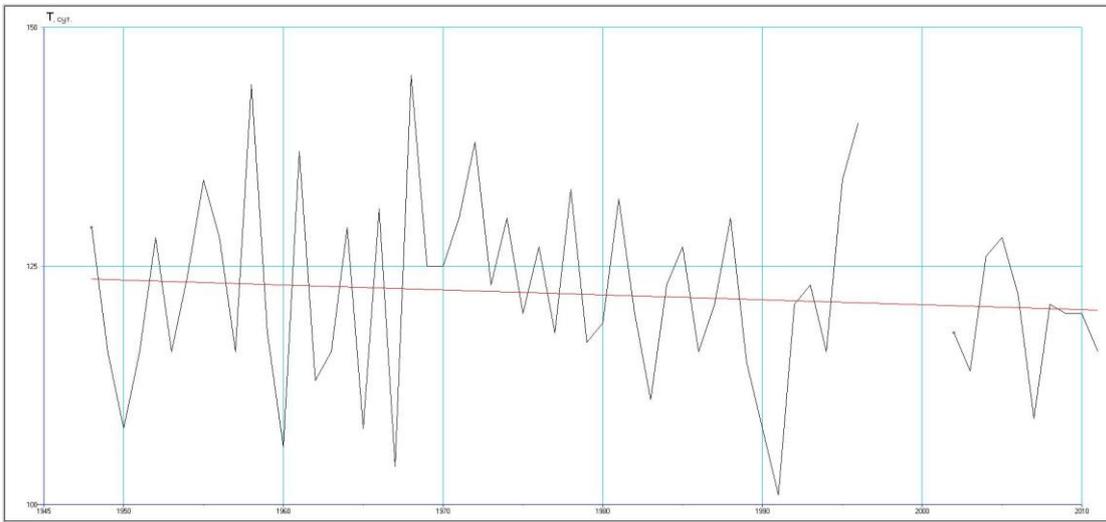


Рисунок А.3 - Даты начала весеннего половодья пост 71098

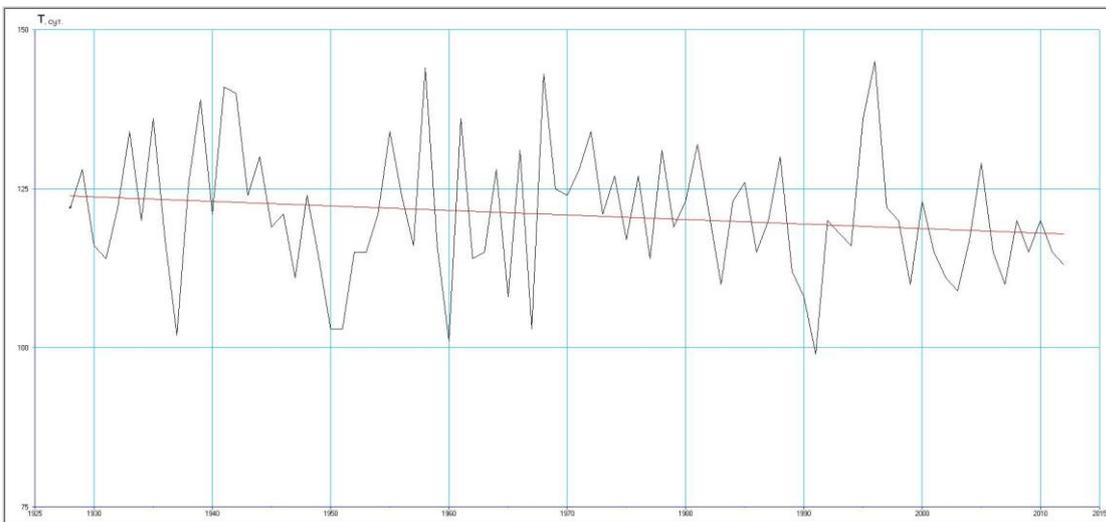


Рисунок А.4 - Даты начала весеннего половодья пост 71104

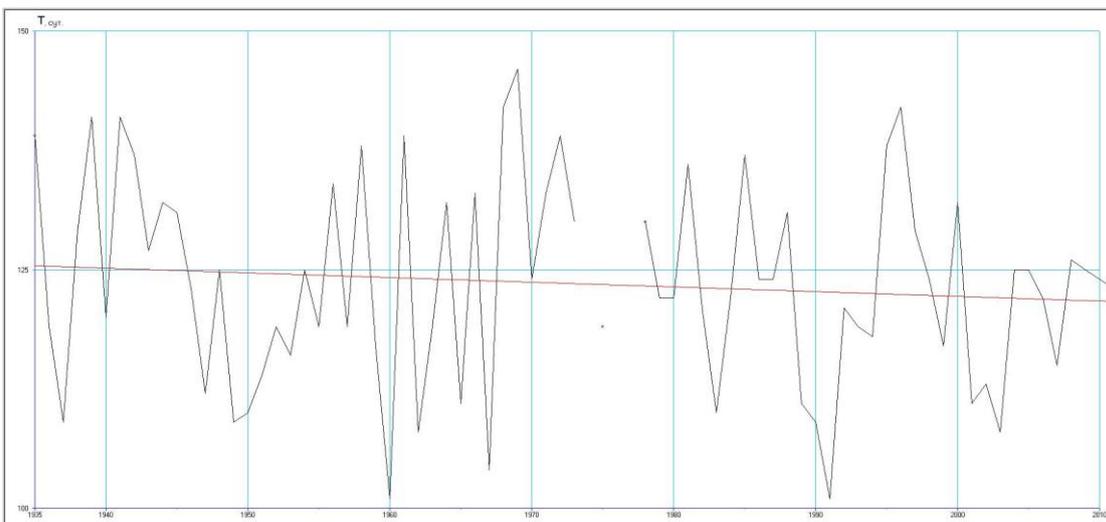


Рисунок А.5 - Даты начала весеннего половодья пост 71018

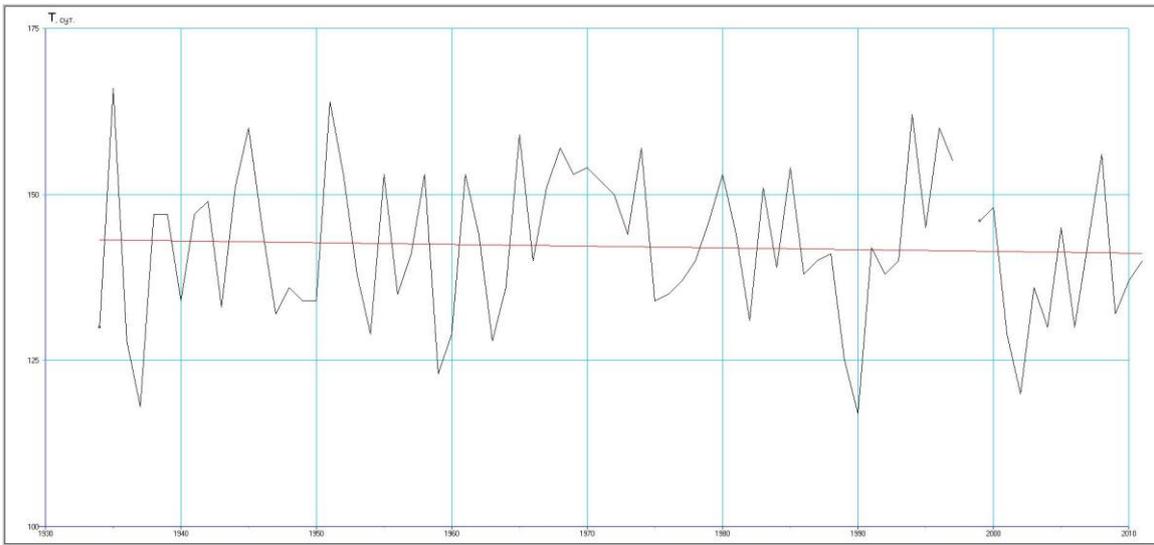


Рисунок А.6 - Даты наступления максимума весеннего половодья пост 71241

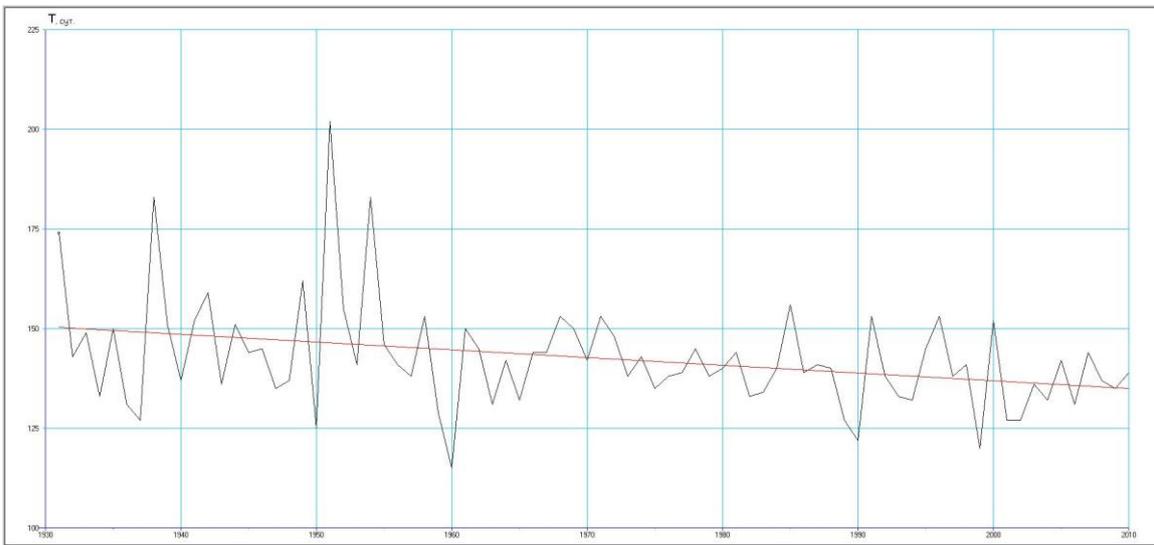


Рисунок А.7 - Даты наступления максимума весеннего половодья пост 71199

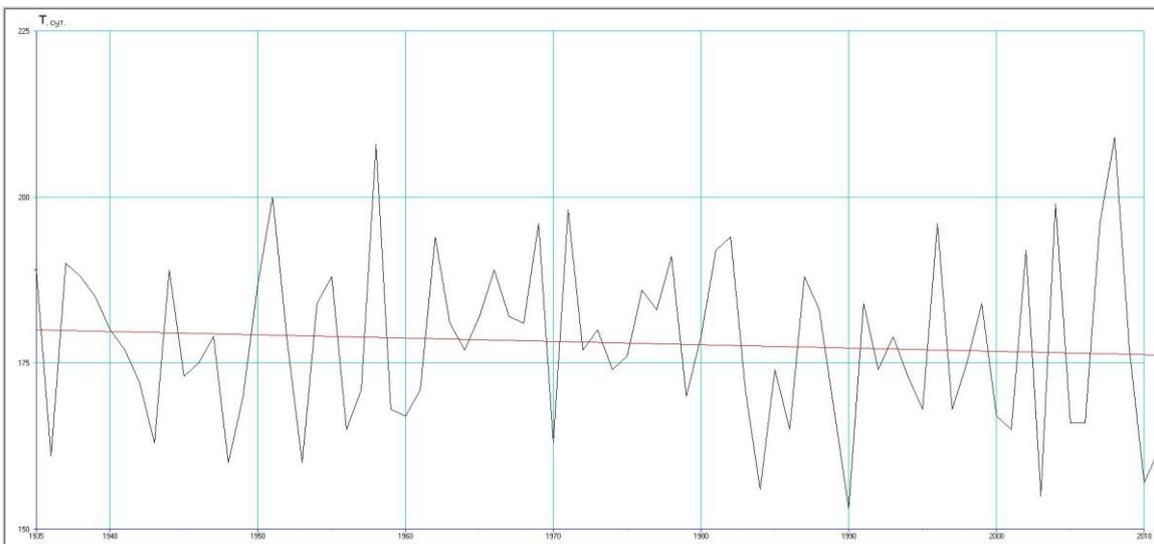


Рисунок А.8 - Даты наступления максимума весеннего половодья пост 71193

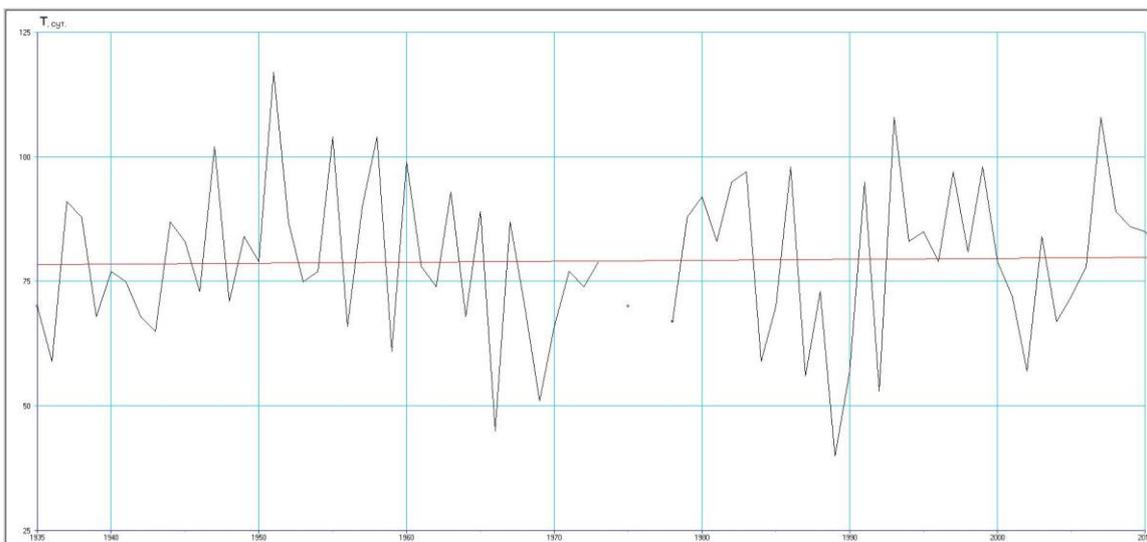


Рисунок А.9 - Продолжительность весеннего половодья пост 71131

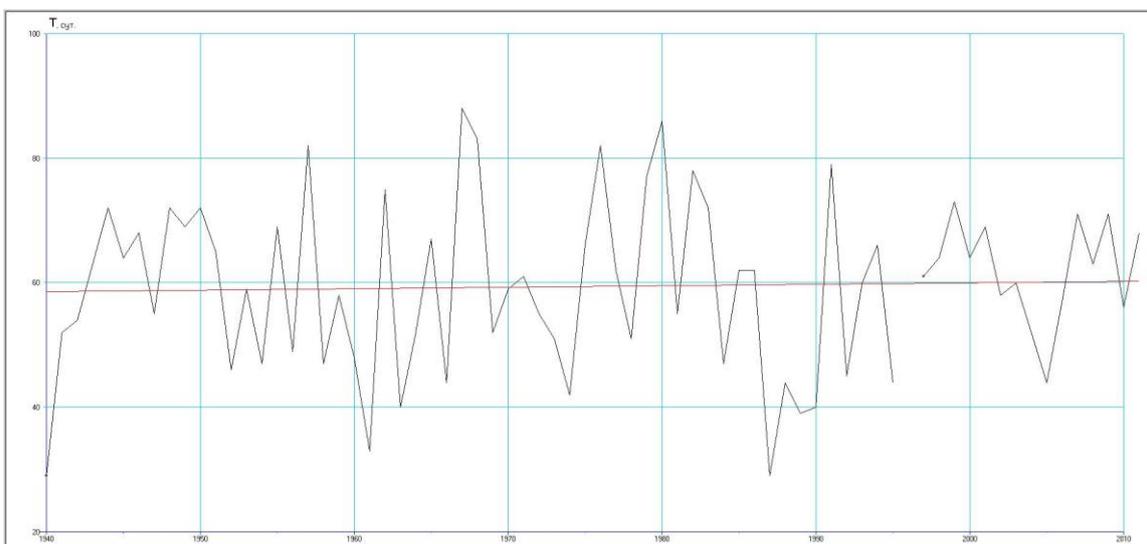


Рисунок А.10 - Продолжительность весеннего половодья пост 71131

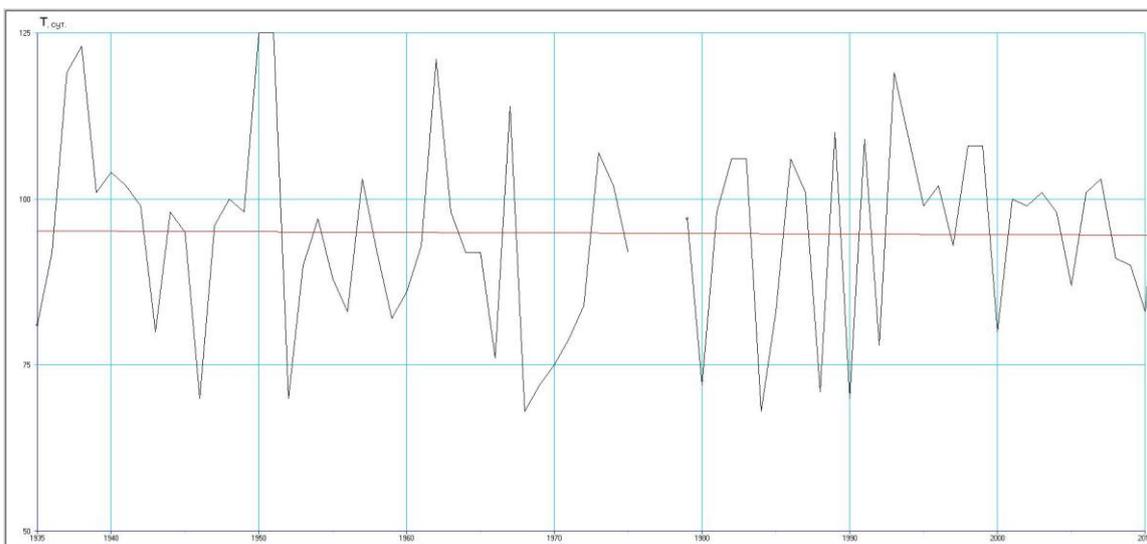


Рисунок А.11 - Продолжительность весеннего половодья пост 71193

Приложение Б. Эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей

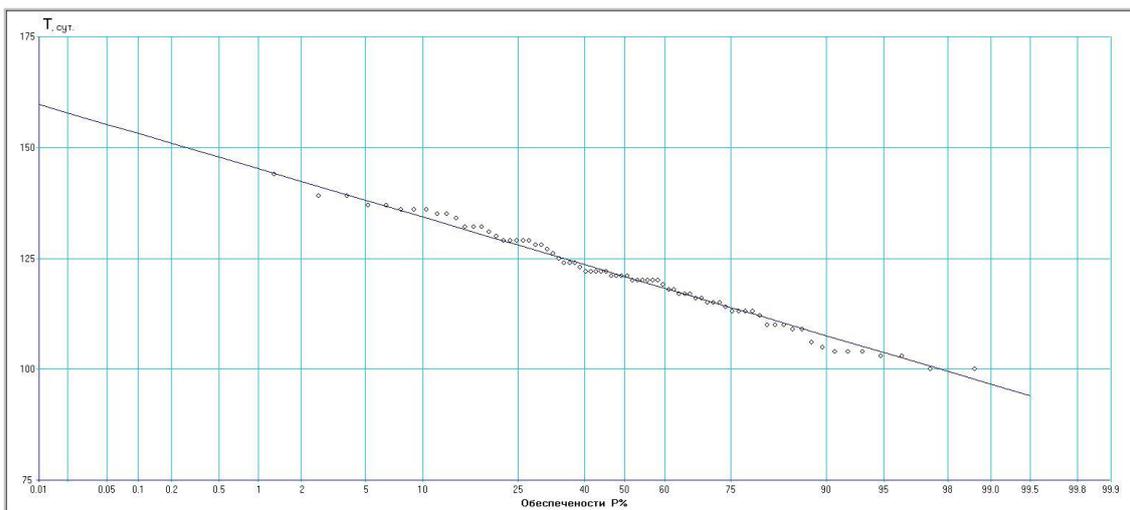


Рисунок Б.1 - Даты начала весеннего половодья пост 71044

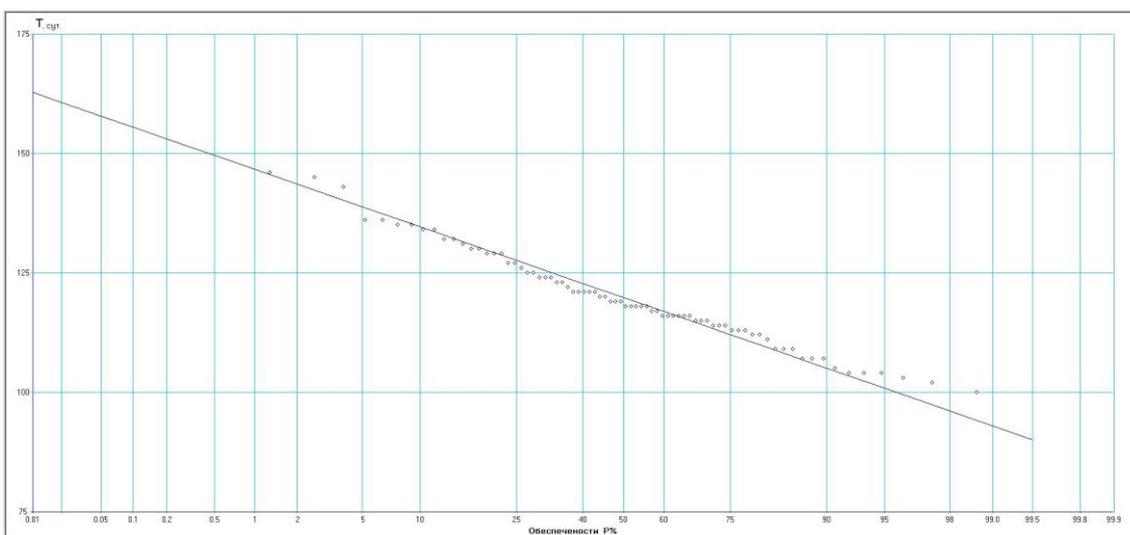


Рисунок Б.2 - Даты начала весеннего половодья пост 71067

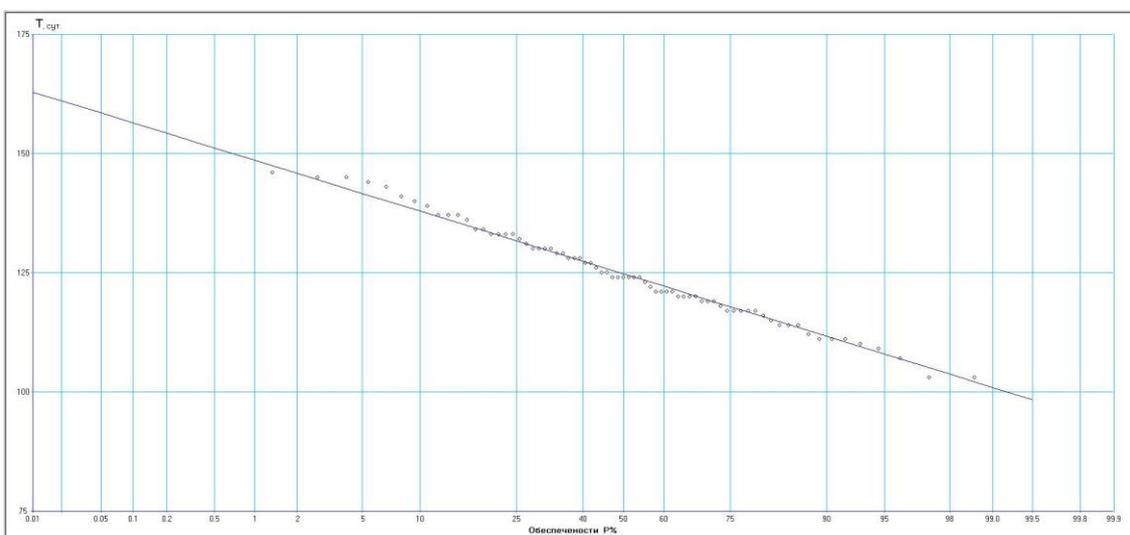


Рисунок Б.3 - Даты начала весеннего половодья пост 71258

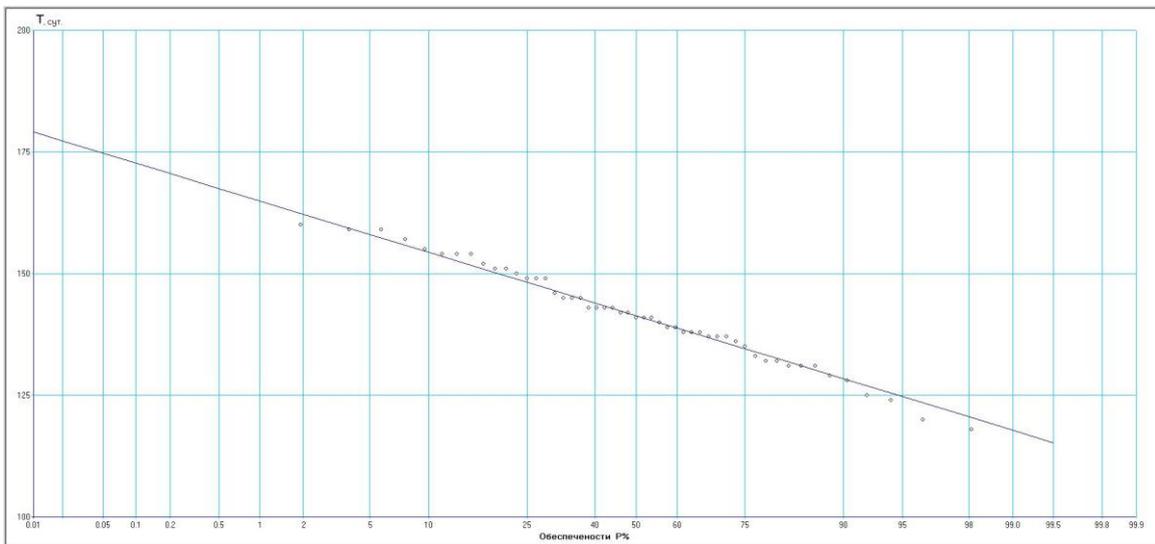


Рисунок Б.4 - Даты наступления максимума весеннего половодья пост 71085

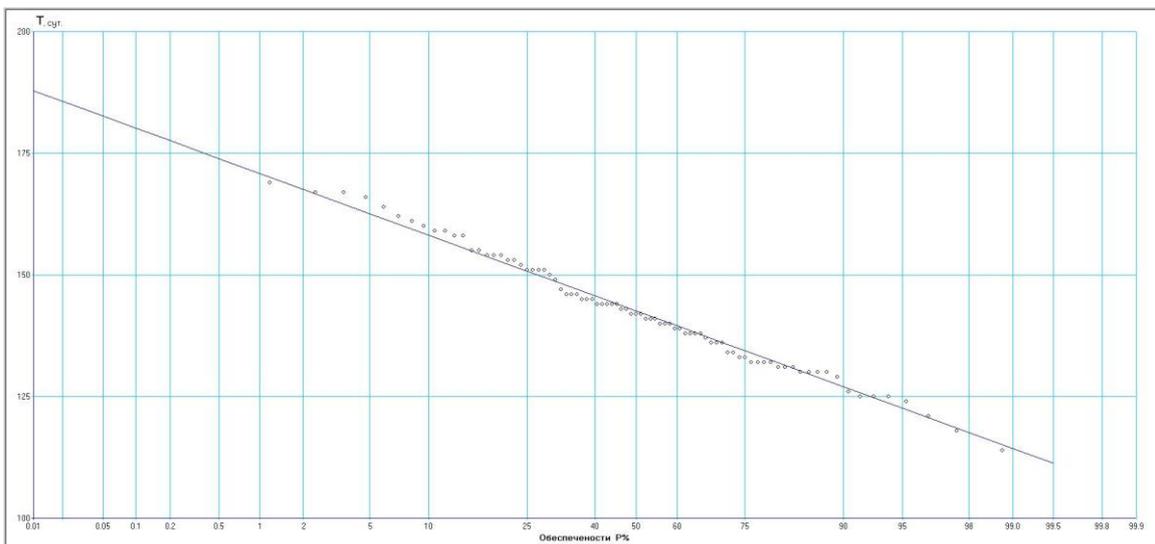


Рисунок Б.5 - Даты наступления максимума весеннего половодья пост 71104

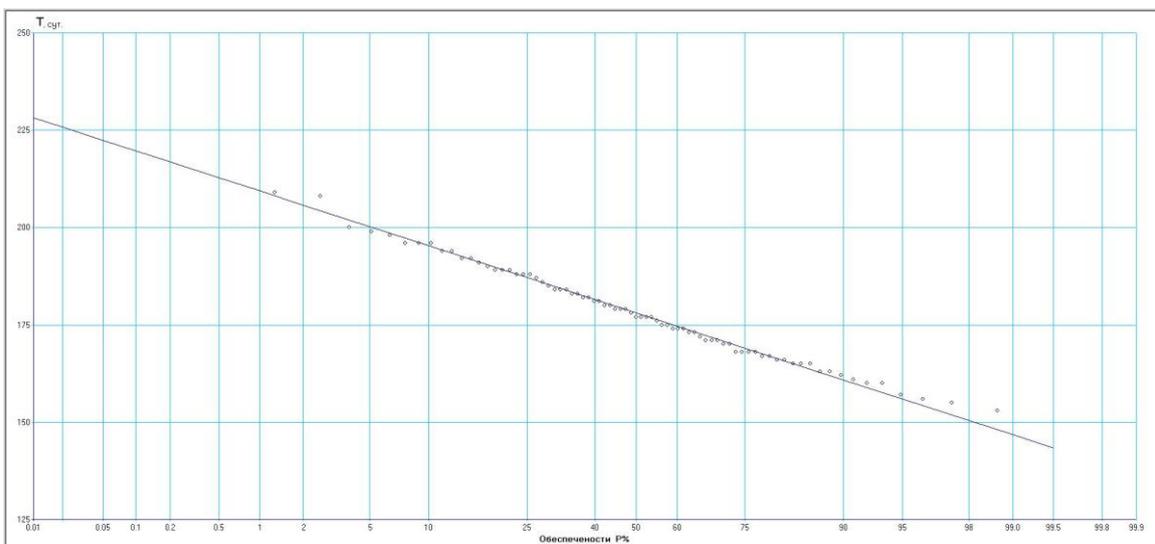


Рисунок Б.6 - Даты наступления максимума весеннего половодья пост 71193

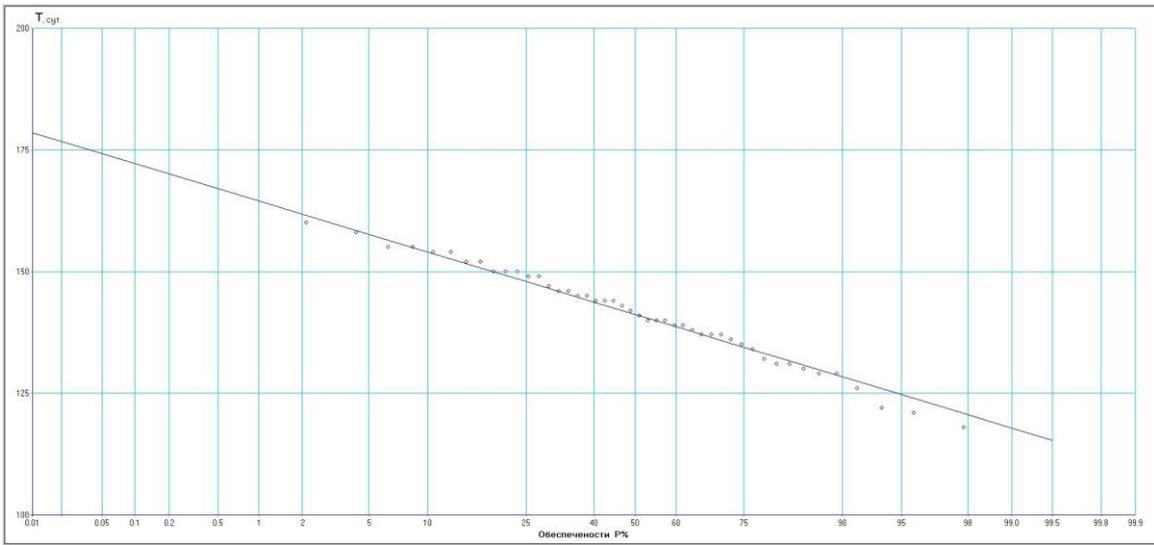


Рисунок Б.7 - Продолжительность весеннего половодья пост 71086

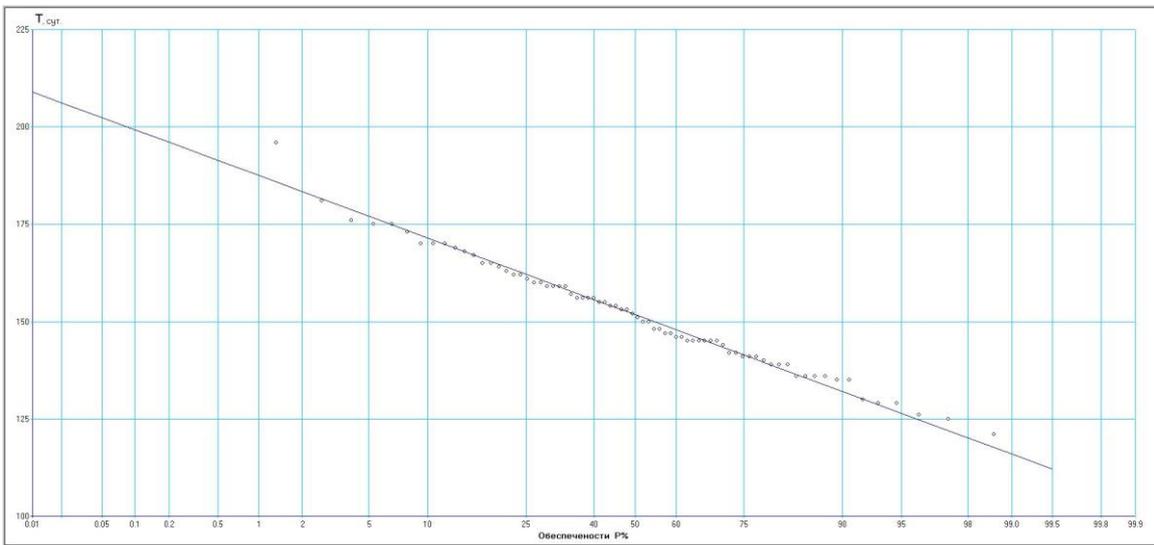


Рисунок Б.8 - Продолжительность весеннего половодья пост 71131

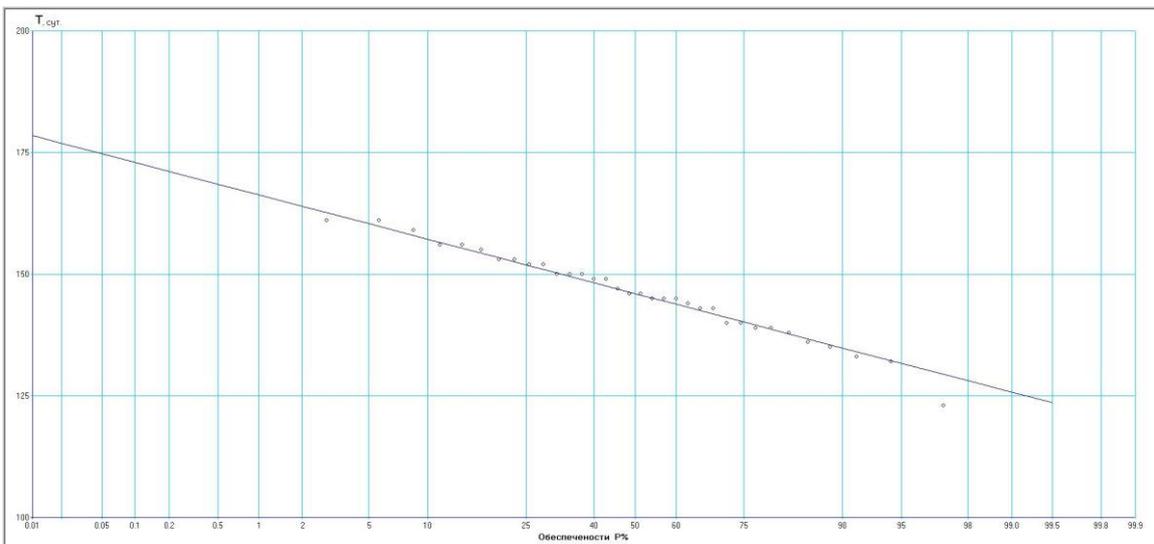


Рисунок Б.9 - Продолжительность весеннего половодья пост 71222