



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
бассейна реки Вычегда**

Исполнитель

Налимов Василий Андреевич
(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» января 2017 г.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

Введение	3
1. Физико – географическое положение	4
1.1. Рельеф	-
1.2. Почвы и растительность	5
1.3. Гидрография	6
1.4. Хозяйственное использование поверхностных вод	7
1.5. Описания гидрологических постов	8
1.5.1. Посты на реке Вычегда	-
1.5.2. Посты на правых притоках реки Вычегда	12
1.5.3. Посты на левых притоках реки Вычегда	16
2. Климат	21
2.1. Общие положения	-
2.2. Современное состояние	22
3. Особенности весеннего половодья на реках района	25
4. Анализ временных характеристик весеннего половодья	27
4.1. Временные характеристики весеннего половодья	-
4.2. Расчёт основных статистических характеристик и их погрешностей	29
4.3. Проверка рядов на однородность	38
4.4. Построение аналитических кривых	45
4.5. Построение карт	46
Заключение	50
Список используемых источников	51
Приложения	53

Введение

Целью данной выпускной работы является анализ временных характеристик весеннего половодья бассейна реки Вычегда за период с 1970 по 2014 года, в ходе которого будет проверено, изменились ли характеристики со временем, и если да, то будет предпринята попытка показать связь этих изменений с изменениями климата.

Так же в данной работе будет проведено уточнение имеющихся обобщённых данных, созданных для периода до восьмидесятых годов прошлого века, для современного периода и создание новых, не предусмотренных ранее обобщений.

С практической точки зрения полученные в результате расчётов данные важны, т.к. полученные их можно использовать для прогнозирования временных характеристик весеннего половодья, обеспечения безопасности при прохождении максимума половодья в регионах, для строительства гидротехнических сооружений и для судоходства.

1. Физико – географическое положение

Данный регион расположен на северо - восточной окраине Восточно - Европейской равнины и представляет собой огромную, покрытую лесом равнинную территорию, практически не защищённую от западных и северо - западных ветров, приносящих влажные воздушные массы. Природные условия характерно меняются только вблизи полярного круга и у восточных пределов.

1.1. Рельеф

Рельеф рассматриваемого района является равнинным и преимущественно однообразен.

Практически на всей территории низменные равнины чередуются с невысокими плато и возвышенными равнинами, которые в основном приурочены к приводораздельным участкам междуречий. Чем больше расстояние от моря, тем эти участки обширнее. [1]

В общем поверхность Северного края понижается с юга на север, что определило общее направление речного стока.

Переходы от низменностей к возвышенным равнинам и плато отчётливо выражены и имеют характер уступов относительной высотой 50 – 100 м. эти уступы наветренной экспозиции являются причинами аномалий осадков и речного стока с малых водосборов.

Поверхность плато и возвышенных равнин пересечена густой сетью речных долин, хорошо дренирована и лишь местами заболочена. [1]

1.2. Почвы и растительность

На большей части рассматриваемой территории почвы подзолистые, супесчаные или суглинистые, местами песчаные или торфянистые, в тундрах к северу от полярного круга – глеево - болотные.

В лесной зоне преобладают подзолы на песках и глеево - подзолистые почвы на суглинках. Обширные торфяники распространены на плоских водоразделах. [1]

Растительный покров преимущественно представлен хвойными лесами, с примесью лиственных и хвойных деревьев, а за полярным кругом – лесотундровым редколесьем, лишайниками и мхами с кустарниковыми зарослями. Распространены сосновые леса, приуроченные к речным террасам.

Лесопокрытость водосборов в таёжной зоне 80%, местами доходя практически до ста процентов. Большая часть безлесных площадей приходится на болота, которые распространены повсеместно, но чаще встречаются на северо - западе территории, где климат влажный, а земная поверхность представляет обширные низменности.

В лесной и тундровой зонах встречается луговая растительность, распространённая в поймах рек и по расчищенным от леса и кустарника склонах речных долин. [1]

1.3. Гидрография

В связи с избыточным увлажнением территории и относительно однородными природными условиями речная сеть района густая и развитая равномерно, за исключением карстовых районов, где она заметно разрежена.

Из-за равнинного характера территории водоразделы между бассейнами орографически выражены слабо, как между бассейнами главных рек, так и внутри них. [1]

Для большинства равнинных рек характерны широкие пойменные долины с террасированными склонами. Продольные профили близки к профилям равновесия, т.к. хорошо выработаны. Течение рек спокойное, порожистых рек в пределах равнинной территории мало.

Для реки Вычегда характерно незавершённое меандрирование.

На рассматриваемой территории распространены порохово - пластовые подземные воды, содержащиеся в рыхлых песчано - глинистых четвертичных отложениях.

Как правило, подземные водоразделы совпадают с поверхностными.

Режим подземных вод в основном определяется климатическими условиями, питание осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков, сток их направлен к местам разгрузки, в основном глубоко врезанным речным долинам. [1]

Доля подземного стока в общем стоке рек рассматриваемого района составляет от 10 до 30%.

1.4. Хозяйственное использование поверхностных вод

На рассматриваемой территории реки используются в основном для судоходства и сплава леса. Использование вод для выработки энергии и водозабора незначительно. Рыболовство слабо развитое, в основном локально, за исключением ловли Сёмги. [1]

Сплав леса производится практически на всех реках, больших и малых, расположенных в пределах таёжной зоны. На реке Вычегда сплав брёвен плотовой, транспортируемый буксирами.

Реки и озёра региона обладают значительными рыбными запасами, насчитывая около полусотни различных видов рыб, из которых около половины имеет промысловое значение, однако размеры промысла невелики и составляют несколько тысяч центнеров в год.

Регулярное судоходство в бассейне проводится только на реках Вычегда и Сысола, притом на реке Сысола оно возможно только в наиболее многоводных участках длиной несколько десятков километров. В маловодные годы эти участки сокращаются или становятся совсем не судоходными. [1]

Судоходство проводится пять - шесть месяцев, с мая по октябрь.

Для поддержания судоходства ежегодно проводится большой объём землечерпательных работ на лимитирующих перекатах.

В период весеннего половодья на реке Вымь начинается нерегулярное судоходство. Период навигации зависит от водности года и колеблется от полутора - двух недель до нескольких месяцев. У данного типа судоходства относительно не большой грузооборот, однако оно имеет большое значение в районах лишённых дорожной сети.

1.5. Описание гидрологических постов

1.5.1. Посты на реке Вычегда

Деревня Пузла

Пост расположен в 2,0 км ниже впадения реки Пузла в 1,5 км к северо-западу от деревни. [8]

Прилегающая к долине реки местность – средне - холмистая залесённая равнина.

Долина реки трапецеидальная. Склоны долины высотой до 20 м, залесены. На участке поста левый склон крутой, правый - пологий. Пойма двухсторонняя: левобережная - шириной около 60 м, заболоченная, поросшая кустарником; правобережная - шириной до 70 м, залесённая. Пойма начинает затопляться при уровне воды 380 - 400 см над нулём поста.

Русло реки извилистое, каменисто-галечное, устойчивое. Берега реки крутые, высотой 2 - 3 м, задернованные, поросшие кустарником, местами залесённые.

На режим реки оказывает влияние закарстованность подстилающих пород. Выход грунтовых вод оказывает влияние на температурный и ледовый режим: зимой наблюдаются полыньи, вскрытие происходит раньше, чем на нижележащем участке. [8]

Село Помоздино

Пост расположен у села, в 1,3 км выше впадения реки Помоз. [8]

Прилегающая к долине реки местность - заболоченная равнина, поросшая хвойным лесом.

Долина реки трапецеидальная. Правый склон высотой 20 - 30 м, крутой, порос редким хвойным лесом; левый - пологий. Пойма двухсторонняя: правобережная - шириной 100 м, распаханная, местами заболочена; левобережная - шириной до 2,0 км, пересечённая, луговая. Пойма выше поста начинает затопляться при уровне 410 см, на участке поста - при уровне 580 см над нулём поста.

Русло реки прямолинейное, песчано-галечное, деформирующееся, у берегов зарастает водной растительностью. Берега крутые, высотой 5,5 - 6,0 м; левый - задернован, правый - открытый, подвержен подмыву и оползневым явлениям.

В районе поста имеются выходы грунтовых вод. В 0,8 км ниже поста в отдельные годы образуются заторы льда. [8]

Село Малая Кужба

Пост расположен в 2,2 км ниже впадения реки Куж - Ю. [8]

Прилегающая к долине реки местность - всхолмленная, поросшая хвойным лесом равнина.

Долина реки трапецеидальная, шириной 2,5 - 5,0 км. Склоны долины умеренно крутые, высотой 30 - 35 м. Правый склон обнажённый, каменистый, левый - залесённый. Пойма на участке поста отсутствует.

Русло реки извилистое, песчано-галечное, устойчивое. Берега крутые, высотой 6 - 9 м, сложены суглинками, поросли кустарником. Правый берег подвержен оползням.

В 8,0 км выше и в 4,0 км ниже поста в отдельные годы образуются заторы льда. [8]

Город Сыктывкар

Пост расположен в 3,0 км ниже впадения реки Сысола. [8]

Прилегающая к долине реки местность - слабопересечённая равнина с большими массивами сельскохозяйственных угодий и городскими строениями.

Долина реки трапецеидальная, шириной до 5 км. Склоны крутые, высотой 15 - 30 м, залесённые. Пойма правобережная, шириной 2,0 - 3,0 км, луговая, местами заболоченная, изрезана староречьями и небольшими озёрами. На участке впадения реки Сысола поймы рек сливаются, расширяясь до 4 - 8 км. В пределах поймы имеется ряд рукавов и действующих протоков - Шарда-полой, Чертас-полой и другие. Пойма затопляется при уровне 460 см над нулём поста.

Русло реки на участке поста прямолинейное, песчаное, деформирующееся. Правый берег крутой, высотой около 5 м, сложен песками, подвержен подмыву. Левым берегом на участке поста служит склон долины, переходящий ниже в песчаный побочень шириной до 300 м. [8]

Режим реки на участке поста искажается коммунально-бытовыми стоками города.

Деревня Малая Слуда

Пост расположен в 0,5 км к юго-западу от деревни Малая Слуда, в 0,7 км ниже железнодорожного моста. [8]

Прилегающая к долине реки местность - слабовсхолмленная равнина.

Долина реки трапецеидальная, шириной 2 - 3 км. Склоны высотой 20 – 30 м; левый - пологий, залесённый; правый - крутой, залесён на отдельных участках. Пойма на Участке поста левобережная, шириной до 2 км, залесена, в прилегающей к реке полосе поросла кустарником, изрезана староречьями, начинает затопляться при уровне 650 см над нулем поста.

Русло реки извилистое, на участке поста - прямолинейное, деформирующееся, у левого берега и на середине - песчаное, у правого - сложено моренными, галечными суглинками. Левым берегом служит уступ поймы, высотой 4 - 6 м; правым - склон долины.

Значительное влияние на русловые процессы на участке поста оказывает расположенный в 0,7 км выше по течению железнодорожный мост через реку Вычегда. В результате сужения русла скорости течения значительно увеличены. Незначительное влияние оказывают искусственные дамбы, отсыпанные в 0,3 км выше поста, а также дноуглубительные работы. Выше и ниже поста по правому берегу наблюдается выход грунтовых вод, оказывающий влияние на ледовый и термический режим реки. Река используется для судоходства. [8]

1.5.2. Посты на правых притоках реки Вычегда

Река Вишера – деревня Лунь

Пост расположен в 0,5 км ниже впадения реки Нившера. [8]

Прилегающая к долине реки местность - слабовсхолмленная залесённая равнина.

Долина реки трапецеидальная. Склоны долины поросли хвойным лесом; правый - крутой, террасированный; левый - пологий. Пойма левобережная, луговая, заболоченная. При слиянии с реки Нившера пойма достигает ширины 2 км и постепенно сужается к створу поста. В 150 м ниже поста пойма отсутствует. Затопление поймы начинается при уровне 300 см и полностью затопляется при уровне 600 см над нулем поста.

Русло реки на участке поста прямолинейное, песчано - галечное, деформирующееся. Берега супесчаные, крутые, правый подвержен подмыву оползневым явлениям. [8]

В отдельные годы в 2 км выше и ниже поста образуются заторы льда.

Река Воль – деревня Югыдтыдор

Пост расположен в 4,5 км ниже впадения реки Бур – Кем и в 2,4 км выше реки Лёк – Кэм. [8]

Прилегающая к долине реки местность среднехолмистая равнина, поросшая хвойным лесом.

Долина реки трапецеидальная. Левый склон крутой, обрывистый, высотой 20 - 30 м; правый – пологий, поросший лесом. Пойма двухсторонняя; левобережная – шириной до 50 м, местами заболочена; правобережная – шириной до 100 м, поросла лесом. Выход воды на пойму происходит при уровне 410 см над нулём поста.

Русло реки извилистое, слабдеформирующееся. Левый берег крутой, высотой 4 – 5 м; правый – до 2,0 – 2,5 м, пологий. Берега задернованы, заросли кустарником. Русло сложено песчано - галечными грунтами, зарастает густой водной растительностью.

Ближайший пережат расположен в 0,6 км выше поста, каменистый, порожиный.

На температурный и ледовый режим реки значительное влияние оказывают выходы грунтовых вод. [8]

Река Вынь – село Весляна

Пост расположен в 0,8 км выше впадения реки Весляна (сведения уточнены). [8]

Прилегающая к долине реки местность - залесённая равнина.

Долина реки трапецеидальная, склоны умеренно крутые, сложены суглинками, правый подвергается оползням.

Пойма левобережная, луговая, шириной 0,7 км, пересечена сухими руслами и озёрами-старицами, затопляется при уровне 850 см над нулём поста.

Русло реки извилистое, песчано-галечное, слабо-деформирующееся. Правым берегом служит склон долины; левым – уступ поймы, высотой около 7 м. [8]

Река Яренга – село Тохта

Пост расположен в 1,9 км ниже впадения ручья Крюковка, в 350 м ниже деревянного моста. [8]

Прилегающая к долине реки местность - плоская залесённая равнина, частично занята лугами и пашнями.

Долина реки трапецеидальная. Левый склон крутой, высотой 10 - 12 м; правый - пологий, высотой 4 - 6 м. Склоны долины залесены. На участке поста пойма отсутствует.

Русло реки прямолинейное, сильно-деформирующееся, у берегов зарастает водной растительностью. Левый берег крутой, высотой до 7 м; правый - пологий, высотой до 5 м. Берега сильно размываются, сложены супесчаными грунтами.

В створе поста, в 20 м от левого берега находится песчаная коса шириной 50 м.

В 500 м выше и в 200 м ниже поста расположены перекаты.

На режим уровней оказывает влияние переформирование перекатов. [8]

Река Нившера – Деревня Троицк

Пост расположен в 2,0 км ниже деревни. [8]

Прилегающая к долине реки местность - слабовсхолмленная равнина, поросшая хвойным лесом.

Долина реки трапецеидальная, шириной 1,5 - 2,0 км. Склоны крутые, высотой 25 - 30 м, супесчаные, покрыты травянистой растительностью. Пойма на участке поста отсутствует.

Русло реки на участке поста прямолинейное, песчано-галечное, сильно-деформирующееся, в межень у берегов зарастает водной растительностью. Берега крутые, высотой 5 - 7 м; левый задернован; правый – открытый, подвержен подмыву и оползневым явлениям. По левому берегу в районе поста отмечаются выходы грунтовых вод. [8]

Река Ёлва – село Мещура

Пост расположен в селе, в 300 м ниже впадения ручья Лекчевью. [8]

Прилегающая к долине реки местность - залесённая равнина.

Долина реки V-образная. Левый склон крутой, высотой 12 - 15 м; правый - пологий. Пойма правобережная, шириной до 3,0 км, залесённая. Затопление поймы происходит при уровне 460 см над нулём поста.

Русло реки прямолинейное, слабо - деформирующееся, у берегов зарастает водной растительностью. Правый берег - уступ поймы, пологий, высотой 3 м; левым берегом служит склон долины. Берега сложены супесчаными грунтами, левый - подвержен размыву.

В 300 м выше поста расположен пережат. На режим реки оказывает влияние переформирование вышележащего пережата.

В ручей Лекчевью сбрасываются сточные воды. [8]

1.5.3. Посты на левых притоках реки Вычегда

Река Виледь – деревня Инавеская

Пост расположен у деревни в 0,8 км ниже впадения реки Шетьяс. [8]

Прилегающая к долине реки местность - залесённая равнина, частично занята под пашни.

Долина реки трапецеидальная. Склоны долины высотой до 25 - 30 м, суглинистые: левый - залесён и частично распахан; правый - крутой, залесённый. Пойма правобережная, неширокая и только на излучинах реки достигает ширины 200 м, заболочена, пересечена озёрами-старицами. Затопление поймы происходит при исключительно высоких уровнях воды. [8]

Русло реки извилистое, песчаное, деформирующееся, вдоль берегов зарастает водной растительностью. Левым берегом служит склон долины, правым - крутой уступ поймы.

В 300 м ниже поста расположен осередок.

В отдельные годы наблюдаются заторы льда ниже поста. В створе поста у правого берега намывается песчаная коса, деформирующаяся из года в год. [8]

Река Локчим – деревня Бояр – Керос

Пост расположен у деревни, в 4,0 км ниже впадения реки Сэбин. [8]

Прилегающая к долине реки местность – слабо - всхолмленная, местами заболоченная равнина.

Долина реки трапецеидальная; склоны высотой до 30 м, крутые. Пойма двухсторонняя: левобережная - луговая, шириной 20 - 50 м; правобережная - шириной до 2,0 км, сильнопересечённая озёрами-старицами и суходолами, покрыта луговой растительностью и кустарником, местами заболочена. При уровне 270 см над нулём поста на пойме по староречьям образуются активнораспределенные протоки. Вода выходит на пойму при уровне 350 - 380 см, полное затопление поймы происходит при уровнях 420 - 450 см над нулём поста.

Русло реки извилистое, песчано-галечное, деформирующееся, у берегов зарастает водной растительностью. Берега крутые; левый открытый, правый - порос кустарником.

В 0,5 км выше и в 1,0 км ниже поста расположены острова, где в отдельные годы образуются заторы льда. [8]

Река Лопь - Ю – посёлок Лопьювад

Пост расположен в 9,4 км выше впадения реки Ягвож, на западной окраине посёлка. [8]

Прилегающая к долине реки местность - равнина, поросшая хвойным лесом.

Долина реки трапецеидальная, шириной 2 - 3 км. Склоны крутые, высотой 15 - 20 м, песчаные, поросшие лесом, рассечены оврагами, имеются выходы грунтовых вод. Пойма правобережная, шириной до 1 км, луговая, с наличием протоков и стариц, действующих в половодье. Выход воды на пойму начинается при уровне 210 см над нулём поста. При уровне 325 см пойма затопляется полностью и наблюдается активный сток на пойме.

Русло реки извилистое, песчано-галечное, устойчивое, у берегов зарастает водной растительностью. Берега крутые, высотой 1,5 - 3,0 м, задернованы.

В отдельные годы весеннего ледохода не наблюдается, лёд тает на месте.

На температурный и ледовый режим реки значительное влияние оказывают выходы грунтовых вод. [8]

Река Сысола – село Койгородок

Пост расположен у села, в 350 м выше впадения реки Кой (расстояние уточнено). [8]

Прилегающая к долине реки местность - всхолмленная залесённая, частично распаханная равнина.

Долина реки трапецеидальная, шириной до 1,5 км. Правый склон высотой до 50м, крутой, сложен суглинками; левый - пологий, высотой до 5 м. Пойма двухсторонняя: левобережная - луговая, частично распаханная, шириной до 350 м; правобережная - шириной 200 м, распахана под огороды. При уровне 320 см над нулём поста происходит затопление поймы.

Русло реки извилистое, песчаное, деформирующееся. Берега умеренно крутые высотой 3,0 - 3,5 м, задернованы. Правый берег подвержен подмыву и оползневым явлениям.

Нормирующий пережат, в районе которого образуются заторы и зажоры, расположен в 300 м ниже поста.

Режим уровня искажается попусками воды из Кажимского водохранилища, расположенного выше по течению реки. [8]

Река Сысола – посёлок Первомайский

Пост расположен в 1,5 км ниже впадения реки Большая Визинга. [8]

Прилегающая к долине реки местность - всхолмленная залесённая, местами распаханная равнина.

Долина реки трапецеидальная. Склоны высотой 30-40м, поросли лесом; правый крутой, левый - пологий. Пойма двухсторонняя: левобережная шириной до 550 м, луговая, частично распахана, местами заболочена; правобережная - шириной 0,8 - 1,8 км, луговая, местами поросшая лесом, рассечённая протоками. Вода выходит на пойму при уровне 400 см над нулём поста.

Русло реки извилистое, песчано-галечное, слабо-деформирующееся. Берега высотой 7 - 8 м, открытые; левый - крутой, суглинистый, подвержен подмыву и оползневым явлениям; правый - пологий, песчаный.

В 300 м ниже поста расположен нормирующий пережат, в 400 м ниже - остров, где в отдельные годы образуются заторы льда. [8]

Река Южная Мылва – посёлок Тимшер

Пост расположен у западной окраины посёлка. [8]

Прилегающая к долине реки местность - слабовсхолмленная, заболоченная равнина, поросшая хвойным лесом.

Долина реки трапецеидальная. Склоны высотой до 20 м залесены и местами круто обрываются к реке. Пойма двухсторонняя, шириной от 400 м до 1,5 км, заболоченная, покрыта лесом и кустарником, рассечена протоками-старицами, затопляется при уровне 575 см над нулём поста.

Русло реки извилистое, деформирующееся. Берега крутые, задернованные, высотой 4 - 6 м, сложены песчано-галечными грунтами с прослойками известняка.

На режим реки значительное влияние оказывают выходы в русло грунтовых вод. Ледостав неустойчивый, в тёплые зимы река не замерзает. Выше и ниже поста ежегодно образуются зажоры. [8]

2. Климат

2.1. Общие положения

Из - за большой протяжённости территории во всех направлениях, и как следствие, неоднородности рельефа, климат отдельных частей заметно различается.

В целом для Северного края, в котором расположен бассейн реки Вычегда, при прохождении по нему циклонов с Атлантики (что наиболее развито зимой, нежели летом), характерна частая смена воздушных масс, отсюда, как следствие, неустойчивая в течении всего года погода, пасмурная, с тёплой зимой и прохладным летом, однако это влияние ослабевает, и нарастает континентальность климата, что можно отследить по изменению годовой амплитуды температуры воздуха. [1]

Так же на данный регион сильное влияние оказывает воздух с северных морей – зимой, на территории находящийся ближе к побережьям морей, температура воздуха выше, чем на отдалённых территориях, а летом наоборот – ниже.

Из - за перечисленных выше факторов следует, что для региона характерны длинная холодная зима и прохладное лето. Зима продолжается пять - шесть месяцев, лето – три - четыре месяца.

Среднегодовая температура воздуха изменяется от трёх градусов Цельсия на юго - западе до минус восьми градусов Цельсия на северо - востоке края.

Начало весны характеризуется переходом температуры через нуль градусов Цельсия и различно по районам: на северо - востоке оно приходится на вторую – третью декаду мая, на юго - западе – на первую декаду апреля. [1]

Летом характеризуется период с температурой выше десяти градусов Цельсия.

Наступление осени так же различно по районам: на северо - востоке во второй декаде августа, на юго - западе – в первой декаде сентября. [1]

Зима характеризуется периодом после перехода температуры воздуха через нуль градусов Цельсия и начинается во второй – третьей декаде октября.

Территория бассейна реки Вычегда находится в зоне избыточного увлажнения. Годовое количество осадков изменяется с северо - востока на юго - запад от 550 – 600 мм до 750 – 800 мм.

Особенность распределения осадков по территории определяется рельефом.

В течении года осадки выпадают не равномерно. На тёплый период года приходится порядка 65 – 70 %, что составляет на северо - востоке около 400 мм и на юго - западе около 500 мм. [1]

Суточные максимумы осадков летнее время формируются за счёт ливневых дождей, связанных с прохождением атмосферных фронтов, и достигают 60 – 80 мм. В осеннее - зимний период чаще наблюдаются слабоинтенсивные длительные осадки обложного характера. [1]

2.2. Современное состояние

Для данного района был проведён анализ на наличие тренда. Для этого были выбраны метеостанции, на которых по сей день непрерывно производятся наблюдения. На территории бассейна был выбран город Сыктывкар, и у самой западной границы бассейна, в районе впадения Вычегды в Северную Двину,

был выбран город Котлас. Для каждого пункта были построены зависимости температуры по времени:

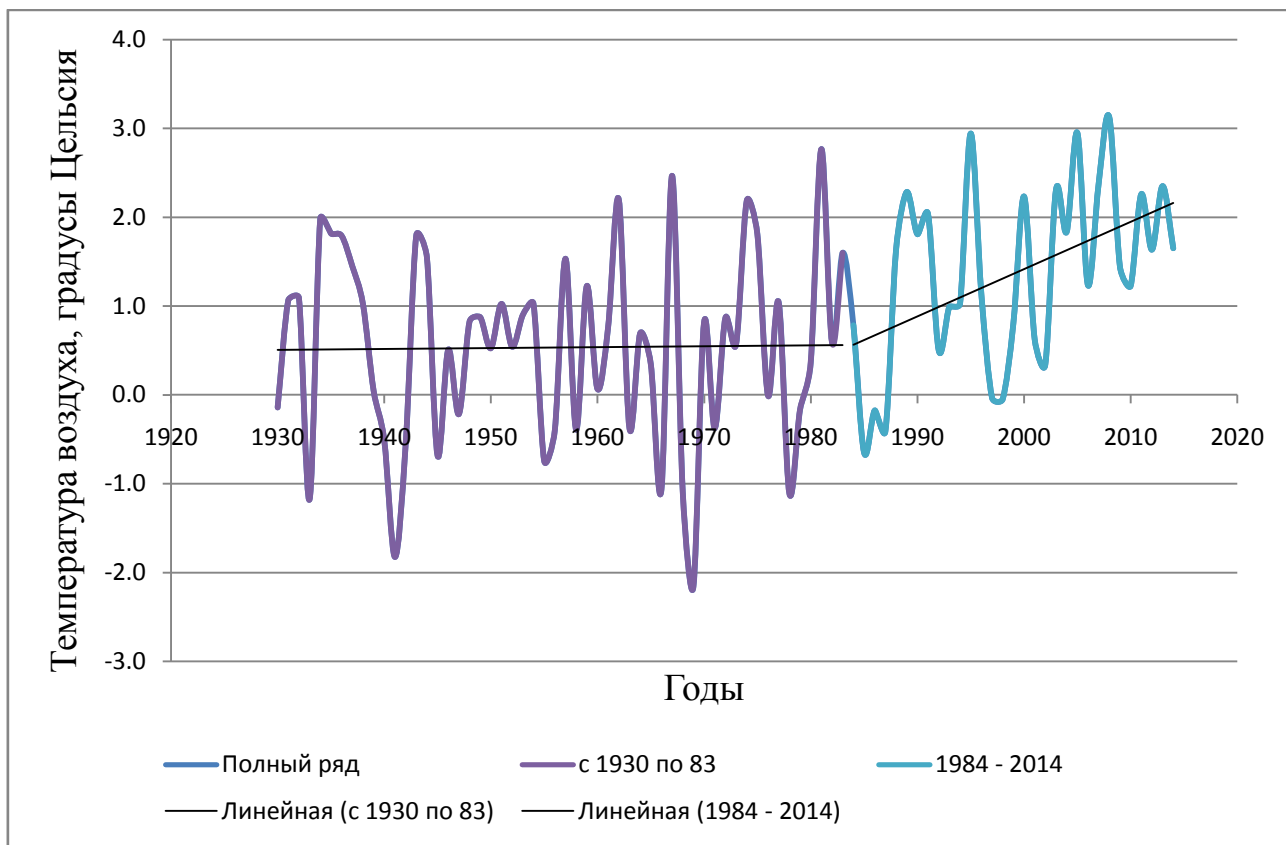


Рисунок 1 – График многолетнего хода температуры по городу Сыктывкар

На графике видно, что можно выделить год, после которого начинается выраженный тренд на повышение.

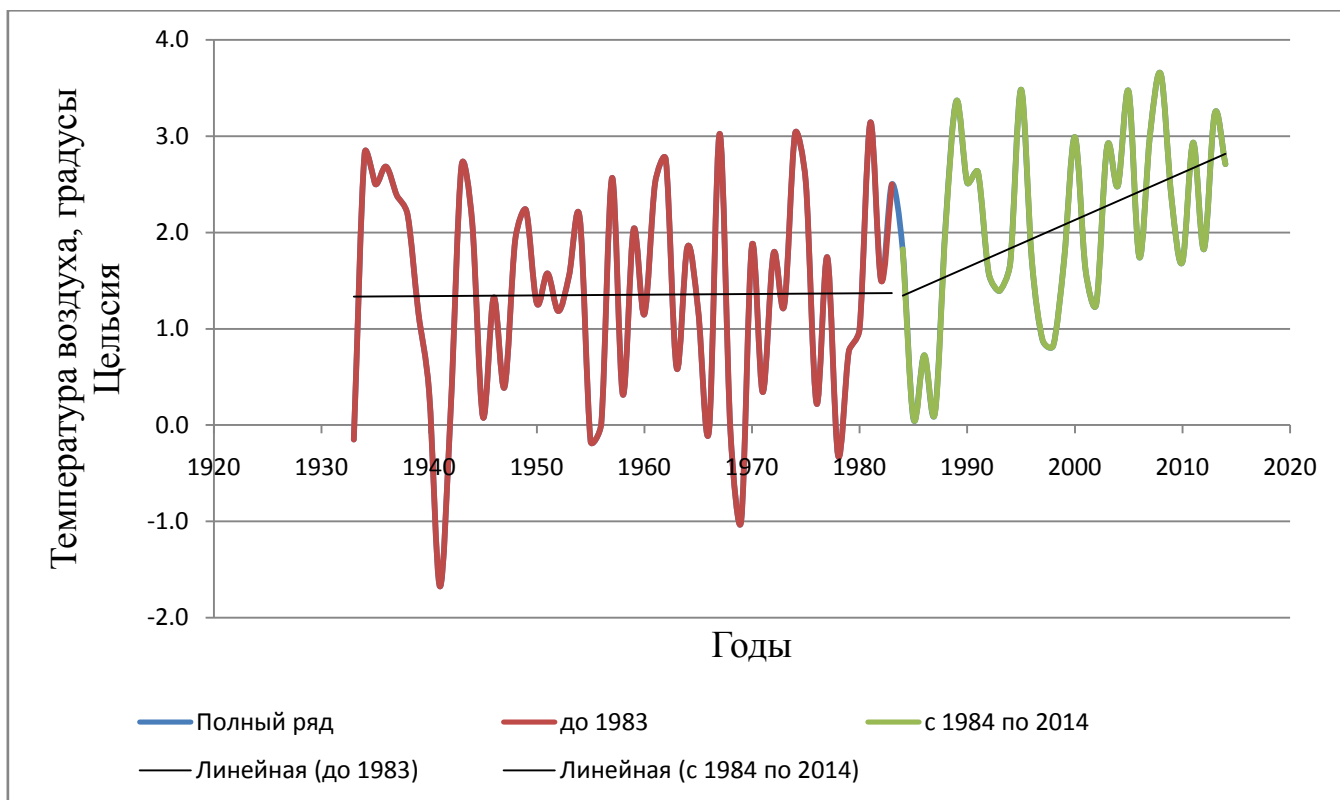


Рисунок 2 – График многолетнего хода температуры по городу Котлас

На данном графике так же можно выделить год, после которого начинается выраженный тренд на повышение.

По полученным результатам видно, что на рассматриваемой территории, начиная с 1984 года, начинается заметное повышение среднегодовой температуры, таким образом можно сделать вывод, что на регион имеет место влияние глобального изменения климата.

3. Особенности весеннего половодья на реках района

Реки Северного края относятся к рекам преимущественно снегового питания. Для их водного режима характерны высокое весеннее половодье и низкая зимняя межень. Дождевые паводки часто проходят в летнее - осенний период, особенно осенью, из - за чего в летнее - осенний период водность рек значительно больше, чем в зимний сезон.

Период весеннего половодья – основная фаза водного режима рек Северного края: в период половодья проходит примерно от 40 до 60% годового стока, притом в годы с маловодной весной доля может снижаться до 30 – 40%, а с многоводной – увеличиваться до 70 – 80%. [1]

Обычно половодье в данном регионе проходит в виде одной выраженной волны осложнённой на спаде несколькими дополнительными пиками, особенно характерными для малых рек. Иногда такие пики имеют место и в период подъёма половодья.

В годы с дружным снеготаянием формируются стройные однопиковые половодья, характеризующиеся большой интенсивностью подъёма и спада. К ним, как правило, относятся наиболее высокие половодья.

При сильно растянутом из - за похолоданий снеготаянии или при выпадении сильных дождей в конце схода снежного покрова на реках формируются сложные поводья в виде нескольких почти самостоятельных волн. [1]

Весеннее половодье на юго - западе рассматриваемой территории начинается в десятых числах апреля, на в центральной части в двадцатых – тридцатых числах апреля, а на северо - востоке в десятых числах мая.

В годы с ранней или поздней весной сроки наступления половодья могут сдвигаться на двадцать – тридцать дней. [1]

Дата наступления максимума половодья приходит на реках большей части территории Северного края на 5 – 15 числа мая.

На малых реках средняя продолжительность половодья составляет полтора – два месяца, а на больших реках – два с половиной - три месяца.

Заканчивается весеннее половодье на юго - западе в период с 25 мая по 5 июня, в центральной части в период с 10 по 25 июня, а на северо - востоке и в горных районах Урала в период с 1 по 5 июля. На больших реках половодье затягивается до середины июля. [1]

4. Анализ временных характеристик весеннего половодья

4.1. Временные характеристики весеннего половодья

Для расчётов были использованы данные из гидрологических ежегодников за период с 1970 по 2014 года, из которых были взяты посты, наблюдения на которых продолжаются по сей день. Всего было выбрано 26 постов, из которых только 17 постов подошли по всем поставленным требованиям, таким как непрерывность наблюдений и наличие измерений расходов воды.

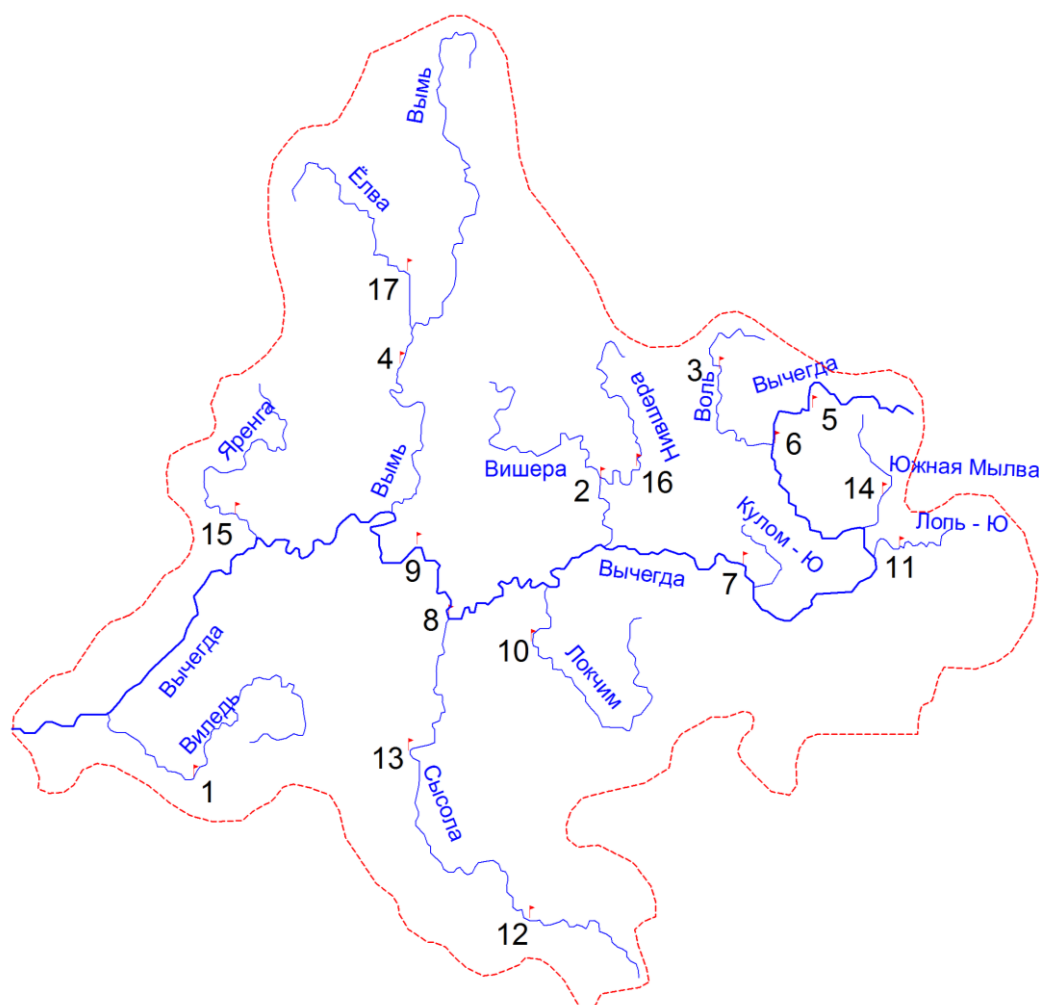


Рисунок 3 – Схема бассейна реки Вычегда с отмеченными постами

Таблица 1 – Временные характеристики весеннего половодья по рекам и постам

Река, пост	№
Виледь д. Инавеская	1
Вишера д. Лунь	2
Воль д. Югыдтыдор	3
Вымь с. Весляна	4
Вычегда д. Пузла	5
Вычегда с. Помоздино	6
Вычегда с. Малая Кужба	7
Вычегда г. Сыктывкар	8
Вычегда д. Малая Слуда	9
Локчим д. Бояр – Керос	10
Лопь - Ю п. Лопьювад	11
Сысола с. Койгородок	12
Сысола п. Первомайский	13
Южная Мылва п. Тимшер	14
Яренга с. Тохта	15
Нившера с. Троицк	16
Ёлва с. Мещура	17

Для каждого поста по ежедневным данным наблюдений за расходами воды строился черновой гидрограф, по которому определялись даты начала весеннего половодья, его максимума и конца.

Чтобы с датами можно было работать, как с обычными гидрологическими характеристиками, они были приведены к условной дате, которой исходя из исходных данных, было выбрано первое марта.

Полученные данные были предварительно проанализированы, после чего все ряды были обработаны в соответствии с требованиями СП 33-101-2003.

В СП 33-101-2003 сказано, что при наличии данных гидрометрических наблюдений достаточной продолжительности определение расчетных гидрологических характеристик осуществляют путем применения

аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения - кривых обеспеченностей. [2]

4.2. Расчёт основных статистических характеристик и их погрешностей

Расчет основных статистических характеристик для всех постов производился по одной схеме, поэтому он будет представлен на примере р. Сысола – п. Первомайский, а все результаты расчётов остальных постов будут в сводной таблице.

Таблица 2 – Исходные данные р. Сысола – п. Первомайский

Год	Даты			Относительные даты		
	Дата начала	Дата максимума	Дата конца	Дата начала	Дата максимума	Дата конца
1970	02.апр	10.май	07.июл	32	70	128
1971	12.апр	26.май	24.июн	42	86	115
1972	18.апр	26.май	29.июн	48	86	120
1973	08.апр	25.апр	09.июн	38	55	100
1974	17.апр	13.май	21.июн	47	73	112
1975	02.апр	21.апр	24.май	32	51	84
1976	16.апр	17.май	06.июн	46	77	97
1977	15.апр	04.май	06.июн	45	64	97
1978	06.апр	20.май	08.июн	36	80	99
1979	28.апр	12.май	08.июн	58	72	99
1980	17.апр	02.май	12.июн	47	62	103
1981	29.апр	14.май	14.июл	59	74	135
1982	11.апр	10.май	22.июл	41	70	143
1983	29.мар	13.апр	02.июн	28	43	93
1984	01.апр	13.май	22.июл	31	73	143
1985	10.апр	11.май	28.июл	40	71	149
1986	31.мар	02.май	10.июл	30	62	131
1987	12.апр	13.май	08.июл	42	73	129
1988	04.апр	15.май	21.июл	34	75	142
1989	13.апр	10.май	25.июн	43	70	116
1990	27.мар	04.май	20.июн	26	64	111
1991	08.апр	27.апр	01.июл	38	57	122

Продолжение таблицы 2

Год	Даты			Относительные даты		
	Дата начала	Дата максимума	Дата конца	Дата начала	Дата максимума	Дата конца
1992	28.мар	14.май	22.июн	27	74	113
1993	03.апр	10.май	17.июл	33	70	138
1994	04.апр	04.май	13.июл	34	64	134
1995	29.мар	24.апр	18.июн	28	54	109
1996	10.апр	11.май	12.июл	40	71	133
1997	02.апр	08.май	15.июл	32	68	136
1998	25.апр	14.май	10.июл	55	74	131
1999	14.апр	04.май	05.июл	44	64	126
2000	11.апр	29.апр	22.июл	41	59	143
2001	07.апр	01.май	08.июл	37	61	129
2002	15.апр	06.май	20.июл	45	66	141
2003	07.апр	14.май	25.июл	37	74	146
2004	17.апр	14.май	17.июл	47	74	138
2005	09.апр	02.май	02.июл	39	62	123
2006	16.апр	29.апр	12.июл	46	59	133
2007	01.апр	01.май	12.июл	31	61	133
2008	24.мар	24.апр	20.июл	23	54	141
2009	19.апр	19.май	09.июл	49	79	130
2010	31.мар	01.май	10.июл	30	61	131
2011	09.апр	26.апр	11.июл	39	56	132
2012	01.апр	02.май	12.июл	31	62	133
2013	16.апр	11.май	09.июл	46	71	130
2014	14.апр	10.май	17.июл	44	70	138

Для каждого ряда необходимо было посчитать математическое ожидание, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

Математическое ожидание рассчитывается по формуле:

$$M \approx \frac{\sum_{i=1}^n N}{n} \quad (1)$$

Где М – математическое ожидание

n – длина ряда

N – величина

Среднеквадратическое отклонение рассчитывается по формуле:

$$\sigma = C_v \cdot M \quad (2)$$

Где σ – среднее квадратическое отклонение

C_v – коэффициент вариации

M – математическое ожидание

Данная характеристика рассчитывалась с помощью встроенной функции Excel 2007

Коэффициент вариации рассчитывается по формуле:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Где k_i – модульный коэффициент равный n_i / M

Коэффициент асимметрии рассчитывается по формуле:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{(n-1)(n-2)C_v^3} \quad (4)$$

Данная характеристика рассчитывалась с помощью встроенной функции Excel 2007

Дисперсия рассчитывается по формуле:

$$D = \sigma^2 \quad (5)$$

Так же для каждого ряда величин необходимо рассчитать абсолютные относительные погрешности среднего значения, коэффициента вариации и коэффициента асимметрии.

Абсолютная погрешность для среднего значения рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Абсолютная погрешность для коэффициента вариации рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{C_v}{n+4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2}} \quad (7)$$

Абсолютная погрешность для коэффициента симметрии рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{C_s} = \sqrt{\frac{6(1+6C_v^2+5C_v^4)}{n}} \quad (8)$$

Относительная погрешность для среднего значения рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{M\%} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100\% \quad (9)$$

Относительная погрешность для коэффициента вариации рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{C_v\%} = \frac{1}{n+4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2}} \cdot 100\% \quad (10)$$

Относительная погрешность для коэффициента симметрии рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{C_s\%} = \frac{1}{C_s} \sqrt{\frac{6(1+6C_v^2+5C_v^4)}{n}} \cdot 100\% \quad (11)$$

Таблица 3 – Основные статистические характеристики и погрешности рядов р. Сысола – п. Первомайский

Характеристика	Дата начала	Дата максимума	Дата конца
M	39	67	125
C_v	0,22	0,13	0,13
C_s	0,30	-0,22	-0,76
Ω	8,42	9,02	16,4
D	70,9	81,3	269
C_s/C_v	1,4	-1,7	-5,8
ε_M	1,26	1,34	2,44
ε_{C_v}	0,02	0,01	0,01
ε_{C_s}	0,15	0,14	0,14
$\varepsilon_M, \%$	3,21	2,01	1,96
$\varepsilon_{C_v}, \%$	10,7	10,6	10,6
$\varepsilon_{C_s}, \%$	50,0	-62,6	-18,5

Из таблицы 3 видно, что погрешность расчётного значения исследуемой величины не превышает 10%, что соответствует требованиям СП 33-101-2003.

Результаты расчётов по остальным постам находятся в таблицах 4 - 6.

Таблица 4 – Расчёт основных статистических характеристик и их погрешностей (посты реки Вычегда)

Река пост	Ряд	Среднее	Cv	Cs	Ω	D	Cs/Cv	εM	εCv	εCs	$\varepsilon M, \%$	$\varepsilon Cv, \%$	$\varepsilon Cs, \%$
Вычегда д. Пузла	Дата начала	51	0,22	0,11	11,3	128	0,51	1,69	0,02	0,15	3,31	10,8	135
	Дата максимума	72	0,14	0,38	10,0	99,4	2,77	1,49	0,01	0,14	2,07	10,6	36,7
	Дата конца	125	0,13	-0,68	16,2	261	-5,29	2,41	0,01	0,14	1,92	10,6	-20,5
Вычегда с. Помоздино	Дата начала	48	0,24	0,19	11,4	130	0,80	1,70	0,03	0,16	3,54	10,8	81,9
	Дата максимума	72	0,14	0,34	10,0	101	2,44	1,50	0,01	0,14	2,08	10,6	-20,5
	Дата конца	128	0,12	-0,51	15,1	227	-4,32	2,25	0,01	0,14	1,76	10,6	-27,3
Вычегда с. Малая Кужба	Дата начала	45	0,23	0,12	10,2	104	0,53	1,52	0,02	0,15	3,42	10,8	126
	Дата максимума	77	0,12	0,59	9,08	82,5	5,01	1,35	0,01	0,14	1,76	10,6	23,4
	Дата конца	130	0,11	-0,27	14,6	212	-2,45	2,17	0,01	0,14	1,67	10,6	-50,4
Вычегда г. Сыктывкар	Дата начала	45	0,21	-0,26	9,28	86,0	-1,29	1,38	0,02	0,15	3,06	10,7	-56,7
	Дата максимума	73	0,11	0,04	8,32	69,1	0,32	1,24	0,01	0,14	1,70	10,6	377
	Дата конца	130	0,11	-0,13	14,3	206	-1,18	2,14	0,01	0,14	1,65	10,6	-106
Вычегда д. Малая Слуда	Дата начала	41	0,20	0,23	8,38	70,2	1,14	1,51	0,03	0,22	3,68	12,9	92,7
	Дата максимума	74	0,09	-0,35	6,36	40,5	-4,06	1,14	0,01	0,20	1,55	12,7	-56,5
	Дата конца	138	0,09	0,35	11,8	139	4,13	2,1	0,01	0,20	1,53	12,7	56,1

Таблица 5 – Расчёт основных статистических характеристик и их погрешностей (правые притоки реки Вычегда)

река пост	Ряд	среднее	Cv	Cs	Ω	D	Cs/Cv	εM	εCv	εCs	$\varepsilon M, \%$	$\varepsilon Cv, \%$	$\varepsilon Cs, \%$
Вишера д. Лунь	Дата начала	46	0,22	-0,41	10,1	103	-1,87	1,51	0,02	0,15	3,30	10,7	-36,7
	Дата максимума	67	0,13	0,18	8,60	74,0	1,42	1,28	0,01	0,14	1,90	10,6	77,3
	Дата конца	128	0,12	-0,54	15,8	251	-4,39	2,36	0,01	0,14	1,85	10,6	-25,6
Воль д. Югидтыдор	Дата начала	50	0,20	-0,24	10,0	100	-1,18	1,56	0,02	0,16	3,12	11,2	-69,1
	Дата максимума	69	0,13	0,10	8,78	77,2	0,80	1,37	0,01	0,15	1,99	11,1	150
	Дата конца	126	0,15	-0,63	18,4	339	-4,31	2,87	0,02	0,16	2,29	11,1	-24,6
Вымь с. Весляна	Дата начала	45	0,26	-0,17	11,9	142	-0,65	1,77	0,03	0,16	3,92	10,8	-94,1
	Дата максимума	72	0,13	0,19	9,16	83,9	1,50	1,37	0,01	0,14	1,90	10,6	73,1
	Дата конца	126	0,13	-0,50	16,5	273	-3,82	2,46	0,01	0,14	1,95	10,6	-28,1
Яренга с. Тохта	Дата начала	47	0,22	0,02	10,4	109	0,07	1,56	0,02	0,15	3,34	10,8	961
	Дата максимума	69	0,13	-0,19	8,87	78,7	-1,45	1,32	0,01	0,14	1,92	10,6	-74,8
	Дата конца	122	0,14	-0,31	17,3	301	-2,21	2,59	0,02	0,14	2,11	10,6	-45,0
Нившера с. Троицк	Дата начала	46	0,22	-0,19	10,1	102	-0,86	1,50	0,02	0,15	3,26	10,7	-81,2
	Дата максимума	69	0,12	0,16	8,48	71,9	1,30	1,26	0,01	0,14	1,83	10,6	87,3
	Дата конца	125	0,13	-0,28	15,7	248	-2,26	2,35	0,01	0,14	1,87	10,6	-49,2
Ёлга с. Мещура	Дата начала	52	0,22	-0,15	11,6	134	-0,65	1,73	0,02	0,15	3,33	10,8	-105
	Дата максимума	72	0,12	0,21	8,6	73,9	1,72	1,28	0,01	0,14	1,78	10,6	67,8
	Дата конца	124	0,13	-0,51	16,7	278	-3,75	2,48	0,01	0,14	2,01	10,6	-27,8

Таблица 6 – Расчёт основных статистических характеристик и их погрешностей (левые притоки реки Вычегда)

река пост	Ряд	среднее	Cv	Cs	Ω	D	Cs/Cv	εM	εCv	εCs	$\varepsilon M, \%$	$\varepsilon Cv, \%$	$\varepsilon Cs, \%$
Виледь д. Инавеская	Дата начала	40	0,26	0,20	10,4	107	0,77	1,54	0,03	0,16	3,83	10,8	80,5
	Дата максимума	66	0,13	0,00	8,7	75	-0,02	1,29	0,01	0,14	1,96	10,6	-5059,16
	Дата конца	122	0,13	-0,36	16,3	265	-2,68	2,43	0,01	0,14	1,99	10,6	-39,2
Локчим д. Бояр - Керос	Дата начала	43	0,22	-0,17	9,47	89,6	-0,76	1,41	0,02	0,15	3,28	10,7	-91,0
	Дата максимума	67	0,14	-0,07	9,6	92,5	-0,51	1,43	0,02	0,14	2,15	10,6	-194
	Дата конца	124	0,13	-0,57	16,3	266	-4,33	2,43	0,01	0,14	1,96	10,6	-24,6
Лопь - Ю п. Лопьювад	Дата начала	49	0,17	-0,71	8,49	72,2	-4,09	1,34	0,02	0,16	2,76	11,3	-22,9
	Дата максимума	66	0,14	0,67	9,39	88,1	4,70	1,48	0,02	0,16	2,24	11,3	23,8
	Дата конца	129	0,12	-0,76	16,1	258	-6,10	2,54	0,01	0,16	1,97	11,2	-20,6
Сысола с. Койгородок	Дата начала	40	0,24	-0,35	9,69	93,9	-1,47	1,50	0,03	0,17	3,70	11,2	-47,2
	Дата максимума	64	0,13	-0,68	8,07	65,2	-5,40	1,25	0,01	0,15	1,94	11,0	-22,0
	Дата конца	123	0,15	-0,79	18,5	344	-5,23	2,86	0,02	0,15	2,33	11,0	-19,3
Сысола п. Первомайский	Дата начала	39	0,22	0,30	8,42	70,9	1,41	1,26	0,02	0,15	3,21	10,7	50,0
	Дата максимума	67	0,13	-0,22	9,02	81,3	-1,67	1,34	0,01	0,14	2,01	10,6	-62,6
	Дата конца	125	0,13	-0,76	16,4	269	-5,77	2,44	0,01	0,14	1,96	10,6	-18,5
Южная Мылва п. Тимшер	Дата начала	49	0,22	0,04	10,8	117	0,18	1,65	0,02	0,16	3,35	11,0	392
	Дата максимума	74	0,14	0,62	10,6	111	4,35	1,61	0,02	0,15	2,17	10,9	23,9
	Дата конца	125	0,13	-0,73	16,1	259	-5,68	2,45	0,01	0,15	1,96	10,9	-20,0

4.3. Проверка рядов на однородность

Далее полученные ряды были проверены на однородность по критериям Фишера и Стьюдента при уровне значимости $2\alpha = 5\%$.

Расчет корректен в том случае, если ряд однороден. То есть на протяжении всего периода условия формирования стока не изменились. [3]

Поэтому на основе проверки рядов на однородность можно будет делать первичные выводы об изменениях климата, что является частью данной работы.

Используемые критерии Стьюдента и Фишера позволяют проводить проверки ряда на однородность по среднему значению и дисперсии соответственно. [3]

Для проверки ряды были разбиты на приблизительно равные части, для каждой из которых были рассчитаны среднее значение, среднеквадратическое отклонение и дисперсия.

Далее необходимо посчитать эмпирическое и теоретическое значение критериев.

Эмпирическое значение критерия Фишера рассчитывается по формуле:

$$F^* = \frac{D_1}{D_2} \quad (12)$$

Где F^* – эмпирическое значение критерия

D_1 – дисперсия большей части ряда

D_2 – дисперсия меньшей части ряда

Эмпирическое значение сравнивают с теоретическим F_T при уровне значимости $2\alpha=5\%$. Теоретическое значение определяют из таблиц «Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока» в зависимости от принятого уровня значимости и числа степеней свободы ν_1 и ν_2 . [3]

Число степеней свободы определяется по формулам:

$$\nu_1 = n_1 - 1 \quad (13)$$

$$\nu_2 = n_2 - 1 \quad (14)$$

Где n_1 – длина выборки с большей дисперсией

n_2 – длина выборки с меньшей дисперсией

Эмпирическое значение критерия Стьюдента рассчитывается по формуле:

$$t^* = [(\overline{N}_1 - \overline{N}_2) / \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}] \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1+n_2}} \quad (15)$$

Где t^* – эмпирическое значение критерия Стьюдента

$\overline{N}_1$ – среднее значение по первой части

$\overline{N}_2$ – среднее значение по второй части

σ_1 – среднеквадратическое отклонение по первой части

σ_2 – среднеквадратическое отклонение по второй части

n_1 – длина первой части

n_2 – длина второй части

Эмпирическое значение сравнивают с теоретическим t_T при уровне значимости $2\alpha=5\%$. Теоретическое значение определяют из таблиц «Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока» в зависимости от принятого уровня значимости и числа степеней свободы v . [3]

$$v = n - 1 \quad (16)$$

Где n – общая длина ряда

Критерии рассчитывались при помощи встроенных функций Excel 2007.

Результаты проверки на однородность по критериям Фишера и Стьюдента для остальных постов представлены в следующих таблицах:

Таблица 7 – Проверка рядов на однородность (посты на реке Вычегда)

Река, пост	Ряд	Фишер			Стьюдент		
		F^*	F_T	Результат	t^*	t_T	Результат
Вычегда д. Пузла	Дата начала	1,83	2,06	Не опровергается	2,62	1,68	Опровергается
	Дата максимума	1,19	2,06	Не опровергается	1,17	1,68	Не опровергается
	Дата конца	3,28	2,06	Опровергается	- 4,40	1,68	Опровергается
Вычегда с. Помозд ино	Дата начала	1,51	2,06	Не опровергается	2,33	1,68	Опровергается
	Дата максимума	1,08	2,06	Не опровергается	0,75	1,68	Не опровергается
	Дата конца	2,66	2,06	Опровергается	- 3,55	1,68	Опровергается
Вычегда с. Малая Кужба	Дата начала	1,46	2,06	Не опровергается	1,36	1,68	Не опровергается
	Дата максимума	1,15	2,06	Не опровергается	0,55	1,68	Не опровергается
	Дата конца	1,78	2,06	Не опровергается	- 3,69	1,68	Опровергается
Вычегда г. Сыктыв кар	Дата начала	0,79	0,48	Опровергается	2,00	1,68	Опровергается
	Дата максимума	2,50	2,06	Опровергается	0,37	1,68	Не опровергается
	Дата конца	1,58	2,06	Не опровергается	- 2,66	1,68	Опровергается
Вычегда д. Малая Слуда	Дата начала	0,99	0,41	Опровергается	- 0,19	1,70	Не опровергается
	Дата максимума	1,20	2,42	Не опровергается	0,19	1,70	Не опровергается
	Дата конца	2,06	2,42	Не опровергается	- 1,00	1,70	Не опровергается

Таблица 8 – Проверка рядов на однородность (правые притоки реки Вычегда)

Река, пост	Ряд	Фишер			Стьюдент		
		F^*	F_T	Результат	t^*	t_T	F^*
Вишера д. Лунь	Дата начала	1,23	2,06	Не опровергается	2,19	1,68	Опровергается
	Дата максимума	2,45	2,06	Опровергается	0,42	1,68	Не опровергается
	Дата конца	2,59	2,06	Опровергается	- 3,80	1,68	Опровергается
Воль д. Югыдт ыдор	Дата начала	1,33	2,14	Не опровергается	1,80	1,68	Опровергается
	Дата максимума	0,57	0,46	Опровергается	1,71	1,68	Опровергается
	Дата конца	4,57	2,14	Опровергается	- 2,38	1,68	Опровергается
Вымь с. Весляна	Дата начала	1,30	2,06	Не опровергается	2,54	1,68	Опровергается
	Дата максимума	0,90	0,48	Опровергается	0,63	1,68	Не опровергается
	Дата конца	2,85	2,06	Опровергается	- 3,22	1,68	Опровергается
Яренга с. Тохта	Дата начала	1,61	2,06	Не опровергается	1,91	1,68	Опровергается
	Дата максимума	2,32	2,06	Опровергается	0,70	1,68	Не опровергается
	Дата конца	2,01	2,06	Не опровергается	- 3,98	1,68	Опровергается
Нившер а с. Троицк	Дата начала	1,02	2,06	Не опровергается	2,58	1,68	Опровергается
	Дата максимума	2,24	2,06	Опровергается	1,06	1,68	Не опровергается
	Дата конца	2,61	2,06	Опровергается	- 3,17	1,68	Опровергается
Ёлга с. Мещура	Дата начала	1,31	2,06	Не опровергается	2,36	1,68	Опровергается
	Дата максимума	1,10	2,06	Не опровергается	1,08	1,68	Не опровергается
	Дата конца	3,26	2,06	Опровергается	- 3,33	1,68	Опровергается

Таблица 9 – Проверка рядов на однородность (левые притоки реки Вычегда)

река пост	Ряд	Фишер			Стьюдент		
		F^*	F_T	Результат	t^*	t_T	F^*
Виледь д. Инавеск ая	Дата начала	1,42	2,06	Не опровергается	0,72	1,68	Не опровергается
	Дата максимума	0,52	0,48	Опровергается	- 0,19	1,68	Не опровергается
	Дата конца	2,74	2,06	Опровергается	- 4,67	1,68	Опровергается
Локчим д. Бояр - Керос	Дата начала	1,41	2,06	Не опровергается	1,24	1,68	Не опровергается
	Дата максимума	1,97	2,06	Не опровергается	0,68	1,68	Не опровергается
	Дата конца	3,60	2,06	Опровергается	- 3,89	1,68	Опровергается
Лопь - Ю п. Лопьюв ад	Дата начала	1,09	2,17	Не опровергается	1,04	1,69	Не опровергается
	Дата максимума	1,75	2,17	Не опровергается	1,17	1,69	Не опровергается
	Дата конца	3,07	2,17	Опровергается	- 3,18	1,69	Опровергается
Сысола с. Койгоро док	Дата начала	1,07	2,12	Не опровергается	0,73	1,68	Не опровергается
	Дата максимума	1,93	2,12	Не опровергается	0,02	1,68	Не опровергается
	Дата конца	6,62	2,12	Опровергается	- 4,62	1,68	Опровергается
Сысола п. Первом айский	Дата начала	1,19	2,06	Не опровергается	0,78	1,68	Не опровергается
	Дата максимума	2,24	2,06	Опровергается	1,11	1,68	Не опровергается
	Дата конца	4,79	2,06	Опровергается	- 3,57	1,68	Опровергается
Южная Мылва п. Тимшер	Дата начала	1,73	2,10	Не опровергается	1,88	1,68	Опровергается
	Дата максимума	1,69	2,10	Не опровергается	1,58	1,68	Не опровергается
	Дата конца	3,25	2,10	Опровергается	- 3,88	1,68	Опровергается

По представленным таблицам можно увидеть, что для рядов дат начала и максимумов критерии однородности практически всегда оправдываются по крайней мере одним из критериев, однако практически не один ряд дат конца половодья не проходит проверки обоими критериями, что косвенно свидетельствует об изменениях климата.

4.4. Построение аналитических кривых

В качестве аналитической кривой для описания эмпирических данных была выбрана кривая Пирсона третьего типа, т.к. у большинства рядов отношение C_s/C_v принимает отрицательные значения, и так же эта кривая лучше всех ложится на эмпирические данные.

Для расчёта ординат аналитической кривой Пирсона третьего типа необходимо знать среднее значение исследуемого ряда, коэффициент вариации и коэффициент асимметрии.

Для каждой опорной обеспеченности P из таблицы (Приложение 1 учебника [4]) в зависимости от коэффициента асимметрии выписываются нормированные ординаты кривой обеспеченности Пирсона третьего типа t_p .

Модульные коэффициенты рассчитываются по формуле:

$$k_p = t_p \cdot C_v + 1 \quad (17)$$

Переход от модульных коэффициентов расчётной обеспеченности к искомым величинам расчётной обеспеченности производится по формуле:

$$m_p = k_p \cdot m_{cp} \quad (18)$$

Где m – искомая величина расчётной обеспеченности.

Координаты аналитических кривых представлены в приложении А, а сами кривые – в приложении Б

На представленных графиках видно, что все полученные аналитические кривые хорошо описывают эмпирические точки и могут быть применены для дальнейшего использования в расчетах и при проектировании.

4.3. Построение карт

Для наглядной демонстрации влияния климата на временные характеристики весеннего половодья были построены карты изолиний дат начала и конца половодья, а так же по данным за период с 1970 по 2014 годы была построена карта даты наступления максимума весеннего половодья, не приводившаяся ранее в имеющихся обобщениях, сделанных до 1980 года.

Карты строились на основе данных средних значений из таблиц 4 – 6.

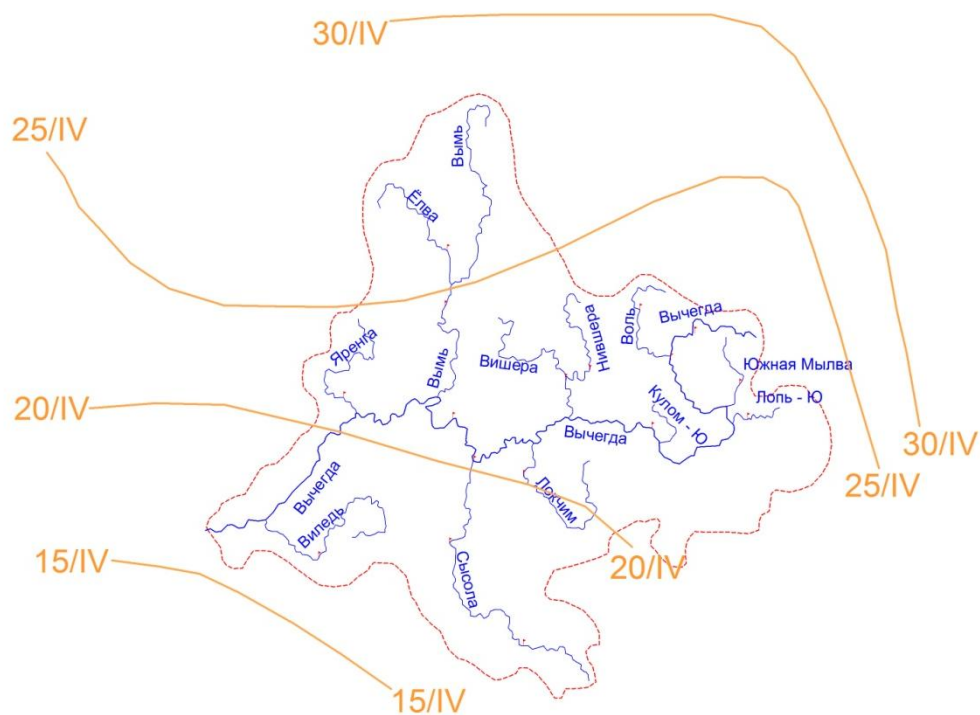


Рисунок 4.1 – Карта даты начала весеннего половодья по архивным данным

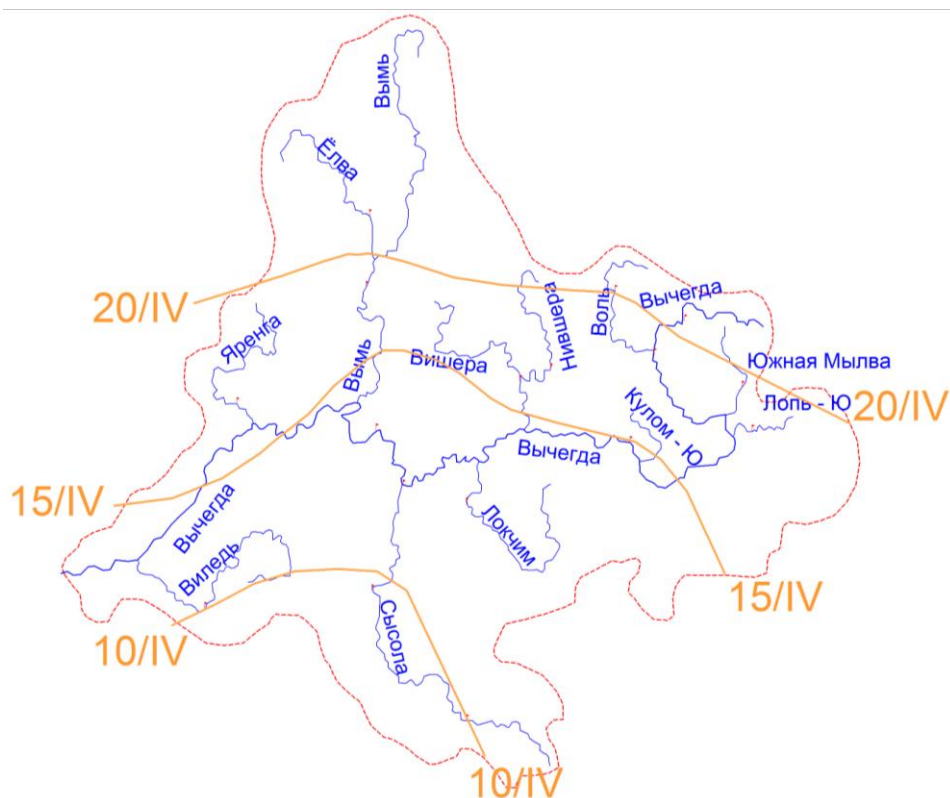


Рисунок 4.2 – Карта даты начала весеннего половодья за современный период

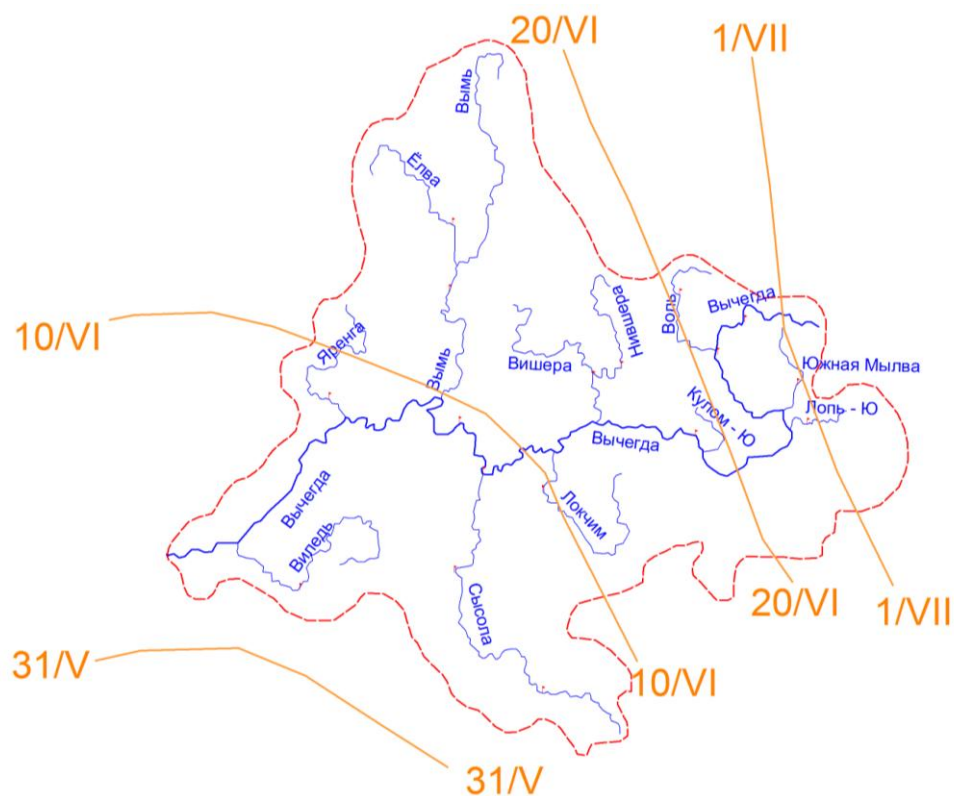


Рисунок 5.1 – Карта даты окончания весеннего половодья по архивным данным

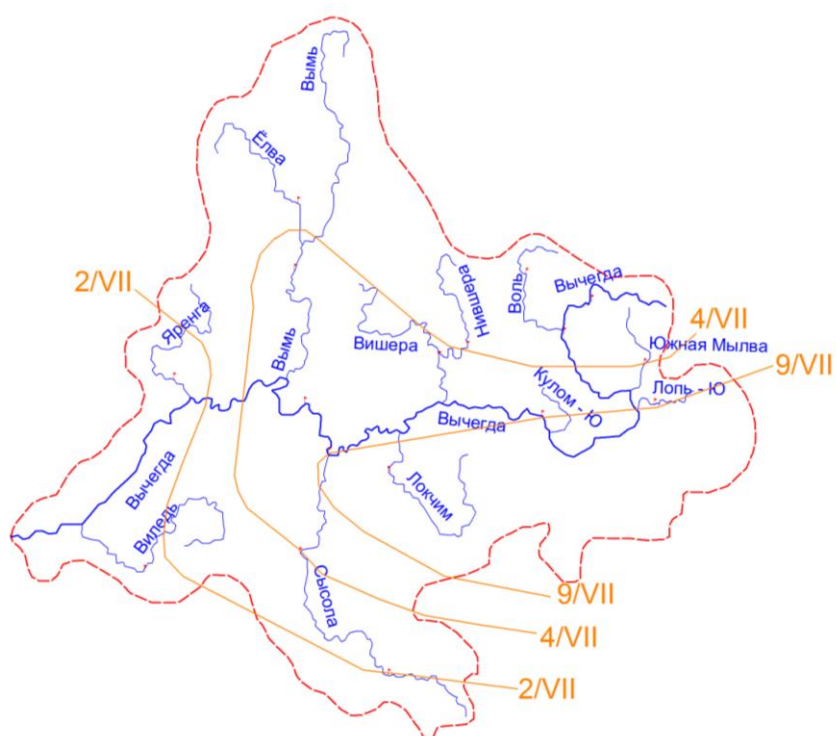


Рисунок 5.2 – Карта даты окончания весеннего половодья за современный период

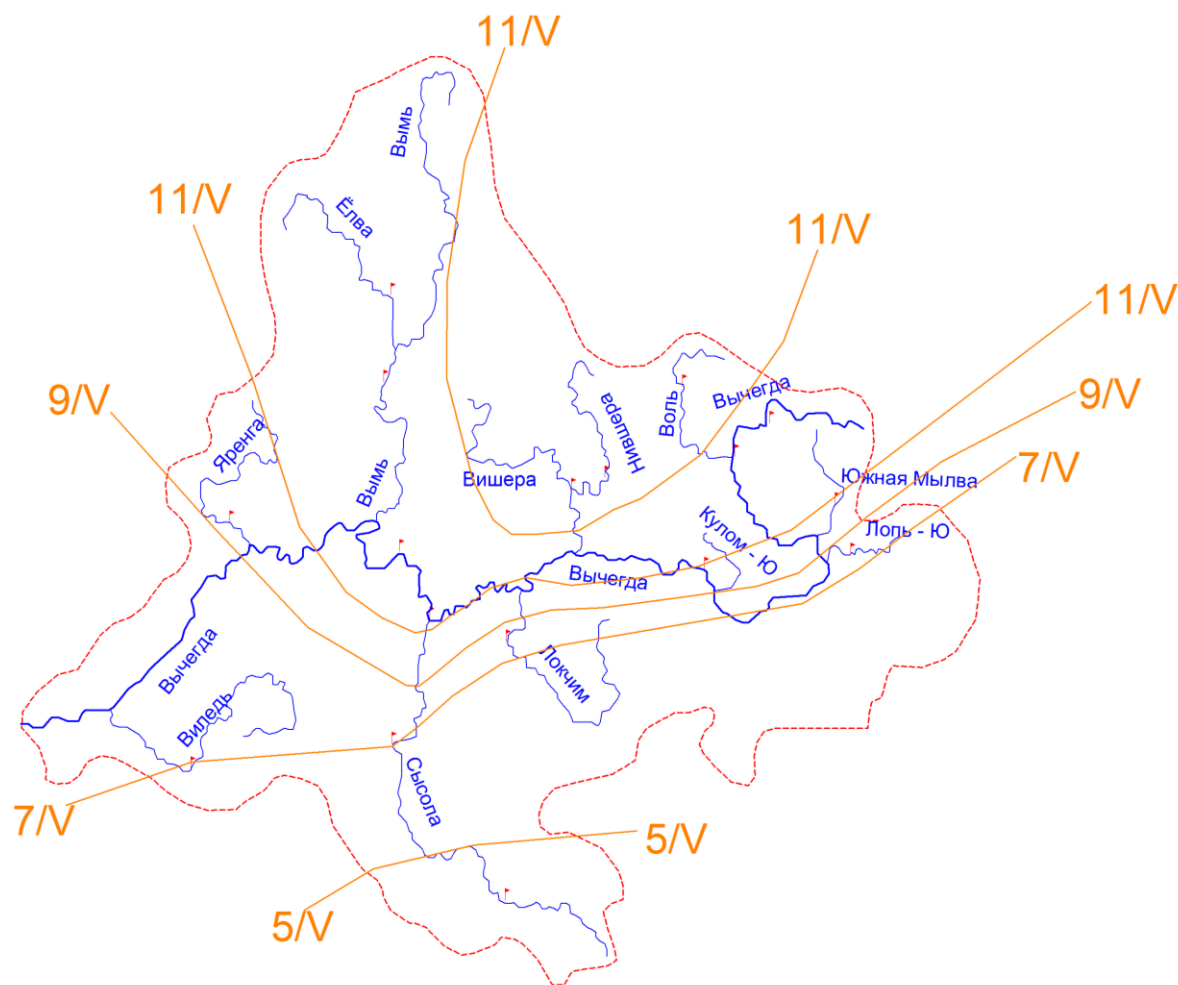


Рисунок 6 – Карта даты наступления максимума весеннего половодья за современный период

Проанализировав карты можно заметить, что дата начала весеннего половодья сместилась на северо - восток, т.е. половодье на водосборе теперь начинается раньше, чем на период, для которого были сделаны предыдущие обобщения.

Заключение

В данной выпускной работе был проведён анализ временных характеристик весеннего половодья бассейна реки Вычегда за период с 1970 по 2014 год, в ходе которого было доказано, что характеристики изменились со временем, таким образом весеннее половодье на рассматриваемом участке стало начинаться раньше, а заканчиваться – позже.

Для временных характеристик были рассчитаны основные статистические характеристики и их погрешности, а так же получены их обеспеченные значения, по которым построены аналитические кривые Пирсона третьего типа.

Были уточнены имеющиеся обобщения и построено новое, никогда не приводившееся ранее, карта даты наступления максимума весеннего половодья за современный период.

На основе анализа многолетнего хода температуры по городам Сыктывкар и Котлас показано, что выявленные изменения могут быть связаны с изменениями климата.

Список используемых источников

1. – Ресурсы поверхностных вод СССР том 3 Северный край [Текст] – Л: Гидрометеиздат, 1972. – 661 с.
2. – Свод Правил 33–101–2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» [Текст] – М: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 73 с.
3. – А.В. Сикан, Н.Г. Малышева, И.О. Винокуров Лабораторный практикум «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» [Текст] – СПб: РГГМУ, 2014. – 75 с.
4. – А.В. Сикан «Методы статистической обработки гидрометеорологической информации» [Текст] – СПб: РГГМУ, 2007. – 278 с.
5. – Государственный водный кадастр Основные Гидрологические Характеристики (за 1971 – 1975 гг. и весь период наблюдений) Том 3 Северный край [Текст] – Л: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.
6. – Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши Том 1 Выпуск 8 [Текст] – Л: Гидрометеиздат, 1986. – 395 с.
7. – Гидрологический ежегодник Том 0 Выпуски 4, 8, 9 Бассейны р. Вычегда, р. Печора, бассейны р. Печора и рек к востоку от р. Печора до границы бассейнов Баренцева и Карского морей [Текст] – Архангельск: (1970 – 1979).
8. – Государственный водный кадастр о режиме и ресурсах поверхностных вод суши Часть 1 – Реки и каналы Часть 2 – озёра и водохранилища Том 1 РСФСР Выпуск 8 бассейны Онеги, Северной Двины и Мезени [Текст] – Архангельск: Гидрометеиздат, (1980 – 2014).

9. – О.И. Иванова «Гидрологический анализ и прогноз весеннего половодья лесных и лесостепных рек Средней Сибири» [Текст] – Красноярск: 2011. – 158 с.
10. – Н.Г. Сербов, С.Г. Киряк «Применение совместного анализа для уточнения статистических оценок временных рядов весеннего половодья(на примере левобережных притоков Днепра)» [Текст] – Одесса: Украинский Гидрометеорологический журнал, 2009 – 6 с.