

Содержание

Введение

Глава 1. Физико-географическое описание бассейна р. Великой

1.1. Рельеф

1.2. Растительность

1.3. Болота

1.4. Климат

1.5. Характеристика гидрологического режима

1.6. Река Великая

1.7. Исходные данные

Глава 2. Математический аппарат

2.1. Гистограмма

2.2. Функция плотности вероятности гамма распределения

Глава 3. Статистические характеристики гидрометеорологических характеристик

3.1. Ежедневные значения

3.2. Среднемесячные значения

Выводы

Приложения

Введение

Продолжительность гидрологических явлений в широком понимании изменяется от нескольких секунд до нескольких тысячелетий. Наводнения при прорыве плотин, дождевые паводки, снежные обвалы и лавины служат примерами очень кратковременных явлений. Напротив, многовековой лед может участвовать в формировании речного стока по истечении 10 000 лет и более со времени его образования.

Время пребывания воды в различных фазах гидрометеорологического цикла неодинаково. Анализ ежедневной температуры воздуха, хода осадков, изменений снеготпасов, гидрографа речного стока и данных в целом за период наблюдений позволяет оценить явления, к которым относится реакция бассейна на внешние воздействия, и явления большой продолжительности, например повторяемость паводков или продолжительность периодов водности.

Предметом исследования в работе на первом этапе являются ежедневные расходы воды, суммы осадков, температура воздуха; на втором – снеготпасы и водоотдача из снежного покрова.

Гидрологическое прогнозирование основывается на описании процессов, действующих вне бассейна – влагоперенос, атмосферные осадки, и внутри него – аккумуляция снега, перемещение воды по земной поверхности и сквозь нее. Гидрологические прогнозы, в частности прогнозы паводков, засух и наводнений, позволяют улучшить использование водных ресурсов. Ряд параметров, требующихся для моделирования и прогнозирования процессов в бассейне, можно установить путем измерений электромагнитного излучения, которое испускается или отражается поверхностью земли и воды. Эти методы будут называться в данной главе методами дистанционного (спутникового) зондирования, не включая наблюдения с помощью аппаратуры расположенной на земле.

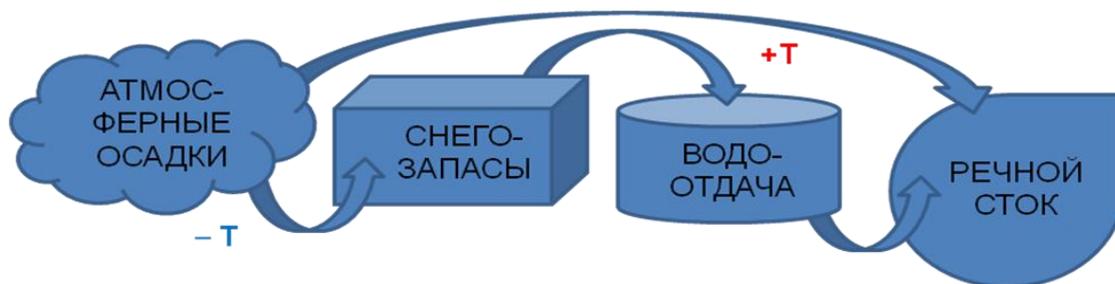


Рисунок 1 – Формирование внешних воздействий на речной водосбор при регулирующей роли температуры воздуха.

Сведения о внутригодовом распределении стока необходимы при проектировании водохранилищ сезонного, месячного и декадного регулирования, для определения гарантированных минимальных и максимальных расходов воды, для оценки её баланса, притока и потребления [10]. По внутригодовому распределению стока устанавливается гарантированная отдача воды из водохранилища, выработка электроэнергии, характер регулирования стока из водохранилищ. Это определяет объем строительства, сумму капиталовложений.

Учет внутригодового распределения стока повышает экономическую эффективность ГЭС при объединении их в единую энергосистему. Данные о внутригодовом распределении стока используются при разработке мероприятий по борьбе с наводнениями, при осушении болот и заболоченных земель, при орошении, при разработке проектов промышленного и хозяйственного водоснабжения.

К примеру, в нормативной литературе внутригодовое распределение стока используется для проектирования и строительства [11].

Постановка задачи. Основной целью исследования является выявление закономерностей внутригодового распределения обеспеченных значений характеристик многолетних видов речного стока России. Для этого ставится ряд общих задач:

- сформировать гидрометеорологическую базу исходных данных;
- оценить согласие данных наземных наблюдений, дистанционного зондирования и математического моделирования, их достоверность;

– построить эмпирические и теоретические кривые распределения гидрометеорологических характеристик;

– выявить закономерности внутри годового изменения теоретических функций распределения гидрометеорологических характеристик.

Для решения первой задачи используются ежедневные и ежемесячные значения метеорологических характеристик (температура воздуха t и осадки X), снегозапасов (общий запас воды в снеге в мм по материалам маршрутных снегосъемок S) и расходов речного стока (Q).

Цель работы в целом – оценить изменчивость временную и пространственную указанных гидро- и метеорологических характеристик и выявить закономерности в их законах распределения.

1 Физико-географическое описание бассейна реки Великой

В административном отношении описываемый район находится в пределах Псковской области. Северная часть его расположена на востоке Ленинградской области, а верховья притоков р. Великой — реки Синяя и Утроя — захватывают небольшие участки Латвийской и Белорусской ССР. Территория района в равной мере богата реками, озерами и болотами. Речная сеть густая, наиболее развита она в бассейне р. Великой, где коэффициент густоты речной сети составляет 0.93 км/км^2 , изменяясь в пределах бассейна от 0.47 (р. Алоля) до 1.38 (р. Многа). В бассейне р. Луги коэффициент колеблется от 0.49 (р. Вруда) до 1.15 (р. Суйда), а в среднем для р. Луги составляет 0.70 км/км^2 . Исключением является Ижорская возвышенность (Силурийское плато), особенно его центральная часть, где речная сеть почти отсутствует, что связано с карстовыми явлениями. Здесь атмосферные осадки и талые воды почти полностью поглощаются карстовыми пустотами, развитыми в легко выщелачивающихся силурийских известняках, лежащих близко от поверхности и перекрытых тонким слоем четвертичных отложений. Всего на территории района насчитывается 20282 реки общей протяженностью 42319 км.

Характерным для строения гидрографической сети является обилие мелких рек. Так, реки длиной менее 10 км составляют 98 % общего числа рек, а суммарная длина их равна 75 % общей длины рек района.

Наиболее крупными реками являются: р. Луга (353 км), р. Оредеж (192 км), р. Плюсса (281 км), р. Великая (430 км), р. Исса (174 км), р. Синяя (195 км), р. Утроя (176 км), р. Лжа (156 км), р. Череха (145 км).

Почти для всех рек описываемого района характерно деление их на три участка: верхнее, среднее и нижнее течение. В верхнем течении долины рек преимущественно неясно выраженные или слабо разработанные, трапецеидальные, с низкими пологими склонами, с довольно широкой, часто заболоченной поймой.

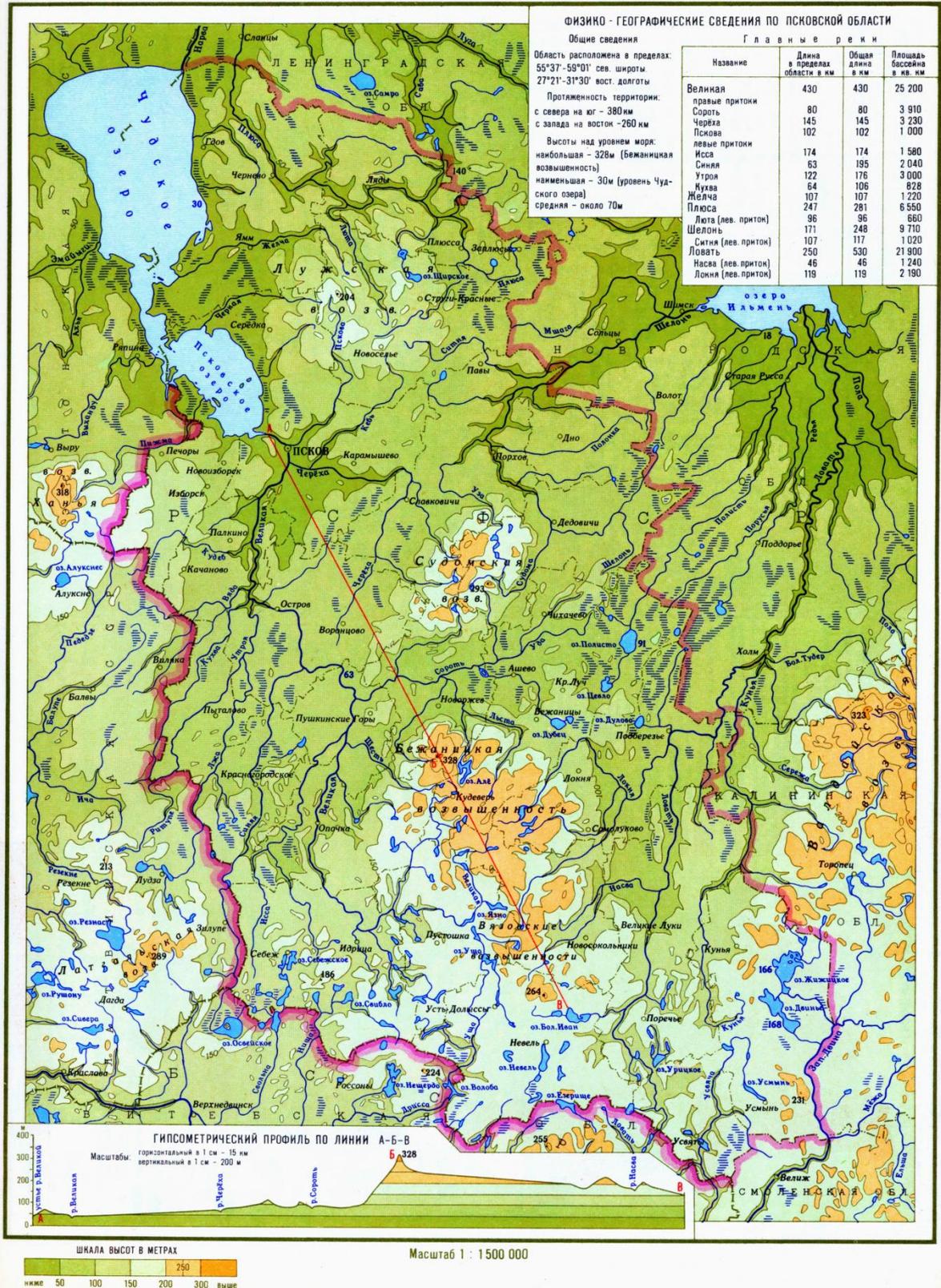


Рисунок 1.1 – Физико-географическая карта

Это характерно как для рек, берущих начало на плоских водоразделах, так и для рек, верховья которых расположены в области холмистого рельефа, так как они часто текут по дну котловин бывших, теперь уже спущенных, озер. В верховье многие реки протекают через ряд озер и представляют собой озерные системы, например, река Великая в верховье протекает через 21 озеро. Русла рек в верховье часто теряются в зарослях болотной растительности, дно заиленное, течение едва заметно, ниже по течению часто наблюдаются небольшие плёсы с глубинами до 1-1.5 м, чередуются с мелководными участками или небольшими порошками. Участки среднего течения рек, как правило, имеют хорошо разработанную V-образную или трапецеидальную долину с высокими и часто крутыми склонами. Пойма неширокая, сухая, луговая. Русло извилистое, часто порожистое. Пороги образованы или скоплением валунов, вымытых, из морены или выходами трудно поддающихся размыву известняков и песчаников. Пороги обычно располагаются ступенями и чередуются с короткими и глубоководными плёсами со спокойным тихим течением. Скорости течения на них в межень 1.4-2.5 л/сек, нормирующая глубина 0.1-0.4 м. Многие реки на этих участках напоминают горные потоки.

Участки нижнего течения рек обычно имеют широкие долины с пологими склонами; они или неясно выражены или слабо разработаны.

Русло извилистое, встречаются песчаные перекаты, которые чередуются с глубоководными плёсами с тихим спокойным течением. Русло часто разветвлено заливами и староречьями.

Часто реки, впадающие в Финский залив, Чудское и Псковское озера, в устье образуют песчаные бары, которые далеко вдаются в залив и озера (реки Луга и Великая). Устьевые участки этих рек испытывают переменный подпор, здесь наблюдаются сгонно-нагонные подъемы и спады уровня воды. Река Великая в устье разветвляется на многочисленные рукава и протоки, образуя большую дельту с многочисленными низкими, затопленными островами.

Необходимо отметить наличие карстовых явлений в районе, которые оказывают большое влияние на гидрологический режим водных объектов.

Карст распространен в верховье реки Великой, где сильно закарстованы доломиты Псковско-Чудского слоев девона. Несколько южнее города Пскова в левобережной части долины р. Великой имеются карстовые воронки и провалы, приуроченные к местам неглубокого залегания известняков. На окраине Пскова имеются многочисленные источники с дебитом до 55 л/сек. Для рек района характерна слабая зарегулированности их озерами. Подавляющее количество рек имеет озерность менее 1%, озерность рек Луги, Сабы, Великой, Веть, Сороти, Льсгы, Синей Утрой и Лиственки равна 2%, р. Кудки – 3 %, р. Алоли – 5 %, р. Долгой – 6%, р. Неведрянки – 97 %.

Озера в пределах района распределены неравномерно, образуя многочисленные группы в отдельных речных бассейнах и на водоразделах рек. Большинство озер расположено в местах развития конечно-моренного ландшафта, особенно в восточной и южной частях бассейна р. Великой в пределах Судомской и Новоржевско-Вязовской возвышенностей. Так, общее количество озер и бассейне р. Великой составляют 3604, а их суммарная площадь зеркала равна 447.9 км², причем наибольшее число озер (97 %) имеет площадь менее 1 км², суммарная площадь их зеркала равна 34 % общей площади озер. Озерные котловины разнообразны по своему генезису, что объясняется особенностями геолого-геоморфологического строения района.

Большинство озер ледникового происхождения Озера, расположенные в холмистых районах, особенно в южной части района, имеют преимущественно сложную лопастную форму с очень извилистой береговой линией. На озерах имеется большое количество островов. В равнинных частях района преобладают озера округлой или овальной формы со слабо развитой береговой линией. Острова на этих озерах, как правило, отсутствуют. Озера мелководные, дно плоское с максимальной глубиной в центре озера. Среди озер выделяются ложбинные озера, которые образовались на месте ложбин подледниковых потоков. Они имеют узкую (до 1 км), вытянутую форму (до 5-7 км). Эти озера большей частью проточные и, соединяясь между собой протоками, образуют цепи озер. Берега озер высокие, дно неровное, с бороздами,

литораль или совсем не выражена или очень узкая, глубина озер значительная (до 20-35 м). В этом районе имеются также вытянутые, узкие озера, образовавшиеся в доледниковых речных долинах, – это эрозионно-ледниковые озера.

Берега озер высокие и представляют собой типичные склоны речных долин. Литораль не превышает в ширину 10-25 м. Центральная часть дна котловины заполнена мощной толщей сапропеля.

Кроме того, здесь имеются и подпрудные озера, возникшие в результате подпруживания потоков талых ледниковых вод конечно-моренными грядами. Форма озер разнообразная. Берега обычно неоднородны (низкие чередуются с высокими). Характерны мелководные плёсы, а у лопастных озер много мелей и островов (оз. Ливе и др.).

Довольно большое распространение в районе имеют остаточные озера, образованные в понижениях озерно-ледниковых равнин, которые в свою очередь были образованы на месте спущенных крупных приледпиковых водоемов, возникших у края ледника в период его таяния. Эти озера большей частью небольшие, чаще лежат среди болотных массивов. Имеют округлую форму, низкие, часто заболоченные берега. Глубина их обычно не превышает 2 м. В прибрежной зоне озер развита водная растительность, часто она распространяется по всей поверхности озера. Среди болотных массивов можно встретить мелкие глухие так называемые вторичные озера, которые возникли на месте бывших озер. Эти озера мелководные, сильно зарастающие, котловина их сложена торфом.

Значительное распространение, особенно на юге Псковской области, где развито прудовое рыбное хозяйство, имеют и искусственные водоемы. Это пруды, ямы для мочки льна («мочи́ла»), водоемы на месте карьеров, торфяных выработок и др. Размеры этих водоемов небольшие. На юге Псковской области насчитывается более 1250 прудов, в Печорском районе имеется более 300 «мочил» для льна. Наиболее крупными озерами являются

Черемнецкое (15.0 км²), Сяберо (14.2 км²), Самро (40.4 км²) и Щирское (9.0 км²).

Реки района принадлежат к типу равнинных, для которых характерно смешанное питание с преобладанием снегового. В годовом ходе уровня воды отчетливо выделяются: весеннее половодье, летняя и зимняя межень и осенний паводок.

Весеннее половодье на юге и юго-западе района обычно начинается в третьей декаде марта, на севере территории – в первой декаде апреля. В отдельные годы в зависимости от характера весны сроки наступления половодья могут отклоняться от средних.

1.1 Рельеф

Водосбор реки представляет собой слабоволнистую равнину с большими болотными массивами и заболоченными, частично поросшими лесом, низинами. Водоразделы, как правило, слабо выражены, нередко проходят по болотным массивам. В верховье бассейна и к западу от Чудско-Псковского озера они прослеживаются достаточно отчетливо. Средняя высота водосбора 20-30 м, за исключением юго-восточной части бассейна, где средняя высота увеличивается до 100 м. Заболоченность бассейна 35 %, лесистость 20 %, примерно 37 % всей площади него занята лугами и пашнями. Озерность бассейна составляет 8 %. Всего на водосборе насчитывается около полутора тысяч озер.

1.2 Растительность

В ботанико-географическом отношении территория бассейна относится к лесной зоне. Общая залесенность составляет около 58 %. Лес сосредоточен, главным образом, в северной части бассейна, где преобладают леса с господством тёмнохвойных пород - ели, сосны, лиственницы. Они покрывают основную часть территории бассейна. Центральная и южная части бассейна реки Великой находятся в пределах таежно-широколиственной (подтаежной)

зоны. Кроме того, водосборный бассейн находится на стыке двух флористических округов евросибирской области – балтийского и среднерусского. При господствующем положении таежных и подтаежных видов здесь встречаются также виды, относящиеся к средневропейским и восточноевропейским умеренным лесным элементам.

1.3 Болота

Крупные болотные массивы встречаются на востоке бассейна, на перешейке Псковского и Чудского озер, на юго-западном побережье Псковского озера, сильно заболочены низменные равнины в бассейнах рек. Великая (реки Исса, Синяя, Череха) и Плюсса. Образованию болот способствует избыточное увлажнение территории и слабый поверхностный сток вод. В бассейне можно выделить все три основных типа болот: низинные, переводные и верховые.

Болота являются регуляторами стока рек, служат убежищем и местобитанием редких видов птиц, зверей, продуцируют ценные ягоды (клюква, морошка, голубика), являются источником торфа.

1.4 Климат

Территория бассейна расположена в умеренном климатическом поясе. Климат здесь характеризуется как умеренно-континентальный, влажный, смягченный сравнительной близостью Атлантического океана. Последнее обстоятельство определяет расположение бассейна на границе зоны переходного климата – от морского к континентальному. Здесь хорошо заметны некоторые черты морского климата - влажное, умеренно теплое лето, сравнительно мягкая зима. Континентальность климата усиливается к востоку, где зима продолжительнее, а лето теплее.

Территория бассейна входит в зону повышенной циклонической деятельности атмосферы. Здесь за год проходит 130 циклонов, т.е. погода почти каждого третьего дня в году определяется циклонической активностью. Про-

хождение циклонов в пределах бассейна в холодный период года сопровождается резким потеплением, оттепелями, часто со сплошной низкой облачностью, осадками и туманами. Летом циклоны обуславливают здесь понижение температуры, заметное похолодание, облачную и дождливую погоду. Гораздо реже над территорией бассейна устанавливаются антициклоны (около 50 в течение года, причем максимум их приходится на весну). При антициклоне наблюдается сухая, солнечная, зимой морозная, а летом жаркая погода.

Среднегодовая температура в бассейне плюс 4.5 °С, среднемесячная температура января достигает минус 10 °С, июля плюс 18 °С. Продолжительность безморозного периода от 125 до 150 дней, в районе Чудского озера несколько дольше, чем на востоке, так как здесь под влиянием озерного комплекса климат менее континентальный, чем в южной и восточной частях бассейна. В течение года насчитывается 178 дней с температурой выше 10 °С. Глубина промерзания грунтов 1.4 м. Средняя относительная влажность воздуха 80 %.

В среднем за год выпадает около 600 мм осадков. На возвышенностях выпадает около 850 мм осадков (наветренные склоны), на побережье Чудского озера и равнинах количество осадков уменьшается до 640 мм год. Баланс влаги всегда положительный – осадков выпадает больше, чем испаряется, что обуславливает густоту гидрографической сети.

В течение года преобладают южные и юго-западные ветры (16-21 % от повторяемости всех других направлений), а также юго-восточные и западные (12-16 %).

В многолетнем ходе температуры воздуха и атмосферных осадков можно отметить отчетливый положительный тренд обеих характеристик, в результате которого среднегодовая температура возросла более чем на градус, а осадки – почти на 200 мм. Наибольшее потепление произошло с января по апрель. Наибольшее увеличение количества осадков произошло в январе и в августе.

1.5 Характеристика гидрологического режима

Определяющую роль в распределении стока рек внутри года играют климатические факторы. Общая увлажненность бассейнов (годовые суммы осадков), особенности выпадения осадков в разные сезоны, их интенсивность и продолжительность; температурный фон; испаряемость в бассейне, определяемая радиационным балансом и от которой зависит верхний предел испарения с суши; влажность воздуха - главные факторы внутригодового распределения стока.

Значимое влияние на распределение стока внутри года может оказывать хозяйственная деятельность человека, что относится, прежде всего, к мероприятиям по искусственному регулированию. Так, в результате создания водохранилищ распределение стока может измениться в корне, подчиняясь потребностям различных отраслей экономики.

Весеннее половодье на реках рассматриваемой территории обычно начинается в третьей декаде марта, в отдельные годы в зависимости от характера весны сроки наступления половодья могут отклоняться от средних. Пик половодья по большей части района обычно наблюдается во второй-третьей декаде апреля. Средняя высота половодья над меженным уровнем составляет от 1-2 м на малых и зарегулированных озерами и карстом реках до 5-6 м – на крупных реках.

Средняя продолжительность подъема весеннего половодья для средних и крупных рек около 10-22 дней. Подъем происходит интенсивно, особенно на крупных реках.

Спад половодья происходит замедленно и заканчивается обычно в конце мая. Общая продолжительность весеннего половодья составляет от 55 до 65 дней. Во время прохождения весеннего ледохода на многих реках образуются заторы льда, которые вызывают подъемы уровня воды на вышерасположенных участках.

Летняя межень обычно устанавливается в начале – середине июня и заканчивается в октябре. Наиболее низкие уровни наблюдаются в июле-августе. В маловодные годы на отдельных участках мелкие реки пересыхают. Почти ежегодно межень нарушается 2-3 дождевыми паводками. Зимняя межень устанавливается в конце ноября – середине декабря и заканчивается с началом весеннего половодья, в среднем в конце марта – начале апреля. Наиболее маловодный период наблюдается в феврале-марте. В маловодные годы некоторые реки на отдельных участках, преимущественно в верхнем течении, перемерзают.

В период ледообразования и в мягкие зимы бывают подъемы уровня воды от зажоров, которые образуются на многих реках района (Великой, Сороти, Лже, Льсте). Для устьевых участков рек впадающих в Финский залив и в Чудско-Псковское озеро, характерны колебания уровня от сгонно-нагонных ветров.

Для рек района характерно наличие весеннего и осеннего максимумов, летнего и зимнего минимумов. На зарегулированных реках осенний максимум выражен слабее. В период весеннего половодья обычно проходит от 50 до 65 % объема годового стока, на зарегулированных реках от 25 до 50 %.

1.6 Река Великая

Бассейн реки Великой по характеру естественной зарегулированности стока делится на три части: южную, левобережную и правобережную. В южной части бассейна, сложенной сильно закарстованными Псковско-Чудскими доломитами, реки характеризуются повышенным стоком лимитирующего периода (57-60 % годового) и лимитирующего сезона (18-22 %). Реки левобережной части бассейна по сравнению с правобережными притоками отличаются несколько повышенной водностью лимитирующего периода и сезона. На их долю в левобережной части бассейна приходится соответственно 45-50 и 12-17 % годового стока, в правобережной части - 40-45 и 10-12 %. Это различие в распределении стока обусловлено, по-видимому, наличием в левобе-

режной части бассейна неглубоко залегающих чудовских и бургских известняков с признаками карста.

В верховьях р. Великая распространен карст, оказывающий влияние на гидрологический режим реки. Несколько южнее г. Пскова в левобережной части долины р. Великой имеются карстовые воронки и провалы, приуроченные к местам неглубокого залегания известняков.

Река Великая имеет смешанное питание с преобладанием снегового. Для верховья реки характерна наибольшая доля грунтового стока (22-28 %). Средние даты наступления пика весеннего половодья подчиняются зональному распределению. За счет преобладания расчлененного рельефа и слабопроницаемых суглинистых почв на р. Великой наблюдаются высокие дождевые паводки. Река Великая. Исток реки находится вблизи д. Шепели, впадает Великая в Псковское озеро, в 4 км западнее д. Муровицы. Длина реки 430 км, площадь водосбора 25 200 км, средний уклон 0.47 %.

Почти весь бассейн р. Великой расположен в подзоне смешанных лесов, залесенность бассейна составляет 36 %, озерность бассейна равна 2 %, причем большинство озер приходится на верховье бассейна – озерность здесь около 4 %. Заболоченность бассейна невелика и составляет в среднем 2 %.

Бассейн р. Великой по характеру естественной зарегулированности стока делится на три части: южную, левобережную и правобережную. В южной части бассейна, сложенной сильно закарстованными Псковско-Чудскими доломитами, реки характеризуются повышенным стоком лимитирующего периода (57-60 % годового) и лимитирующего сезона (18-22 %). Реки левобережной части бассейна по сравнению с правобережными притоками отличаются несколько повышенной водностью лимитирующего периода и сезона. На их долю в левобережной части бассейна приходится соответственно 45-50 % и 12-17 % годового стока, в правобережной части – 40-45 % и 10-12 %.

В Великую впадают сравнительно крупные водотоки: справа реки Сороть, Череха и Пскова, слева – реки Исса, Синяя, Утроя.

На территории Псковской области в бассейне р. Великая насчитывается 3604 озера общей площадью 448 км, а сама р. Великая в верховьях протекает через 21 озеро. В Эстонии в районах Хаанья и Отепя на 100 км территории приходится от 25 до 30 озер.

Большинство озер ледникового происхождения. Среди болотных массивов можно встретить мелкие глухие, так называемые вторичные озера, которые возникли на месте бывших озер. Это озера мелководные, сильно зарастающие.

Значительное распространение получили искусственные водоемы небольшого размера на юге бассейна, где развито прудовое рыбное хозяйство. На юге Псковской области насчитывается более 1250 прудов.

На р. Великой существуют три водохранилища энергетического назначения – Шильской ГЭС (Площадь зеркала при НПУ 1.47 км; полезный объем 0,292 млн. м), Максютинской ГЭС (2.04 км; 0.28 км) и Копылковской ГЭС (12.1 км; 21.2 км). ГЭС Копылковской ГЭС находятся в предаварийном состоянии.

Кроме того, в бассейне р. Великая насчитывается 11 водоемов, образованных напорными гидротехническими сооружениями в руслах малых рек и ручьев.

Река Великая, длина 430 км, средний уклон реки 0.47 %. Исток находится вблизи д. Шепели. Впадает в оз. Псковское, в 4 км западнее д. Муромицы. В верхнем течении река прорезает Лужское взгорье, водосбор ее имеет мелко холмистый, местами средне холмистый рельеф. Высота холмов от 15 до 25 м. Понижения между холмами большей частью заболочены и заняты сырыми лугами с кустарником или сырым и заболоченным смешанным лесом, либо небольшими болотами и озерами. Нижняя часть бассейна к западу от шоссе Псков – Гдов (35 км от устья) равнинная, значительно заболоченная. со слабым уклоном к оз. Псковскому, с отдельными небольшими холмами. Преобладающими являются верховые моховые болота, поросшие угнетенной низкорослой сосной, ближе к устью реки они сменяются ни-

зинными, поросшими осокой и кустарником. Грунты в верхней части бассейна преимущественно суглинистые и песчаные, изредка супесчаные, в нижней части песчаные и торфянистые. Большая площадь бассейна покрыта смешанным лесом, у селений местность открытая, занята лугами, частично распахана.

Верхняя часть бассейна до г. Опочки расположена на западном склоне Бежаницко-Вязовских гор и имеет типичный конечно-моренный ландшафт. Холмы и гряды разнообразной формы, понижения между ними часто заполнены озерами и небольшими болотами. Центральная часть водосбора занимает Псковско-Опочецкое плато, поверхность которого мелко холмистая, местами волнистая и отличается незначительным колебанием высот. Ниже г. Пскова река прорезает Чудско-Псковскую слабоволнистую низменную равнину. Эта равнина значительно заболочена: здесь встречаются как верховые болота по водоразделам, так и лесные переходные, а также и болота низинного типа, расположенные в пониженных частях рельефа и в поймах рек. Грунты в верхней и нижней частях водосбора преимущественно песчаные и супесчаные, в средней – суглинистые, местами супесчаные. Значительная часть бассейна занята лугами и пашнями, довольно обширные пространства покрыты смешанными лесами выше устья р. Неведрянки 300 м, ниже увеличивается до 400-500 м, наибольшая – 1550 м (у бывшей д. Печане), наименьшая – 116 м (у д. Копылка). Склоны умеренно рассеченные, преимущественно пологие и умеренно крутые, на участках V-образной долиной крутые и очень крутые, а ниже д. Батьковичей часто отвесные.

Преобладающая высота их 15 м, на участке от г. Острова до д. Плешаново, ниже д. Батьковичей – 20 м, наибольшая – 45 м (в 1.7 км выше д. Житникоз), наименьшая – 5 м (отмечена неоднократно). На высоте 5-6 м проходит прерывистая терраса шириной от 2 до 100 м. Склоны песчаные и супесчаные, на участке от г. Опочки до г. Острова преимущественно суглинистые, а ниже г. Острова они сложены известняками, мергелями, изредка глинами и

песками. На всем протяжении склоны покрыты лугами, местами поросли кустарником и сосновым лесом, у селений они частично распаханы.

Поверхность поймы ровная, на участке от устья р. Неведрянки до г. Острова и от д. Глухово до устья р. Сороти сильно изрезана старицами и долинами ручьев, местами волнистая. Грунт преимущественно суглинистый, местами супесчаный, а на участке от устья р. Неведрянки до г. Опочки супесчаный и песчаный. На участке выше д. Житников на поверхности имеется большое количество валунов диаметром до 2-3 м. На участке от г. Опочки до г. Острова на значительном протяжении вдоль русла проходят прибереговые валы высотой 0.5-1 м. Пойма покрыта лугами с отдельными кустами ольхи и ивы, у селений частично распахана. В районе д. Фекина, между озерами Черессой и Хвойно и на участке от 2-го км ниже оз. Ученого до д. Новой Деревни пойма заболоченная, кочковатая. На всем протяжении пойма затопляется только высоким половодьем, в обычное половодье не затопляются участки от д. Дорбышей до бывшей д. Калинкина, между деревнями Келищем и Бабинцами, в районах деревень Коровкино, Глухово, Селихново и бывшей д. Печане, на участке от г. Острова до устья р. Кухвы и в районе впадения р. Кудеби.

Пойма затопляется слоем воды от 0.1 до 0.5 м, местами до 1 м; вода на пойме стоит на участке выше устья р. Неведрянки от 7 до 15 дней и от 2 до 3 недель на остальном протяжении реки.

Долина от истока до 3-го км ниже д. Лочкина преимущественно V-образная, местами трапецеидальная, на остальном протяжении она неясно выраженная. Преобладающая ширина ее от 400 до 500 м, наибольшая – 600 м (у с. Люботежи), наименьшая – 150-200 м (между деревнями Спасовщиной и Лочкина). Выше д. Спасовщины склоны умеренно крутые в прирусловой части, к бровке становятся пологими и очень пологими; местами в прирусловой части очень крутые и обрывистые, в районе д. Мазгирино, между деревнями Спасовщиной и Лочкина склоны очень крутые и обрывистые. Преобладающая высота их выше д. Мазгирино, между деревнями Спасовщи-

ной и Лочкина 10-20 м, между д. Мазгирино и д. Спасовщиной 20-25 м, наибольшая 40 м (у с. Люботежи); наиболее низкие (5-6 м) склоны отмечаются в 6-9 км выше д. Сомрый Бор. Склоны сложены песками, поросли смешанным лесом и только в районе д. Сомрый Бор и правый склон у с. Люботежи открытые, луговые. Между деревнями Спасовщиной и Лочкина в прирусловой части склоны часто обнаженные, у их подошв имеются обильные выходы грунтовых вод; значительные выходы грунтовых вод отмечены также выше д. Мазгирино

Долина преимущественно трапецеидальная, на участках выше оз. Заполочного, от д. Орешково до устья р. Неведрянки, от 1-го км выше д. Дорбышей до д. Ходюки, между бывш. д. Калинкина и д. Кониново V-образная, а ниже д. Батьковичи она имеет вид каньона, на участке от д. Плешаново до д. Батьковичи долина неясно выраженная и часто один из склонов крутой, а противоположный пологий и незаметно сливается с окружающей местностью. Преобладающая ширина долины

Пойма двухсторонняя, на участке от оз. Хвойно до свх Поддубье, между деревнями Бордино и Житниками, от бывшей д. Калинкина до бывшей д. Щучьей и ниже д. Большой Гоголевки она отсутствует. Преобладающая ширина ее выше д. Житников 100 м, на участке от устья р. Неведрянки до г. Опочкн составляет 300 м и 400 м – на остальном протяжении реки; наибольшая ширина поймы 3000 м (в районе деревень Башмакова и Ерошихи), наименьшая – 10 м (у д. Кншкино).

1.7. Исходные данные

1. Ежедневные расходы воды реки Великая (д. Пятоново) за период с 1955 по 2014 гг. (60 лет).

2. Ежедневные данные по осадкам и температуре по метеостанциями Псков и Великие Луки за период с 1965 по 2014 гг. (60 лет), по станции Пушкинские Горы – с 1966 г.

3. Рассчитанные ежедневные значения запасов воды в снеге и водоотдачи за период с 1965 по 2015 гг. (50 лет).

Глава 2. Математический аппарат

2.1. Гистограмма

Представление данных в гистограмме применяется в Excel. Можно проанализировать данные и отобразить их в виде гистограммы (столбчатой диаграммы, показывающей частоту повторяемости значений) с помощью средства "Гистограмма" пакета анализа. Надстройка анализа данных доступна при установке Excel, но не может загружаться автоматически. Если в группе Анализ на вкладке Данные отсутствует кнопка Анализ данных, необходимо загрузить надстройку пакета анализа.

2.2. Функция плотности вероятности гамма распределения

Гамма-функция $f = \text{gampdf}(x, a, b)$ служит для расчета значения функции плотности вероятности гамма распределения для параметров распределения a , b и значения случайной величины x . Размерность векторов или матриц x , a и b должна быть одинаковой. Размерность скалярного параметра увеличивается до размера остальных входных аргументов. Параметры a и b должны быть положительными. Значение случайной величины x должно находиться в интервале $[0; \infty]$.

Функция плотности вероятности гамма распределения имеет вид

$$f = \frac{1}{b^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-\frac{x}{b}},$$

где $\Gamma(a)$ – Гамма-функция.

Гамма распределение используется в теории надежности для вероятностного описания времени безотказной работы устройств и технических объектов. Гамма распределение, в отличие от экспоненциального распределения, более адекватно описывает надежность работы объекта в следующий момент времени, зависящий от текущего момента на оси времени. Следует отметить, что экспоненциальное и χ^2 распределения являются частными случаями гамма распределения.

Глава 3. Статистические характеристики гидрометеорологических характеристик

3.1. Ежедневные значения

Указанная ежедневная база гидрометеорологических данных была статистически обработана. На каждый день рассчитаны статистические параметры гидрометеорологических характеристик за многолетний период (с 1954 по 2014 гг. для температуры, осадков и стока и с 1965 по 2015 гг. для водоотдачи из снега), по которым построены хронологические графики их внутригодового распределения. Примеры таких графиков для температуры, осадков, водоотдачи и речного стока представлены в приложении Л.

Внутригодовая изменчивость температуры характеризуется устойчивым переходом (среднего) к положительным значениям 26 марта и к отрицательным – 18 ноября. Дисперсия имеет наибольшие численные значения и амплитуду колебаний в зимний период, а наименьшую – в летний. Коэффициент вариации, вследствие положительных и отрицательных значений среднего также меняет знак, причем его численные значения увеличиваются при стремлении среднего к нулевым значениям. Коэффициент асимметрии, как правило, имеет один и тот же знак и прямую линейную связь со средними значениями. Указанные закономерности показаны на рисунке 3.14.

В работе сделана предварительная оценка статистических характеристик осадков без разделения их на твердую (снег) и жидкую фазы. Внутригодовая изменчивость осадков характеризуется увеличением их средних значений в теплый период года. На рисунке 3.15 приведена прямая зависимость их от средней ежедневной температуры с аппроксимацией полиномом 2-ой степени. Соотношение C_s/C_v в среднем за год равно 1,46, причем C_s имеет только положительные значения больше 1.

Статистические характеристики ежедневных значений водоотдачи из снега рассчитаны с начала года до 23 апреля и с 24 октября до конца года. В остальной период её вероятность стремится к 0. Водоотдача характеризуется максимумом в весенний период с наиболее вероятными средними температурами близкими к нулевым значениям. На рисунке 3.16 показан хронологический график средних ежедневных значений температуры и водоотдачи из снега. Выражена обратная связь значений коэффициентов вариации и асимметрии со средними значениями водоотдачи. Соотношение C_s/C_v в среднем за расчетный период равно 1.22, а значения C_s больше 1.5. Максимум водоотдачи не совпадает с максимумом речного стока и предшествует ему на 17 дней, окончание водоотдачи наступает позже прохождения пика половодья на 5 дней. Это продемонстрировано на хронологическом графике рисунка 3.17.

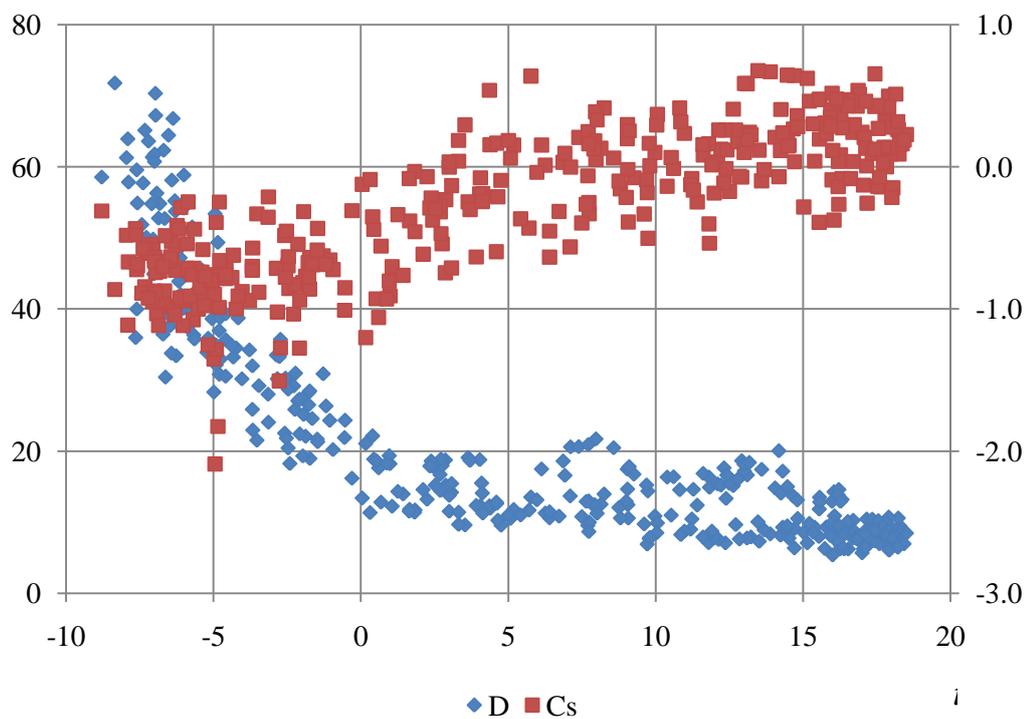


Рисунок 3.14 – Зависимость дисперсии (D) и коэффициента асимметрии (C_s) от средних ежедневных температур (t).

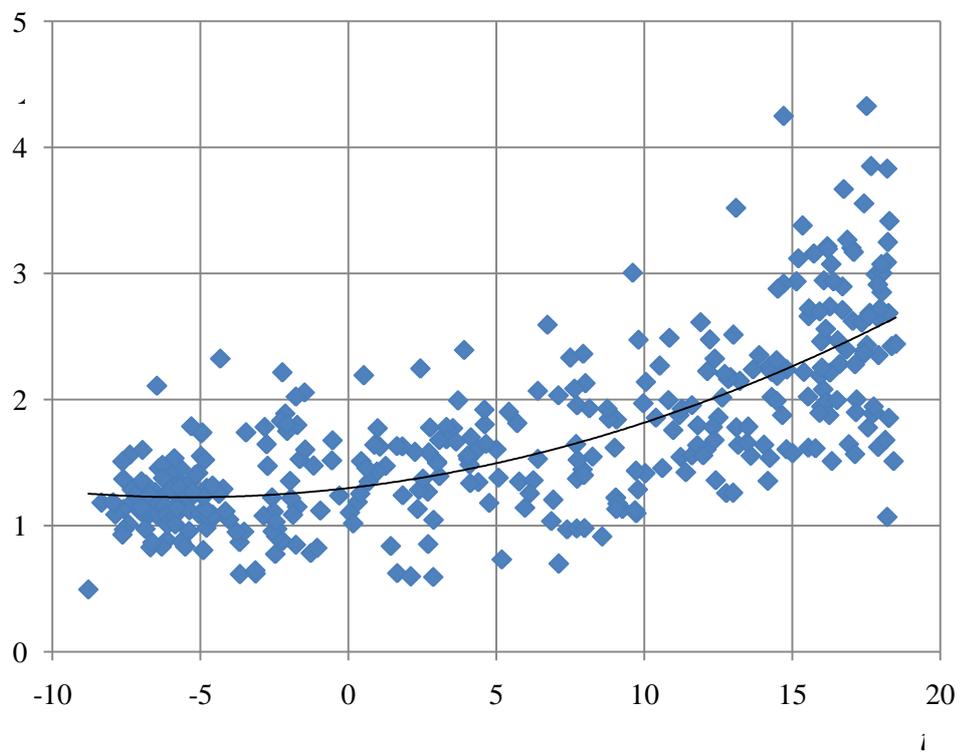


Рисунок 3.15 – Зависимость средних ежедневных осадков (X) от средних ежедневных температур воздуха (t).

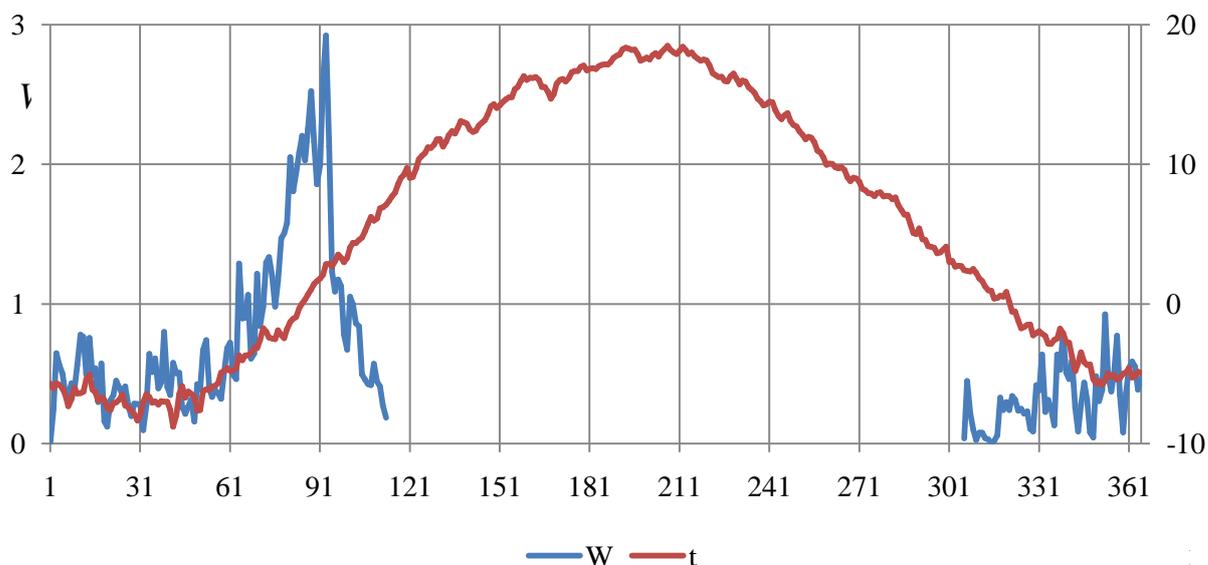


Рисунок 3.16 – Внутригодовое распределение средних значений водоотдачи из снега (W) и температур (t).

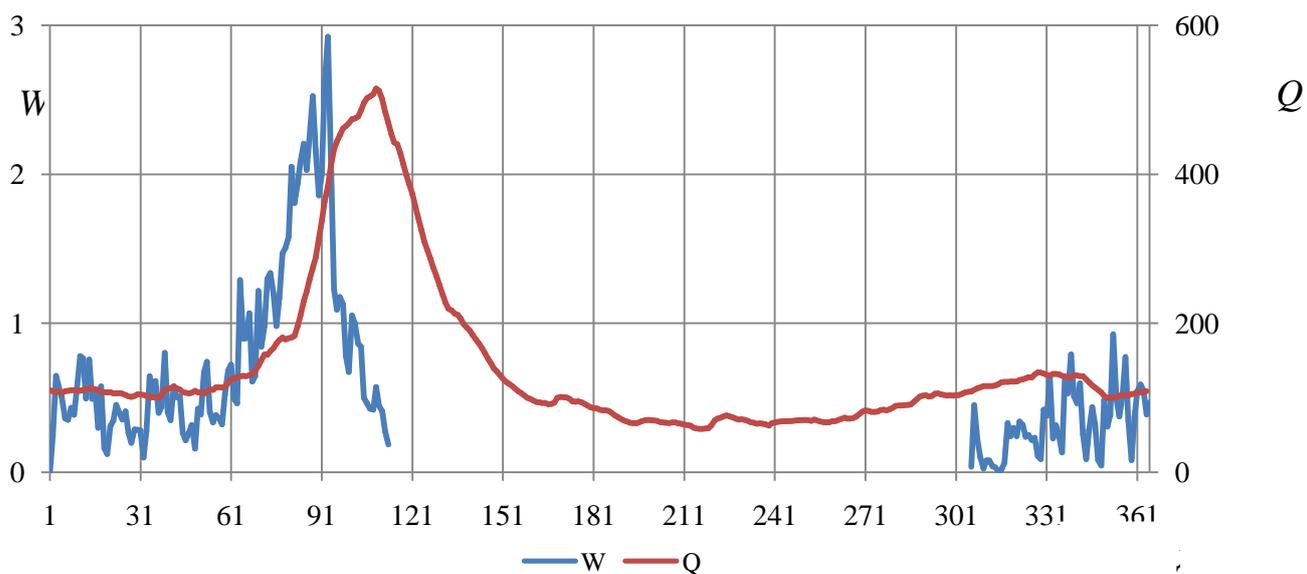


Рисунок 3.17 – Внутригодовое распределение средних значений водоотдачи из снега (W) и расходов воды р. Великой у д. Пятоново (Q).

Внутригодовая изменчивость статистических характеристик стока характеризуется гидрографом с четко выраженным максимумом весеннего половодья. На подъеме половодья наблюдаются минимальные значения коэф-

фициента асимметрии. Среднее соотношение C_s/C_v равно 2.57, отрицательные значения C_s отсутствуют.

В целях начальной оценки распределений указанных характеристик для температуры, осадков и речного стока построены эмпирические гистограммы частоты их повторяемости на каждый 10-ый день внутри года. Примеры указанных распределений частоты повторяемости температуры для января и июля представлены на рисунке 3.18, осадков для февраля и августа – на рисунке 3.19, стока р. Великой (д. Пятоново) для января и мая – на рисунке 3.20. Их характерными особенностями являются: а) отрицательная асимметрия при отрицательных значениях температуры, б) наличие высокой повторяемости нулевых значений осадков; в) выраженная положительная асимметрия (кроме периода подъема половодья).

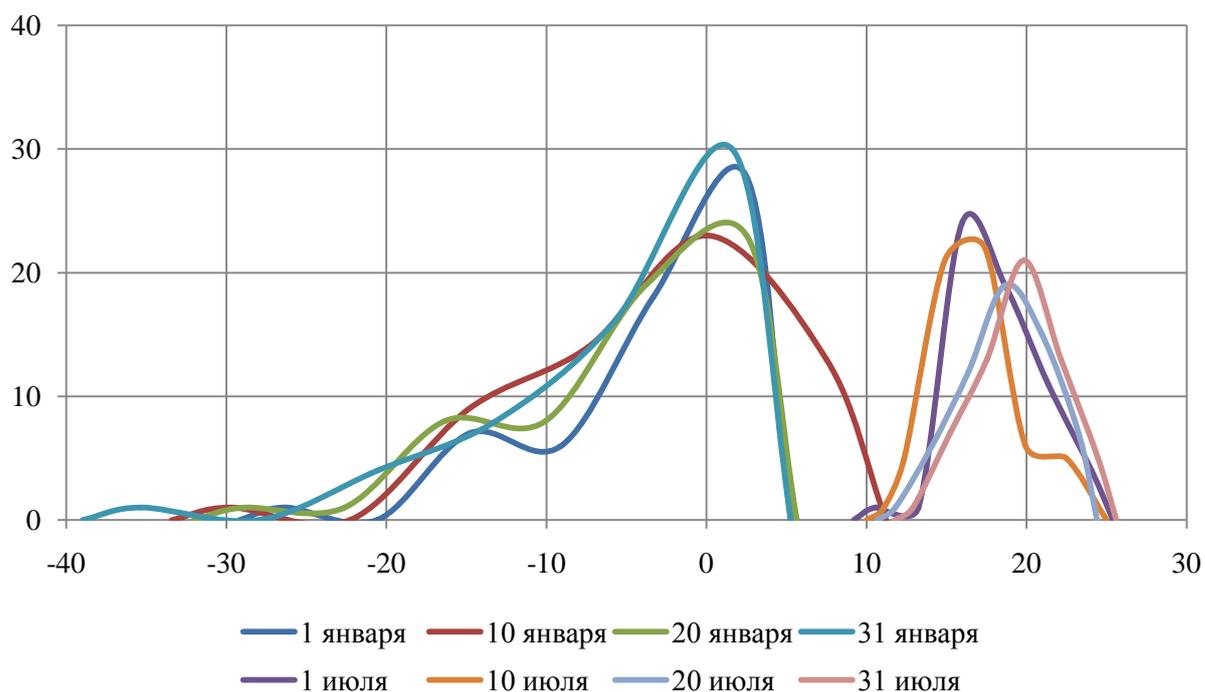


Рисунок 3.18 – Частота повторяемости температуры воздуха осредненной для станций Псков и Великие Луки по данным с 1955 по 2014 гг.

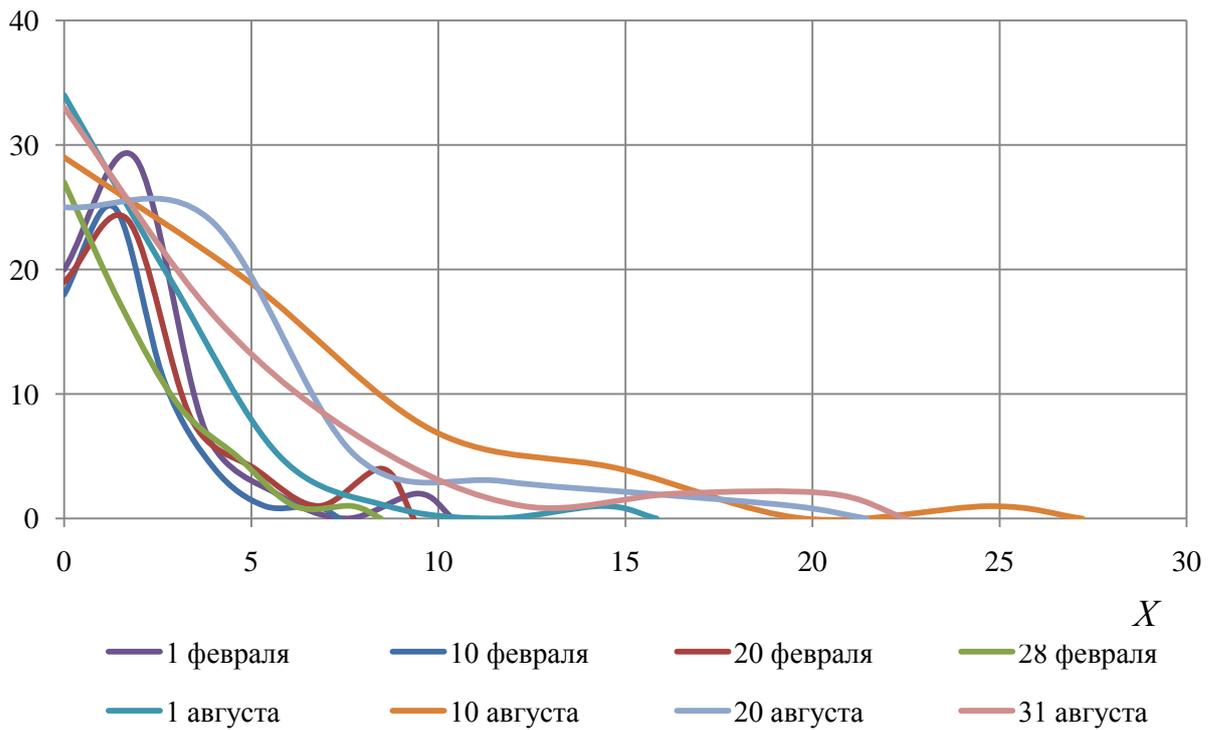


Рисунок 3.19 – Частота повторяемости осадков осредненных для станций Псков и Великие Луки по данным с 1955 по 2014 гг.

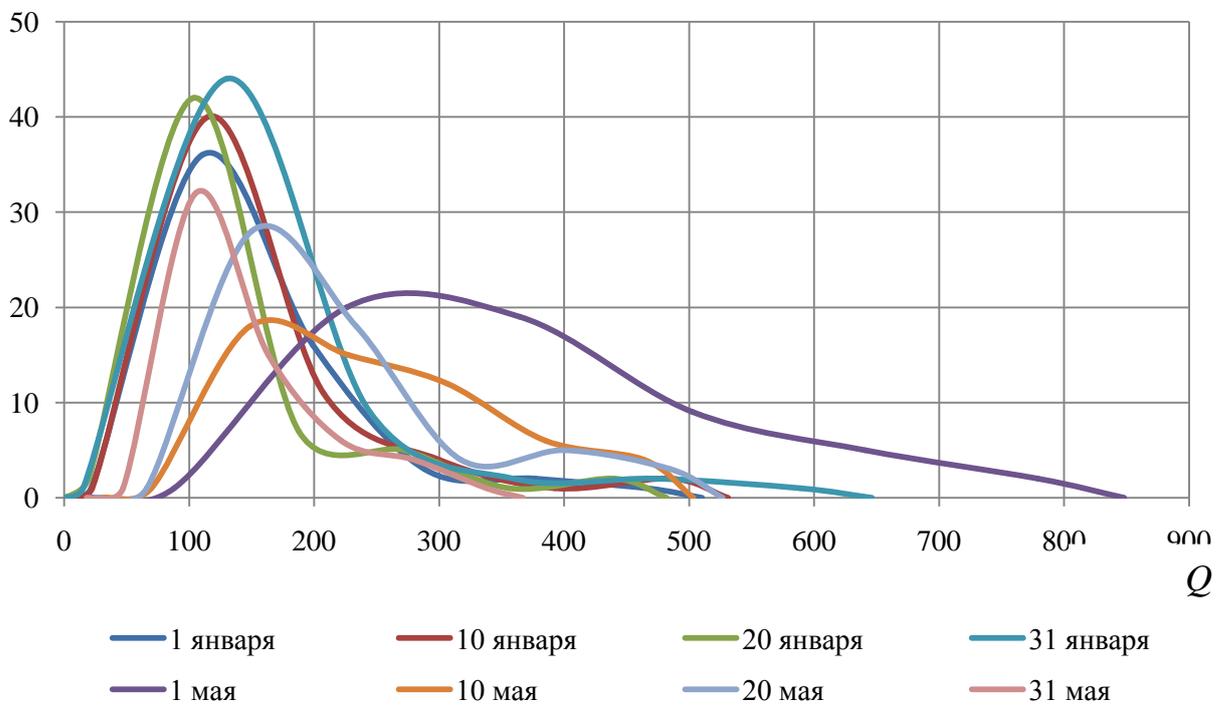


Рисунок 3.20 – Частота повторяемости расходов р. Великой (д. Пятоново) по данным с 1955 по 2014 гг.

3.2 Месячные значения

Выполнена статистическая обработка рядов среднемесячной температуры, месячной суммы осадков и среднемесячных расходов воды р. Велюгой (д. Пятоново). На каждый месяц рассчитывались статистические параметры (среднее, дисперсия D , коэффициент вариации C_v и коэффициент асимметрии C_s) гидрометеорологических характеристик за указанный многолетний период (с 1955 по 2014 гг.), по которым строились хронологические графики их внутригодового распределения. Примеры таких графиков для температуры, осадков и речного стока представлены на рисунках 3.21–3.23, а численные значения параметров приведены в приложении М.

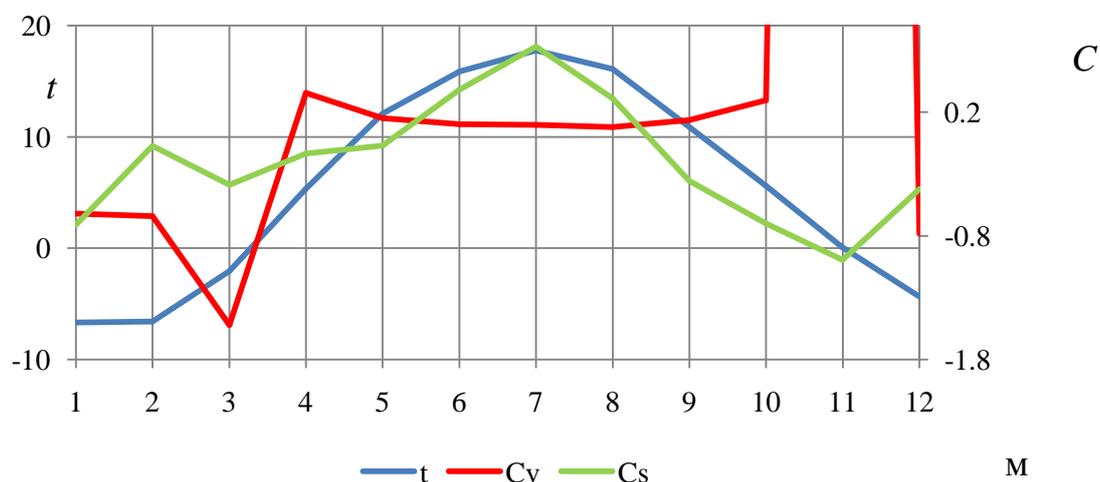


Рисунок 3.21 – Внутригодовое распределение статистических характеристик среднемесячной температуры воздуха осредненной для станций Псков и Великие Луки за период с 1954 по 2014 гг.

Характерной особенностью статистических характеристик температуры является коэффициент асимметрии, имеющий отрицательные значения в зимние, весенние и осенние месяцы, кроме июня, июля и августа. В месячных суммах осадков отсутствуют нулевые значения, значения C_v имеют минимум в декабре 0.3 и максимум в августе 0.6, значения C_s положительны. Соотношение C_s/C_v для речного стока меняется от 0.5 в апреле до 3.7 в мае.

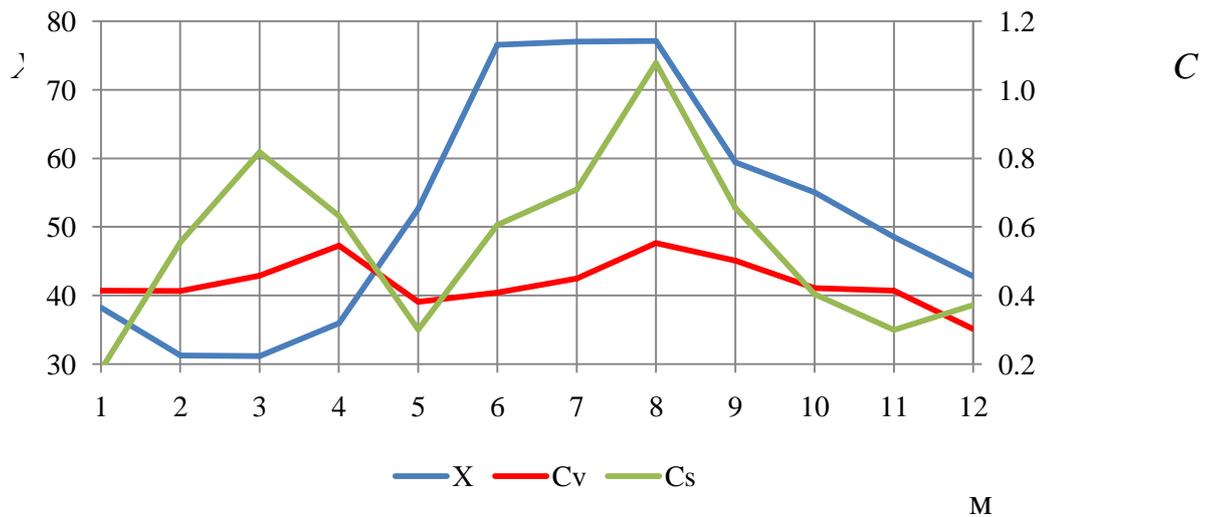


Рисунок 3.22 – Внутригодовое распределение статистических характеристик месячной суммы осадков осредненной для станций Псков и Великие Луки за период с 1954 по 2014 гг.

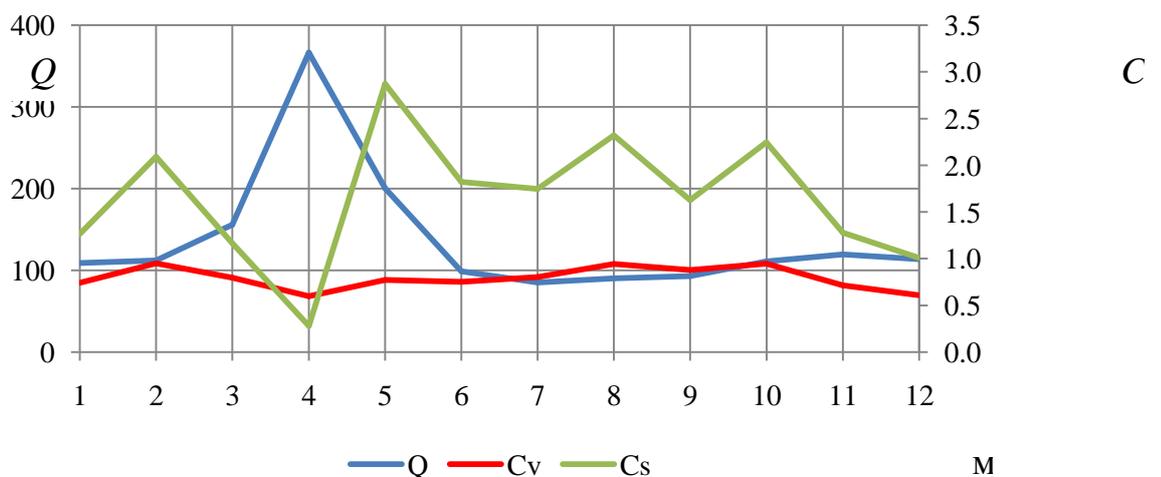


Рисунок 3.23 – Внутригодовое распределение статистических характеристик среднемесячных расходов воды р. Великой (д. Пятоново) за период с 1954 по 2014 гг.

В целях начальной оценки вероятностных распределений среднемесячной температуры, речного стока и месячной суммы осадков построены гистограммы частоты (f) их повторяемости на каждый месяц (см. рисунки 3.24–3.26 соответственно), а по статистическим параметрам – кривые обеспечен-

ности Пирсона III типа (см. рисунки 3.27–3.29 соответственно и пример для температуры в приложении Н).

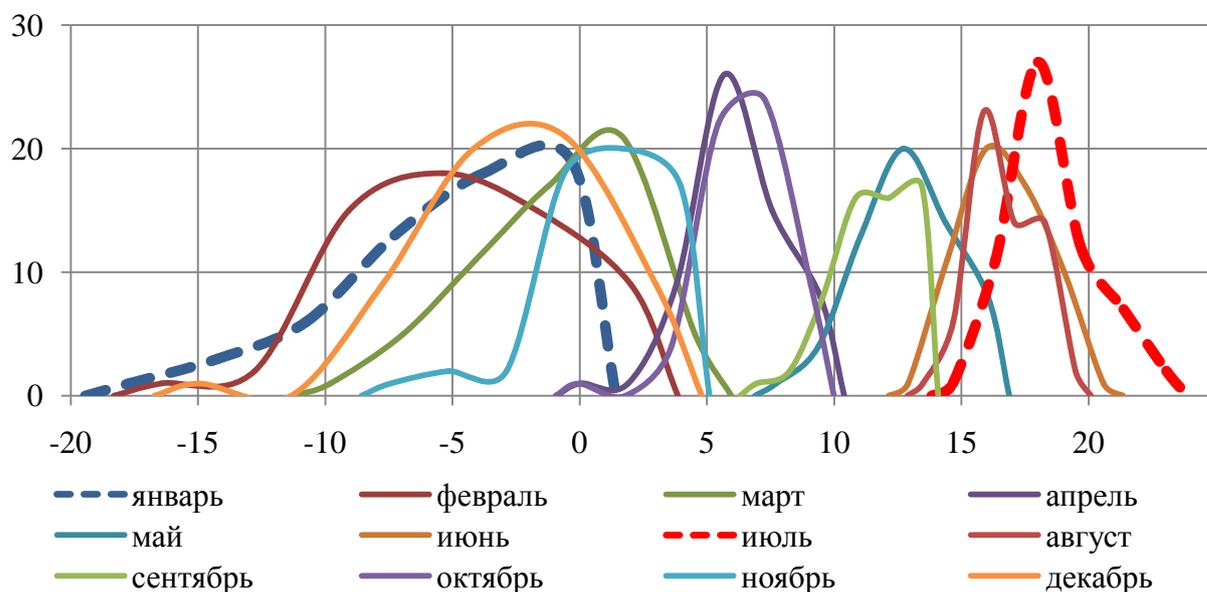


Рисунок 3.24 – Частота повторяемости среднемесячной температуры воздуха осредненной для станций Псков и Великие Луки по данным с 1955 по 2014 гг.

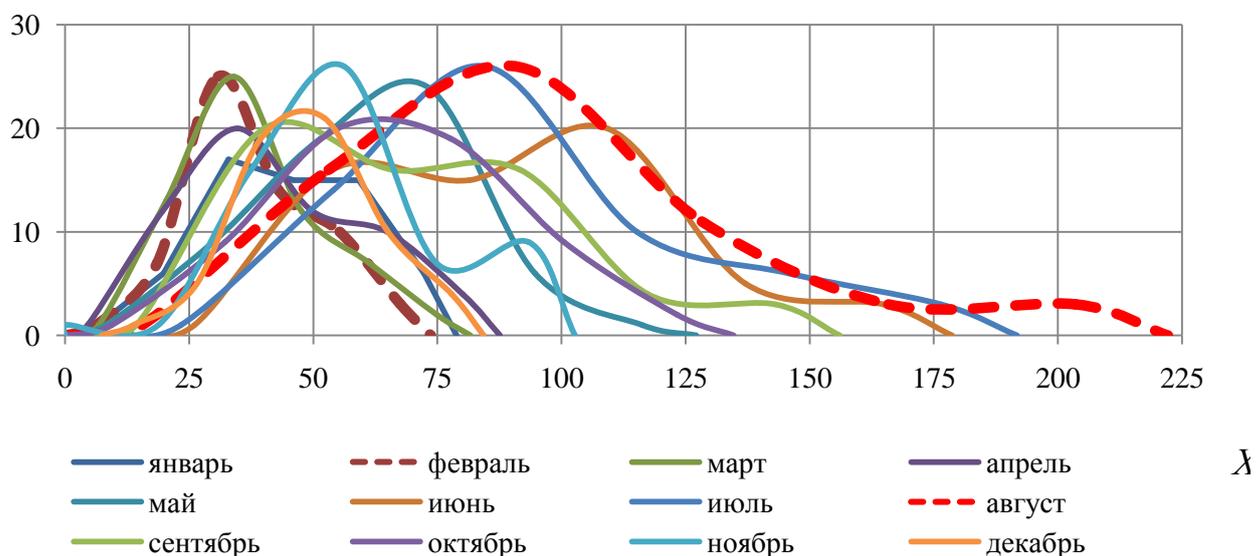


Рисунок 3.25–Частота повторяемости месячной суммы осадков осредненной для станций Псков и Великие Луки по данным с 1955 по 2014 гг.

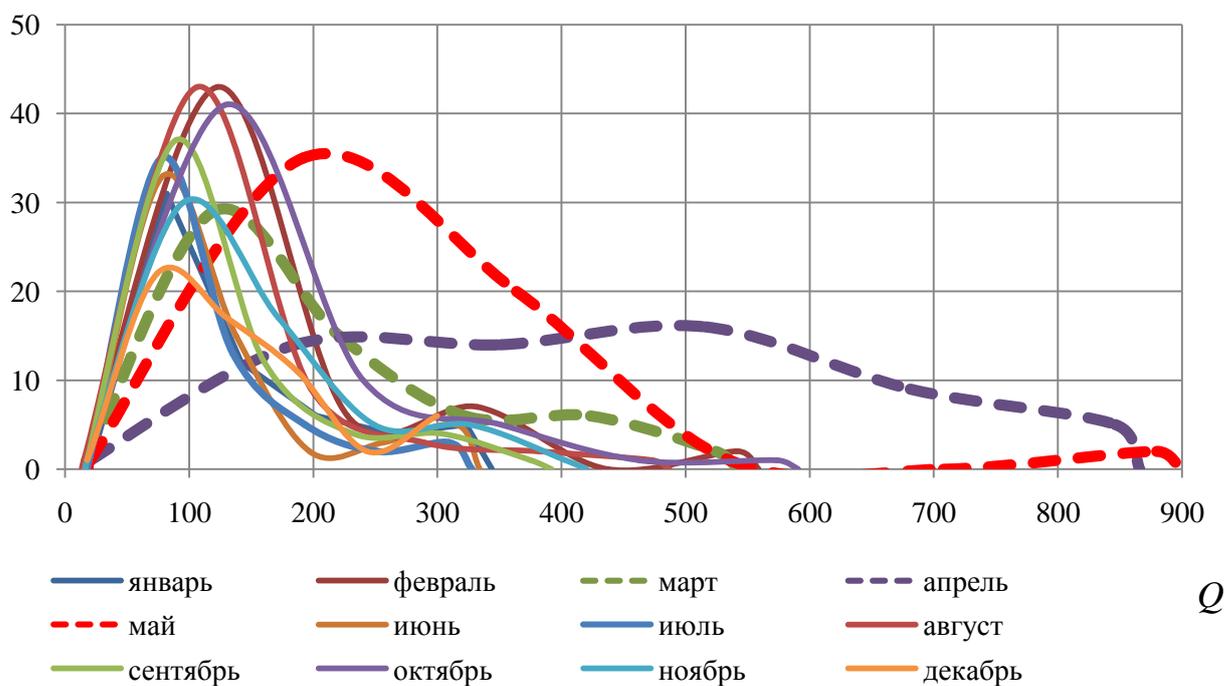


Рисунок 3.26 – Частота повторяемости среднемесячных расходов воды р. Великой (д. Пятоново) по данным с 1955 по 2014 гг.

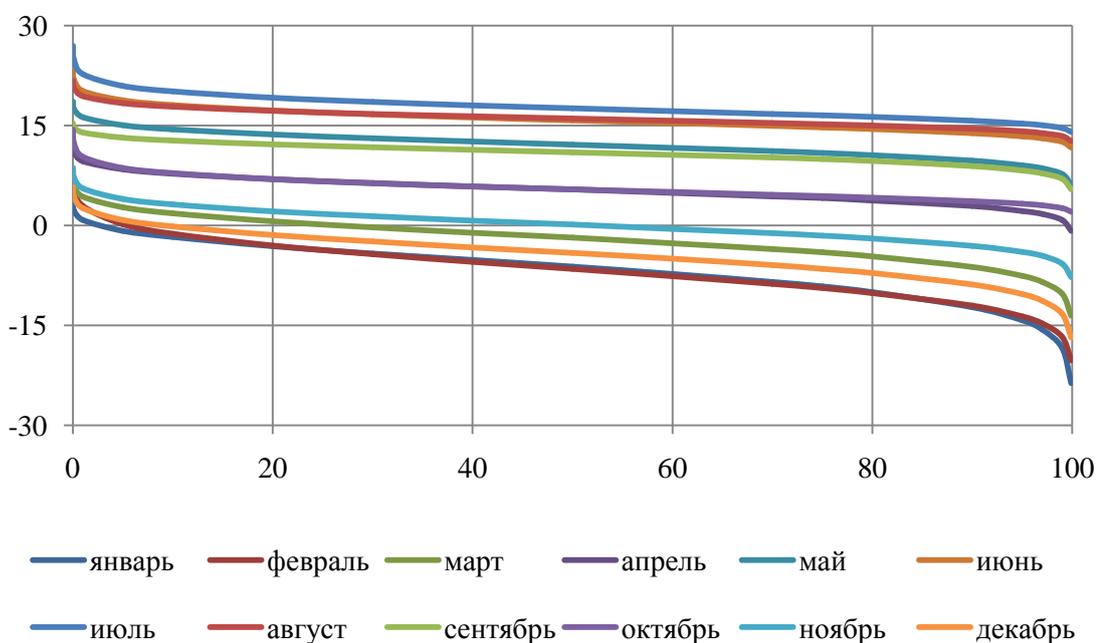


Рисунок 3.27–Кривые обеспеченности среднемесячной температуры воздуха осредненной для станций Псков и Великие Луки по данным с 1955 по 2014 гг.

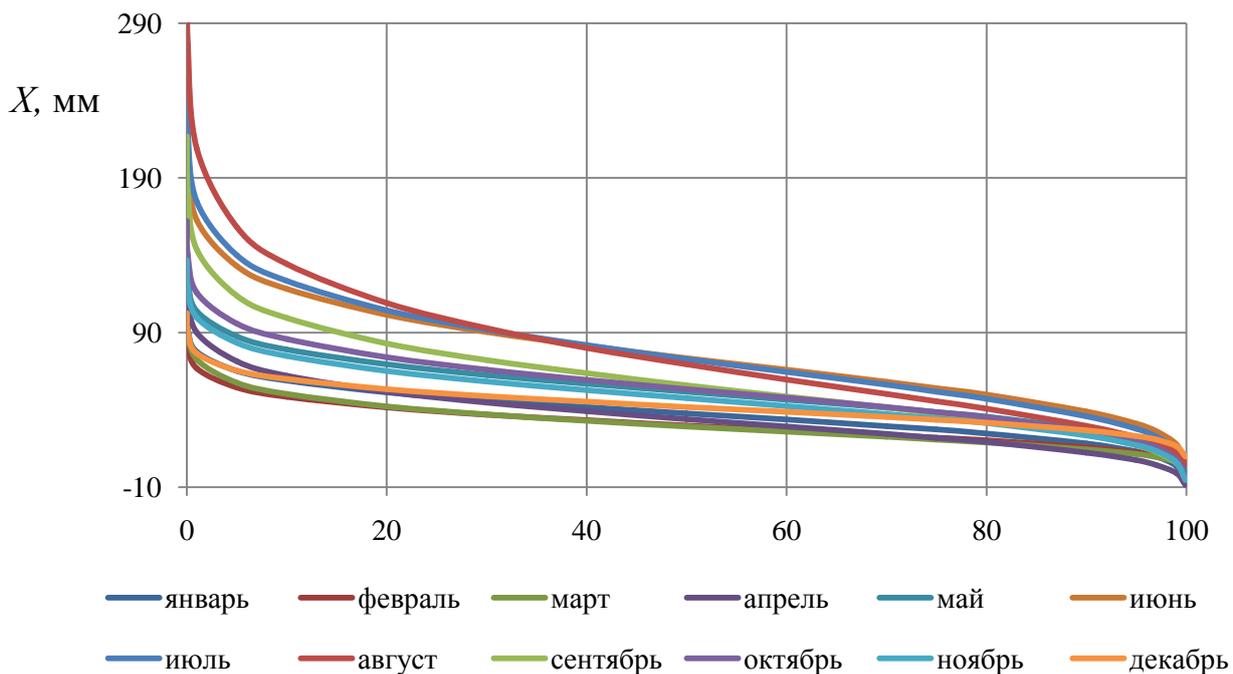


Рисунок 3.28 – Кривые обеспеченности суммы месячных осадков осредненной для станций Псков и Великие Луки по данным с 1955 по 2014 гг.

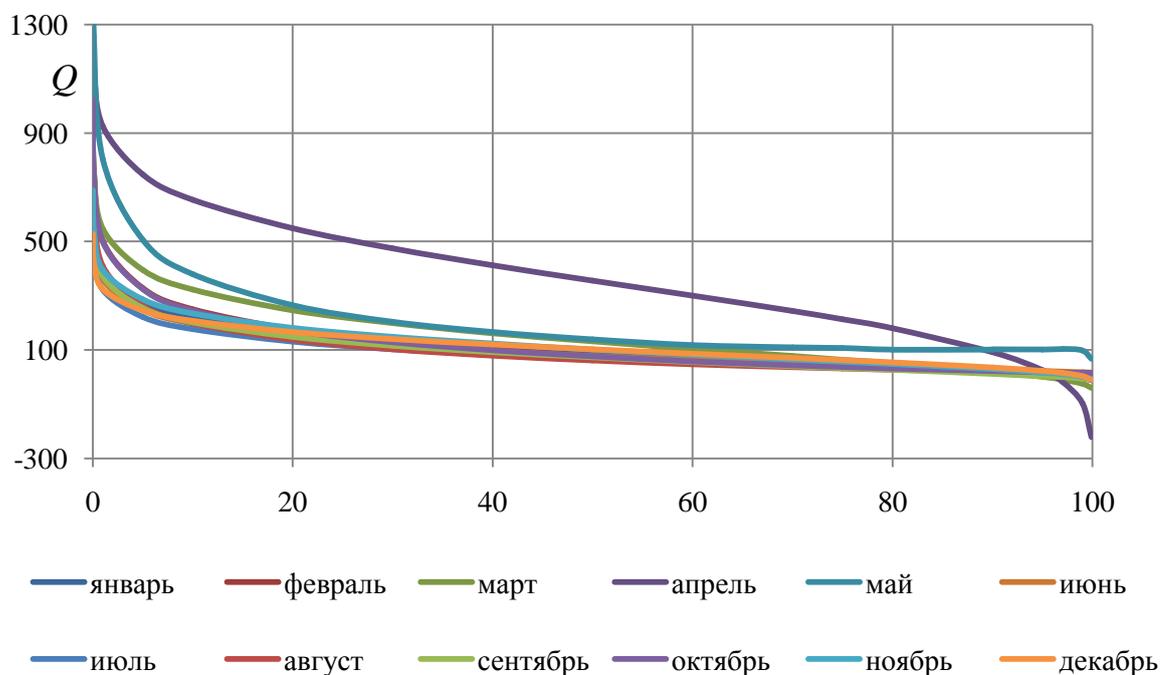


Рисунок 3.29 – Кривые обеспеченности среднемесячных расходов воды р. Великой (д. Пятоново) по данным с 1955 по 2014 гг.

Выводы

Решая основную задачу по выявлению закономерности во внутригодовом распределении обеспеченных значений характеристик многолетних видов речного стока России выполнены следующие виды работ:

- сформирована ежедневная база данных метеорологических характеристик (температура, осадки, материалы маршрутных снегосъемок) по которой выполнен расчет ежедневных запасов воды в снеге и водоотдачи из снежного покрова;

- сформирована ежедневная база данных расходов р. Великой у д. Пятоново;

- сформирована ежедневная база данных спутникового зондирования запасов воды в снеге для всей территории России и дана предварительная оценка её согласия с данными снегомерных наблюдений;

- выполнен расчет статистических параметров (среднего, дисперсии, коэффициентов вариации и асимметрии) ежедневных значений температуры, осадков, водоотдачи из снега и расходов воды за многолетний период и дана характеристика их внутригодовой изменчивости для водосбора р. Великой; построены их хронологические графики и гистограммы частоты повторений ежедневных значений температуры, осадков и расходов воды на каждые 10 дней за год;

- выполнен расчет статистических параметров (среднего, дисперсии, коэффициентов вариации и асимметрии) месячной суммы осадков, среднемесячных значений температуры и расходов воды за многолетний период и дана характеристика их внутригодовой изменчивости, построены:

- а) хронологические графики параметров,
- б) гистограммы частоты повторений значений температуры, осадков и расходов воды на каждый месяц,
- в) кривые обеспеченности (эмпирические и аналитические) на каждый месяц;

г) разностно-интегральные кривые на каждый месяц.

План дальнейших исследований. В работе изложены первичные материалы исследований внутригодового распределения стока, поэтому окончательными результаты назвать нельзя. В плане дальнейших исследований рекомендуются следующие виды работ:

- составить полный список литературных источников и проанализировать исследования по заданной теме, дать им оценку;
- составить список нормативных документов, где упоминается внутригодовое распределение (по упомянутым перед постановкой задачи отраслям);
- завершить формирование базы данных ежедневных запасов воды в снеге и водоотдачи из снежного покрова путем усовершенствования модели формирования снегозапасов и увеличения числа станций;
- разработать и обосновать применимость методики расчета снегозапасов для метеостанций, где отсутствуют маршрутные снегомерные съемки;
- рассчитать средневзвешанные ежедневные снегозапасы и водоотдачу для заданных бассейнов и водозборов;
- выполнить оценку внутригодового распределения статистических параметров внешних воздействий на водосбор, совместив жидкие осадки в теплый период года и интенсивность водоотдачи из снежного покрова;
- выявить закономерности вероятностных распределений гидрометеорологических характеристик.

Литература

1. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1974, -4 1 9 с.
2. Бережных Т.В., Резников А.П. Фоновое прогнозирование речного стока на основе его пространственно-временных закономерностей. - География и природные ресурсы, 1996, № 4, с. 17-24.
3. Боровикова Л.Н. и др. Статистические методы прогноза стока горных рек. - Труды САРНИГМИ, 1977, вып. 51 (132). - 86 с.
4. Бураков Д.А., Авдеева Ю.В. Технология оперативных прогнозов ежедневных расходов (уровней) воды на основе спутниковой информации о заснеженности (на примере р. Нижней Тунгуски). - Метеорология и гидрология, 1996, № 10, с. 75-87.
5. Гайдукова Е.В., Хаустов В.А., Дехтярев А.А., Голованова Е.Ю., Куасси М. Оценка долгосрочных изменений вероятностных характеристик максимального стока // // ученые записки рггму. – 2013, №16. – с. 60-64.
6. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы // РГГМУ. – 2007. – С. 435с
7. Игловская Н.В., Нарожный Ю.К. //Определение снегозапасов Алтая с использованием спутниковой информации // Науки о Земле - 2010, № 334 – Томск. 160-165.
8. Земцов А.А., Мизеров Б.В., Николаев В.А. и др. Рельеф Западно – Сибирской равнины Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние, 1988. 192с.
9. Карлин Л.Н., Ефимова Ю.В., Никифоров А.В. Некоторые климатические характеристики Санкт-Петербурга в эпоху глобального потепления // Ученые записки РГГМУ. – 2005, № 1. – С. 22–29.
10. Коваленко В.В. Моделирование гидрологических процессов. - СПб.: Гидрометеиздат, 1993. - 256 с.

11. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В. Моделирование гидрологических процессов: учеб. -изд. 2-е, испр. и доп. -СПб.: изд. РГГМУ, 2006. -559 с.

12. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова // Гидрометеоиздат – 1961. – Л. 344с

13. Ларин С.И. Физико-географические условия формирования качества поверхностных вод западной сибире // Вестник Тюменского государственного университета - 2011, № 12 – Тюмень. 70-77.

14. http://tapemark.narod.ru/geograf/2_1.html

1 Догановский, А. М. Сборник задач по определению основных характеристик водных объектов суши [Текст] / А. М. Догановский, В. Г. Орлов. – СПб.: РГГМУ, 2011. – 315 с.

2 The Global Runoff Data Centre [Электронный ресурс] // Federal Institute of Hydrology (BfG), 2016. – Режим доступа: http://www.bafg.de/GRDC/EN/01_GRDC/13_dtbse/database_node.html (дата обращения 28.03.2016).

3 Лазарев, Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB [Текст] / Ю. Лазарев. – СПб.: Питер, 2005. – 512 с.

4 Потемкин, В. Г. MATLAB 6: среда проектирования инженерных приложений [Текст] / В. Г. Потемкин. – М.: Диалог-Мифи, 2003. – 448 с.

5 Коваленко, В. В. Частично инфинитная гидрология. [Текст] / В. В. Коваленко. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 230 с.

6 Коваленко, В. В. Гидрологическое обеспечение надежности строительных проектов при изменении климата. [Текст] / В. В. Коваленко. – СПб.: изд. РГГМУ, 2009. – 100 с.

7 Донченко, Р. В. Ледовый режим рек СССР [Текст] / Р. В. Донченко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 248 с.

8 Бузин, В. А. Заторы льда и заторные наводнения на реках [Текст] / В. А. Бузин. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2004. – 203 с.

- 9 Грани гидрологии. Под редакцией Джона К. Родда. [Текст] – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 536 с.
- 10 Владимиров, А. М. Гидрологические расчеты [Текст] / А. М. Владимиров. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 366 с.
- 11 Свод правил по проектированию и строительству СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик [Электронный ресурс] 2016. – Режим доступа: <http://www.np-ciz.ru/userfiles/33-101-2003.pdf> (дата обращения 18.05.2016).
- 12 Чеботарев, А. И. Общая гидрология (воды суши) [Текст] / А. И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 544 с.
- 13 Соколовский, Д. Л. Речной сток (Основы теории и методики расчетов) [Текст] / Д. Л. Соколовский. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 540 с.
- 14 Андреев, В. Г. Внутригодовое распределение речного стока. [Текст] / В. Г. Андреев. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 327 с.
- 15 Гельфан, А. Н. Динамико-стохастическое моделирование формирования талого стока. [Текст] / А. Н. Гельфан. – М.: Наука, 2007. – 279 с.
- 16 Кондратьев, С.А. Моделирование биогенной нагрузки на водные объекты [Текст] / С.А. Кондратьев, Д.А. Максимов, М.В. Шмакова, В.И. Уличев // Ученые записки РГГМУ, 2014, № 35. – С. 165-177 с.
- 17 Данные Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГ-МИ-МЦД) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.meteo.ru (дата обращения 13.02.2016).
- 18 Данные спутникового зондирования снежного покрова Финского метеорологического института [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.globsnow.info/swe/archive_v2.0/ (дата обращения 13.02.2016).
- 19 Дьяконов, В. П. Справочник по алгоритмам и программам на языке бейсик для персональных ЭВМ: Справочник [Текст] / В. П. Дьяконов. – М.: Наука. гл. ред. физ.-мат. Лит., 1989.– 240 с.

20 Постников, А. Н. Испарение с поверхности снежного покрова за период его залегания на территории России [Текст] / А. Н. Постников // Ученые записки РГГМУ, 2016, № 42. – С. 55 – 63.

21 Воейков, А. И. Влияние снеговой поверхности на климат [Текст] / А. И. Воейков. – Избранные сочинения, том 2, 1949. – С. 9 – 14.

22 Методы изучения и расчета водного баланса [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 397 с

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Хронологические графики внутригодичного распределения ежедневных значений температуры, осадков, водоотдачи, речного стока и их статистических параметров

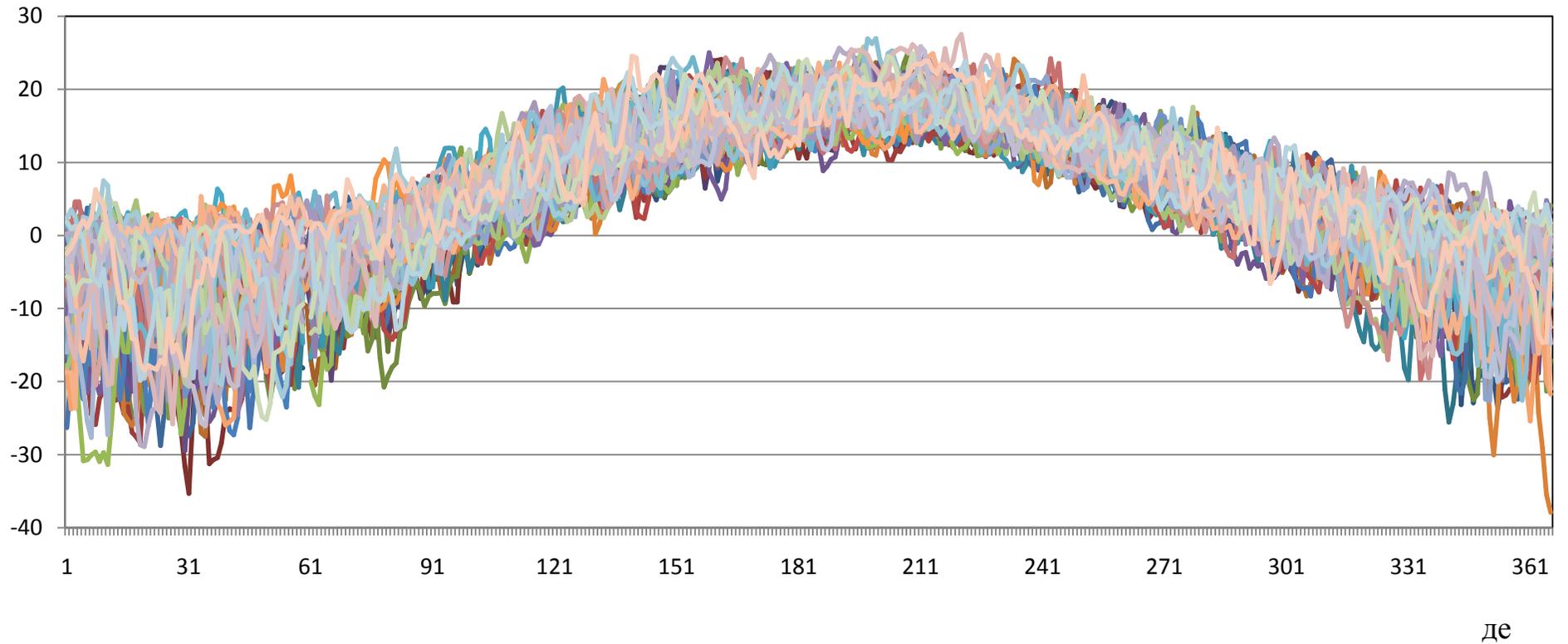


Рисунок Л3.1 – Внутригодичное распределение температуры воздуха осредненной для станций Псков и Великие Луки за период с 1954 по 2014 гг.

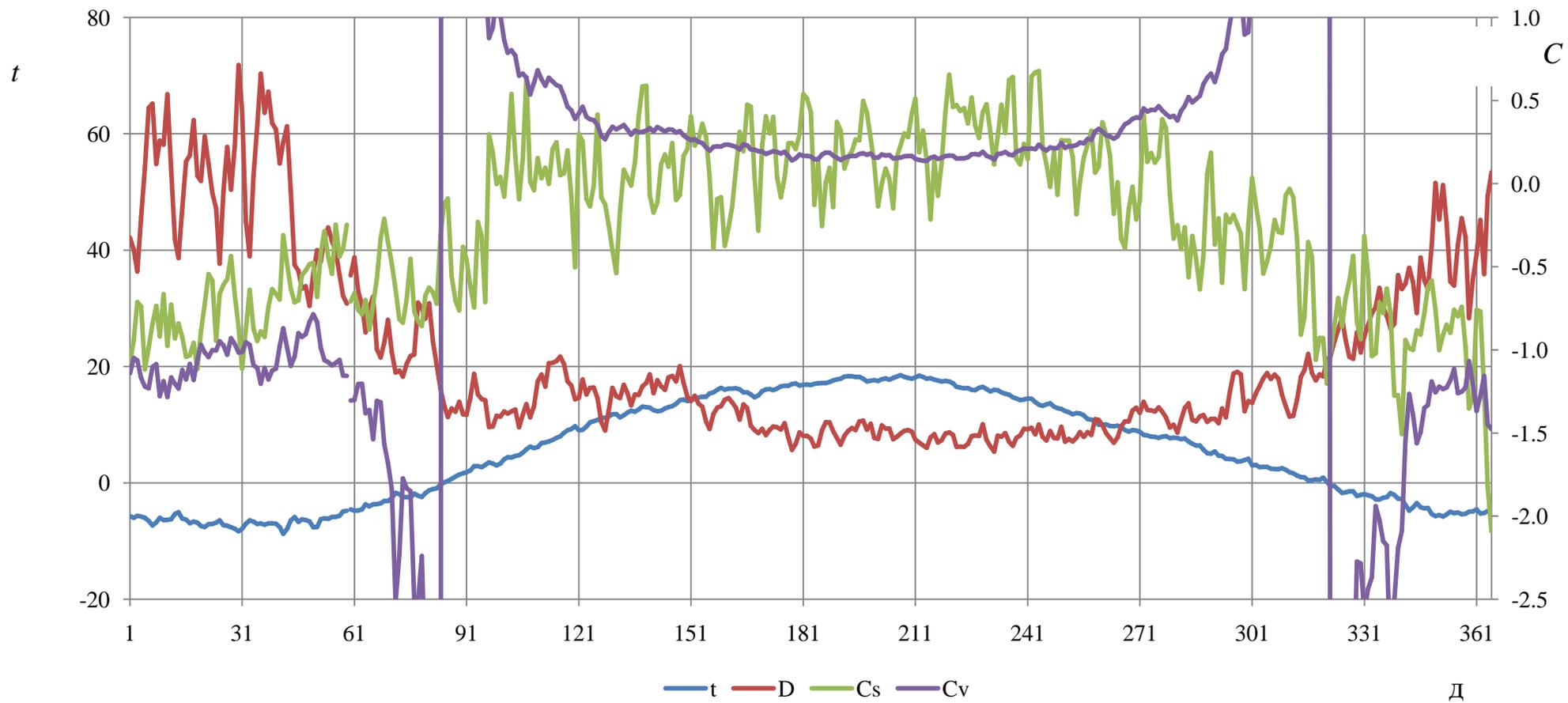


Рисунок Л3.2 – Внутригодовое распределение статистических параметров температуры воздуха за период с 1954 по 2014 гг.

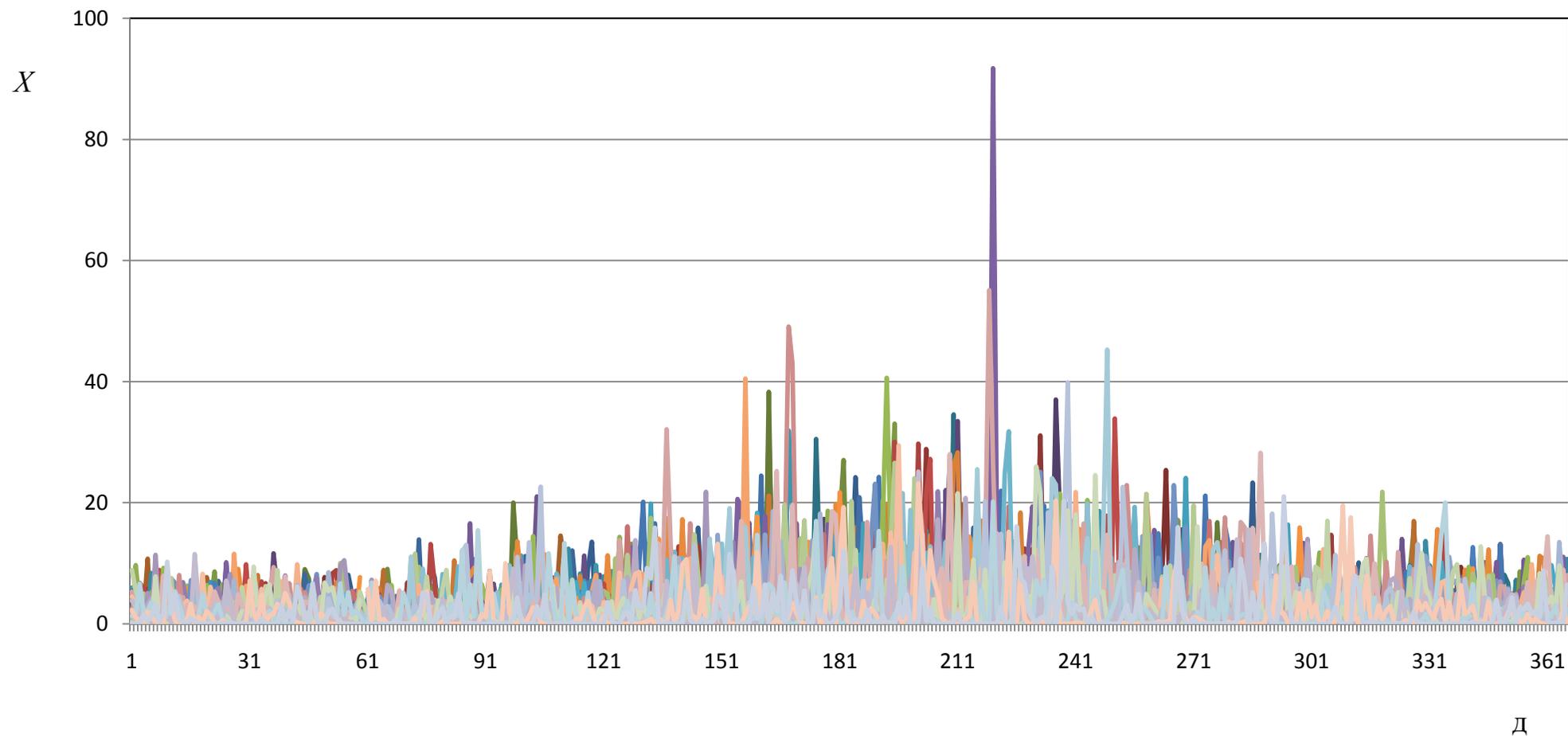


Рисунок Л3.3 –Внутригодовое распределение осадков осредненных для станций Псков и Великие Луки за период с 1954 по 2014 гг.

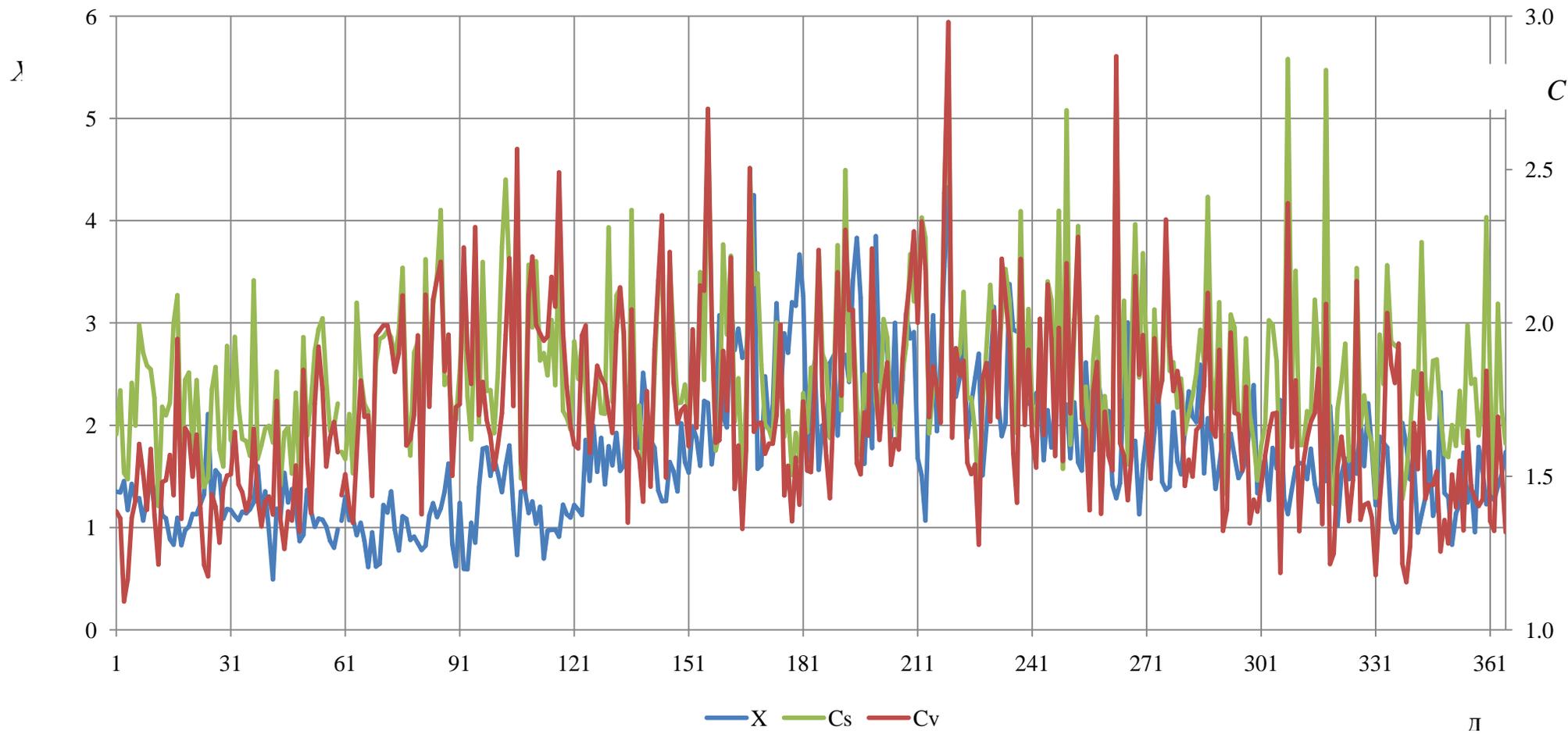


Рисунок ЛЗ.4 – Внутригодовое распределение статистических параметров осадков за период с 1954 по 2014 гг.

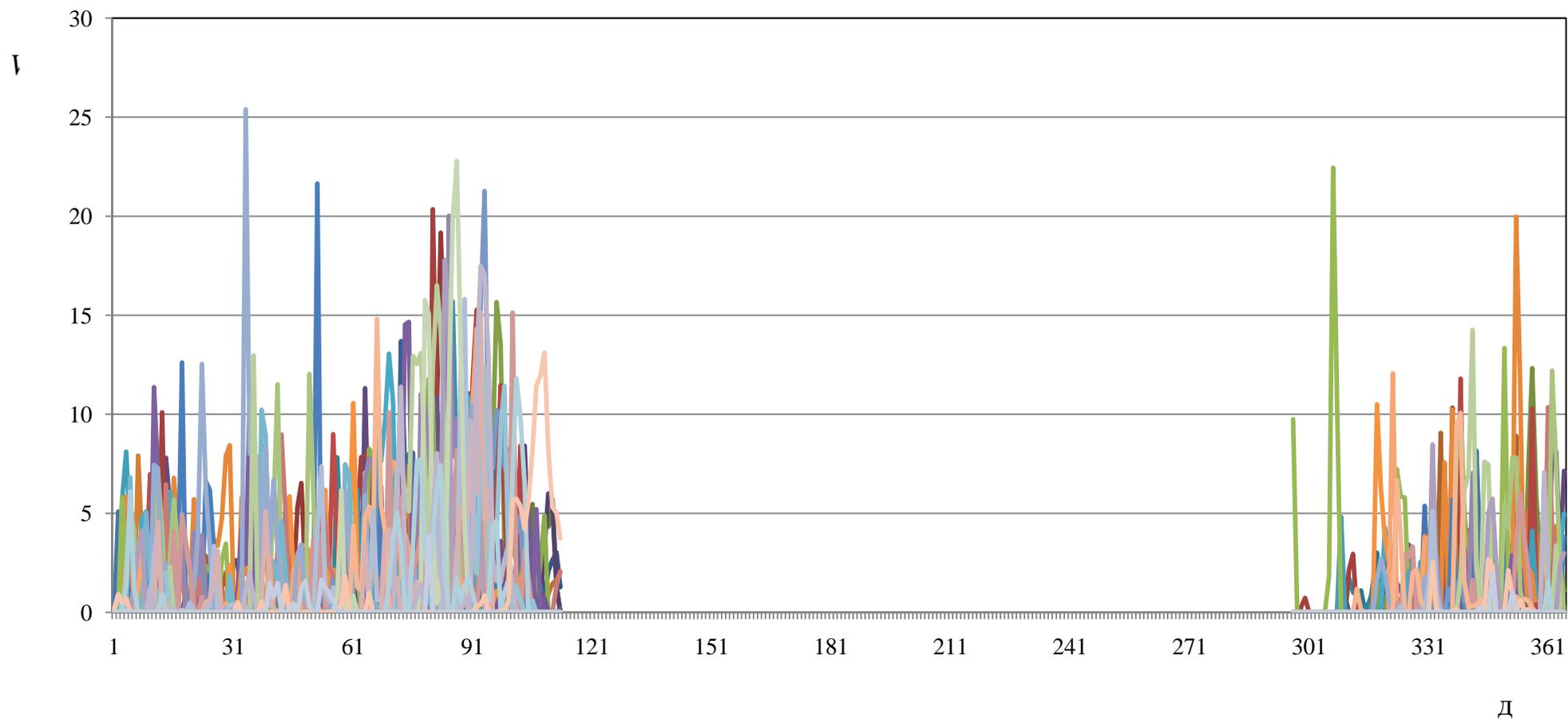


Рисунок ЛЗ.5 – Внутригодовое распределение водоотдачи из снега осредненной для станций

Великие Луки и Пушкинские Горы за период с 1965 по 2015 гг.

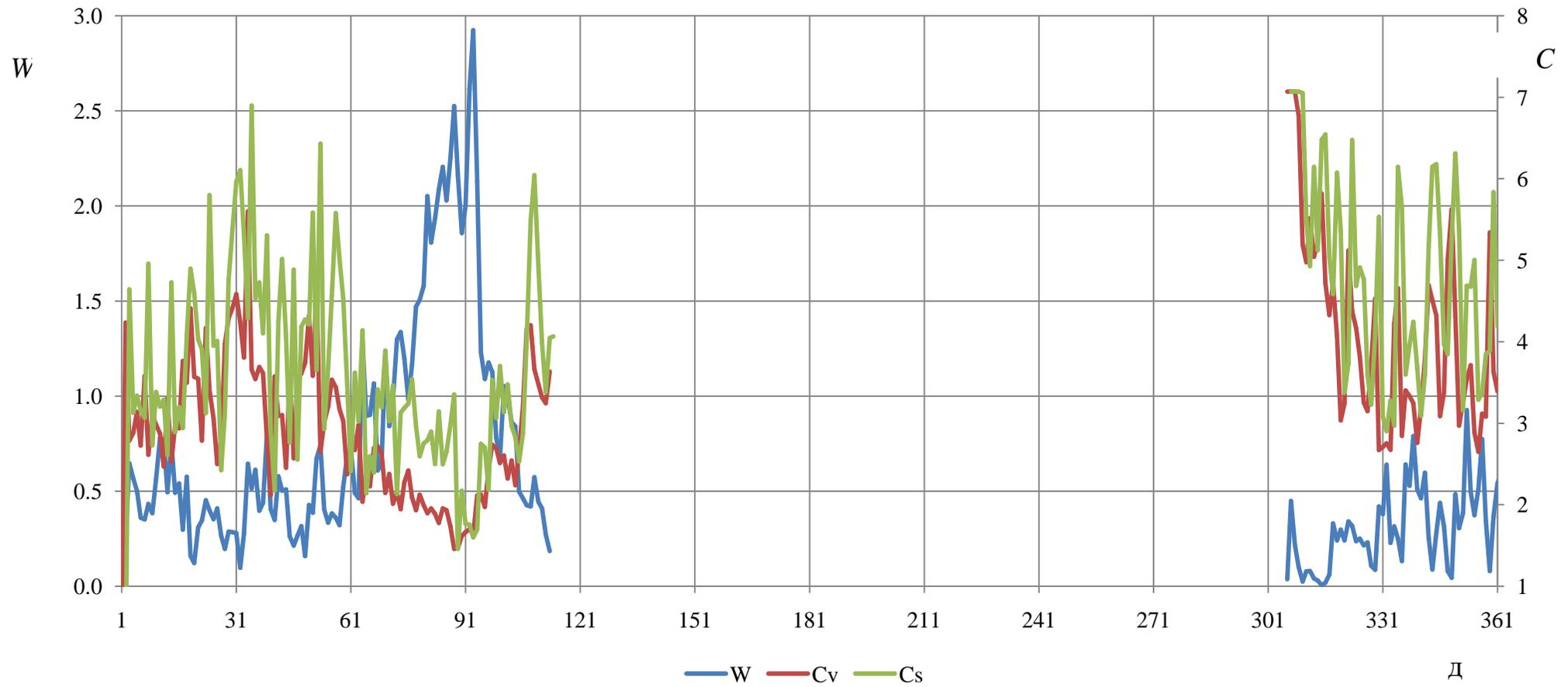


Рисунок Л3.6 – Внутригодовое распределение статистических параметров водоотдачи из снега
за период с 1965 по 2015 гг.

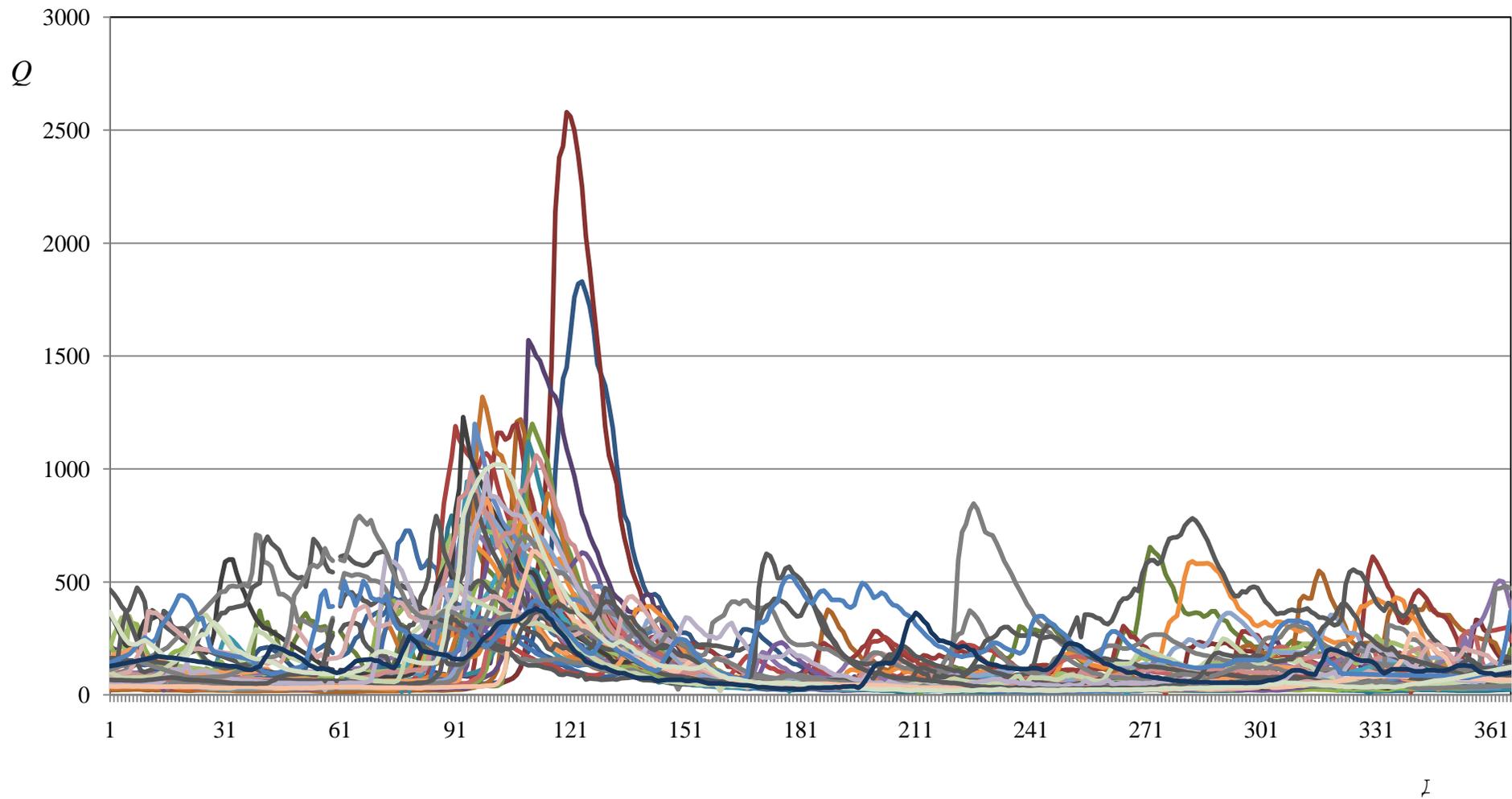


Рисунок ЛЗ.7 – Внутригодовое распределение стока р. Великой у д. Пятоново за период с 1954 по 2014 гг.

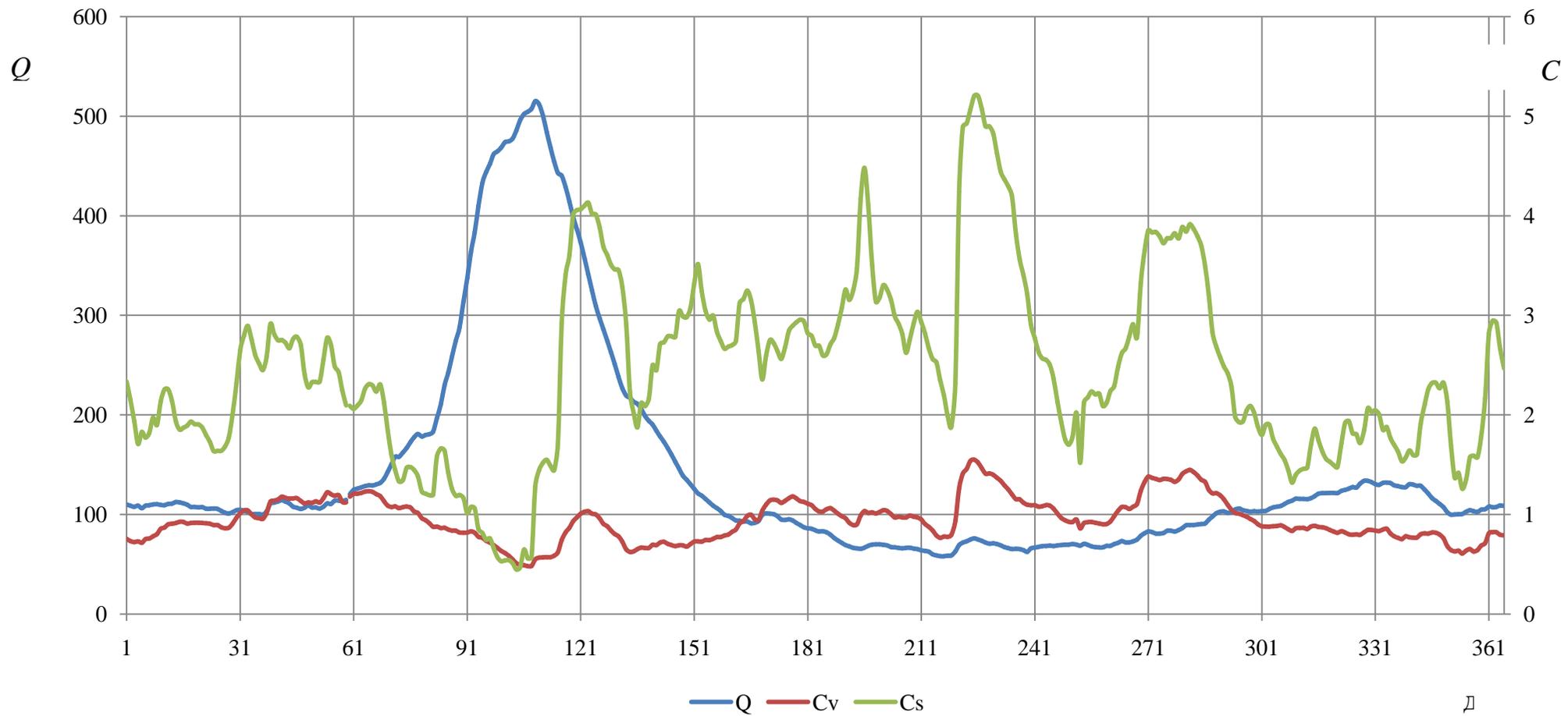


Рисунок Л3.8 – Внутригодовое распределение статистических параметров стока р. Великой у д. Пятоново за период с 1954 по 2014 гг.

ПРИЛОЖЕНИЕМ

Статистические характеристики месячных значений
гидрометеорологических характеристик

Таблица М1.1 – Статистические характеристики среднемесячной температуры

Ме сяц	<i>t</i>	<i>D</i>	<i>C_v</i>	<i>C_s</i>
ян варь	- 6.7	17. 2	- 0.6	- 0.7
фе враль	- 6.6	17. 8	- 0.6	- 0.1
ма рт	- 2.1	9.9	- 1.5	- 0.4
ап рель	5.4	3.6	0.4	- 0.1
ма й	12. 1	3.4	0.2	- 0.1
ию нь	15. 9	2.7	0.1	0.4
ию ль	17. 8	3.0	0.1	0.7
ав- густ	16. 1	1.7	0.1	0.3
се нтябрь	10. 9	2.2	0.1	- 0.4
ок тябрь	5.6	2.8	0.3	- 0.7
но	0.1	5.9	32.	-

ябрь			9	1.0
де кабрь	- 4.4	11. 6	- 0.8	- 0.4

Таблица М3.2 – Статистические характеристики месячной суммы осадков

Ме сяц	X	D	Cv	Cs
ян варь	38. 3	25 2	0.4	0.2
фе враль	31. 3	16 7	0.4	0.6
ма рт	31. 2	20 5	0.5	0.8
ап рель	36. 0	38 6	0.5	0.6
ма й	52. 7	40 6	0.4	0.3
ию нь	76. 6	97 9	0.4	0.6
ию ль	77. 0	11 98	0.4	0.7
ав- густ	77. 1	18 22	0.6	1.1
се нтябрь	59. 5	89 0	0.5	0.7
ок тябрь	55. 1	54 0	0.4	0.4
но	48.	40	0.4	0.3

ябрь	5	4		
де кабрь	42. 8	16 8	0.3	0.4

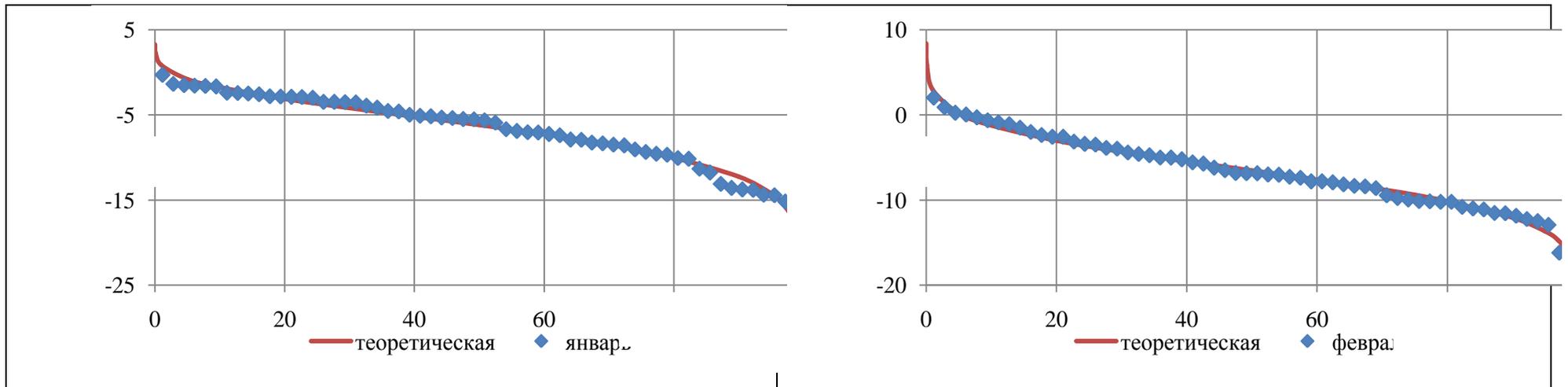
Таблица М3.3 – Статистические характеристики среднемесячных расходов воды

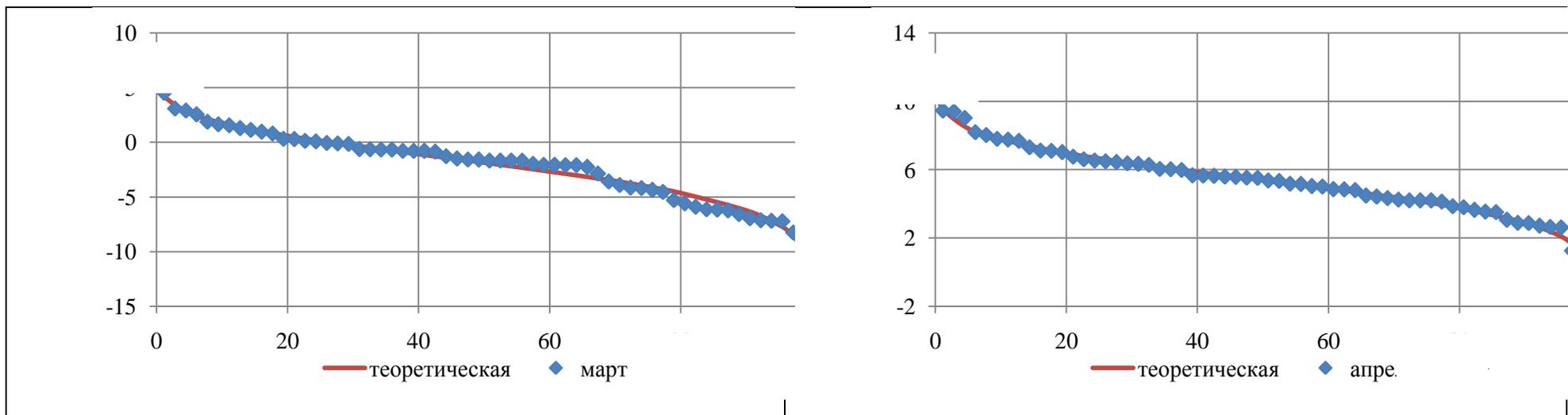
М есяц	Q	D	C v	C s	C s/Cv
ян варь	1 09	6 546	0 .74	1 .27	1 .70
фе враль	1 12	1 1421	0 .95	2 .09	2 .20
ма рт	1 56	1 5412	0 .80	1 .17	1 .46
ап рель	3 66	4 8145	0 .60	0 .28	0 .47
ма й	2 00	2 3982	0 .77	2 .87	3 .72
и юнь	9 8.9	5 563	0 .75	1 .82	2 .42
и юль	8 5.1	4 702	0 .81	1 .75	2 .17
ав густ	9 0.3	7 298	0 .95	2 .32	2 .45
се нтябрь	9 3.0	6 700	0 .88	1 .63	1 .85
ок тябрь	1 11	1 1122	0 .95	2 .25	2 .37

но ябрь	1 20	7 330	0 .71	1 .28	1 .79
де кабрь	1 14	4 832	0 .61	1 .01	1 .65

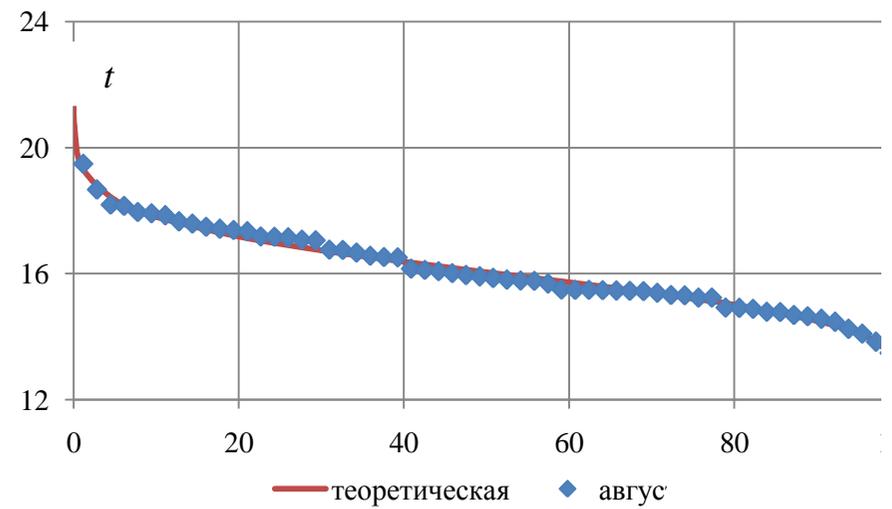
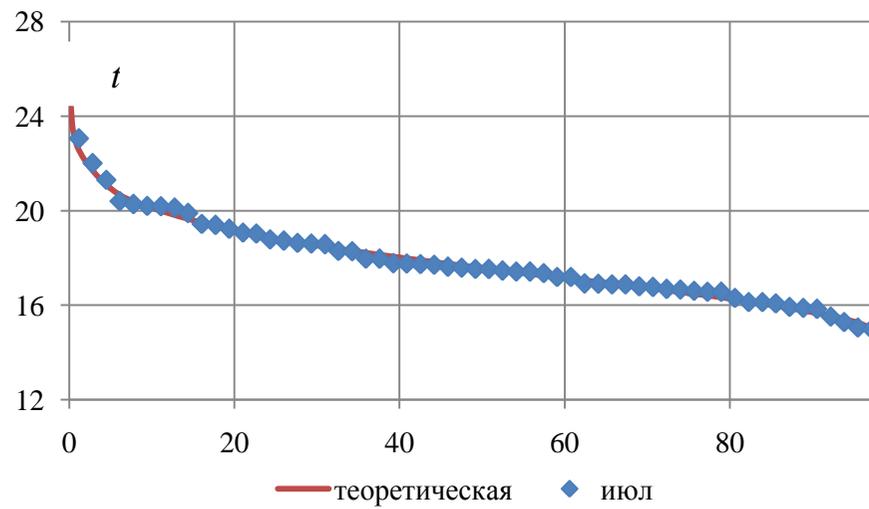
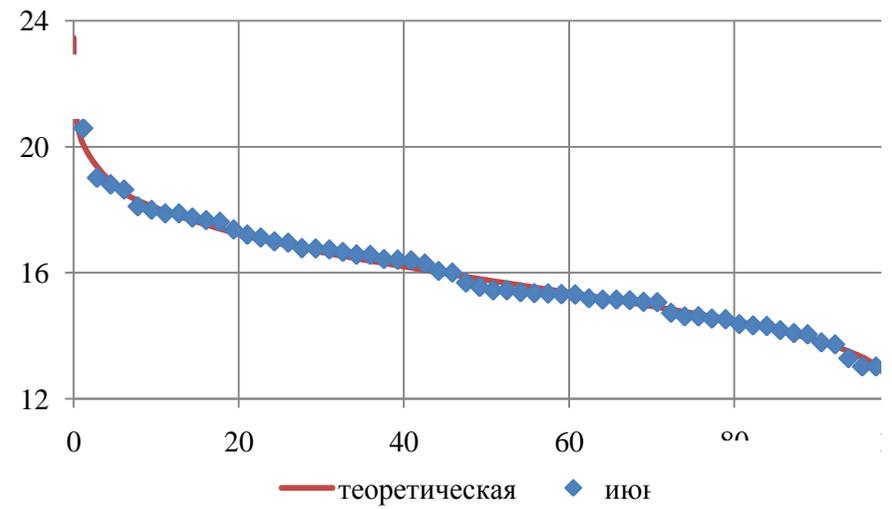
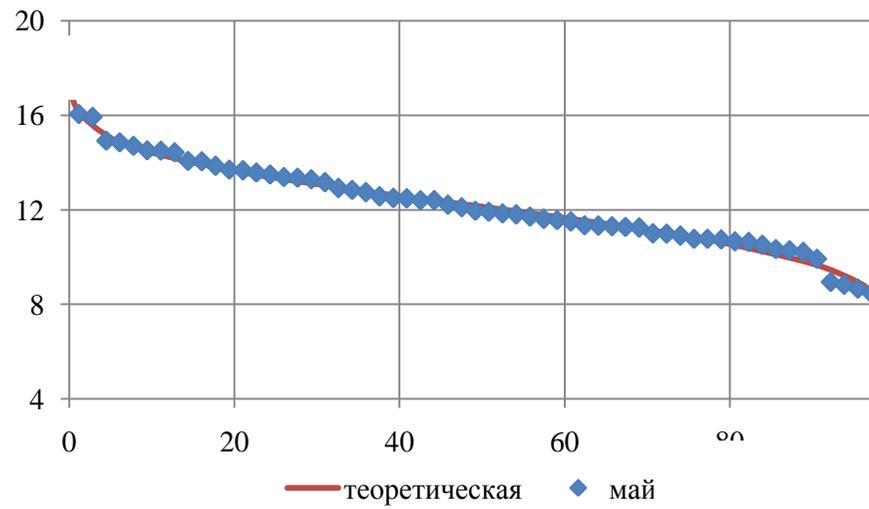
ПРИЛОЖЕНИЕ

Кривые обеспеченности Присона III типа среднемесячной температуры воздуха, осредненной для станций Псков и Великие Луки по данным с 1955 по 2014 гг. для внутригодового периода с января по декабрь





Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Н



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Н

