



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

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Влияние климатических и антропогенных
факторов на максимальный сток притоков Невы**

Исполнитель

Сироткин Данила Алексеевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Сикан Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

кандидат технических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Хаустов Виталий Александрович
(фамилия, имя, отчество)

«27» мая 2024г.

Санкт-Петербург
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ.....	6
1.1 Общие сведения о реке Неве.....	6
1.1. Рельеф и геологическое строение	8
1.2 Почвы и растительность.....	12
1.3 Общая характеристика гидрографической сети	14
1.3.1 Река Мга	15
1.3.2 Река Тосна.....	16
1.3.3 Река Ижора.....	18
1.3.4 Река Славянка	20
1.3.5 Река Охта.....	22
2 КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	25
2.1 Общая характеристик климата	25
2.2 Исходные данные.....	26
2.3 Температура воздуха	26
2.4 Осадки	29
2.5 Изменение климата	30
3 МАКСИМАЛЬНЫЙ СТОК ПРИТОКОВ НЕВЫ	37
3.1 Общая характеристика водного режим притоков Невы	37
3.2 Исходные данные.....	41
3.2.1 Река Мга – д. Горы.....	42
3.2.2 Река Тосна – ст. Тосно	43
3.2.3 Река Тосна – д. Рубежи.....	44
3.2.4 Река Ижора – пос. Мыза-Ивановка	44
3.2.5 Река Ижора – д. Аннолово	45
3.2.6 Река Ижора – д. Антропшино	46
3.2.7 Река Славянка – пос. Тярлево	47
3.2.8 р. Охта – д. Новое Девяткино	47

3.3	Приведение коротких рядов к многолетнему периоду	48
3.4	Проверка рядов на однородность и стационарность.....	58
3.5	Оценка влияния антропогенных и климатических факторов на максимальные расходы весеннего половодья.....	60
3.6	Расчет максимальных расходов весеннего половодья.....	65
3.6.1	Расчет числовых характеристик и их погрешностей	65
3.6.2	Расчет максимальных расходов воды по однородным рядам.....	66
3.6.3	Расчет максимальных расходов воды по неоднородным и нестационарным рядам.....	67
3.6.4	Общая характеристика максимального весеннего стока притоков реки Невы	71
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	75
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	77

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия режим притоков Невы заметно меняется. Основные причины – изменение климата и возрастающая антропогенная нагрузка на речные водосборы. Цель настоящей работы оценить влияние климатических и антропогенных факторов на максимальный сток притоков реки Невы и дать рекомендации по расчету максимальных расходов в современных условиях. В связи с этим решались следующие задачи:

- сформировать ряды максимальных расходов за весь период наблюдений по основным притокам реки Невы и выполнить приведение коротких рядов к многолетнему периоду;
- провести проверку рядов на однородность и стационарность. Выявить даты нарушения условий формирования стока. Оценить степень влияния климатических трендов на статистическую структуру рядов максимального стока.
- выполнить расчет максимальных расходов весеннего половодья с учетом выявленных изменений.

Работа состоит из 3 глав, введения и заключения.

В первой главе дана краткая характеристика природных условий района исследований. Приводятся сведения о рельефе, геологическом строении, почвах, растительности, гидрографической сети.

Во второй главе описана общая картина климатических условий рассматриваемой территории. Представлена информация о данных, использованных для анализа климата. Приводится информация о температурных характеристиках, включая средние значения, изменчивость и тенденции в температуре воздуха. Анализируются осадки, включая количество осадков, их распределение по времени. Рассматриваются изменения климата в регионе, включая анализ трендов в температуре и осадках, а также влияние глобальных климатических изменений.

В третьей главе анализируется водный режим притоков Невы, а именно рек: Мга, Тосна, Ижора, Славянка, и Охта. Описываются методы применяемые для продления коротких рядов данных на длинные временные периоды. Рассматриваются методы и техники для оценки стационарности данных в течение времени. Анализируется влияние различных факторов, таких как человеческая деятельность и изменения климата, на максимальные расходы весеннего половодья. Приводятся методы и алгоритмы для вычисления максимальных расходов весеннего половодья, включая расчет числовых характеристик и определение ординат аналитических кривых обеспеченностей.

Бакалаврская работа содержит 38 рисунков, 18 таблиц, 19 приложений и список использованных источников из 18 наименований. Общий объем работы 113 страниц.

1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Исследуемый регион представляет собой частный водосбор реки Невы между истоком и устьем. Его общая площадь 5000 км². Площадь всего водосборного бассейна 281 000 км² [11].

1.1 Общие сведения о реке Неве

Река Нева вытекает из Шлиссельбургской губы Ладожского озера и впадает в Невскую губу Финского залива. Длина реки 74 км. Вблизи устья река дробится на множество рукавов и протоков, образуя дельту. Берега Невы плотно застроены и густо заселены [11].

Нева протекает по широкой (30-50 км) и довольно глубокой (50-100 м) долине, именуемой Приневской низменностью. Дно долины представляет собой плоскую заболоченную равнину, нисходящую ступенями в сторону Финского залива и русла Невы. Однообразный характер дна Приневской низменности нарушается отдельными возвышенностями – Колтушевской, Углово-Щегловской, а поближе к Ленинграду – Парголовской, Поклонной.

Берега реки почти на всем ее протяжении круто обрываются к воде; средняя их высота 6-9 м. В начале дельты высота берегов уменьшается до 2.5-3.0 м, а в устье – до 2.0-2.5 м.

Дно реки в прибрежной зоне большей частью песчаное, на стрежне плотные глины с примесью гальки; в местах с быстрым течением дно скалистое, выстлано галькой и валунами. Русло устойчивое, неразмываемое. Прибрежных отмелей и кос нет нигде. Берега приглубые – сразу у берегов большие глубины, и это удобно для судоходства.

В Неву впадают 26 небольших рек и речек – преимущественно с левого берега. Наиболее крупные из них: Мга, Тосна, Ижора и Охта (таблица 1.1, рисунок 1.1).

Таблица 1.1 – Наиболее крупные притоки реки Невы [1]

Река	Впадает (берег)	Длина от истока до устья, км	Площадь бассейна, км ²
Мга	левый	93	754
Тосна	левый	121	1640
Ижора	левый	65	1000
Охта	правый	90	768
Славянка	левый	39	249

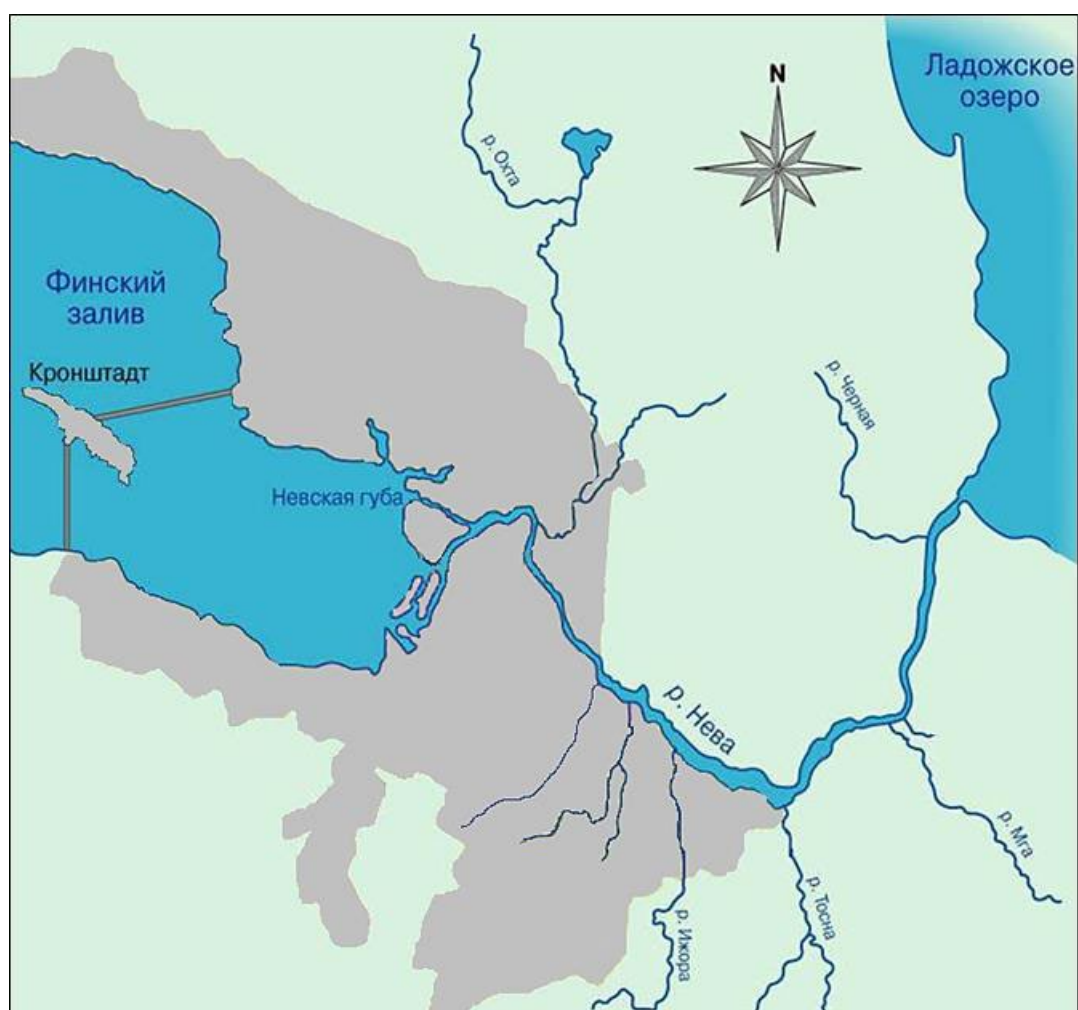


Рисунок 1.1 – Основные притоки реки Невы.

1.1. Рельеф и геологическое строение



Рисунок 1.2 – Орографическая схема окрестностей СПб.

Северо-западная часть России в бассейне Невы представлена преимущественно равнинным рельефом. Низкие высоты влияют на формирование широких речных долин. Это явление создает благоприятные условия для развития водных систем, включая реку Неву, являющуюся важнейшей водной артерией бассейна, протекающую через множество равнин, создавая своеобразные устья и долины. Течение реки также формирует русловые террасы, оказывая влияние на местный ландшафт.

На северо-западе, в пределах Балтийского кристаллического щита, простирается зона грядового и холмистого рельефа с высотами до 70-80 метров над уровнем моря, оформленного многочисленными гранитными скалами вдоль прибрежных шхер Финского залива. К этим возвышенностям придает характерные черты местный ландшафт, создавая уникальные по красоте сцены с гранитными образованиями.

На южной территории следует выделить широкую полосу низин, прерываемую лишь отдельными возвышенностями. Здесь проходит переход к крупным впадинам с Ладожским и Онежскими озерами, а также Финским заливом. Эти низины характеризуются плавным рельефом, иногда переходящим в мелкоградиентные возвышенности. Впечатляющая картина Ладожского и Онежского озер создает особую атмосферу в данной части региона.

Важно отметить, что гранитные скалы на прибрежных шхерах Финского залива придают этому району уникальность и питают интерес к геологическим особенностям. По мере движения к югу, мы сталкиваемся с плавными переходами от гористых участков к плоским низинам, что создает разнообразие ландшафта и формирование региональных экосистем.

Подавляющая часть бассейна реки Невы занимает зону тайги, причем его территория охватывает южные и средние подзоны этой природной области. Основная часть бассейна расположена в пределах северо-западной ландшафтной области, которая, в свою очередь, входит в более крупную физико-географическую единицу – Русскую равнину. Северо-западная ландшафтная область охватывает территорию, затронутую последним материковым оледенением, что придает ее ландшафтам молодость и сохранение ледниковых форм рельефа, наличие многочисленных озер, а также доминирование рыхлых четвертичных отложений. Здесь также характерен относительно мягкий и влажный климат.

Восточная часть территории реки Невы характеризуется преимущественно озерно-ледниковым, песчаным ландшафтом, в то время как на западе

преобладает озерно-ледниковый, глинистый тип. Дренаж, естественный процесс стока воды, в этих областях отличается слабым уровнем. Бассейн реки Мги, в свою очередь, представлен камковым и равнинно-моренным ландшафтом. Естественный дренаж интенсивный на склонах, слабый в ложбинах и котловинах.

Часть северо-западной ландшафтной области принадлежит к физико-географической стране Балтийского щита. Этот регион отличается выходом на поверхность древнейших кристаллических пород, формируя особенности природы данного участка.

Внутри рассматриваемого района выделяется ландшафтный район – Выборгский. Здесь преобладающая высота над уровнем моря колеблется от 20 до 50 метров, достигая максимальных значений до 93 метров. Ландшафт района представлен чередованием сельговых гряд на гранитах, покрытых ельниками; равнин на озёрно-ледниковых и флювиогляциальных песках, подстилаемых гранитами-рапакиви; плоских ложбин, сложенных озёрно-ледниковыми песками и покрытых заболоченными лесами; а также многочисленными озёрами и относительно редкими верховыми болотами.



Рисунок 1.3 – Геологическая карта окрестностей Санкт-Петербурга.

Геологическое строение рассматриваемой области обусловлено её географическим положением на пересечении Балтийского кристаллического щита и Русской плиты. На юге от кристаллического щита находятся осадочные образования гдовского (песчаники, алевролиты) и котлинского (глины, алевролиты) горизонтов, которые примыкают к архейским и протерозойским породам этого щита. Отложения ордовикской системы выходят на поверхность в пределах ордовикского и путиловского плато, представленные нижним отделом системы, включающим оболовые песчаники, доломиты и мергели.

С геолого-структурной точки зрения территория представляет собой зону сочленения Балтийского кристаллического щита и северо-западной части Русской плиты. Архей-раннепротерозойские образования Балтийского щита служат кристаллическим основанием для северо-западной части Русской плиты, погружаясь на юго-восток под осадочный чехол плиты.

Территория также включает образования карелия, рифея, венда и четвертичного периода. Карелийские и рифейские образования представлены магматическими и метаморфическими породами, составляющими кристаллический фундамент, в то время как вендские и четвертичные образования образуют платформенный чехол. С тектонической точки зрения, большая часть территории с фундаментом, выходящим на поверхность через четвертичные образования, принадлежит Выборгскому массиву рапакиви. Этот массив представляет собой самостоятельный тектонический блок, отделенный от других структур разломами северо-западного направления. Он характеризуется широким развитием разрывных нарушений, преимущественно северо-западного и, в меньшей степени, северо-восточного направления (субширотных). Кристаллические породы фундамента, такие как граниты и гранито-гнейсы, залегают на глубине от 100 до 130 метров в прибрежной части Финского залива и от 150 до 160 метров до 171 метра в пункте Солнечное.

1.2 Почвы и растительность

Почвенное покрытие Ленинградской области представляет собой разнообразие почв, формируемых под воздействием различий в рельефе, составе материнских пород, системе дренажа, микроклимате и типах растительности. Разнообразие механических составов почв проявляется в зависимости от характеристик грунтов, таких как морена, озерно-ледниковые глины, суглинки, озерно-ледниковые супески, аллювиальные пески и валуны.

Наиболее распространены средне и легкосуглинистые почвы, обладающие богатым содержанием калия, кальция и других питательных веществ, в отличие от более песчаных почв. Под лесами чаще всего формируются подзолистые почвы, преимущественно свойственные хвойным породам. В регионе также присутствуют дерново-подзолистые почвы, требующие известкования из-за повышенной кислотности.

Болотные почвы встречаются на плоских участках с плохой дренажной системой, в низинах у озер и в других влажных областях. Они могут быть характеризованы плохой водопроницаемостью, особенно в случае развития на глинистых почвах. В большинстве случаев почвы представляются пригодными для лесных растений, но для успешного сельского хозяйства требуется их улучшение. Избыточное увлажнение некоторых почв требует систематического проведения дренажа, регулирования водного режима и известкования для уменьшения кислотности. Также необходимо вносить минеральные и органические удобрения.

В результате длительного использования сельскохозяйственных методов некоторые почвы претерпели изменения, превратившись в окультуренные. Кислотность уменьшилась, подзолистый слой стал менее выраженным, а перегнойный слой – более мощным. Однако для достижения хороших урожаев по-прежнему необходимо проводить внимательные хозяйственные мероприятия, включая очистку от камней и дополнительное удобрение.

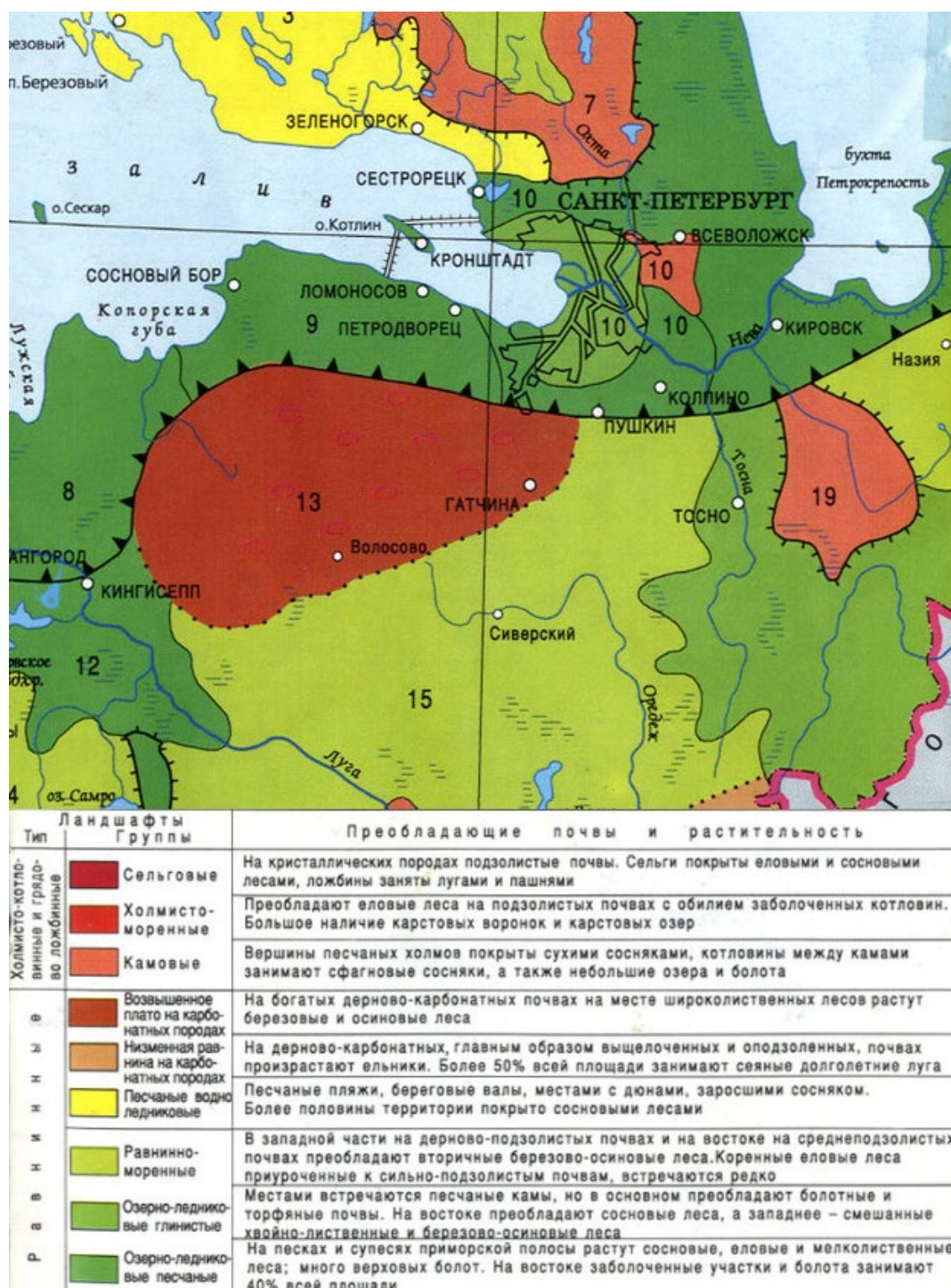


Рисунок 1.4 – Почвенно – ландшафтная карта.

Восточная часть района представлена песками и супесями приморской полосы, на которой растут сосновые, еловые и мелколиственные леса. Много верховых болот, местами их концентрация достигает 40%. В районе устья Невы местами встречаются песчаные камы, но в основном преобладают болотные и торфяные почвы. На востоке преобладают сосновые леса, а запад-

нее – смешанные хвойно-лиственные и березово-осиновые. В районе реки Мги расположены песчаные холмы, вершины которых покрыты сухими сосняками. Котловины между камами занимают сфаговые сосняки, а также небольшие озера и болота.

Из предоставленной информации видно, что Ленинградская область расположена в лесной зоне, преимущественно в подзоне южной тайги, с переходом в подзону смешанных лесов. В настоящее время леса и кустарники занимают значительную часть территории области (56.7%), а болота занимают 11.6% площади. Сельскохозяйственные угодья занимают лишь 11.4%, включая пахотные земли (5.1%) и луга (6.2%). Остальная часть территории (20.3%) занята другими видами угодий и водами.

Север Карельского перешейка является наиболее лесистым районом, где под лесом занимается 70-80% площади. В других районах, особенно при близости к Финскому заливу и на юге Карельского перешейка, лесистость снижается до 40–50%, а некоторые площади почти безлесны.

Хвойные леса, в частности еловые и сосновые, были распространены на почти всей территории области в прошлом. В настоящее время наиболее распространены хвойные леса, причем сосна составляет 37% общих запасов древесины, а ель — около 26%. Среди лиственных пород береза занимает первое место с 27% всех запасов древесины, за ней следуют осина (8% лесных запасов) и ольха.

Леса области играют важную роль в промышленности, их древесина имеет большое промышленное значение. Запасы лесов различных возрастов представлены спелыми насаждениями (19%), преуспевающими (13%), средневозрастными (44%) и молодняками (24%).

1.3 Общая характеристика гидрографической сети

В р. Неву впадает 26 притоков, основные из которых Мга, Тосна, Ижора, Славянка, Охта. Ниже представлено краткое описание этих рек.

1.3.1 Река Мга

Рельеф бассейна в основном представлен равнинной местностью, особенно на левом берегу, где выделяются среднехолмистые Кирсино-Шапкинские высоты, состоящие из песчано-галечных материалов с относительной высотой холмов в пределах 15-20 метров. Камы в этом районе сформированы песчано-галечными осадочными отложениями.

Силурийский глинт протягивается по линии от поселка Поповка до 1.5 км ниже деревни Петрово, высота которого составляет 10-20 метров. Ниже деревни Сологубовки река прорезает Приневскую впадину, характеризующуюся слабоволнистым рельефом с отдельными небольшими холмами, особенно в районе деревни Горы. Грунты в верхней части водосбора в основном торфянистые, в средней - суглинистые, а в районе Кирсино-Шапкинских высот и ниже линии глинта преимущественно супесчаные.

Бассейн покрыт смешанными лесами, а верхняя часть бассейна имеет значительные болотные участки.

Залесённость бассейна – 71 %; заболоченность – 14 %; озёрность – <1 %; площадь пашен и лугов – 15 %. Длина Мги составляет 93 км. Длина водосбора – 46 км. Площадь водосбора – 754 км² [13]. Средняя ширина водосбора 16 км; наибольшая – 28 км. Средний уклон реки 0.60 ‰.



Рисунок 1.5 – Река Мга.

Долина реки V-образная, выше устья реки Березовки и на протяжении 5 км от устья мало выражена, становясь трапецеидальной в районе бывшей деревни Виняголово. Ширина долины варьирует от 200 до 300 м, сужаясь до 45 м у деревни Сологубовки. Склоны в основном умеренно рассечены, с очень крутыми участками в некоторых районах, таких как от деревни Турышкино до Сологубовки и от поселка Мги до 2-го километра ниже деревни Горы.

Пойма реки двухсторонняя, прерывистая на участке от деревни Ерзуново до села Пухолово, а ниже Пухолово отсутствует, иногда представлена короткими участками шириной 20-50 м. Ширина поймы выше устья ручья Вяземского составляет 500 м, а ниже до села Пухолово - 50-100 м. Поверхность поймы может быть ровной или изрезанной старицами, в зависимости от участка, и покрыта лугами с кустами ольхи.

Русло реки подвержено засорению валежником, особенно в верхнем течении до 56-го километра от устья, где также наблюдается значительное зарастание. Дно реки разнообразно, включая песчано-каменистое, каменистое на порогах с валунами, и глинистое между 88 и 80-м километром от устья [16].

1.3.2 Река Тосна

Водосборная территория, охватывающая район от деревни Петрово до города Пушкин, характеризуется в основном слабоволнистым рельефом. Исключение составляет участок в районе Силурийского глинта, проходящего через деревню Петрово, посёлок Никольское и город Пушкин, где высота местности резко снижается с 40 до 20 метров абсолютной высоты. Южнее посёлка Никольское река прорезает низменную Приневскую ступенчатую равнину, где высота понижается от 20 до 1.5 метра абсолютной высоты. Грунты в этой области преимущественно глинистые и суглинистые.

Бассейн реки покрыт в основном смешанными лесами, с лугами, которые простираются вдоль берегов рек. Болота, включая крупные, такие как

Вертинский Мох и Ушакинское болото, распределены по всему бассейну, характеризуюсь преимущественно верховым типом с различными видами растительности, такими как сфагновые мхи, низкорослая береза и сосна.

Залесённость бассейна – 75 %; заболоченность – 12 %; озёрность – <1 %; площадь пашен и лугов – 13 %. Длина реки составляет 121 км. Длина водосбора – 85 км. Площадь водосбора – 1640 км². Средняя ширина водосбора 19 км; наибольшая – 30 км. Средний уклон реки 0.49 ‰ [12].



Рисунок 1.6 – Тосненский водопад.

Замедленный подземный сток воды связан с низким уклоном водоносных горизонтов, за исключением участка между посёлками Ульяновка и Никольское, где река прорезает Силурийские известняки, имея крутое падение. Выходы грунтовых вод наблюдаются вдоль берегов реки и склонов долины.

Характер долины реки разнообразен. От деревни Малое Васильевское до посёлка Ульяновка и на устьевом участке она слабо выражена, иногда с крутыми склонами. В участке от деревни Турово до деревни Тарасово и от посёлка Ульяновка до "Графского моста" долина имеет форму буквы V, а ниже "Графского моста" становится почти корытообразной. Ширина долины

варьирует от 70 до 120 метров, с крутыми и обрывистыми склонами, особенно на участке с V-образной долиной. Верхние участки склонов характеризуются умеренной крутизной, которая постепенно увеличивается к низовьям. Грунты склонов включают суглинки, а в некоторых местах обнажения песчаников, песчаников, известняков, сланцев и синих глин. Вдоль реки и на склонах долины расположены луговые растения и кусты ольхи, а некоторые участки покрыты лесом.

Двусторонняя пойма реки в основном связана с излучинами реки и имеет ширину от 50 до 80 метров, с наибольшей шириной в районе посёлка Никольское. Поверхность поймы ровная, хотя на некоторых участках она может быть кочковатой или бугристой. Грунты в пойме разнообразны, от суглинистых в верховье до каменистых в прирусловой части. Весной пойма ежегодно затапливается, особенно в районе посёлка Никольское, и может быть заболочена. Русло реки чистое, иногда зарастает водной растительностью. Дно реки разнообразно, от песчаного и галечного до илового и глинистого.

В целом, описание подчеркивает разнообразие природных характеристик водосборной территории, от рельефа до растительности, что делает ее уникальной и интересной для исследования.

1.3.3 Река Ижора

Большая часть водосбора расположена на Силурийском плато, в то время как северо-восточная часть принадлежит Приневской впадине.

Залесённость бассейна – 56 %; заболоченность – 3 %; озёрность – <1 %; площадь пашен и лугов – 41 %. Длина Ижоры составляет 76 км. Длина водосбора – 64 км. Площадь водосбора – 1112 км². Средняя ширина водосбора 16 км; наибольшая – 27 км. Средний уклон реки 1.18 ‰.



Рисунок 1.7 – Река Ижора – Гатчинский район.

Рельеф в основном равнинный, с некоторыми холмами высотой 5-10 м, особенно в средней части. Возле деревни Поповка и города Павловск проходит глинт с резким изменением высоты от 30-40 до 20-10 метров. Грунты в основном суглинистые, хотя между деревнями Лукашами и Антелево они супесчаные, а в западной части часто встречаются известняки. В западной части бассейна также присутствуют карстовые воронки, образованные выщелачиванием известняков атмосферными и подземными водами.

Эти карстовые явления создают благоприятные условия для накопления грунтовых вод, которые выходят на поверхность в виде ключей и родников вдоль краев Силурийского плато, в долинах и руслах рек. Большая часть бассейна представлена лугами и пашнями, с лесами, преимущественно расположенными в западной и центральной частях [16].

Долина реки чаще всего имеет форму V, но в определенных участках, например, между деревнями Лукашами и Вяхтелево, она может быть трапециевидной, а у бывшей деревни Самсоновка приобретает форму каньона.

Ширина долины варьирует от 200 до 300 метров, хотя на некоторых участках может достигать 400-700 метров. Склоны обычно крутые, с высотой от 8-10 до 20 метров. Грунт в основном суглинистый, с местами, где встречаются песчаники и известняки.

Пойма реки двусторонняя, луговая с отдельными кустами ольхи, но ниже деревни Ям-Ижоры она отсутствует. Ширина поймы изменяется от 150-200 метров выше деревни Лукаши до 30-50 метров ниже. Зимой пойма затопляется, особенно выше деревни Лукаши, а весной затопление происходит ежегодно. Русло реки часто зарастает водной растительностью, а дно может быть каменистым, песчано-каменистым или суглинистым в зависимости от участка. Берега бывают крутыми или умеренно крутыми, сложены суглинком или известняком, и в некоторых местах могут образовывать луговые террасы.

1.3.4 Река Славянка

Славянка, представляет собой реку, протекающую в северной части Ленинградской области России и являющуюся левым притоком реки Вуокса. Она входит в Балтийский бассейновый округ и подбассейн реки Невы, Ладожского озера и реки Вуокса.



Рисунок 1.8 – Река Славянка – Павловский парк (Висконтиев мост).

Длина реки составляет 39 км. Площадь водосбора – 249 км².

Река Славянка имеет исток около озера Смежные и течет изначально с северо-востока на юго-запад. Проходя мимо посёлка Боровинка, она изменяет направление на западное, а затем, начиная от посёлка Бор, поворачивает в сторону юга и юго-востока. Река впадает в Вуоксу около посёлка Славянское. Устье реки находится в 96 км по левому берегу реки Вуоксы.

Важно не путать эту реку с другими реками с похожим названием: Славянка (приток Невы в Ленинградской области), Славянка (приток Раздольной в Приморском крае), и Славянка (приток Салгира, в Симферополе).

По пути реки находятся населенные пункты, такие как посёлки Боровинка, Остров, Бор в среднем течении и посёлки Земляничное, Красный Сокол, Славянское в нижнем течении.

Для подъезда к реке удобнее всего использовать среднее её течение. Вблизи посёлка Боровинка реку пересекают автомобильная дорога А-124 «Приозерск-Выборг» и железная дорога «Выборг-Хийтола», а также разветвляющиеся в разных направлениях.

Основные притоки реки Славянка не крупны, за исключением Лесного ручья длиной 12 км, который примыкает к реке слева, около посёлка Красный Сокол.

Рельеф Выборгского района, через который протекает река, характеризуется низменностью Балтийского щита. Породы раннепротерозейского периода, покрытые озёрными и озёрно-аллювиальными отложениями четвертичного периода, выходят близко к поверхности земли. В районе много залежей торфа, гранита и песка. Выборгский район также известен месторождениями сапропелевых грязей (гиттий), сформировавшихся 5-7 тыс. лет назад вдоль Финского залива.

Почвы в основном подзолистые с высокой кислотностью, требующие искусственного улучшения для сельскохозяйственного использования.

Леса преобладают на территории Выборгского района, занимая почти две трети его площади, в основном представленные хвойными видами.

Гидрологический режим реки Славянка охватывает около 20 км. Эта река собирает воду из системы озёр Карельского перешейка, включая озёра Большое Богородское, Сысоевское и Мысовое. Коэффициент извилистости реки составляет 1.25. Река питается атмосферными осадками в виде дождя и снега. Замерзает в декабре, а вскрывается примерно в апреле, в зависимости от зимних условий и наступления весеннего таяния.

1.3.5 Река Охта

Река Охта – крупнейший правый приток р. Невы в черте города, впадает в неё у бывшего Петрозавода. «Охта» – в переводе с финского – «Медвежья».

Исток – в районе Лемболовских высот (Всеволожский район Ленинградской области). Общее направление течения: с севера на юг. Впадает в Неву в 12.5 км от устья.

Относится к бассейну Балтийского моря (Охта – Нева – Невская губа – Финский залив). Длина 90 км, ширина 10-50 м, глубина 0.5-5.5 м, площадь водосбора 768 км² [12], средний уклон реки – 1.4 ‰, средний уклон водосбора – 12.3 ‰. Густота речной сети бассейна Охты равна 1.29 км/км².



Рисунок 1.9 – Охтинская плотина.

Бассейн р. Охты с северо-запада и запада граничит с бассейнами рек восточного побережья Финского залива (Сестра), с северо-востока – с бассейнами рек Ладожского озера (река Морье) и с востока – с верхними притоками Невы.

Истоки реки Охты расположены на склоне водораздельной северной возвышенности на высоте порядка 130 м над уровнем моря. За начало реки принято считать соединение двух ручьёв, ниже слияния которых долина хорошо разработана, имеет ширину порядка 50-80 м. Рельеф центральной и южной частей бассейна равнинный; в северной – беспорядочно разбросанные холмы чередуются с грядами и котловидными понижениями, часто заболоченными.

Грунты в верхней части бассейна преимущественно песчаные, в нижней – суглинистые и глинистые, на болотах – торфянистые.

Залесённость бассейна – 37 %. Наибольшее количество лесов сосредоточено в верхней части бассейна; заболоченность – 9 %; озёрность – 1 %.

Бассейн данной реки характеризуется в основном равнинным рельефом в центральной и южной частях. На севере область характеризуется холмами, высота которых варьируется от 20-30 до 60 метров. Грунты в верхней части бассейна представлены в основном песчаными, в то время как в нижней части встречаются суглинистые и глинистые почвы, а на болотах – торфянистые.

Северная часть бассейна имеет хороший дренаж, с множеством выходов грунтовых вод на поверхность. В центральной части преобладают болота, занимающие около 60% общей площади водосбора. Южная часть бассейна подвергается интенсивному воздействию человека, с обширной застройкой. Леса распределены по всей территории бассейна, преимущественно в верхней его части.

Долина реки характеризуется разнообразием форм: от V-образной до трапецеидальной и ящикообразной. Ширина долины варьирует от 250 до 500

метров, с крутыми или умеренно крутыми склонами, иногда изрезанными долинами ручьев. Речные склоны сложены песками, супесями и иногда суглинками, покрытыми лесом в верхней части и открытыми луговыми участками с кустарниками на остальном протяжении.

Пойма реки прерывистая, луговая с кустарником, с изменяющейся шириной от 20 до 30 метров, расширяющейся в некоторых участках до 100-170 метров и даже до 300-400 метров в районе впадения реки Харвази. Поверхность поймы ровная, местами волнистая, с наличием старых русел и осушительных канав. Весной происходит затопление поймы, особенно в верховье и широкой пойме, в годы с высоким половодьем.

Русло реки частично заросло водной растительностью и местами засорено карчами и упавшими кустами. Дно реки песчаное, песчано-каменистое, с отдельными валунами. Берега реки бывают крутыми и обрывистыми, иногда поросшими смешанным лесом, либо луговыми с кустарниками. Возле устья реки берега сложены супесями, а на определенных участках они могут быть суглинистыми или песчаными.

В 9 км от устья расположен Ржевский гидроузел с Охтинским водохранилищем, образованным Охтинской плотиной. Водохранилище руслового типа, протяжённостью 5,1 км. В верхней части его ширина – 120 м, у плотины – 200-250 м. Максимальная глубина 6.2 м. Полезный объём водохранилища составляет около 4-х млн кубических метров.

2 КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

2.1 Общая характеристик климата

Бассейны притоков Невы представляют собой обширную территорию с уникальным и разнообразным климатом. Этот регион, расположенный в умеренном поясе, оказывается под влиянием нескольких факторов, включая морское воздействие, географические особенности и глобальные климатические изменения.

Климат исследуемого района можно охарактеризовать как умеренно континентальный, с ярко выраженными сезонами. Зимы обычно прохладные с достаточным количеством снега, в то время как летом температуры поднимаются до комфортных уровней. Однако, сравнительно с другими районами континента, климат этого региона, более мягкий из-за влияния Балтийского моря.

Одной из характерных особенностей является богатство водных ресурсов. Территория рассматриваемого региона пересекается многочисленными реками и каналами. Это создает уникальные водные ландшафты и обуславливает влажный климат.

Морской климат способствует более мягким зимам и прохладному лету. Это приводит к образованию туманов и утренней росы, особенно в более низких ландшафтах региона.

Количество осадков увеличивается – с юго-запада на северо-восток. В теплый период увеличение осадков наблюдается на возвышенностях в западной и восточной частях территории, в то время как в центральной части Северо-Запада отмечается их уменьшение. Также заметно снижение осадков на низменностях, прилегающих к Финскому заливу и Ладожскому озеру. Исключением является северное побережье восточной части Финского залива, где наблюдается повышенное количество осадков, расположенное перед центральной Карельской возвышенностью.

Количество выпадаемых осадков обеспечивает необходимую влагу для разнообразных экосистем и сельского хозяйства в регионе. Благодаря летним дождям происходит активный рост растений и поддерживается уровень воды в реках и озёрах, что важно для местной флоры и фауны.

Исследуемая в данной работе территория представляет собой мозаику разнообразных ландшафтов, от тундр и тайги до лугов и водоёмов. Это ведёт к формированию различных микроклиматических условий в зависимости от местности. Например, лесистые районы создают более влажную и прохладную среду, в то время как степные участки имеют более сухой и жаркий климат.

Ветры играют важную роль в формировании климата рассматриваемого региона. Северо-Западные ветры, приносящие воздух с Балтийского моря, обычно влажные, в то время как ветры из внутренних районов континента могут быть более сухими. Это влияет на распределение осадков и температурные условия в регионе, формируя разнообразные погодные явления от ливней до снегопадов.

2.2 Исходные данные

Для анализа климатических характеристик использовались метеоданные по среднемесячным температурам воздуха и месячные суммы осадков на станции Санкт-Петербург (26063). Таблицы с данными приведены в приложениях: А1 и Б1 соответственно [5].

2.3 Температура воздуха

Средняя годовая температура воздуха в районе исследования за период наблюдений с 1744 по 2022 год варьируется от 1.15 °C до 8.24 °C (таблица 2.1).

К теплему периоду относятся месяцы, начиная с Апреля по Октябрь. Среднемесячные температуры находятся в диапазоне от 3 °C до 17.9 °C. Ноябрь является переходным периодом со средней температурой -0.72 °C. Хо-

лодный период приходится на период с декабря по март. Средняя температура за холодный период составляет -6.23°C (рисунок 2.1).

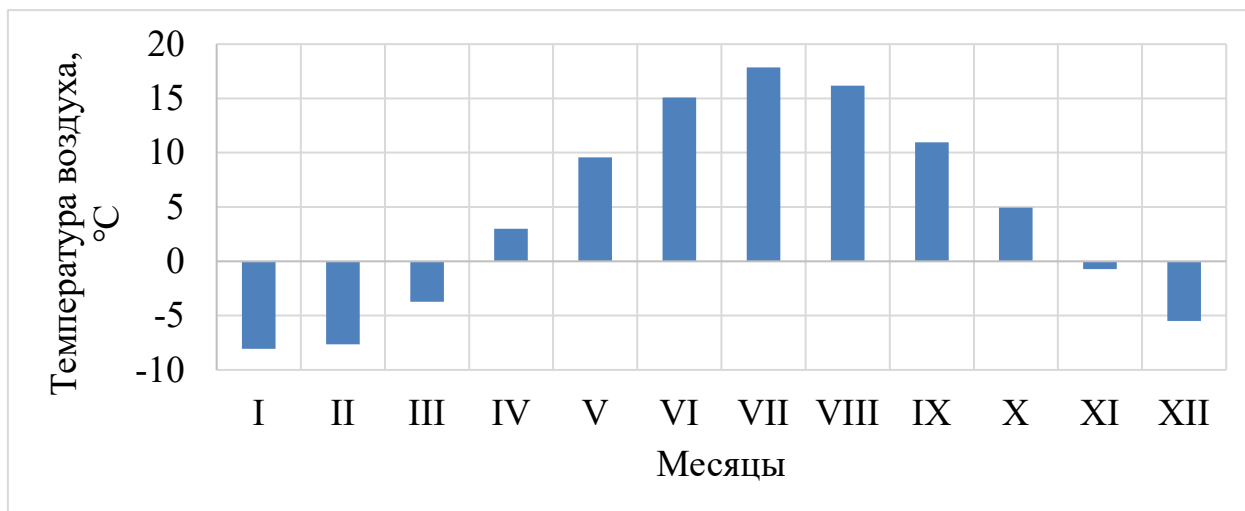


Рисунок 2.1 – Среднемесячная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ за период с 1744 по 2023 год. Станция: Санкт-Петербург (26063).

Наиболее низкие температуры наблюдаются в январе и феврале. Средняя январская температура составляет -8.07°C . Абсолютный минимум температуры составляет $-50, -52^{\circ}\text{C}$.

Июль становится самым теплым месяцем, средняя температура воздуха колеблется от 5.7°C до 24.4°C . Абсолютные максимумы температуры достигают $32-37.1^{\circ}\text{C}$.

Весной устанавливается стабильное увеличение средней суточной температуры, преодолевая ноль градусов.

Лето начинается с перехода средней температуры через 10°C в мае. Лето продолжается около 3.5 – 4-х месяцев.

В начале лета возможны заморозки, но как правило они заканчиваются к концу мая. Летний сезон характеризуется периодом средних суточных температур выше 15°C , который продолжается от конца Августа до середины Сентября.

Таблица 2.1 – Среднегодовые температуры воздуха °С. Станция: Санкт-Петербург (26063)

Год	t , °С	Год	t , °С	Год	t , °С	Год	t , °С	Год	t , °С	Год	t , °С	Год	t , °С	Год	t , °С	Год	t , °С
1744	3.93	1783	2.82	1817	3.50	1847	3.98	1877	2.93	1907	3.09	1937	5.88	1967	5.28	1997	5.38
1752	5.08	1784	2.91	1818	4.46	1848	4.19	1878	4.78	1908	3.70	1938	6.38	1968	4.04	1998	4.95
1753	4.00	1785	1.80	1819	3.82	1849	2.88	1879	3.69	1909	4.10	1939	4.93	1969	3.59	1999	6.33
1754	4.23	1786	2.15	1820	3.16	1850	3.62	1880	3.66	1910	5.58	1940	3.08	1970	4.74	2000	6.89
1755	4.33	1787	3.78	1821	3.87	1851	4.69	1881	2.82	1911	4.23	1941	1.78	1971	4.72	2001	5.73
1756	4.46	1788	2.51	1822	5.75	1852	2.93	1882	5.02	1912	3.78	1942	2.22	1972	6.21	2002	5.96
1757	5.01	1789	4.20	1823	3.93	1853	4.23	1883	4.11	1913	5.23	1943	5.71	1973	5.21	2003	5.63
1758	1.98	1790	2.77	1824	4.23	1854	4.47	1884	3.57	1914	5.28	1944	5.20	1974	6.30	2004	6.00
1759	3.48	1791	4.29	1825	4.09	1855	3.16	1885	4.14	1915	2.68	1945	3.78	1975	6.61	2005	6.37
1760	2.08	1792	2.97	1826	6.26	1856	2.18	1886	4.51	1916	4.50	1946	4.36	1976	3.23	2006	6.41
1761	4.15	1793	4.32	1827	4.98	1857	4.42	1887	4.71	1917	3.37	1947	3.61	1977	4.82	2007	6.83
1762	4.14	1794	5.21	1828	3.09	1858	4.85	1888	1.96	1918	3.93	1948	5.08	1978	3.50	2008	7.27
1765	4.40	1795	3.24	1829	2.28	1859	5.18	1889	4.20	1919	3.64	1949	6.23	1979	5.02	2009	6.17
1766	4.37	1796	3.75	1830	3.65	1860	3.76	1890	5.20	1920	5.94	1950	4.60	1980	4.51	2010	5.55
1767	4.34	1797	4.78	1831	3.50	1861	3.66	1891	4.10	1921	4.43	1951	4.65	1981	5.33	2011	6.83
1768	3.11	1798	3.98	1832	3.26	1862	1.22	1892	2.74	1922	3.88	1952	4.13	1982	5.25	2012	5.58
1769	4.20	1799	2.63	1833	3.93	1863	5.82	1893	2.23	1923	3.52	1953	4.97	1983	6.13	2013	7.12
1770	4.48	1800	2.57	1834	3.34	1864	3.62	1894	4.78	1924	4.51	1954	4.71	1984	5.91	2014	7.35
1771	3.11	1805	3.68	1835	3.38	1865	3.59	1895	3.68	1925	5.18	1955	3.40	1985	3.55	2015	7.67
1772	3.61	1806	3.94	1836	4.03	1866	4.35	1896	4.58	1926	3.45	1956	3.03	1986	4.99	2016	6.53
1773	5.21	1807	3.88	1837	3.44	1867	1.46	1897	4.75	1927	3.97	1957	5.46	1987	3.18	2017	6.20
1774	4.36	1808	2.83	1838	2.13	1868	3.82	1898	4.63	1928	4.33	1958	3.75	1988	5.88	2018	6.98
1775	5.53	1809	1.15	1839	2.68	1869	4.90	1899	3.56	1929	3.84	1959	5.38	1989	7.56	2019	7.23
1776	4.58	1810	1.34	1840	2.12	1870	2.93	1900	3.53	1930	5.61	1960	4.65	1990	6.33	2020	8.24
1777	4.18	1811	3.08	1841	4.73	1871	2.19	1901	4.56	1931	3.95	1961	6.30	1991	6.28	2021	6.45
1778	4.36	1812	2.48	1842	4.16	1872	4.88	1902	2.03	1932	5.55	1962	4.74	1992	6.22	2022	6.88
1779	5.17	1813	3.77	1843	4.72	1873	4.02	1903	5.27	1933	4.05	1963	3.99	1993	4.94	Характеристика	
1780	2.93	1814	2.63	1844	2.70	1874	4.27	1904	3.78	1934	6.44	1964	5.01	1994	5.30	Минимум	1.15
1781	3.19	1815	3.39	1845	2.88	1875	1.43	1905	4.83	1935	4.95	1965	4.28	1995	6.28	Максимум	8.24
1782	1.45	1816	3.51	1846	3.77	1876	2.88	1906	5.25	1936	5.97	1966	3.21	1996	4.78	Среднее	4.32

Осень приходит рано – в конце первой или начале второй декады сентября. Продолжительность осени составляет около двух месяцев.

Зима начинается в ноябре. Первая половина зимы, или предзимье, характеризуется ненастной погодой с дождями или мокрым снегом. Средняя суточная температура воздуха опускается ниже -5° примерно к середине декабря и продолжается до середины марта.

2.4 Осадки

В среднем, на большей части рассматриваемой территории ежегодно выпадает от 450 до 900 мм осадков (таблица 2.2).

Внутри года осадки распределяются неравномерно. В теплые месяца (Апрель-Октябрь) выпадает в среднем от 35 мм до 80 мм в месяц. Диапазон значений среднемесячного количества холодного периода так же берет свое начало около 35 мм, но его максимум не достигает и 55 мм. Пик приходится на декабрь со слоем 52 мм (рисунок 2.2).

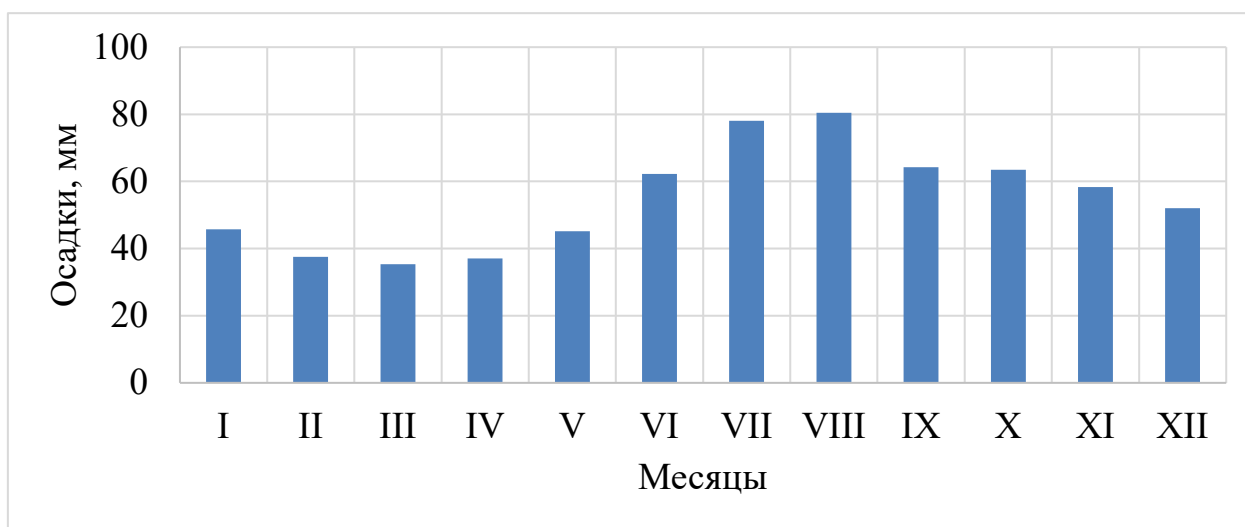


Рисунок 2.2 – Многолетняя средне месячная сумма осадков, мм. Станция: Санкт-Петербург (26063).

Ежегодные суммы осадков могут значительно отклоняться от средних значений. Например, в январе средняя сумма осадков составляет 40 - 50 мм, но в отдельные годы она может быть как значительно меньше (6.7 мм в 1972 году), так и больше (до 90 мм в 2011 году).

Наибольшее количество осадков приходится на июль-август, иногда на сентябрь. В эти месяцы выпадает в среднем от 60 мм до 80 мм. Изменчивость месячных сумм осадков в теплый период из года в год особенно велика. Максимальные значения наблюдаются в Августе. Абсолютный максимум зафиксирован в 1987 году. Его значение составило 187.3 мм.

Таблица 2.2 – Годовые суммы осадков, мм. Станция: Санкт-Петербург (26063)

Год	ΣP , мм	Год	ΣP , мм	Год	ΣP , мм	Год	ΣP , мм	Год	ΣP , мм
1936	570.0	1952	752.4	1968	640.5	1984	711.2	2000	728.5
1937	633.2	1953	670.8	1969	617.9	1985	662.5	2001	703.7
1938	591.9	1954	690.4	1970	681.9	1986	722.1	2002	625.6
1939	526.2	1955	613.3	1971	593.3	1987	740.5	2003	869.3
1940	615.5	1956	554.7	1972	443.1	1988	737.6	2004	736.7
1941	474.8	1957	751.4	1973	674.0	1989	700.6	2005	700.6
1942	541.6	1958	715.4	1974	747.5	1990	686.2	2006	571.2
1943	627.7	1959	643.9	1975	649.2	1991	724.5	2007	623.9
1944	467.9	1960	609.9	1976	622.3	1992	543.9	2008	751.4
1945	712.5	1961	669.8	1977	707.1	1993	684.0	2009	834.5
1946	574.4	1962	696.3	1978	578.0	1994	655.0	2010	860.4
1947	726.6	1963	547.9	1979	725.8	1995	642.2	2011	734.7
1948	672.4	1964	508.9	1980	723.2	1996	548.4	2012	903.7
1949	550.5	1965	586.2	1981	746.6	1997	764.3	2013	651.3
1950	577.5	1966	773.0	1982	654.7	1998	772.6	2014	599.6
1951	632.5	1967	662.5	1983	766.0	1999	493.9	2015	581.0

2.5 Изменение климата

Изменение климата – одно из наиболее актуальных и серьезных вызовов, стоящих перед современным миром. На протяжении последних десятилетий наблюдается ускоренное изменение климатических условий, оказывающее значительное воздействие на экономику, общество, окружающую среду в целом и гидрологию в частности.

При анализе метео данных было выявлено, что в рядах среднегодовых температур воздуха (рисунок 2.3) и годовых сумм осадков (рисунок 2.4) присутствуют тренды (таблица 2.3).

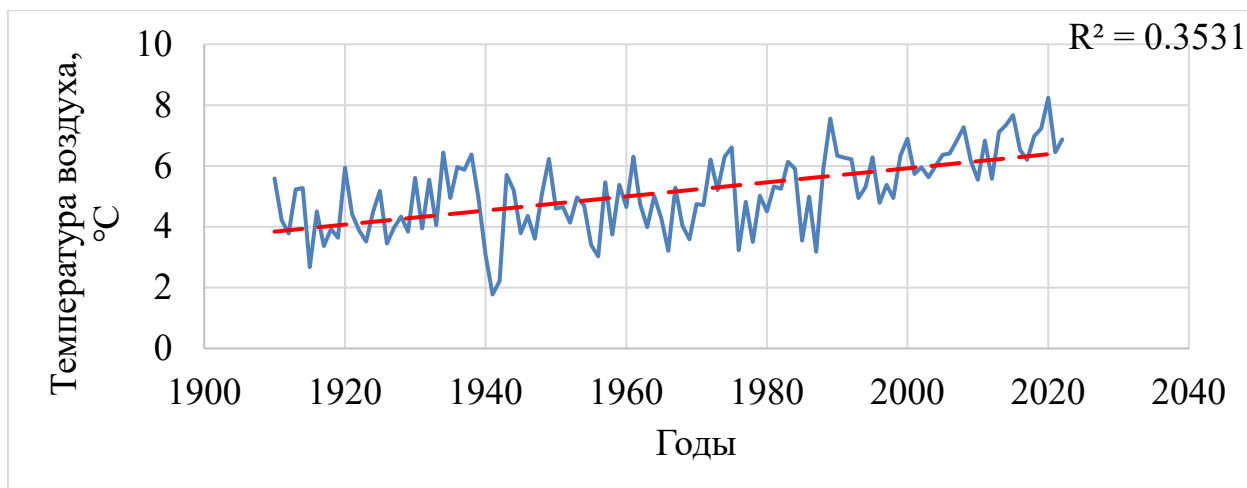


Рисунок 2.3 – Среднегодовые температуры воздуха.

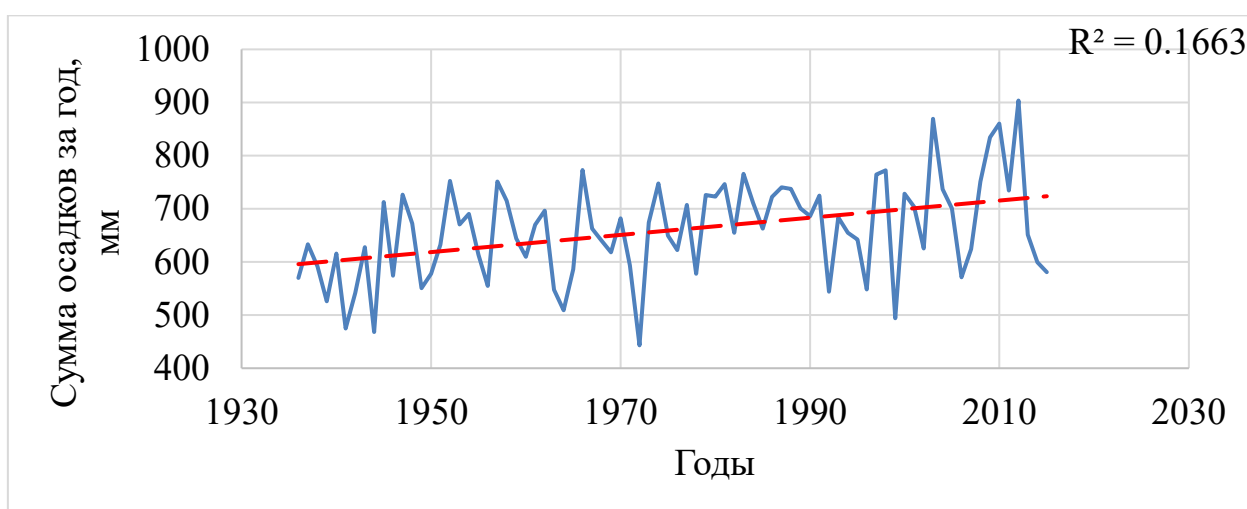


Рисунок 2.4 – Годовая сумма осадков.

Таблица 2.3 – Проверка метеорологических рядов на значимость тренда

Характеристика	n	R^2	R	σ_R	R/σ_R	t_{2a}	Значимость
Сумма осадков за год	80	0.17	0.408	0.09	4.35	1.991	тренд значимый
Среднегодовая температура воздуха	113	0.35	0.594	0.06	9.72	1.982	тренд значимый

Для определения момента, когда изменение климатических параметров становится значимым и формулируется тренд для среднегодовых температур воздуха и годовых сумм осадков были построены интегральные кривые (рисунок 2.5, 2.6) [3].

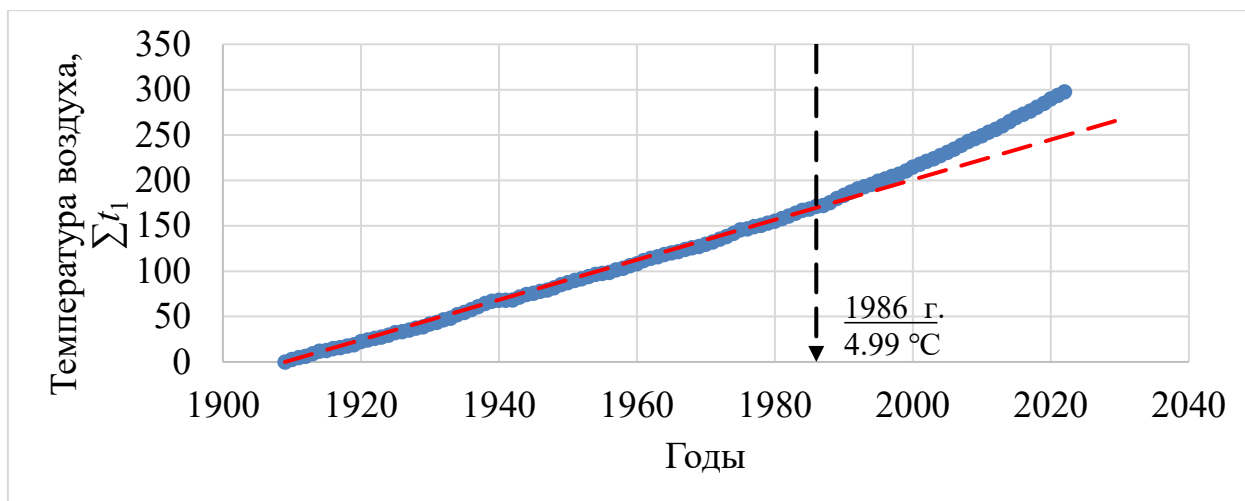


Рисунок 2.5 – Интегральная кривая среднегодовых температур воздуха.

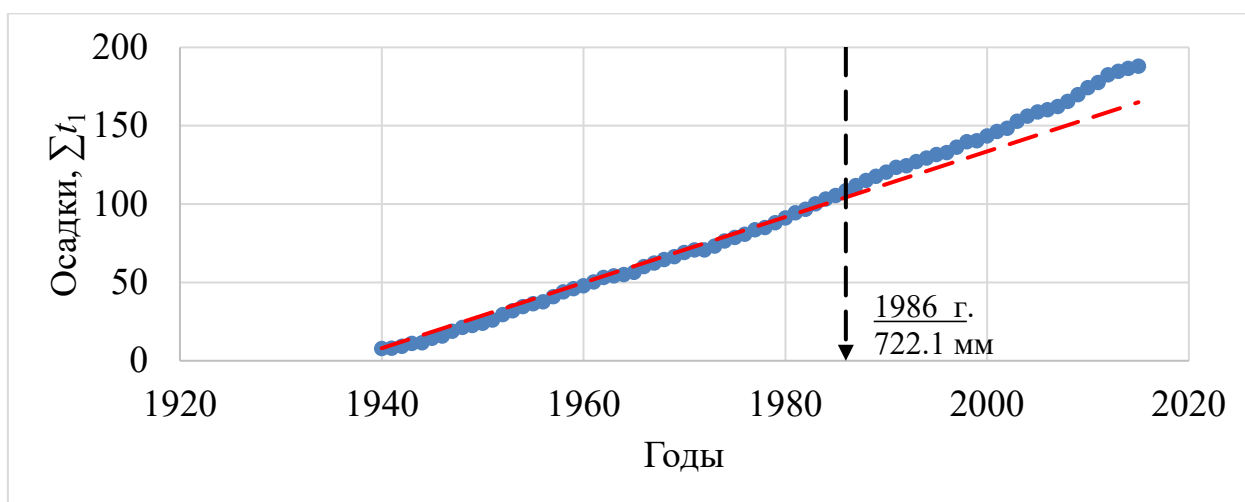


Рисунок 2.6 – Интегральная кривая сумм осадков за год.

В ходе анализа интегральных кривых был определен момент, соответствующий изменению в темпе увеличения климатических параметров: для среднегодовых температур воздуха (рисунок 2.7) и годовых сумм осадков (рисунок 2.8) на исследуемой территории таковым является 1986 г.

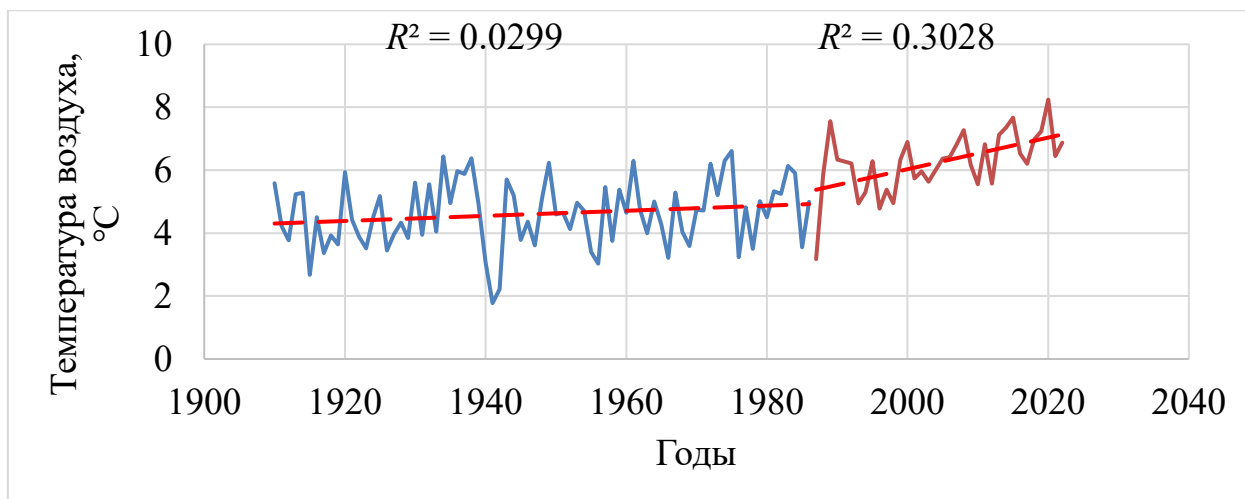


Рисунок 2.7 – Среднегодовые температуры воздуха.

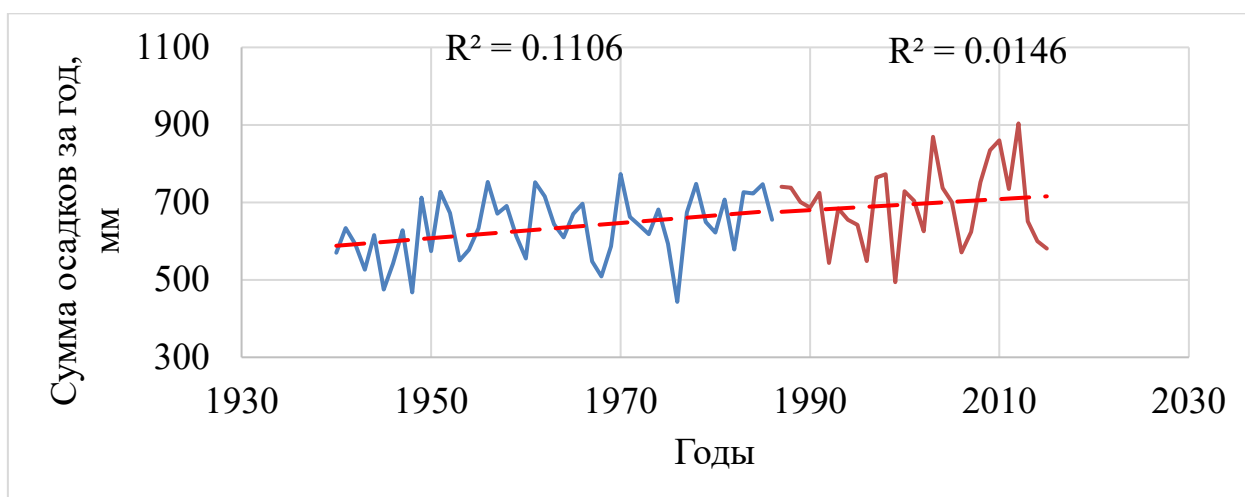


Рисунок 2.8 – Годовая сумма осадков.

На основании полученных данных ряд был разделен на 2-е части (таблица 2.4): 1951-1986 год, 1987-2022 год для среднегодовых температур воздуха (рисунок 2.9) и 1948-1986, 1987-2015 год для годовых сумм осадков (рисунок 2.10). Дальнейший анализ проводился по данным за эти периоды.

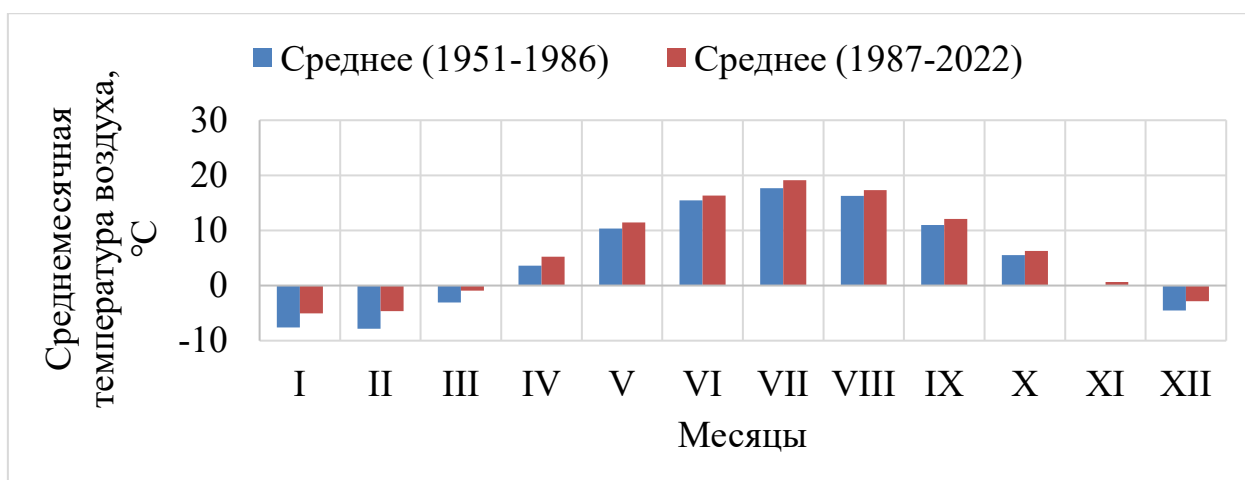


Рисунок 2.9 – Сравнение среднемесячных температур воздуха за период с 1951 по 1986 г. и с 1987 по 2022 г.

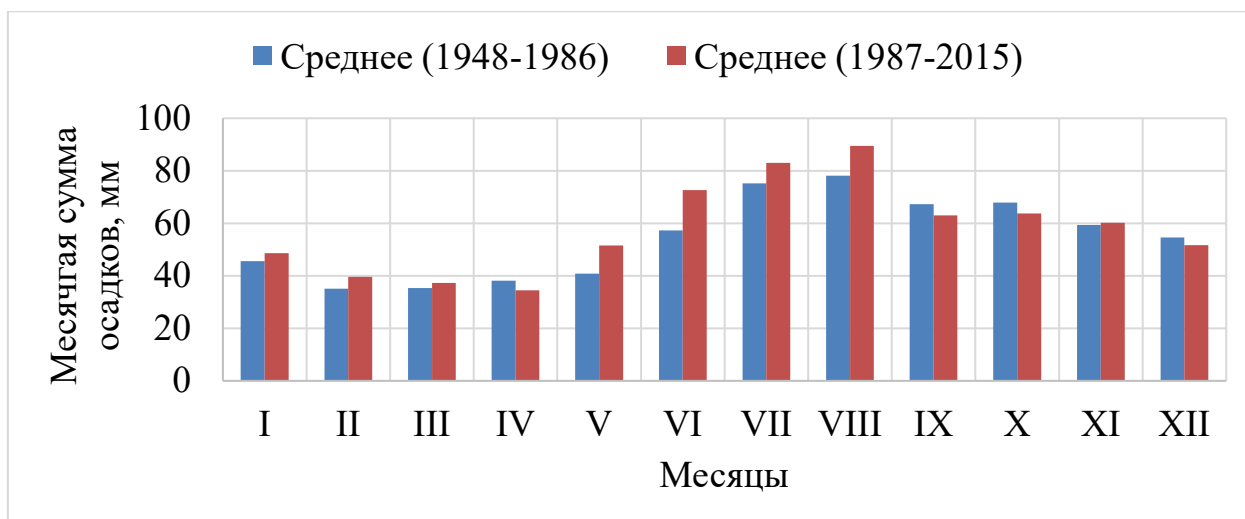


Рисунок 2.10 – Сравнение среднемесячных осадков за период с 1948 по 1986 г. и с 1987 по 2015 г.

Приращение средних температур за холодный период года составило 2.4 °C, а за теплый 1.1 °C. Среднегодовое приращение температур приняло значение 1.52 °C (рисунок 2.11), в отношении среднемноголетней суммы месячных осадков приращение равняется 3 мм (рисунок 2.12) и 42 мм для среднемноголетней суммы годовых осадков. За холодный период года сумма осадков возросла на 6 мм, за теплый – на 33 мм.

Таблица 2.4 – Распределение метеорологических характеристик по месяцам за определенный период

Температура воздуха, °С													
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Среднее (весь ряд)	-8.07	-7.64	-3.74	3.00	9.57	15.1	17.9	16.2	11.0	4.93	-0.72	-5.48	4.3
Среднее (1951-1986)	-7.58	-7.83	-3.08	3.59	10.4	15.5	17.7	16.3	11.0	5.54	-0.01	-4.54	4.7
Среднее (1987-2022)	-5.03	-4.66	-0.92	5.23	11.5	16.3	19.1	17.3	12.1	6.31	0.67	-2.85	6.3
Приращение температуры воздуха, °С	2.55	3.17	2.16	1.64	1.12	0.85	1.44	1.03	1.12	0.77	0.68	1.69	1.5
Осадки, мм													
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Среднее (весь ряд)	45.8	37.5	35.3	37.1	45.2	62.3	78.1	80.5	64.3	63.5	58.3	52.0	660
Среднее (1948-1986)	45.6	35.1	35.4	38.1	40.9	57.3	75.2	78.2	67.3	67.9	59.4	54.7	653
Среднее (1987-2015)	48.6	39.6	37.3	34.5	51.5	72.7	83.0	89.5	63.1	63.7	60.3	51.7	696
Приращение осадков, мм	3.01	4.49	1.90	-3.62	10.7	15.4	7.74	11.3	-4.23	-4.23	0.91	-2.93	42

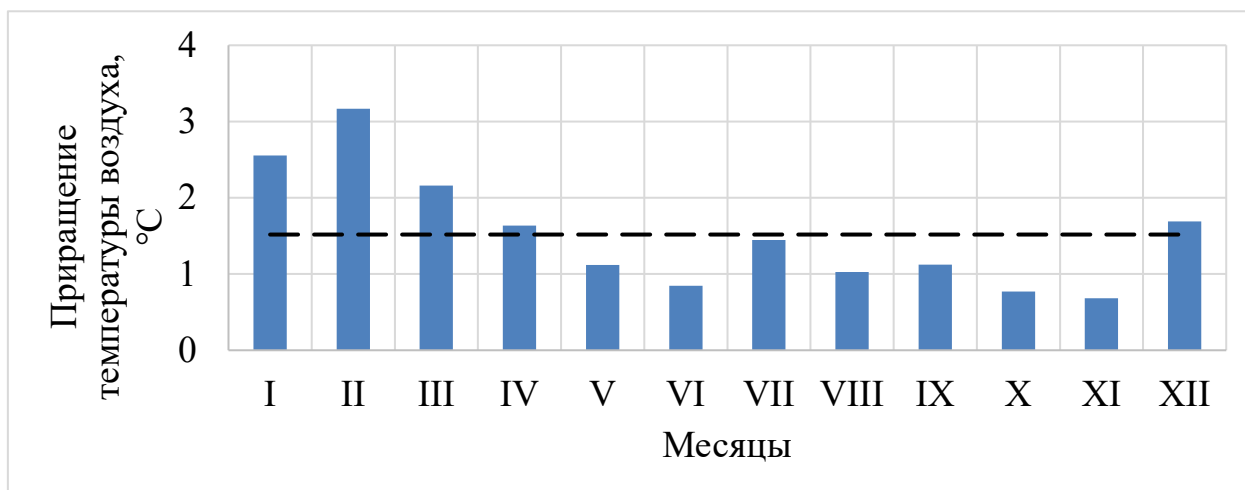


Рисунок 2.11 – Приращение температуры воздуха, °C.

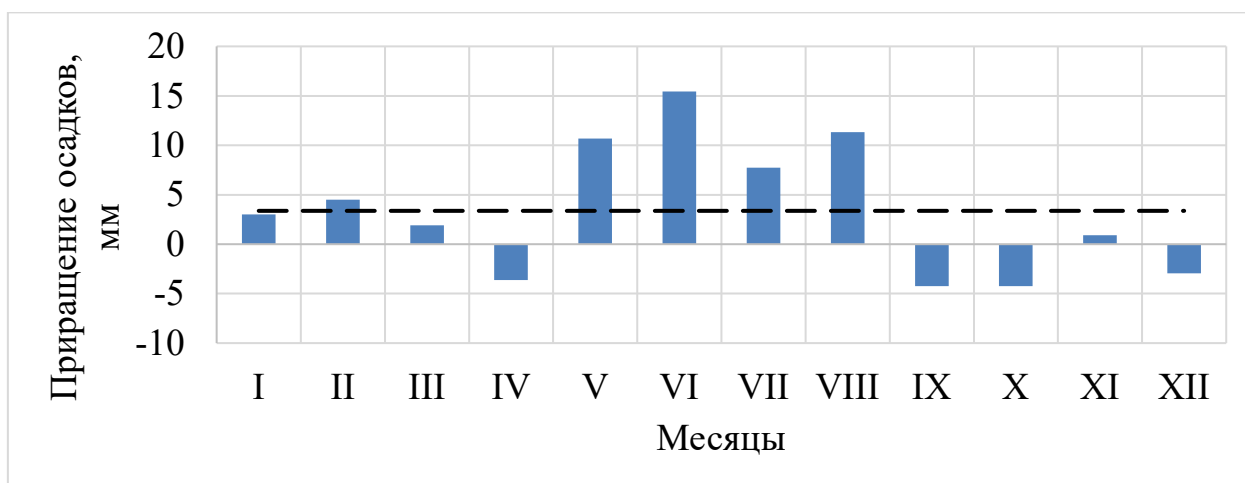


Рисунок 2.12 – Приращение осадков, мм.

Проведенный анализ подтверждает, что в рядах метеорологических характеристик (температура воздуха, осадки) на территории исследуемого района присутствует тренд, начавший формироваться в середине 80-х годов двадцатого века, что приводит к нарушению гидрологического режима в целом и факторов формирования стока в частности, а это в свою очередь отражается непосредственно на гидрологических рядах, приводя к их нестационарности.

Явная неоднородность выборки гидрологических данных заставляет нас обратиться к альтернативным методам позволяющим корректнее определить расчетные параметры, что подробнее описано в следующей главе.

3 МАКСИМАЛЬНЫЙ СТОК ПРИТОКОВ НЕВЫ

3.1 Общая характеристика водного режим притоков Невы

Реки Северо-Запада характеризуются равнинным типом. Получают смешанное питание, с преобладанием снегового стока. Годовой цикл уровня воды разделяется на четыре фазы: весеннее половодье, летне-осеннюю межень, которая почти ежегодно нарушается дождевыми паводками, затем наступает короткий осенне-зимний период с умеренно повышенной водностью рек, и, наконец, устанавливается зимняя межень, которая иногда прерывается подъемами уровней в периоды оттепелей, зачастую вызванными зажорными явлениями.

Реки на территории исследований демонстрируют различное соотношение составляющих стока, в зависимости от характеристик местности. В особенности, наибольшая часть грунтового стока (до 43%) отмечается в реках, протекающих через районы с песчаными и супесчаными почвами, в то время как в других районах этот показатель составляет от 8 до 14-20%.

Распределение весеннего, дождевого и грунтового стока в году определяется физико-географическими особенностями рельефа, характером почвенного покрова, а также распределением осадков по территории и геологическим строением местности.

Начало весеннего половодья на большей части территории Северо-Запада приходится на третью декаду марта на юге и юго-западе, и на первую декаду апреля на остальной территории, за исключением восточных и северо-восточных районов, где начало половодья отмечается в конце первой или начале второй декады апреля. В отдельные годы эти сроки могут значительно отклоняться. Подъем весеннего половодья, как правило, начинается за 8-12 дней до вскрытия реки.

На некоторых реках или их участках, влияние местных факторов, таких как выходы грунтовых вод или карстовые явления, может привести к началу

подъема уровня воды практически одновременно с началом таяния снега или даже с небольшой задержкой в 2-6 дней. Средняя продолжительность подъема воды весеннего половодья составляет 10-20 дней как для крупных, так и для средних рек. Однако в зависимости от характера весны эта продолжительность может значительно варьироваться от 5 до 52 дней.

Средняя интенсивность подъема весеннего половодья на территории составляет 22 см/сутки, но может значительно меняться в зависимости от климатических и географических особенностей местности, а также от года к году. Обычно на крупных реках подъем происходит более интенсивно, чем на средних и малых. Средняя интенсивность подъема на крупных реках составляет 24-56 см/сутки, а максимальные значения могут достигать 70-118 см/сутки. В то время как на средних реках максимальная интенсивность подъема составляет от 33 до 75 см/сутки, а на малых реках – от 28 до 40 см/сутки.

Средние даты наступления пика весеннего половодья на реках Северо-Запада соответствуют зональному распределению. Высота подъема воды во время весеннего половодья варьируется в зависимости от размеров реки: от 1.5-2.0 м на малых реках до 5-6 м на крупных.

В основном для рек Северо-Запада характерна одна волна половодья, и форма гидрографа обычно одновершинная. Однако метеорологические условия влияют на формирование гидрографа. В поздние весны, при интенсивном снеготаянии, половодье достигает наивысших уровней, в то время как в ранние мягкие весны происходит более постепенное таяние снега, и половодье обычно ниже.

Формирование весеннего половодья включает в себя как талые воды, так и дожди, причем доля дождевых вод в общем объеме половодья невелика (2-5% суммарного стока).

Основная часть стока весеннего половодья формируется за счет талых вод, в то время как грунтовый сток имеет незначительное значение и состав-

ляет примерно 5-15%. Спад уровня воды после весеннего половодья, как правило, происходит более медленно. Средняя продолжительность спада колеблется от 39 дней на малых реках до 49 на больших. В неблагоприятных погодных условиях спад может продолжаться до 60-69 дней, а минимальная продолжительность составляет 15-30 дней. Спад весеннего половодья всегда менее интенсивен, со средними значениями от 6 см/сутки на малых реках до 12 см/сутки на больших. В отдельные дни скорость спада может изменяться.

Общая продолжительность весеннего половодья в среднем составляет 55-65 дней, но может достигать 89-105 дней. Увеличение общей продолжительности половодья может быть вызвано накоплением дождевых паводков. На реках Северо-Запада влияние озер становится значимым при озерности более 7-9%. На таких реках завершение весеннего половодья может затягиваться до 20-30 июня.

Весенний ледоход на реках района сопровождается заторами, которые вызывают значительные подъемы уровня воды. Почти каждый год наблюдаются заторы на реке Охте у деревни Новое Девяткино. Величина подъема уровня во время затора может различаться: от нескольких десятков сантиметров на средних реках до 1.5-2.0 м на крупных. В некоторые годы на некоторых реках подъемы бывают еще более значительными, до 2.5-3.0 м.

Летне-осенняя межень обычно наступает в начале середины июня и заканчивается в октябре. Наиболее раннее начало межени, в первой декаде июня, и наибольшая ее продолжительность (120 дней), отмечаются в южной части Северо-Запада. На северо-востоке территории наблюдалось наиболее позднее начало межени - в конце июня, с продолжительностью от 64 до 87 дней. Летне-осенняя межень характеризуется незначительными колебаниями уровней воды.

Ежегодно 2-3 раза межень нарушается дождевыми паводками, особенно активными в августе - октябре. В самые дождливые годы количество паводков на реках достигает 45. Высота подъема уровня во время этих павод-

ков обычно значительно ниже, чем во время снеговых, но их объем составляет примерно 0.4-0.5 от величины весеннего половодья. Только для малых водосборов высота и объем отдельных дождевых паводков могут значительно превышать весеннее половодье. Наиболее высокие дождевые паводки наблюдаются в бассейнах рек, где преобладает более сложный рельеф и менее проницаемые суглинистые почвы, что способствует быстрому стеканию воды при минимальных потерях на инфильтрацию.

Многие средние и малые реки Северо-Запада в период летне-осенней межени зарастают водной растительностью, что приводит к подъему уровня воды от нескольких сантиметров до 0.5-1.0 м. Обычно влияние зарастания начинается в конце мая - начале июня и продолжается до сентября; наибольшее значение оно достигает в период с 10 июля по 10 августа.

Зимняя межень наступает в конце ноября - середине декабря, причем самые ранние даты приходятся на конец октября и начало ноября, а наиболее поздние на январь.

Завершение зимней межени совпадает с началом подъема весеннего половодья, обычно в конце марта или в первой декаде апреля. Средняя продолжительность зимней межени варьируется от 84 до 115 дней, при этом она увеличивается с юго-запада на северо-восток. Самый низкий уровень воды наблюдается в феврале и марте, и его продолжительность в среднем составляет 15-20 дней.

На территории Северо-Запада явления пересыхания и замерзания имеют ограниченное распространение. Ежегодное отсутствие стока воды наблюдается лишь на маленьких ручьях и логах с площадью водосбора до 0.5 км². В период маловодных лет на всей территории в течение 40-140 дней могут быть пересохшие или замерзшие реки с площадью водосбора до 50 км².

При площадях водосборов более 50 км² явления пересыхания и замерзания рек редко встречаются, преимущественно в самых низколежащих районах Северо-Запада. Зимние паводки играют незначительную роль в режиме

рек этого региона. Более типичными для этих рек являются подъемы уровня воды за счет заторов, которые возникают на большинстве рек, независимо от их размеров. Возможность повторения этих подъемов в течение многих лет и внутри одного года на разных реках различается.

Высота подъема уровня воды от заторов колеблется от нескольких сантиметров до 1.0-1.5 метра. Продолжительность уровня подпора также различается в зависимости от обстоятельств. В большинстве случаев, при наиболее длительных заторах, наблюдаются самые высокие уровни воды.

Некоторые малые, средние и крупные реки на рассматриваемой территории подвержены регулированию с помощью гидротехнических сооружений, в основном плотин ГЭС. Эти сооружения оказывают влияние как на ежегодное, так и на суточное колебание уровня воды.

3.2 Исходные данные

Максимальные расходы воды за период весеннего половодья приведены в приложении Б1. Местоположение и принадлежность гидрологических постов, исследуемых в данной работе, а также их основные характеристики указаны в таблице – 3.1, приложениях В1 и В2 соответственно [7], [10], [12].

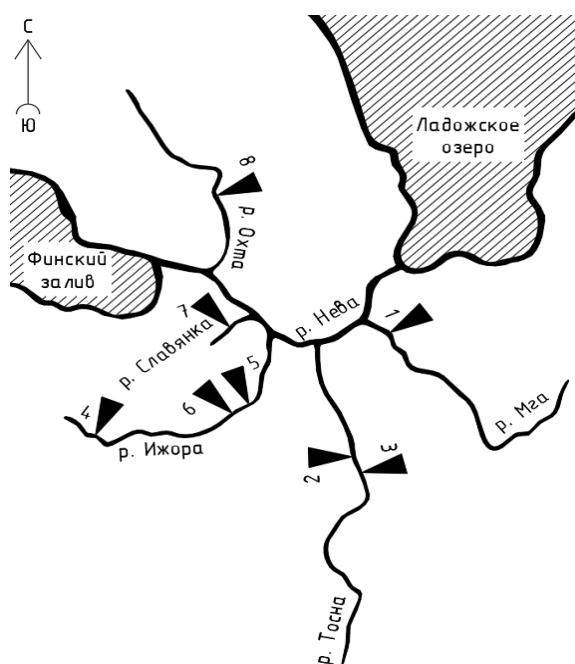


Рисунок 3.1 – Схема расположения гидрологических постов.

Таблица 3.1 – Характеристики гидрологических постов

№п/п	Водный объект	Пост	Код поста	Площадь водосбора, км ²	Период действия	
					Открыт	Закрыт
1	р. Мга	д. Горы	72039	709	1932	Закрыт
2	р. Тосна	ст. Тосно	72043	1300	1920/1944	Действ.
3		д. Рубежи	72042	1210	1915	Закрыт
4	р. Ижора	пос. Мыза-Ивановка	72729	108	2001	Закрыт
5		д. Аннолово	72729	784	1976	Действ.
6		д. Антропшино	72048	531	1944	Закрыт
7	р. Славянка	пос. Тярлево	72733	87.5	1977	Закрыт
8	р. Охта	д. Новое Девяткино	72055	340	1932	Действ.

3.2.1 Река Мга – д. Горы

Пост находится в деревне, в 75 м ниже впадения реки Войтоловки. Прилегающая местность – плоская, однообразная равнина, сложенная известняками и доломитами, перекрытыми слоем суглинков и песков, поросшая на большей части лесом, преимущественно хвойным, местами распаханная. Долина реки ясно выражена, шириной 200-300 м, с крутыми невысокими склонами, поросшими кустарником. В подошвах склонов встречаются выходы грунтовых вод. Пойма правобережная, шириной 10-20 м, поросшая кустарником и травяной растительностью, затопляется при уровне 212 см над нулем поста. Русло реки песчано-каменистое, извилистое, местами илистое, зарастает водной растительностью, с крутыми невысокими берегами, поросшими кустарником. Встречаются острова, валуны. Весной наблюдаются заторы льда выше и ниже поста, в осенне-зимний период - зажоры. В 7 км выше поста имеется водозабор. В отдельные периоды наблюдается подпор от р. Невы (при высоких нагонных уровнях). Пост расположен на правом берегу и состоит из свай и реперов. Высота БС реперам поста передана нивелировкой ГМС IV кл. 1958 г. и уточнена в 1983 г.

Отметка нуля поста 5.88 м БС.

Гидроствор № 4 расположен в створе поста и оборудован люлечной переправой.

Температура воды измеряется в створе поста у берега.

Толщина льда измеряется в 25 м выше поста на середине реки.

3.2.2 Река Тосна – ст. Тосно

Пост находится в 800 м от станции, в 900 м ниже устья ручья Андреев, в 375 м ниже железнодорожного моста.

Прилегающая местность представляет собой плоскую, однообразную равнину, сложенную известняками, перекрытыми слоем суглинков, песков и глин, поросшую смешанным лесом и кустарником, вблизи поста занятую различного рода постройками и огородами. Долина реки неясно выражена, с невысокими пологими склонами, сливающимися с окружающей местностью. В 220 м выше поста при уровне 550 см над нулем поста затопляется правобережная пойма. Русло извилистое, песчано-гравелистое с наличием валунов, сильно зарастающее вдоль берегов водной растительностью. Высокие, крутые, местами обрывистые берега поросли травяной растительностью, местами подвержены оползанию. В отдельные годы ниже поста наблюдаются небольшие заторы льда и зажоры.

Пост расположен на левом берегу, состоит из свай и реперов. Высота БС реперам поста передана нивелировкой ГМС IV кл. 2009 г. Отметка нуля поста 24.69 м БС.

05, 06.07.1975г в 7.7 км ниже поста заводом "Стройдеталь" перекрыто русло реки водозаборной плотиной. Плотина создала перепад уровня около 1.5 метра. Влияние ее на режим уровня и скорости течения сказывается при уровне ниже 181 см.

Гидроствор № 1 расположен в 380 м, гидроствор № 2 – в 375 м, гидроствор № 3 - в 379 м выше поста. Расходы воды на гидростворе № 3 измеряются с мостика под фермами ж.д. моста с верховой стороны моста или

вброд. В последние годы измерения расходов воды на гидростворах № 1, №2 не производятся.

Температура воды измеряется в створе поста у берега.

Толщина льда измеряется в створе поста на середине реки. В период 22.01.1920 - 28.02.1922 г. действовал пост у станции Тосно. Месторасположение этого поста неизвестно, материалы наблюдений не сохранились. До апреля 2008 г. пост располагался в 300 м выше действующего.

3.2.3 Река Тосна – д. Рубежи

Гидропост д. Рубежи был открыт 25 августа 1915 г. Водопост находится на левом берегу и имеет конструкцию из свай и бетона. Репер, установленный в 1915 году, имеет отметку 35.11 м абсолютной высоты, полученную путем нивелирования от репера правой железнодорожной рельсы на переезде станции Тосно, с отметкой 35.207 м абсолютной высоты.

Отметка нуля графика составляет 26.58 м БС. Русло реки на участке станции зарастает на 25-30%.

Измерения расходов воды проводились в трех гидростворах: № 1 – в створе водопоста и ниже на 120 м (№ 2) и 85 м (№ 3).

В период с 1936 по 1937 годы станция, вероятно, не функционировала. Однако после этого перерыва работа была возобновлена 16 июля 1938 года.

3.2.4 Река Ижора – пос. Мыза-Ивановка

Пост находится на восточной окраине пос. Мыза-Ивановка в 50 м выше шоссеного моста, в 1.0 км выше устья р. Парицы. Район поста характеризуется распространением карста.

Прилегающая местность представляет собой открытую равнину, занятую сельскохозяйственными угодьями. Долина реки неясно выражена, с пологими низкими склонами, заросшими травой, частично распаханными. Пойма двухсторонняя, шириной 150 м, поросшая травой, местами заболоченная, затопляется при уровне 480 см над нулем поста. Левобережная пойма

искусственно сужена насыпью автомобильной дороги. Русло реки слабо извилистое, на участке поста прямолинейное, дно реки песчано-илистое, зарастает водной растительностью. Левый берег пологий, правый - высотой 0.5м. В течение года уровни находятся в переменном подпоре от переката у моста, расположенного в 50м ниже поста. Ледостав на реке не образуется из-за преобладающего карстового питания. При сильных морозах образуются забереги и зажоры ниже поста. Пост расположен на левом берегу, состоит из свай и реперов. Высота БС реперам поста передана нивелировкой ГМС IV кл. 2001 г. и уточнена в 2006 г.

Отметка нуля поста 72.00 м БС.

Гидроствор № 1 расположен в 5.6 м выше поста и оборудован гидрометрическим мостиком.

Температура воды измеряется в створе поста у берега. Температурный режим нарушен вследствие карстового питания.

3.2.5 Река Ижора – д. Аннолово

Пост находится на восточной окраине деревни, в 800 м ниже шоссейного моста. Прилегающая местность, возвышенная луговой растительностью. С плоская равнина, покрытая преимущественно редким кустарником; большие площади заняты сельскохозяйственными угодьями. Почвы слабо и среднеподзолистые, суглинистые. Долина реки корытообразная, правый склон крутой, левый пологий. Пойма на участке поста левобережная, луговая, шириной до 30 м. Русло реки слабоизвилистое, на участке поста прямолинейное, песчано-гравелистое, сильно зарастает водной растительностью. Берега реки крутые, высотой 0.5-1.0 м. Ежегодно наблюдаются зажоры. На режим уровней оказывают влияние плотины, расположенные в 10 км выше и в 12 км ниже поста.

Сброс воды, производимый бумажной фабрикой в 10км выше поста, оказывает влияние на ледово-термический режим реки.

Пост расположен на левом берегу, оборудован сваями и репером. Высота БС реперу поста передана нивелировкой ГМС IV кл. 1976 г.

Отметка нуля поста 33.00 м БС.

Гидроствор № 1 расположен в створе поста, оборудован подвесным гидрометрическим мостиком. В конце августа 2007 г. мост поврежден, подлежит демонтажу. С января 2010 г.

Расходы воды на посту не измеряются.

Температура воды измеряется в створе поста у берега.

Толщина льда измеряется в пяти точках: через 25 м вверх и вниз от створа.

3.2.6 Река Ижора – д. Антропшино

Пост находится на расстоянии одного километра от ближайшей деревни и 1.2 километра от станции Антропшино. Этот пост расположен ниже моста, на левом берегу реки, и состоит из рейки, прикрепленной к нижней части моста, а также из реперов. Репер №1 был установлен в 1944 году и представляет собой высеченную площадку в камне над уровнем воды с отметкой 10.000 м условных единиц. Репер №2, также установленный в 1944 году, это бетонированный рельс, находящийся на глубине 15 метров ниже уровня воды, с отметкой 9.596 м условных единиц.

Измерение температуры воды производится в середине реки, а гидроствор №1 находится неподалеку от водопоста.

Русло реки сильно порастает. На участке присутствуют подземные водные потоки. В начале зимы появляются полыньи и обширные ледяные заторы, что затрудняет доступ к воде. Естественный уровень воды искажается из-за работы плотин, которые расположены выше по течению реки на расстоянии 1 и 2 километров от водопоста.

Отметка нуля поста 3.00 м усл.

3.2.7 Река Славянка – пос. Тярлево

Пост расположен в посёлке Тярлево, у шоссейного моста. Прилегающая местность возвышенная плоская равнина, занятая сельскохозяйственными угодьями, с юга ограниченная территорией Павловокого парка.

Долина реки неясно выражена, склоны пологие, незаметно сливаются с окружающей местностью.

Русло прямолинейное, лесчаное, местами песчано-гравелистое, зарастающее водной растительностью. Берега крутые невысокие, поросшие травяной растительностью.

Пойма двухсторонняя, луговая, шириной от 40 до 80 м.

В осенне-зимний период наблюдаются зажоры, в отдельные годы зимой частичное перемерзание реки ниже поста.

Пост находится на правом берегу и состоит из свай и реперов. Высота реперов в Балтийской отметке передана нивелировкой ПМС ГУ им. 1977 г.

Отметка нули поста 13.00 м БС.

Гидроотвор № 1 расположен в створе поста. Измерения на гидроотводе производятся с м пешеходного моста, в межень - вброд.

Толщина льда измеряется в двух точках: в створе поста и в 50 м выше.

3.2.8 р. Охта – д. Новое Девяткино

Пост находится в 300 м к западу от деревни, в 500 м выше устья ручья Лесного. Прилегающая местность представляет собой слабоволнистую равнину, сложенную суглинистыми и супесчаными грунтами, занятую, в основном, сельскохозяйственными угодьями, местами хвойным лесом и луговой растительностью.

Долина реки шириной 200-300 м, склоны преимущественно пологие, открытые, местами с зарослями кустарника, встречаются обнажения. Пойма на участке поста двухсторонняя, ниже поста прерывистая, шириной 10-20 м, затопляется при уровне 326 см. Русло реки извилистое, на участке поста пря-

молинейное, песчано-каменистое, местами илистое, встречаются валуны значительных размеров. Берега крутые, обрывистые, высотой 2.5-3.0 м. На участке поста русло зарастает водной растительностью по всей ширине реки.

С 1973 г. на реке ледостав отсутствует. Это связано со сбросом теплой воды Северной ТЭЦ.

Пост расположен на левом берегу, оборудован сваями и реперами. Высота БС реперам поста передана нивелировкой ГМС IV кл. 1957 г.

Отметка нуля поста 8.54 м БС.

С 2005 г. расходы воды измеряются с пешеходного моста, расположенного в 600 м ниже поста.

Температура воды измеряется в створе поста у берега. Наблюдения за твердым стоком прекращены с 1994 г [7].

3.3 Приведение коротких рядов к многолетнему периоду

При недостаточности данных гидрометрических наблюдений параметры кривых распределения вероятностей гидрологических характеристик, а также основных элементов расчетного гидрографа необходимо приводить к многолетнему периоду с привлечением данных наблюдений пунктов-аналогов [17].

В данной работе приведение рядов расходов воды к многолетнему периоду [14] производилось при помощи метода гидрологической аналогии.

Общий вид уравнения линейной регрессии:

$$y=ax+b \quad (3.1)$$

При расчете параметров распределения и значений стока за отдельные годы с использованием аналитических методов, основанных на регрессионном анализе, должны соблюдаться следующие условия:

$$n \geq (6-10); R \geq 0.7; \frac{R}{\sigma_R} \geq t_{2a}; \frac{a}{\sigma_a} \geq t_{2a},$$

n – число совместных лет наблюдений в приводимом пункте и пунктах-аналогах ($n \geq 6$ при одном аналоге, $n \geq 10$ при двух и более ана-

логах) или число пунктов-аналогов при восстановлении с привлечением кратковременных наблюдений ($n \geq 6$);

R – коэффициент парной или множественной корреляции между значениями стока исследуемой реки и значениями стока в пунктах-аналогах;

a – коэффициент уравнения регрессии;

σ_R и σ_a – средняя квадратическая погрешность коэффициента корреляции и коэффициента регрессии соответственно;

t_{2a} – квантиль распределения Стьюдента, соответствующий уровню значимости 2_a при числе степеней свободы $\nu = n - 2$

$$a = R \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \quad (3.2)$$

Формула для получения свободного члена уравнения регрессии:

$$b = \bar{y} - ax \quad (3.3)$$

Средне квадратическую погрешность коэффициента корреляции и коэффициента регрессии можно найти по следующим формулам:

$$\sigma_R = \frac{1-R^2}{\sqrt{n-1}} \quad (3.4)$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \sqrt{\frac{1-R^2}{n-2}} \quad (3.5)$$

Систематическое преуменьшение дисперсии восстановленной части ряда исключается путем корректировки погодичных значений по формуле:

$$Q_i = \frac{\tilde{Q}_i - \bar{Q}_n}{R} + \bar{Q}_n \quad (3.6)$$

Q_i – расчетные погодичные значения расходов воды восстановленной части ряда;

$\tilde{Q}_i$ – погодичные значения, полученные по уравнению регрессии;

$\bar{Q}_n$ – среднее значение расхода воды расчетной реки за совместный период наблюдений.

Для упрощения подбора рек - аналогов была построена корреляционная матрица (приложение Г1) [3].

Река Мга – д. Горы

Восстановление ряда максимальных расходов воды за период весеннего половодья на реке Мга - гидропост д. Горы производилось по реке Тосна - станции Тосно (рисунок 3.2).

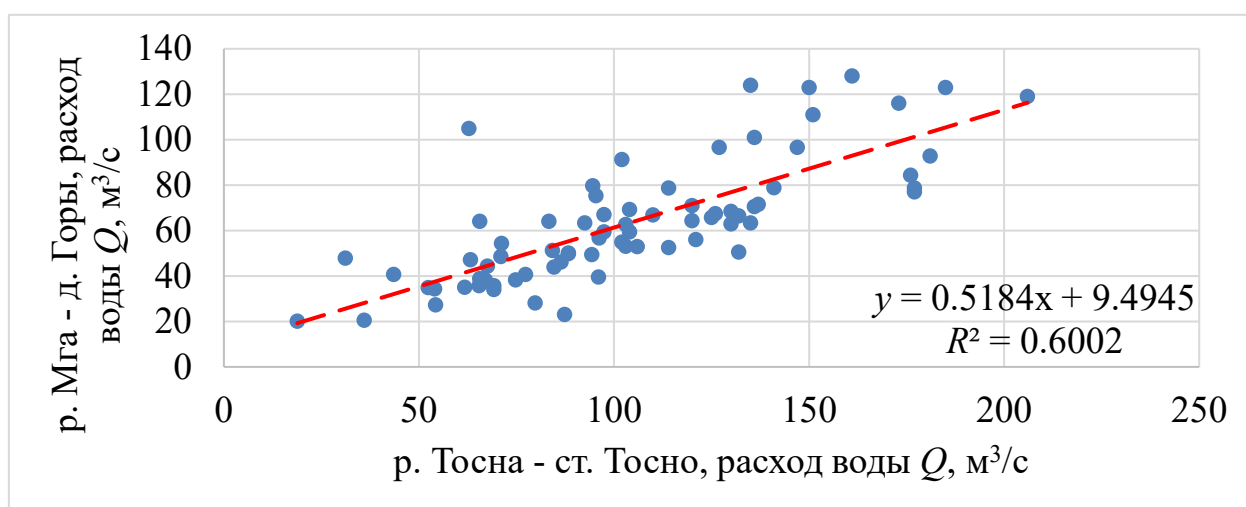


Рисунок 3.2 – График связи значений максимальных расходов воды на р. Мга - д. Горы и р. Тосна - ст. Тосно.

Совместный период наблюдений составил 74 года, а коэффициент парной корреляции 0.77, что говорит о хорошей связи рядов. Все условия для использования уравнения линейной регрессии в рамках восстановления ряда соблюдены (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Мга - д. Горы и р. Тосна - ст. Тосно

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
74	0.77	0.52	0.05	0.05	16.6	10.4	1.99

В конечном итоге были восстановлены данные за 1944 г., 2019-2021 г. (приложение Д1). Среднее значение расхода воды из максимальных рас-

четной реки за совместный период наблюдений, использованное при корректировке восстановленной части ряда равно $63.6 \text{ м}^3/\text{с}$.

Река Тосна – ст. Тосно

На реке Тосна станция Тосно значения за период с 1933 по 1941 год были восстановлены по взаимной связи с рекой Мга – гидропостом деревня Горы (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Тосна - ст. Тосно и р. Мга - д. Горы

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
74	0.77	1.16	0.05	0.11	16.6	10.4	1.99

Данные за 1943 год восстанавливались по реке Охта – деревня Новое Девяткино (таблица 3.4) подробнее описание процесса продления ряда описано в пункте, посвященном восстановлению данных Охты.

Таблица 3.4 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Тосна - ст. Тосно и р. Охта – д. Новое Девяткино

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
53	0.72	3.48	0.07	0.47	10.8	7.41	2.01

Река Тосна – д. Рубежи

По причине отсутствия аналога, удовлетворяющего всем условиям для восстановления данных гидрологических рядов методом линейной регрессии, продление ряда максимальных расходов воды за период весеннего половодья на реке Тосна - гидропост деревня Рубежи не производилось.

Аналогом для реки Ижора, гидропоста поселок Мыза-Ивановка выступил гидропост деревня Аннолово, также расположенный на реке Ижора (рисунок 3.3).

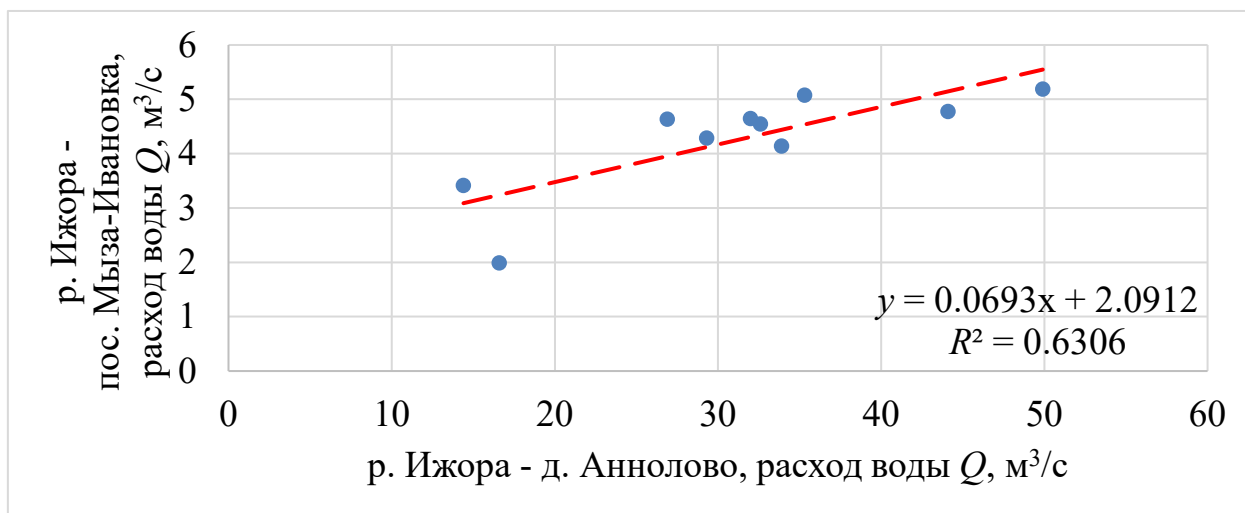


Рисунок 3.3 – График связи значений максимальных расходов воды на р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка и р. Ижора - д. Аннолово.

Совместный период наблюдений на постах равен 10-ти годам, а коэффициент парной корреляции 0.79. Все условия для использования уравнения линейной регрессии в рамках восстановления ряда соблюдены (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка и р. Ижора - д. Аннолово

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
10	0.79	0.069	0.123	0.019	6.45	3.70	2.31

В результате расчетов восстановлены значения с 1977 по 2000 г., 2003 г. и с 2014 по 2021 г (приложение Д1). Средний из максимальных расход воды исследуемой реки, который использовался для коррекции восстановленной части данных, составил 4.27 кубических метра в секунду.

Река Ижора – д. Аннолово

Ряд максимальных расходов воды за период весеннего половодья на гидропосту деревня Аннолово (река Ижора) был продлён при использовании данных на реке Тосна – станция Тосно (рисунок 3.4).

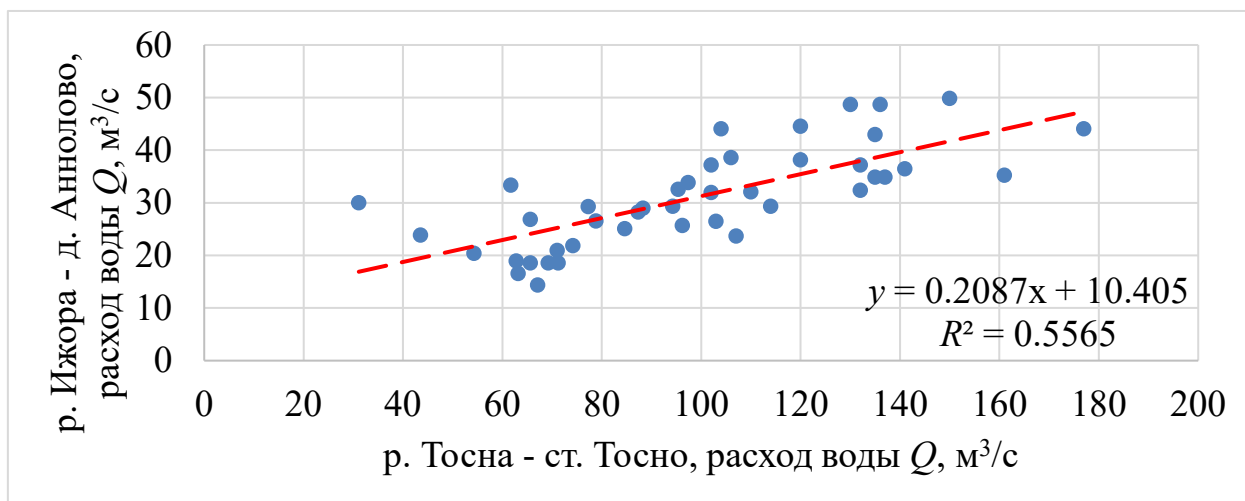


Рисунок 3.4 – График связи значений максимальных расходов воды на р. Ижора - д. Аннолово и р. Тосна - ст. Тосно.

Совместные наблюдения в данных пунктах производились на протяжении 43 лет. Значение коэффициента парной корреляции равно 0.75. Все условия для использования уравнения линейной регрессии в рамках восстановления ряда соблюдены (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Ижора - д. Аннолово и р. Тосна - ст. Тосно

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
43	0.75	0.209	0.07	0.03	10.9	7.17	2.02

На расчетной реке восстановлены данные в промежутке между 1944 и 1976-м годами, а также за 2010 и 2011 годы. Средний из максимальных расход воды в реке за период наблюдений, применяемый для коррекции восстановленных данных, равен 33.0 м³/с.

Река Ижора – д. Антропшино

В качестве аналога для реки Ижоора – гидропост деревня Антропшино было отдано предпочтение реке Тосна – станция Тосно (рисунок 3.5) с коэффициентом парной корреляции 0.87.

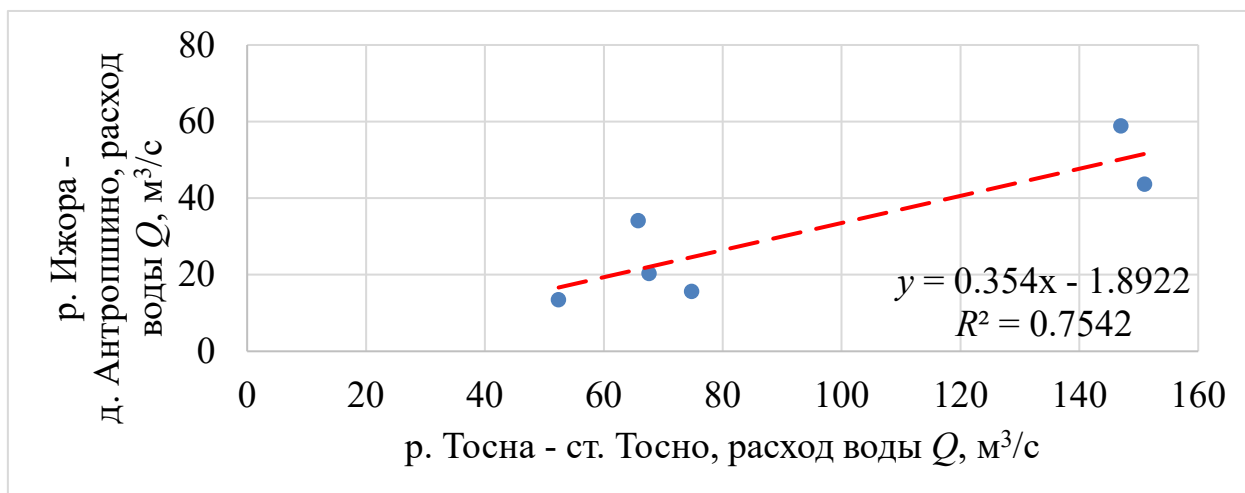


Рисунок 3.5 – График связи значений максимальных расходов воды на р. Ижора - д. Антропшино и р. Тосна - ст. Тосно.

Количество лет совместных наблюдений равно 6-ти. Все условия для использования уравнения линейной регрессии в рамках восстановления ряда соблюдены (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Ижора - д. Антропшино и р. Тосна - ст. Тосно

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
6	0.87	0.354	0.11	0.10	7.90	3.50	2.78

В ходе выполнения работы произведено продление ряда, начиная с 1950 по 2021 год. Средний расход воды из максимальных в реке за период параллельных измерений, используемый для исправления восстановленных данных, составил 31.1 м³/с.

Река Славянка – пос. Тярлево

Проанализировав представленную ранее корреляционную матрицу (приложение Г1), можно сделать вывод, что лучшим аналогом для реки Славянка - гидропоста поселок Тярлево будет гидропост деревня Аннолово, расположенный на реке Ижора, с коэффициентом парной корреляции 0.76.

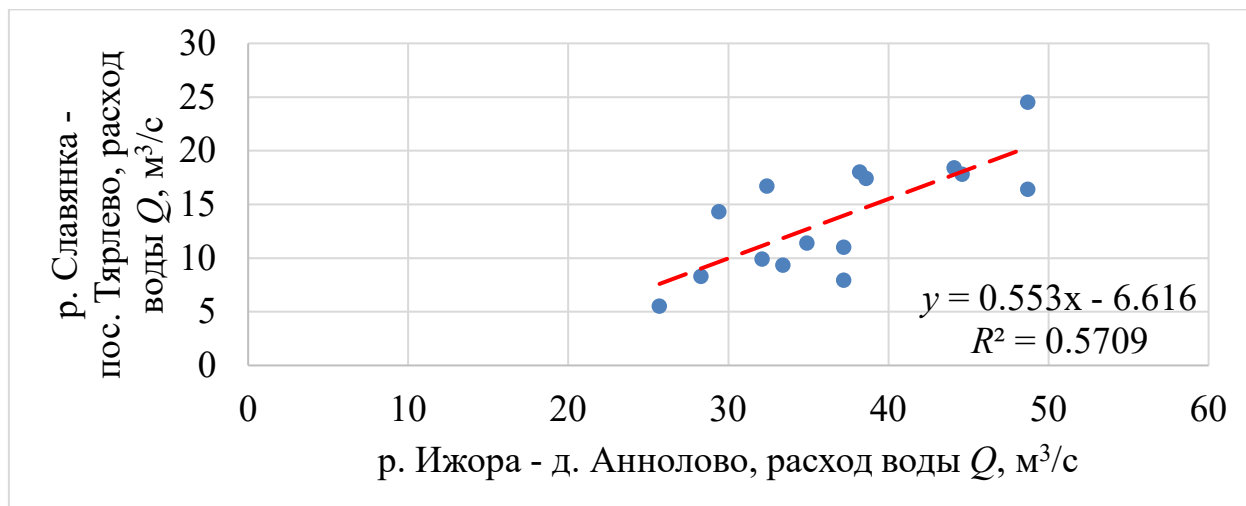


Рисунок 3.6 – График связи значений максимальных расходов воды на р. Славянка - пос. Тярлево и р. Ижора - д. Аннолово.

Совместный период наблюдений составил 15 лет. Все условия для использования уравнения линейной регрессии в рамках восстановления ряда соблюдены (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Славянка - пос. Тярлево и р. Ижора - д. Аннолово

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
15	0.76	0.553	0.11	0.13	6.59	4.16	2.16

В процессе исследования были восстановлены данные за 1977 г., 1992-1994 гг. и 1996-2009 гг.

Было принято решение отказаться от введения поправки на приуменьшение дисперсии по причине малых значений расходов воды, в последствии корректировки преобразующихся в отрицательные.

В ходе предварительного анализа рядов было выявлено, что наилучшая связь ряда максимальных расходов воды за период весеннего половодья на реке Охта - гидропост деревня Новое Девяткино прослеживается с рядом на реке Тосна - станция Тосно, однако значение коэффициента парной корреляции составило 0.59 (рисунок 3.7), что в свою очередь не удовлетворяет одно из условий для восстановления данных гидрологических рядов методом линейной регрессии.

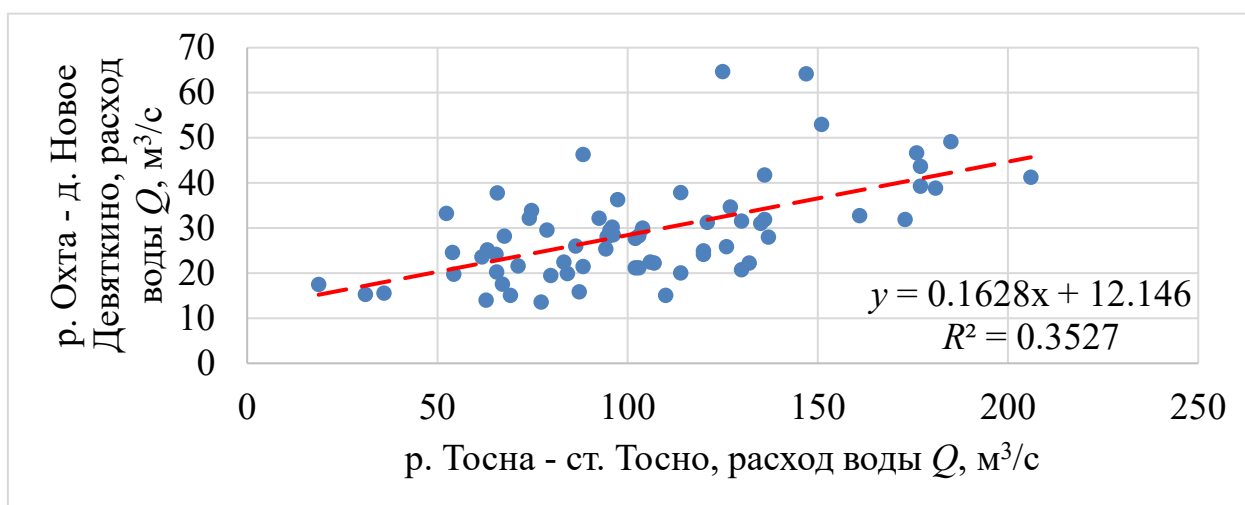


Рисунок 3.7 – График связи значений максимальных расходов воды на р. Охта - д. Новое Девяткино и р. Тосна - ст. Тосно за весь период наблюдений.

Также в ряду данных расчетной реки было обнаружено присутствие значимого тренда, в следствии чего принято решение о выделении стационарной части ряда. Для проведения дальнейших расчетов построена двойная интегральная кривая $\sum t_{\text{Охта}} = f(\sum t_{\text{Тосна}})$ (рисунок 3.8).

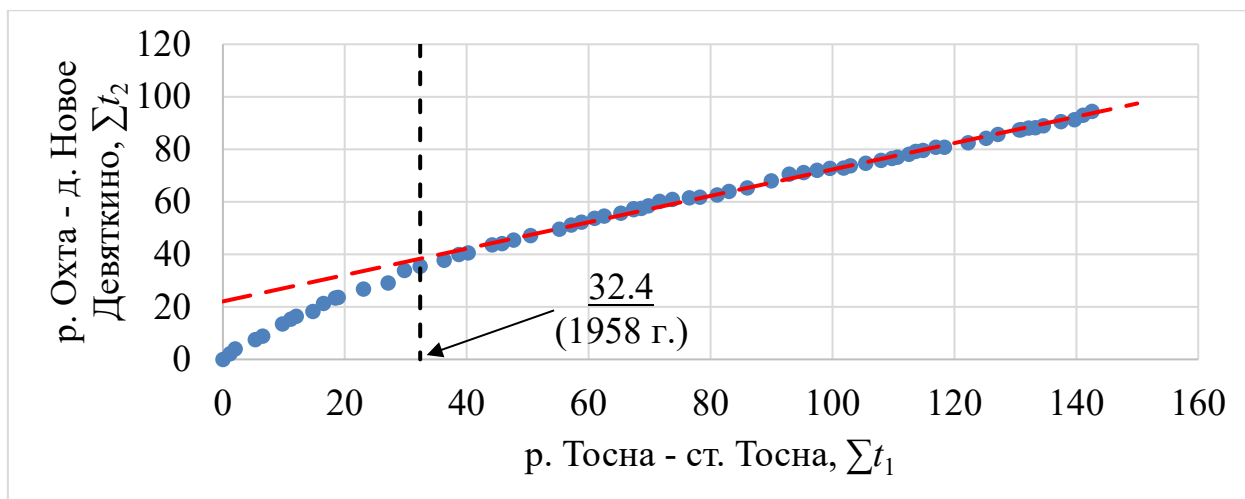


Рисунок 3.8 – Двойная интегральная кривая ряда максимальных расходов воды за период весеннего половодья на р. Охта - д. Новое Десяткино.

На основании проведенного анализа были определены границы стационарного периода, по которому и производились дальнейшие расчеты: 1958-2021 годы (рисунок 3.9).

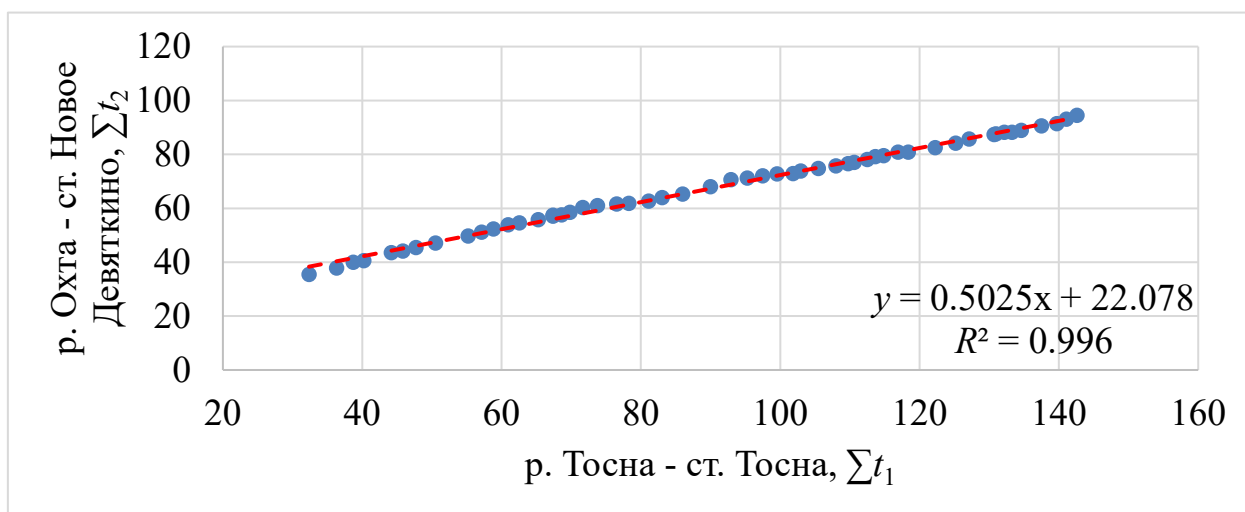


Рисунок 3.9 – Двойная интегральная кривая стационарного периода ряда максимальных расходов воды за период весеннего половодья на р. Охта - д. Новое Десяткино.

Длина совместного периода наблюдений составила 53 года (рисунок 3.10).

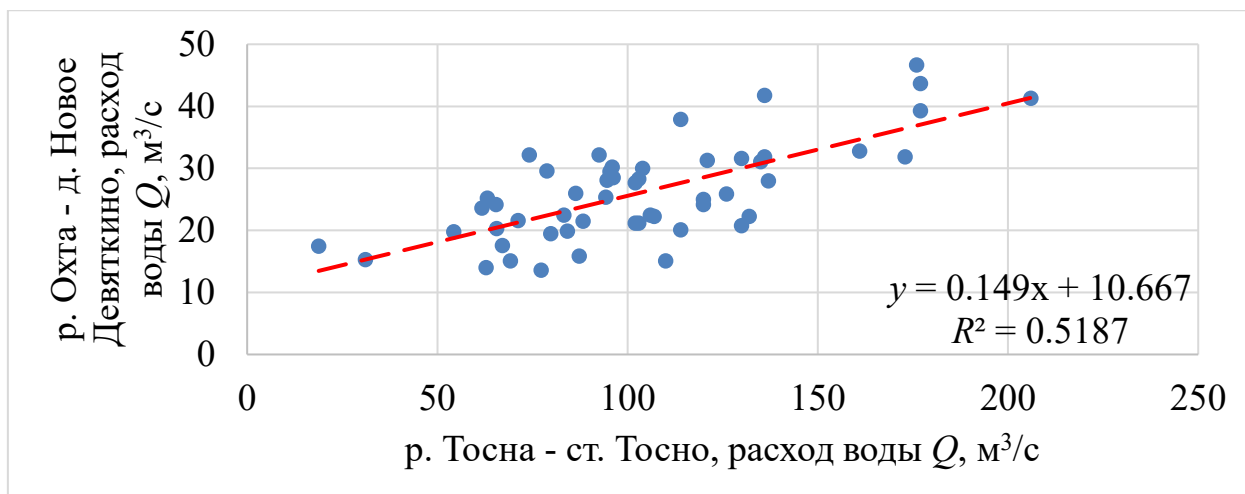


Рисунок 3.10 – График связи значений максимальных расходов воды на р. Охта - д. Новое Девяткино и р. Тосна - ст. Тосно за стационарный период.

Коэффициент парной корреляции равен 0.72. Все условия для использования уравнения линейной регрессии в рамках восстановления ряда соблюдены (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Характеристики уравнения линейной регрессии р. Охта - д. Новое Девяткино и р. Тосна - ст. Тосно за стационарный период

n , лет	R	a	σ_R	σ_a	R/σ_R	a/σ_a	t_{2a}
53	0.72	3.48	0.07	0.47	10.8	7.41	2.01

В результате были восстановлены данные за период с 1995 по 2005 год. Данные за 1942 год восстанавливались методом ближайших соседей. Средний расход воды в реке во время одновременных измерений, применяемый для коррекции восстановленных данных, равен 26.1 м³/с.

3.4 Проверка рядов на однородность и стационарность

Для качественной оценки числовых параметров необходимо удостовериться в однородности данных. Это означает, что условия формирования стока должны оставаться постоянными на протяжении всего периода наблюдений. В целях проверки однородности гидрологических рядов применяются специализированные тесты, такие как критерий Стьюдента и Фишера. Кри-

терий Стьюдента позволяет проверить ряд на однородность относительно среднего значения, в то время как критерий Фишера – относительно дисперсии [6].

В ходе проверки восстановленных рядов было выявлено что два из них являются неоднородными. Ряд на реке Охте – д. Новое Девяткино неоднороден сразу по двум критериям, а на реке Ижора – поселок Мыза-Ивановка (рисунок 3.11) гипотеза об однородности опровергается только по критерию Фишера. Такой результат на Ижоре обоснован аномально большим расходом, зафиксированным в 2011 году ($10.3 \text{ м}^3/\text{с}$). Ряды максимальных расходов воды за период весеннего половодья на остальных постах являются однородными (приложение Е1).

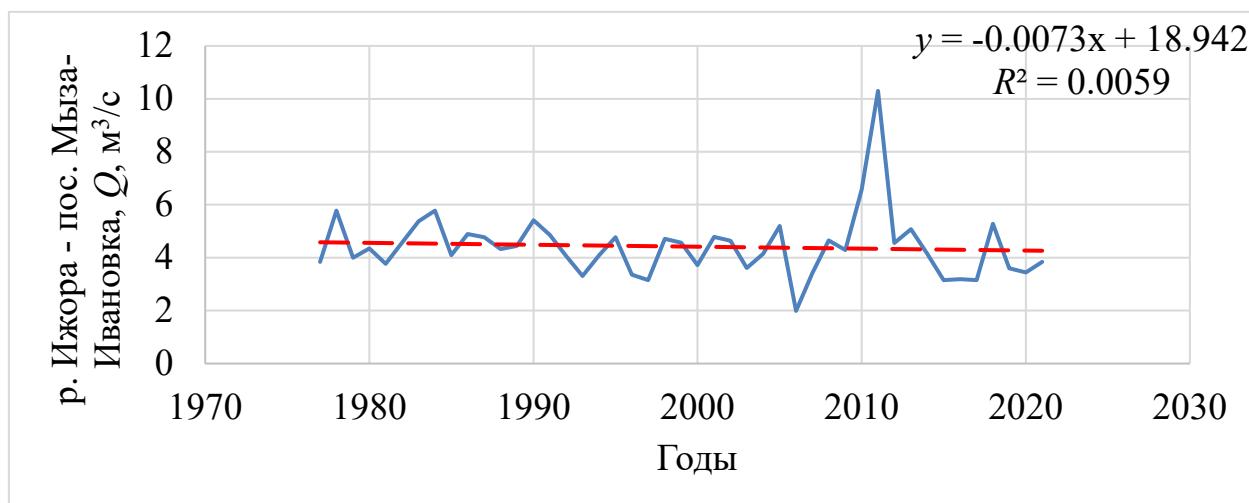


Рисунок 3.11 – Хронологический график максимальных расходов воды за период весеннего половодья на гидропосту р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка.

Проверка на стационарность рядов (приложение Е2) показала наличие тренда в рядах данных, наблюдаемых на следующих постах: р. Тосна - д. Рубежи, р. Славянка – поселок Тярлево и р. Охта – деревня Новое Девяткино (рисунок 3.12).

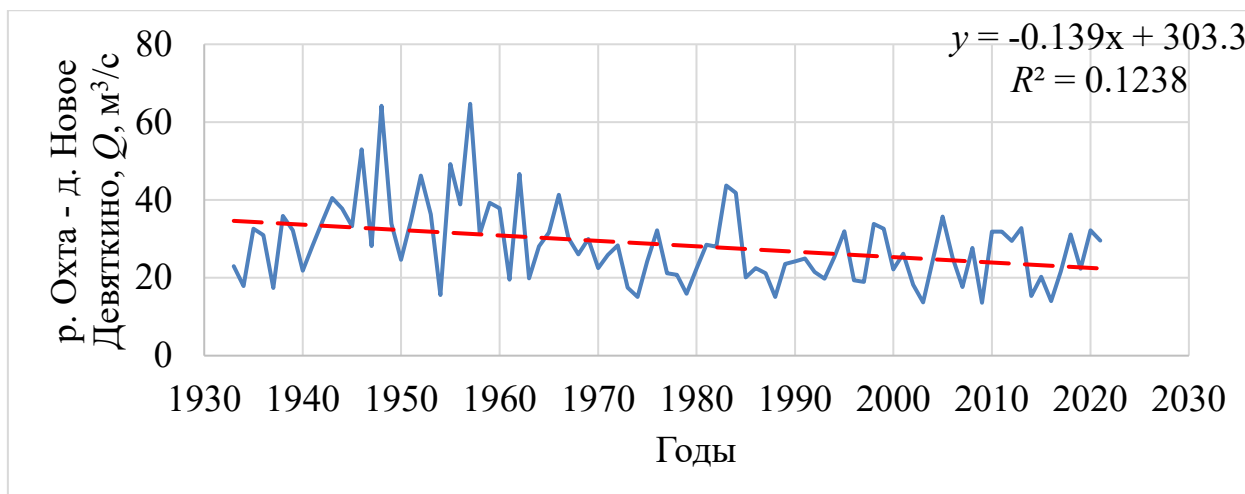


Рисунок 3.12 – Хронологический график максимальных расходов воды за период весеннего половодья на гидропосту р. Охта - д. Новое Девяткино.

3.5 Оценка влияния антропогенных и климатических факторов на максимальные расходы весеннего половодья

Антропогенное воздействие на гидрологические системы постоянно возрастает. Это включает в себя создание водохранилищ и прудов, проведение мелиоративных работ, агротехнические мероприятия, урбанизацию территорий, а также использование воды для промышленных и коммунально-бытовых нужд.

Гидротехнические сооружения присутствуют на всех водных объектах, исследуемых в данной работе. Они представляют собой важные компоненты в управлении водными ресурсами, играя ключевую роль в регулировании гидрологических процессов и обеспечении водоснабжения.

Плотины выполняют ряд функций, включая создание водохранилищ для водоснабжения, энергопроизводства и контроля за паводковым риском. Хорошим примером, находящимся на исследуемой территории, является Ижорское водохранилище. Оно расположено в черте города Колпино, сформировано подпором реки Ижоры с помощью трех плотин. Первая плотина — глухая, а две другие являются водосливными (рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 – Река Ижора плотина №2.

На реке Охта так же построена плотина, расположена она в 9-ти км от устья. Нельзя не упомянуть и о сбросе в эту реку сточных вод, также влияющих на её сток.

Говоря о влиянии подпора в качестве примера может служить таковой на реке Славянка. В павловском парке установлены мосты, оснащенные в подмостовых арках подпорами (рисунок 3.14). Они оказывают значительное влияние на уровень воды в реке, особенно в периоды повышенного стока, таких как весеннее половодье. Установленные подпоры изменяют гидродинамику реки, вызывая временное задержание воды и изменение ее распределения в русле. Это может повлиять на скорость стока и уровень воды вниз по течению, включая влияние на максимальные расходы весеннего половодья.



Рисунок 3.14 – Подпор реки Славянка на территории Павловского парка.

Определенное воздействие на сток оказывают пруды. Эти искусственные водоемы могут выравнивать расход воды в течение года.

На фоне нарастающего антропогенного воздействия на водные ресурсы, орошение выделяется как один из ключевых потребителей воды в народном хозяйстве. Однако, согласно последним исследованиям, орошение не только потребляет воду, но и активно влияет на ее циркуляцию и качество.

Используемые объемы воды для орошения частично испаряются, транспирируются растениями и фильтруются в почву. Этот процесс не только уменьшает доступную воду для других целей, но и вносит существенные изменения в подземные воды за счет пополнения их запасов. Необходимо отметить, что значительная часть забираемой воды возвращается обратно в реки через поверхностный и подземный сток, составляя до 30—40% и более от общего объема.

Однако, несоблюдение норм орошения приводит к еще большим потерям воды. Несмотря на возможное увеличение объема возвращаемой воды, ее качество значительно ухудшается, что может серьезно повлиять на экосистемы водотоков.

При оценке влияния орошения на водный сток необходимо учитывать ряд факторов, таких как общий объем водозабора, продуктивное и непродуктивное испарение, количество возвращаемой воды и изменение уровня грунтовых вод. Это позволит оценить величину инфильтрации и ее влияние на гидрологические процессы.

В целом, орошение оказывает наибольшее воздействие на сток малых и части средних рек в вегетационный период, в то время как на больших реках это влияние проявляется менее заметно или даже практически незаметно, за исключением отдельных случаев.

Агролесотехнические мероприятия представляют собой разнообразный комплекс работ на водосборах рек, включая распашку залежных земель, глубокую осеннюю (зяблевую) пахоту для сохранения влаги в почве, снегозадержание и посадку лесополос. Эти действия способствуют увеличению скважности и проницаемости почв, а также усилению фильтрации талых вод. Они также влияют на распределение снега на водосборе, например, его снос в овраги, балки и русла, что приводит к уменьшению склонового стока. В период недостатка воды в маловодные годы такие меры могут значительно снижать объем склонового стока, иногда даже до нуля.

Горные выработки и карьеры, оказывают существенное локальное воздействие на речной сток. В результате откачек воды происходит резкое понижение уровня грунтовых вод, иногда даже до отрыва их от русла реки. Это приводит к тому, что река в зоне образовавшейся депрессионной воронки оказывается в подвешенном состоянии и, вместо того чтобы получать подземное питание, сама начинает отдавать свои воды. В результате в зоне действия воронки значительно сокращается или вовсе прекращается поверхностный сток. Этот эффект усугубляется при высокой урбанизированности территорий, где происходит вывоз снега с застроенных участков и ускоренное таяние снега внутри городов. Такие процессы не только изменяют режим

стока реки, но и придают ей новые особенности, делая ее поведение менее предсказуемым и уникальным [8].

Климат играет ключевую роль в формировании приходной части водного баланса, включая осадки и снеговой покров, а также определяет потенциальные возможности расходования почвенной влаги на испарение и транспирацию. Воздействие климата на сток воды происходит как через почвенный покров, так и через растительность, поскольку их генетические свойства тесно связаны с климатическими условиями. Таким образом, изменения в климате могут приводить к существенным изменениям в гидрологическом режиме рек и ручьев, влияя на их сток в целом и максимальные расходы за период весеннего половодья в частности.

Важно отметить, что несмотря на восходящий тренд в климатических данных, гидрологические данные на исследуемой территории обладают нисходящим. Ежегодный прирост температур в зимний период провоцирует более частые оттепели, что, в свою очередь, необходимо учитывать при анализе максимального стока рек. Даже увеличение количества осадков за период весеннего половодья не всегда может компенсировать этот эффект [2].

Нельзя забывать и о необходимости учета влияния человеческой деятельности на водные ресурсы: строительство водохранилищ, мелиорация земель, изменение ландшафта и использование воды в промышленности и сельском хозяйстве. Внимательное анализирование и прогнозирование этих антропогенных воздействий не менее важно, чем учет климатических изменений, при разработке стратегий управления водными ресурсами и принятии решений в области водохозяйственного планирования.

Таким образом, исследования в области гидрологии и климатологии должны учитывать комплексное воздействие как климатических, так и антропогенных факторов для более точного понимания и прогнозирования гидрологических процессов.

3.6 Расчет максимальных расходов весеннего половодья

3.6.1 Расчет числовых характеристик и их погрешностей

Расчет числовых характеристик максимальных расходов воды за период весеннего половодья производился методом моментов, поскольку коэффициенты вариации исследуемых рядов не превышают 0.6 [4].

Среднеарифметическое значение расходов воды, определяемое в зависимости от числа лет гидрометрических наблюдений:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \quad (3.7)$$

Q_i – погодичные значения расходов воды;

n – число лет наблюдений.

Модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики:

$$k_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}} \quad (3.8)$$

Коэффициент вариации:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n - 1}} \quad (3.9)$$

Коэффициент асимметрии:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{(n - 1)(n - 2)C_v^3} \quad (3.10)$$

Относительные погрешности, полученных числовых характеристик:

$$\varepsilon_{\bar{x}, \%} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} 100\% \quad (3.11)$$

$$\varepsilon_{C_v, \%} = \frac{1}{n + 4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1 + C_v^2)}{2}} 100\% \quad (3.12)$$

$$\varepsilon_{C_s, \%} = \frac{1}{C_s} \sqrt{\frac{6}{n} (1 + 6C_v^2 + 5C_v^4)} 100\% \quad (3.13)$$

Полученные ошибки среднего и коэффициента вариации для всех рядов не превышают 20%, что свидетельствует о надежности проведенного расчета (приложение Ж1).

Для создания эмпирической кривой необходимо сначала ранжировать исходный ряд расходов в порядке убывания [9]. Затем для каждого значения в этом упорядоченном ряду рассчитывается эмпирическая обеспеченность согласно формуле:

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% \quad (3.14)$$

n – длина ряда;

m – порядковый номер расхода в ранжированном ряду.

3.6.2 Расчет максимальных расходов воды по однородным рядам

В рамках гидрологических исследований анализ данных является ключевым компонентом для понимания природы процессов и явлений. В этой работе для получения обеспеченных значений максимальных расходов воды за период весеннего половодья на реках: Мга, Тосна (гидропост – станция Тосно) и Ижора (гидропост – деревня Аннолово), применяется кривая Крицкого-Менкеля. Для вычисления её ординат требуется иметь среднее значение исследуемого набора данных, коэффициент вариации, а также отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации (C_s/C_v).

Пирсон III типа применялся для поста на реке Ижора – д. Антропшино. Для вычисления ординат точек аналитической кривой Пирсона III типа необходимо иметь среднее значение исследуемого набора данных, коэффициент вариации и коэффициент асимметрии. Эти параметры играют ключевую роль в анализе данных и формировании кривой, обеспеченности.

Для каждого значения опорной обеспеченности P , в зависимости от коэффициента асимметрии (C_s), определяются нормированные ординаты кри-

вой обеспеченностей типа Пирсона III (t_p). Затем, используя формулу, рассчитываются модульные коэффициенты [15]:

$$k_p = t_p C_v + 1 \quad (3.20)$$

Переход от модульных коэффициентов расчетной обеспеченности к расходам расчетной обеспеченности осуществляется с помощью специальной формулы:

$$Q_p = k_p \cdot \bar{Q} \quad (3.21)$$

Графики эмпирических и аналитических кривых обеспеченностей для однородных рядов приводятся в приложении ЖЗ. Расчетные расходы представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Расчетные максимальные расходы воды, м³/с для однородных рядов

Река	Пост	Обеспеченность, Р%							
		0.01	0.1	1	5	10	20	30	50
Мга	д. Горы	204	172	137	109	96.6	81.9	72.4	58.8
Тосна	ст. Тосно	265	236	201	170	154	135	122	101
Ижора	д. Антропшино	109	93.8	76.9	63.1	56.2	48.2	42.6	34.0
	д. Аннолово	77.8	69.5	59.6	50.8	46.5	41.1	37.3	31.3

3.6.3 Расчет максимальных расходов воды по неоднородным и нестационарным рядам

Для нестационарных рядов наблюдаемых на постах: р. Тосна – д. Рубежи и р. Славянка – поселок Тярлево строились усеченные кривые обеспеченностей по методике, рекомендуемой СП 529.1325800.2023 [18]. В качестве аналитической кривой использовалось двухпараметрическое гамма-распределение.

При расчете исходный ряд расходов воды ранжируется по убыванию, затем по его первой половине рассчитывается среднее значение и статистика λ_2 .

$$\bar{Q}_{n/2} = \frac{1}{(n/2)} \sum_1^{n/2} Q_i \quad (3.22)$$

$$\lambda_{2n/2} = \frac{1}{n/2} \sum_1^{n/2} \lg \left(\frac{Q_i}{\bar{Q}_{n/2}} \right) \quad (3.23)$$

В зависимости от λ_2 по таблице Б.6 приложения к СП 529.1325800.2023 определяют коэффициент вариации усеченного Г-распределения – C_v^* . В зависимости от полученного C_v^* по таблице Б.5 приложения к СП 529.1325800.2023 определяют параметр ϕ . По формуле рассчитывают среднее значение для усеченного Г-распределения:

$$Q_0 = \phi \cdot \bar{Q}_{n/2} \quad (3.24)$$

Отношение C_s/C_v для Г-распределения равно 2.

Таблица 3.11 – Расчетные характеристики для построения усеченной (Гамма-2Р) кривой обеспеченностей

Река-пост	$\bar{Q}_{n/2}$, м ³ /с	$\lambda_{2n/2}$	C_v^*	ϕ	Q_0 , м ³ /с
р. Тосна - д. Рубежи	133	-0.018	0.52	0.715	94.8
р. Славянка - пос. Тярлево	14.8	-0.015	0.48	0.73	10.8

Ряд на реке Ижора – пос. Мыза-Ивановка обладает большой асимметрией ($C_s=1.40$; $C_s/C_v=4.93$). Его эмпирическая кривая очень круто уходит вверх в области малых обеспеченностей, в связи с этим для определения обеспеченных максимальных расходов весеннего половодья применялось распределение Парето.

Функция обеспеченности Парето может определяться следующим образом:

$$P(x) = (x_0/x)^a, x > x_0 \quad (3.25)$$

следовательно:

$$x_0 = x \cdot P^{1/a} \quad (3.26)$$

P – обеспеченность в долях единиц.

Прологарифмировав обе части выражения получаем:

$$\ln x = -a \ln P + b \quad (3.27)$$

Переход от параметров a и b к параметрам распределения Парето производится по следующим формулам:

$$a = 1/\alpha \quad (3.28)$$

$$x_P = \exp(-a \ln P + b) \quad (3.29)$$

Исходный ряд ранжируется, и после для каждого элемента вычисляется эмпирическая обеспеченность в долях единицы. Строится зависимость $\ln x_P = f(\ln P)$, по которой определяется точка усечения. В её качестве принимается точка перегиба (перелома) на графике, после которой связь становится линейной. Для верхней части зависимости строится отдельный график (рисунок 3.15).

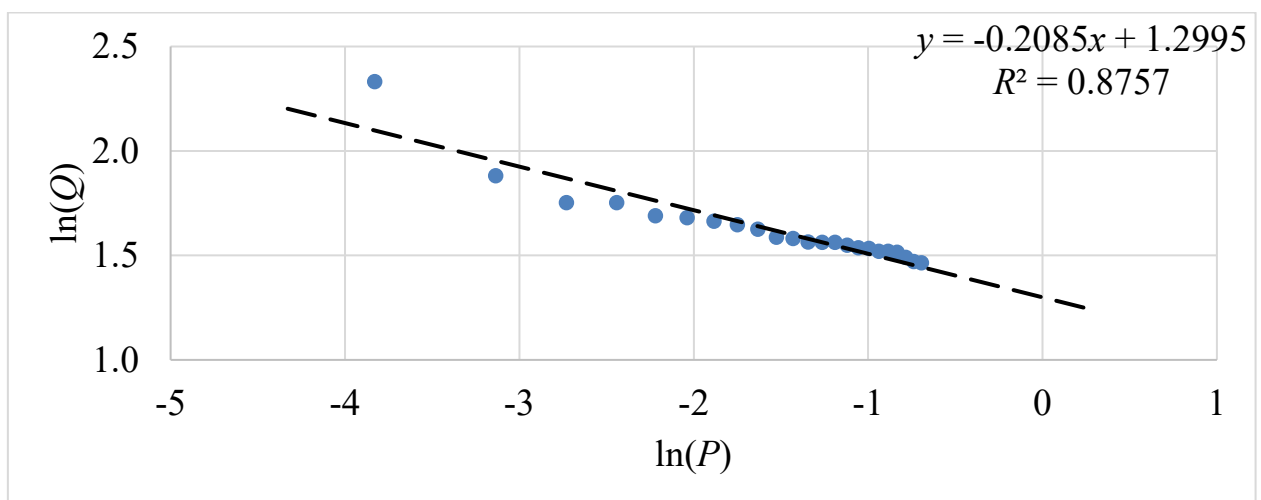


Рисунок 3.15 – Зависимость $\ln Q = f(\ln P)$ для максимальных расходов воды весеннего половодья; верхняя (линейная) часть зависимости; Ижора – пос. Мыза-Ивановка.

После этого при использовании метода наименьших квадратов определяются параметры выражения. Затем по формулам (3.28) и (3.29) находим параметры распределения Парето.

С использованием полученных параметров по формуле (3.26) рассчитываются ординаты верхней части кривой обеспеченностей от точки усечения до $P=0.1\%$ (приложение Ж2).

Анализ ряда реки Охта – д. Новое Девяткино проводился различными методами. Были предприняты попытки построения аналитической кривой по стационарному периоду, что в свою очередь привело к занижению максимальных расходов воды малых обеспеченностей, а усеченная кривая двухпараметрического гамма распределения не лучшим образом описывала эмпирические значения. Исходя из этого, было принято решение о построении составной кривой Гумбеля (приложение Ж3.8).

Для применения данного метода ряд ранжируется и по его первой половине определяется среднее значение.

Ординаты кривой обеспеченностей рассчитываются по формуле:

$$g_p = -\ln[-\ln(1-P)] \quad (3.30)$$

Ряд был разделен на две половины ($0\% < P \leq 25\%$; $25\% \leq P < 100\%$). Для каждой из них рассчитаны ординаты (приложение Ж2).

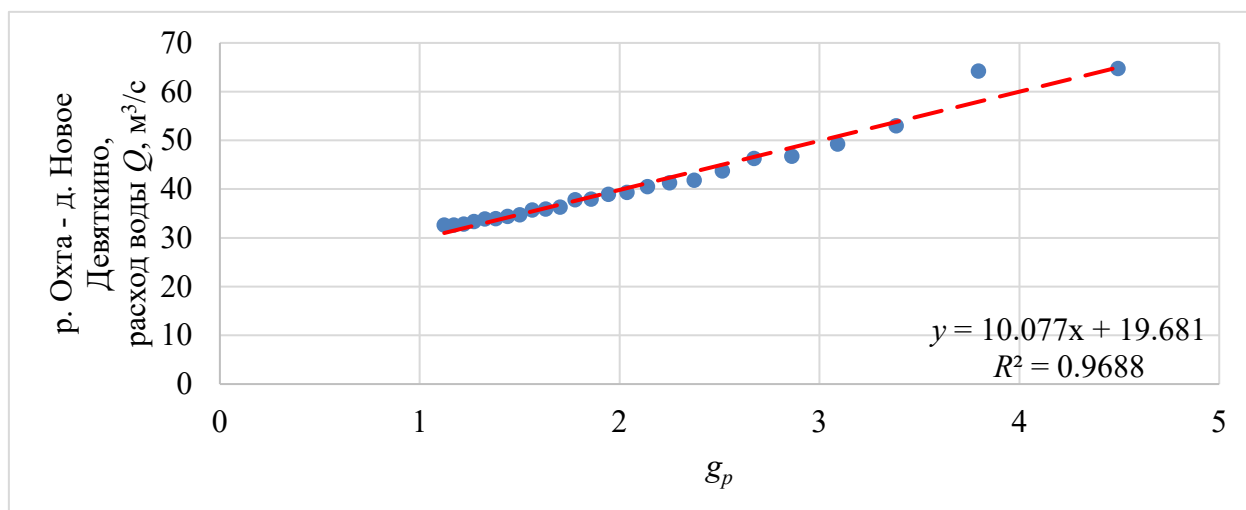


Рисунок 3.16 – Зависимость значения расхода воды от ординаты распределения Гумбеля по первой половине ряда ($0\% < P \leq 25\%$).

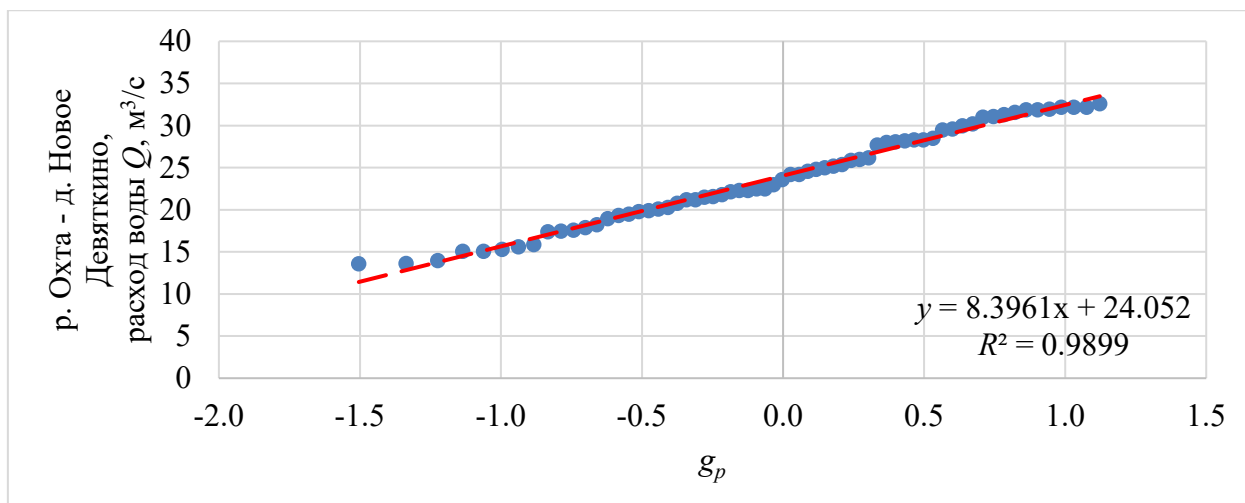


Рисунок 3.17 – Зависимость значения расхода воды от ординаты распределения Гумбеля по второй половине ряда ($25\% \leq P < 100\%$).

Ордината 25%-ой обеспеченности определена, как среднее между значениями соответствующей обеспеченности зависимостей по обеим частям ряда.

Графики эмпирических и аналитических кривых обеспеченностей для неоднородных рядов приводятся в приложении ЖЗ. Расчетные расходы представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Расчетные максимальные расходы воды, м³/с для неоднородных рядов

Река	Пост	Обеспеченность, Р%							
		0.01	0.1	1	5	10	20	30	50
Тосна	д. Рубежи	394	321	245	188	161	132	113	86.5
Ижора	пос. Мыза-Ивановка	-	15.5	9.58	6.85	5.93	5.13	4.71	4.24
Славянка	пос Тярлево	41.3	34.0	26.3	20.5	17.7	14.7	12.8	10.0
Охта	д. Новое Девяткино	112	89.3	66.0	49.6	42.4	34.8	31.4	27.1

3.6.4 Общая характеристика максимального весеннего стока притоков реки Невы

В таблице 3.13 представлены расчетные максимальные модули весеннего половодья для всех гидрологических постов, данные по которым использовались в настоящей работе.

Таблица 3.13 – Расчетные максимальные модули весеннего половодья и наибольшие зарегистрированные модули максимального стока (max), л/с км²

Река	Пост	F, км ²	max	Обеспеченность, P%					
				0.01	0.1	1	5	10	50
Мга	д. Горы	709	181	288	242	193	154	136	82.9
Тосна	ст. Тосно	1300	158	204	182	155	131	119	77.4
	д. Рубежи	1210	148	326	266	203	155	133	71.5
Ижора	пос. Мыза-Ивановка	108	95	-	143	88.7	63.4	54.9	39.2
	д. Антропшино	784	75	139	120	98	80.5	71.7	43.4
	д. Аннолово	531	94	146	131	112	95.7	87.5	58.9
Славянка	пос Тярлево	87.5	280	471	389	301	234	203	114
Охта	д. Новое Девяткино	340	190	331	263	194	146	125	79.8

Как видно из таблицы, обеспеченность зафиксированных максимумов варьируется от 1% обеспеченности до 8%. При этом модули весеннего половодья притоков реки Невы сравнительно невелики по сравнению с другими реками Ленинградской области. Это связано с рядом факторов, одним из которых является микроклимат. Например, разница в локальных температурах, количестве снега и интенсивности его таяния могут существенно изменять объем и скорость стока. Эти микроклиматические различия часто связаны с высотой местности, близостью к крупным водоемам и другими локальными условиями. Весомую роль оказывает и антропогенная нагрузка. Человеческая деятельность, включая урбанизацию, строительство дамб, водохранилищ, орошение и так далее, значительно влияет на водный режим притоков. Так же стоит отметить, что на исследуемой территории очень слабо выражена редукция максимальных модулей весеннего половодья от площади водосбора – коэффициент редукции $n = 0.04$ при коэффициенте корреляции $R = 0.1$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования получены следующие результаты.

- Произведено формирование рядов максимальных расходов.
- Выполнено приведение коротких рядов к многолетнему периоду.
- Осуществлена проверка рядов на однородность и стационарность.
- Дана оценка влияния климатических трендов на максимальный сток.
- Выявлены даты нарушения условий формирования стока.
- Оценено влияние климатических и антропогенных факторов на максимальный сток притоков Невы.
- Рассчитаны обеспеченные максимальные расходы весеннего половодья с учетом выявленных изменений.

Установлено, что за последние 30-35 лет среднегодовая температура воздуха в Санкт-Петербурге и его окрестностях повысилась на 1.5 °С, а годовая сумма осадков увеличилась на 42 мм.

Урбанизация и изменение климата повлияли на максимальный сток притоков Невы. Из восьми рядов только четыре являются однородными и стационарными. В этих условиях расчет максимальных расходов выполнялся с учетом индивидуальных особенностей вероятностной структуры каждого ряда.

Для однородных стационарных рядов расчет максимальных расходов воды производился с использованием кривой обеспеченностей Крицкого-Менкеля и Пирсона-III типа. Для неоднородных рядов строились усеченные кривые двухпараметрического гамма-распределения, Гумбеля и Парето. Выбор типа кривой осуществлялся по наилучшему соответствию эмпирических точек и аналитической кривой.

Расчет максимальных расходов весеннего половодья выполнен с учетом данных наблюдений за последние годы и в соответствии с рекоменда-

ями СП 529.1325800.2023. Учитывая это полученные расчетные расходы можно рекомендовать для практического использования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизированные информационные системы государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gmvo.skniivh.ru/> (Дата обращения: 03.11.2023г.)
2. Барышников Н. Б. Антропогенное воздействие на русловые процессы. Учебное пособие. Л., изд. ЛГМИ, 1990, 140 с.
3. Богословский Б.Б. Общая гидрология: учебник для студ. ВУЗов/ Богословский Б.Б. [и др.] – Л.: Гидрометеиздат, 1984.–356 с.
4. Владимиров А.М. Гидрологические расчёты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
5. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных. – Текст: электронный// ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД": [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/> (Дата обращения: 07.11.2023г.)
6. Евстигнеев В. М. Речной сток и гидрологические расчеты.– М.: Изд-во МГУ,1990. – 304 с.
7. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1 Реки и каналы. Том 1. Бассейны рек Балтийского моря, Ладожского и Онежского озер. Санкт-Петербург, 1941-2014
8. Заклинский В.А. и др. Планирование использования водных ресурсов на основе гидрометеорологических данных.– Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 175 с.
9. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 248 с.
10. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 2. РСФСР. Выпуск 1. Бассейны рек Балтийского моря, Ладожского и Онежского озер. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 243 с.
11. Нежиховский Р. А. Река Нева и Невская губа. Л., Гидрометеиздат,

1981. – 112 с.

12. Основные гидрологические характеристики. Том 2. РСФСР. Выпуск 1. Бассейны рек Балтийского моря, Ладожского и Онежского озер. Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 421 с.
13. Поиск по данным государственного водного реестра, река Мга [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://textual.ru/gvr/index.php?card=153254&bo=0&rb=0&subb=0&hep=0&wot=21&name=%CC%E3%E0&loc=> (Дата обращения: 09.11.2023)
14. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.
15. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 2. Карелия и Северо-Запад. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 524 с.
17. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.
18. Свод правил СП 529.1325800.2023. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 2023. – 103 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А1 – Средняя месячная температура воздуха °С. Станция: Санкт-Петербург (26063)

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1744	-8.80	-8.80	-4.60	5.60	7.90	14.50	17.80	14.20	11.60	2.60	0.50	-5.30	3.93
1745	-10.10	-9.00	-6.10	1.70									
1751	2.60	-3.30	-5.40										
1752	-11.10	-6.10	-1.30	3.80	10.30	14.40	20.90	17.90	10.10	5.00	1.00	-4.00	5.08
1753	-9.00	-9.60	-1.10	3.30	10.30	14.40	17.50	16.20	11.90	6.70	0.10	-12.70	4.00
1754	-9.60	-11.50	-3.70	6.60	10.50	16.50	17.80	14.40	9.90	5.70	-1.30	-4.50	4.23
1755	-9.60	-11.60	-4.70	2.60	11.50	17.70	19.90	14.90	11.00	7.20	1.30	-8.20	4.33
1756	-5.80	-2.60	-3.80	3.90	8.50	17.00	18.80	13.60	10.70	5.10	-2.10	-9.80	4.46
1757	-11.80	-5.00	-3.00	6.10	10.50	19.10	23.20	18.10	13.00	0.30	0.10	-10.50	5.01
1758	-15.70	-10.00	-4.80	1.40	8.00	14.70	18.30	14.70	9.00	-2.20	-1.70	-8.00	1.98
1759	-5.40	-6.10	-3.40	1.20	6.70	16.20	17.40	19.10	10.80	2.90	-3.40	-14.30	3.48
1760	-17.60	-7.30	-7.70	-1.00	8.70	14.20	16.30	15.30	11.30	1.80	-0.70	-8.40	2.08
1761	-9.80	-8.20	-1.20	2.20	10.00	17.50	20.30	18.20	12.80	2.00	-1.20	-12.80	4.15
1762	-4.10	-3.30	-4.00	3.80	8.00	16.10	16.60	15.10	8.00	0.20	1.00	-7.70	4.14
1763	-10.10	-10.90	-8.90	1.50	9.50	13.60	20.50	16.00	9.70	2.10			
1764	2.60	8.30	12.60	18.60	15.90	11.10	5.70	-1.20	-5.00				
1765	-7.00	-8.80	-1.20	4.30	8.60	13.10	18.60	16.50	10.00	4.60	0.10	-6.00	4.40
1766	-12.50	-7.90	-2.00	4.40	10.10	14.70	18.20	15.90	11.60	5.50	1.40	-7.00	4.37
1767	-14.10	-8.00	-1.10	-0.30	8.90	15.40	16.00	18.40	13.40	5.80	4.10	-6.40	4.34
1768	-14.20	-12.80	-9.00	2.20	6.90	15.40	19.00	16.00	10.60	3.40	0.50	-0.70	3.11
1769	-4.20	-7.20	-2.10	2.60	11.20	16.80	17.60	17.30	11.00	1.30	-4.00	-9.90	4.20
1770	-8.00	-7.80	-10.40	6.60	9.50	13.60	14.80	15.50	12.60	8.10	0.20	-0.90	4.48
1771	-8.10	-14.00	-10.20	-0.60	6.90	18.00	18.00	15.90	11.60	6.10	-2.00	-4.30	3.11

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1772	-12.50	-15.70	-7.90	2.70	7.10	13.10	17.90	17.40	11.20	8.00	4.20	-2.20	3.61
1773	-13.80	-8.20	-3.20	6.60	12.70	15.70	19.60	18.30	12.50	7.00	-1.40	-3.30	5.21
1774	-13.30	-5.60	-3.30	3.80	15.10	19.70	21.90	16.80	10.50	4.10	-10.00	-7.40	4.36
1775	-8.90	-6.40	-1.10	2.60	9.40	14.30	20.60	19.70	14.50	9.30	-2.50	-5.20	5.53
1776	-16.60	-2.80	-2.90	1.60	11.20	17.10	20.20	17.30	10.20	5.00	-2.60	-2.70	4.58
1777	-7.70	-9.50	-5.50	0.10	12.10	15.70	17.10	15.20	9.70	4.40	0.80	-2.30	4.18
1778	-9.20	-5.20	-3.40	5.50	10.20	15.20	18.70	15.40	12.20	2.10	-3.90	-5.30	4.36
1779	-9.80	-4.70	-0.60	4.10	12.10	15.10	17.70	18.00	12.70	6.30	-0.90	-8.00	5.17
1780	-12.50	-9.90	-2.60	1.00	9.40	13.40	18.30	14.20	8.70	5.00	-2.10	-7.80	2.93
1781	-10.40	-9.70	-5.20	1.60	6.40	13.30	15.80	17.60	13.00	4.70	1.80	-10.60	3.19
1782	-7.60	-15.30	-7.10	0.10	7.70	13.60	14.60	15.10	9.80	4.50	-3.50	-14.50	1.45
1783	-18.80	-7.50	-6.10	2.50	10.50	16.50	17.30	17.40	10.90	5.20	-6.00	-8.10	2.82
1784	-8.80	-10.60	-9.40	3.60	5.30	12.90	18.70	18.70	8.10	3.50	-0.30	-6.80	2.91
1785	-8.40	-10.80	-10.50	-0.60	5.90	12.80	16.10	16.40	8.80	2.50	-0.80	-9.80	1.80
1786	-10.00	-10.40	-7.50	3.20	7.80	13.40	17.70	17.20	10.80	2.40	-9.60	-9.20	2.15
1787	-9.20	-9.10	-3.00	1.40	12.60	17.00	17.00	15.10	9.30	6.50	-2.30	-10.00	3.78
1788	-10.60	-9.10	-6.50	3.90	7.40	16.10	20.10	15.70	11.90	2.20	-2.60	-18.40	2.51
1789	-12.20	-10.40	-10.10	1.90	9.90	15.80	20.90	18.00	11.70	7.20	0.30	-2.60	4.20
1790	-8.50	-8.30	-3.70	-3.70	8.40	14.00	14.80	13.50	8.30	3.40	-2.40	-2.60	2.77
1791	-2.70	-4.20	-3.40	3.20	6.20	15.50	16.40	14.70	9.00	3.00	-1.90	-4.30	4.29
1792	-15.30	-11.60	-6.30	1.70	8.40	15.40	19.60	14.20	12.90	2.60	-2.50	-3.50	2.97
1793	-11.50	-1.10	-3.00	3.40	9.00	15.00	19.20	16.00	8.60	5.20	0.90	-9.90	4.32
1794	-3.10	-4.40	-1.50	3.70	11.50	15.30	16.90	15.10	9.70	6.60	-0.10	-7.20	5.21
1795	-10.90	-9.00	-6.10	4.00	7.90	15.30	17.50	14.20	10.80	3.30	-0.20	-7.90	3.24
1796	-5.00	-7.40	-6.60	1.60	9.00	17.10	19.00	16.90	8.50	4.60	-2.30	-10.40	3.75
1797	-7.70	-1.70	-3.80	-0.10	7.50	16.80	16.80	15.20	13.50	6.00	-2.20	-3.00	4.78
1798	-7.80	-7.90	-3.90	1.40	11.60	14.80	19.50	18.40	9.40	4.30	-1.70	-10.40	3.98
1799	-9.60	-19.50	-7.50	2.80	7.30	16.30	18.60	15.50	10.80	5.00	1.70	-9.90	2.63

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1800	-11.30	-13.30	-10.00	2.30	7.90	14.30	15.00	15.10	8.20	5.40	-0.10	-2.70	2.57
1805	-9.00	-11.80	-2.80	2.50	9.10	14.40	19.60	18.90	11.60	0.70	-4.90	-4.20	3.68
1806	-6.60	-10.70	-5.70	1.70	10.10	12.20	15.20	18.60	13.50	3.70	-2.30	-2.40	3.94
1807	-10.60	-2.90	-4.00	-0.20	6.10	14.00	16.20	17.60	10.00	3.40	0.30	-3.40	3.88
1808	-4.70	-9.60	-9.20	-1.30	7.10	15.20	17.20	15.50	12.20	5.60	-1.90	-12.20	2.83
1809	-18.60	-13.90	-10.80	-1.50	7.40	14.90	16.40	16.10	11.20	3.60	-6.80	-4.20	1.15
1810	-8.30	-10.70	-9.60	-2.60	4.20	11.10	14.90	15.00	9.10	3.10	-5.20	-4.90	1.34
1811	-8.60	-10.90	-1.60	-0.30	8.20	16.00	16.00	14.60	7.70	-0.20	-0.30	-3.70	3.08
1812	-9.40	-8.00	-5.50	1.40	6.90	13.70	17.90	19.60	7.60	4.70	-5.20	-14.00	2.48
1813	-15.90	-7.70	-2.60	4.40	8.20	13.20	20.20	16.00	13.70	2.20	1.40	-7.90	3.77
1814	-21.40	-11.40	-4.80	1.70	6.00	15.20	20.60	17.00	10.20	2.20	0.80	-4.60	2.63
1815	-10.30	-9.10	-4.00	2.50	8.20	13.10	14.50	16.80	10.60	4.70	0.10	-6.40	3.39
1816	-6.30	-14.20	-5.20	3.70	7.50	15.10	19.00	14.70	12.40	3.00	-2.40	-5.20	3.51
1817	-3.20	-4.10	-3.60	2.00	11.60	14.10	19.10	17.50	8.10	1.30	-3.40	-17.40	3.50
1818	-5.80	-5.10	-2.70	-0.30	7.20	13.20	20.40	14.00	11.90	5.20	-1.80	-2.70	4.46
1819	-3.70	-7.20	-4.70	0.40	7.90	17.40	18.50	18.30	14.00	6.30	-4.70	-16.70	3.82
1820	-17.20	-11.00	-2.10	3.90	10.10	15.00	17.10	15.80	12.10	5.80	-1.00	-10.60	3.16
1821	-7.30	-8.40	-6.00	2.70	10.10	11.20	15.40	13.60	9.20	7.00	0.70	-1.80	3.87
1822	-6.20	-1.70	1.40	6.00	9.10	12.60	17.20	15.80	11.00	5.60	0.30	-2.10	5.75
1823	-12.80	-10.30	-0.20	0.90	7.90	16.40	17.00	16.70	10.60	6.90	-3.30	-2.60	3.93
1824	-6.20	-6.40	-2.40	3.10	7.90	12.20	14.80	13.80	13.20	4.10	-0.20	-3.10	4.23
1825	-5.00	-6.20	-3.60	1.50	6.40	14.70	14.60	15.40	9.40	5.60	1.90	-5.60	4.09
1826	-11.30	-6.60	-1.10	3.90	13.00	17.70	20.80	18.70	10.90	7.40	2.00	-0.30	6.26
1827	-6.60	-9.20	-2.00	7.50	11.50	16.80	16.60	16.40	11.60	3.90	-2.80	-4.00	4.98
1828	-12.10	-12.40	-6.30	2.10	10.50	16.20	19.60	17.00	9.80	5.00	-2.20	-10.10	3.09
1829	-12.30	-13.40	-8.90	-0.50	8.80	14.80	20.10	15.20	12.10	3.20	-3.30	-8.40	2.28
1830	-10.90	-9.50	-3.90	2.40	6.30	15.00	16.90	17.40	10.00	5.20	0.20	-5.30	3.65
1831	-12.60	-5.20	-7.70	2.90	8.10	16.60	19.00	15.40	8.60	4.40	-0.70	-6.80	3.50

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1832	-7.60	-3.70	-3.60	1.50	7.80	13.80	14.10	14.40	9.00	5.10	-4.30	-7.40	3.26
1833	-8.50	-5.90	-6.70	2.00	8.10	16.40	17.10	13.00	11.60	5.60	1.70	-7.20	3.93
1834	-14.20	-8.00	-3.60	1.60	8.60	13.00	17.30	18.40	10.00	4.60	-1.90	-5.70	3.34
1835	-6.00	-3.70	-1.70	1.40	7.60	15.60	17.20	12.60	10.40	4.80	-5.10	-12.60	3.38
1836	-9.80	-6.00	1.20	5.60	6.70	12.80	14.80	13.80	9.30	7.10	-1.80	-5.40	4.03
1837	-9.50	-4.30	-5.60	1.70	9.30	13.30	14.10	16.20	9.80	2.70	1.20	-7.60	3.44
1838	-15.80	-14.80	-7.70	1.70	7.70	12.10	16.50	14.80	13.20	3.30	-1.80	-3.60	2.13
1839	-7.60	-9.40	-10.00	-2.30	13.40	14.00	19.00	16.80	11.40	4.40	-3.30	-14.20	2.68
1840	-7.80	-9.70	-6.90	0.60	7.10	14.20	16.30	14.80	10.90	2.90	-4.20	-12.80	2.12
1841	-9.90	-10.30	-3.40	4.20	11.00	17.30	16.70	16.60	10.30	5.90	-0.80	-0.90	4.73
1842	-10.50	-2.80	-3.40	-0.50	10.70	13.90	16.70	17.10	9.40	3.00	-2.10	-1.60	4.16
1843	-1.90	-2.40	-4.20	-0.30	5.40	15.20	16.90	17.80	10.20	4.70	-2.10	-2.70	4.72
1844	-8.80	-14.60	-5.60	1.70	11.30	13.10	16.00	16.70	11.40	4.60	-5.10	-8.30	2.70
1845	-3.30	-13.60	-10.30	-1.70	5.80	12.80	17.40	16.30	10.70	3.40	1.20	-4.10	2.88
1846	-10.00	-12.70	-0.20	2.50	6.80	12.20	18.50	19.40	10.60	7.50	-1.00	-8.40	3.77
1847	-6.20	-11.60	-5.60	-1.60	7.00	15.50	15.30	18.40	13.50	4.50	2.10	-3.60	3.98
1848	-13.10	-3.60	0.20	5.80	9.20	14.00	15.50	14.40	10.60	4.10	-0.50	-6.30	4.19
1849	-12.90	-7.10	-5.30	0.60	8.00	11.80	16.20	16.00	10.40	4.10	0.70	-7.90	2.88
1850	-15.10	-7.30	-7.20	2.10	10.90	15.00	17.70	17.60	9.70	3.60	-1.60	-2.00	3.62
1851	-6.60	-10.80	-6.70	4.50	8.30	14.00	18.60	15.40	13.10	6.00	2.70	-2.20	4.69
1852	-8.10	-9.70	-3.40	-2.40	8.10	16.30	15.30	15.90	11.40	1.60	-6.00	-3.80	2.93
1853	-4.50	-5.60	-7.80	0.40	8.70	15.40	17.80	15.00	10.40	6.10	-0.10	-5.00	4.23
1854	-11.90	-8.60	-5.20	1.30	11.70	16.20	19.10	18.10	9.60	7.20	-1.40	-2.50	4.47
1855	-8.50	-14.60	-6.10	2.60	10.40	15.80	19.40	14.70	10.00	6.30	-2.70	-9.40	3.16
1856	-6.50	-11.80	-10.60	0.80	9.00	14.10	17.50	12.60	9.10	3.80	-6.20	-5.70	2.18
1857	-9.10	-4.30	-0.50	1.40	7.00	13.30	15.70	16.50	8.90	6.20	-0.50	-1.60	4.42
1858	-5.70	-6.50	-4.00	1.50	11.10	14.60	19.80	17.50	11.70	6.60	-4.40	-4.00	4.85
1859	-3.30	-3.50	-3.80	3.40	10.70	17.00	16.50	15.00	10.50	3.70	0.20	-4.30	5.18

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1860	-6.30	-10.00	-5.30	3.90	8.30	16.30	18.30	16.50	12.10	4.60	-2.10	-11.20	3.76
1861	-17.50	-5.50	-0.10	-0.40	7.60	15.10	21.00	15.90	10.00	5.40	-2.90	-4.70	3.66
1862	-17.30	-14.30	-6.60	2.00	7.90	13.00	15.20	13.00	9.70	4.60	-4.20	-8.40	1.22
1863	-2.10	-3.80	-1.80	3.70	9.30	14.20	15.20	15.80	14.30	6.60	2.00	-3.60	5.82
1864	-6.40	-5.80	-2.70	2.80	5.00	16.80	19.40	14.20	10.30	1.90	-6.10	-6.00	3.62
1865	-5.60	-11.00	-5.60	1.30	8.10	11.30	20.20	13.40	9.80	3.60	0.50	-2.90	3.59
1866	-1.60	-10.80	-5.10	2.70	7.60	15.90	16.30	17.60	14.10	4.00	-2.10	-6.40	4.35
1867	-12.80	-6.60	-9.10	-0.70	2.10	13.90	16.70	14.70	8.60	6.10	-4.10	-11.30	1.46
1868	-12.10	-10.30	-1.60	1.60	8.90	14.30	18.90	18.30	10.50	6.70	-4.60	-4.80	3.82
1869	-10.40	-3.70	-1.30	3.10	9.60	13.80	18.10	16.50	11.20	5.00	-0.40	-2.70	4.90
1870	-5.40	-12.80	-4.40	2.80	7.40	15.00	17.80	14.50	9.90	3.70	0.20	-13.60	2.93
1871	-10.50	-19.50	-0.40	0.50	5.50	12.50	19.40	15.50	7.90	3.20	-2.70	-5.10	2.19
1872	-4.70	-10.10	-4.10	3.90	11.50	16.70	16.50	16.40	9.80	6.50	1.00	-4.80	4.88
1873	-5.70	-9.80	-4.30	-0.90	7.20	16.60	18.30	15.50	12.10	6.40	-2.50	-4.70	4.02
1874	-2.50	-6.20	-4.10	1.40	6.00	13.20	16.50	15.20	11.30	7.90	-0.80	-6.70	4.27
1875	-14.70	-8.30	-7.40	-1.20	8.20	14.90	18.20	14.80	8.60	1.60	-4.60	-13.00	1.43
1876	-9.90	-9.10	-1.00	2.60	4.20	17.90	17.80	15.80	12.30	3.60	-4.00	-15.70	2.88
1877	-10.30	-9.50	-8.00	0.40	6.20	13.10	17.00	14.30	7.60	4.70	4.10	-4.50	2.93
1878	-9.20	-6.00	-3.50	3.20	7.80	15.30	14.10	15.20	12.60	8.60	1.90	-2.60	4.78
1879	-10.20	-5.50	-4.90	1.70	10.50	14.30	15.00	16.20	12.30	5.40	-3.70	-6.80	3.69
1880	-8.40	-5.30	-5.30	1.80	8.50	14.10	16.90	17.80	12.80	-0.50	-1.80	-6.70	3.66
1881	-11.80	-9.30	-6.40	-1.00	6.70	14.70	17.10	15.10	10.80	2.80	0.00	-4.90	2.82
1882	-1.50	-3.80	-0.10	3.70	10.50	14.80	18.80	19.00	12.10	2.80	-5.10	-11.00	5.02
1883	-12.90	-8.80	-8.20	3.10	9.60	17.20	17.30	14.50	12.10	5.20	2.70	-2.50	4.11
1884	-6.60	-6.40	-5.40	0.60	6.50	15.50	17.00	13.60	10.70	6.30	-2.40	-6.60	3.57
1885	-6.70	-4.90	-3.90	1.30	8.70	13.60	20.80	15.30	9.00	4.30	-3.20	-4.60	4.14
1886	-9.50	-9.50	-5.90	4.70	9.70	15.90	18.00	16.80	10.10	4.20	1.60	-2.00	4.51
1887	-4.40	-3.50	-3.90	3.00	10.90	13.00	17.70	15.20	12.60	3.10	-0.50	-6.70	4.71

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1888	-11.50	-12.10	-10.10	1.90	7.20	12.50	15.70	15.40	10.70	3.40	-1.40	-8.20	1.96
1889	-7.90	-11.10	-7.30	2.00	12.30	15.30	17.20	15.10	9.50	7.20	2.00	-3.90	4.20
1890	-5.80	-5.20	0.40	6.30	11.00	15.40	17.50	16.60	12.00	3.70	-3.00	-6.50	5.20
1891	-9.10	-3.60	-2.80	3.00	9.90	13.10	18.30	13.60	9.70	5.50	-5.40	-3.00	4.10
1892	-10.70	-8.40	-5.00	1.10	8.50	12.00	16.20	14.70	11.60	4.00	-0.60	-10.50	2.74
1893	-15.40	-17.10	-5.00	-0.20	7.90	14.90	16.10	15.20	8.70	6.70	-1.80	-3.30	2.23
1894	-4.00	-3.90	-3.00	5.90	10.60	14.70	16.70	15.90	7.00	2.00	0.50	-5.10	4.78
1895	-7.90	-15.10	-5.00	1.90	10.70	16.00	16.50	15.50	10.40	6.30	1.10	-6.20	3.68
1896	-6.50	-8.80	-3.00	2.20	9.30	17.70	19.10	15.50	10.50	7.90	-2.80	-6.20	4.58
1897	-10.10	-8.60	-4.50	4.60	15.90	14.30	18.30	16.50	10.70	5.40	-0.20	-5.30	4.75
1898	-3.80	-8.40	-6.80	1.80	11.50	15.70	16.80	17.10	9.70	2.60	2.40	-3.00	4.63
1899	-7.00	-8.10	-8.10	3.00	8.40	11.40	19.60	13.20	10.80	6.00	1.50	-8.00	3.56
1900	-8.70	-8.70	-5.60	1.80	7.80	13.00	16.30	17.40	9.50	5.80	-1.40	-4.90	3.53
1901	-3.30	-10.20	-5.70	3.30	9.40	17.40	19.30	17.50	11.70	6.80	-2.50	-9.00	4.56
1902	-9.30	-7.60	-5.20	-1.50	8.00	12.40	14.90	13.50	9.10	2.20	-3.20	-8.90	2.03
1903	-6.70	-3.50	0.40	5.60	10.10	16.30	16.50	14.70	11.50	1.00	1.10	-3.80	5.27
1904	-3.20	-7.60	-3.90	4.10	6.80	12.20	14.30	14.10	10.50	6.20	-2.00	-6.10	3.78
1905	-8.60	-4.20	-1.30	2.30	10.90	16.70	16.90	14.80	10.00	3.90	0.10	-3.60	4.83
1906	-5.00	-4.90	-4.30	4.60	15.40	15.70	18.60	14.40	8.60	4.80	0.00	-4.90	5.25
1907	-12.60	-6.80	-2.60	3.40	7.00	15.20	17.70	13.60	10.00	7.50	-2.00	-13.30	3.09
1908	-8.10	-5.90	-4.70	3.60	7.20	13.80	16.60	15.10	9.60	4.60	-3.50	-3.90	3.70
1909	-4.50	-10.90	-3.30	0.20	5.80	14.00	16.30	15.10	12.50	9.10	-2.40	-2.70	4.10
1910	-5.50	-2.40	0.20	6.00	11.00	15.20	17.50	13.50	11.80	3.80	-2.40	-1.70	5.58
1911	-6.40	-12.30	-3.60	1.60	10.50	13.50	15.90	17.80	10.40	4.10	2.60	-3.40	4.23
1912	-11.90	-11.70	0.60	0.20	8.40	16.10	17.20	17.50	9.90	1.30	-0.40	-1.90	3.78
1913	-6.10	-7.10	-0.80	6.40	8.20	13.50	19.00	17.70	11.70	3.60	2.00	-5.30	5.23
1914	-8.80	-2.00	-2.60	3.40	11.00	16.20	21.10	13.60	10.50	2.70	-1.10	-0.70	5.28
1915	-8.00	-6.80	-8.50	2.60	8.50	12.70	19.10	15.20	10.30	3.00	-2.70	-13.30	2.68

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1916	-4.90	-4.10	-4.50	4.00	7.80	14.30	19.40	13.60	8.60	2.10	1.80	-4.10	4.50
1917	-11.00	-14.50	-11.10	2.90	6.90	18.50	15.90	19.00	11.20	7.10	0.90	-5.40	3.37
1918	-10.70	-6.80	-4.70	4.60	6.40	12.40	17.90	13.60	10.40	7.90	1.80	-5.70	3.93
1919	-5.30	-9.70	-7.40	2.30	9.50	16.20	19.50	14.50	12.40	5.30	-5.10	-8.50	3.64
1920	-9.60	-4.00	0.80	7.70	13.90	14.60	19.70	17.10	12.50	2.20	0.60	-4.20	5.94
1921	-7.70	-9.50	0.60	8.30	14.20	15.40	15.30	15.80	9.90	3.10	-5.70	-6.60	4.43
1922	-10.00	-8.00	-3.90	2.90	9.70	15.00	17.30	15.70	11.20	3.10	-0.80	-5.60	3.88
1923	-3.90	-13.30	-5.30	-0.30	7.70	11.50	16.70	13.20	11.70	6.20	2.40	-4.40	3.52
1924	-10.10	-8.10	-4.60	0.70	9.40	14.00	16.80	17.10	13.10	6.60	1.30	-2.10	4.51
1925	-0.50	-1.40	-4.60	5.50	10.80	13.80	19.90	16.00	10.70	2.90	-3.50	-7.50	5.18
1926	-12.90	-8.80	-4.20	0.80	10.40	15.60	17.50	14.90	11.00	2.30	1.90	-7.10	3.45
1927	-9.70	-6.80	-1.80	2.50	7.10	13.30	21.50	18.40	10.90	3.00	-2.80	-8.00	3.97
1928	-5.90	-7.70	-4.30	2.80	10.30	11.50	14.70	15.00	10.80	5.10	2.80	-3.10	4.33
1929	-10.30	-16.40	-5.00	-1.80	11.90	13.60	17.50	16.50	10.40	6.90	2.60	0.20	3.84
1930	-0.90	-6.50	-1.50	5.00	12.30	14.60	18.10	17.40	8.70	5.70	1.30	-6.90	5.61
1931	-7.80	-10.30	-6.50	3.20	12.00	12.60	19.20	17.10	9.00	4.30	0.20	-5.60	3.95
1932	-2.40	-10.40	-6.50	3.60	10.90	14.30	20.20	18.60	12.20	5.00	0.10	1.00	5.55
1933	-8.90	-7.70	-3.00	3.50	8.10	15.80	18.90	14.70	11.00	5.10	-2.00	-6.90	4.05
1934	-3.10	-5.40	-2.00	4.20	12.70	14.00	20.00	17.10	14.50	7.60	3.00	-5.30	6.44
1935	-8.10	-4.20	-2.90	3.10	6.90	15.90	15.70	16.60	10.60	7.80	0.00	-2.00	4.95
1936	-4.30	-10.80	-0.40	4.30	11.40	19.10	20.50	16.70	10.70	2.50	2.00	-0.10	5.97
1937	-7.50	-6.60	-1.50	6.60	11.70	18.10	18.10	19.00	13.20	6.40	2.10	-9.10	5.88
1938	-6.70	-3.60	0.60	3.00	9.60	14.30	21.50	19.40	14.90	6.50	3.40	-6.40	6.38
1939	-7.40	-1.70	-2.40	1.60	9.00	15.70	18.90	19.80	8.90	2.20	0.70	-6.10	4.93
1940	-14.60	-14.50	-8.30	1.70	11.50	14.60	19.10	16.40	11.30	4.70	1.10	-6.00	3.08
1941	-14.00	-8.60	-5.90	0.00	6.40	11.90	21.10	17.10	8.70	1.40	-4.20	-12.60	1.78
1942	-18.70	-12.40	-11.50	1.80	8.30	14.10	16.60	16.90	11.10	6.90	-2.40	-4.10	2.22
1943	-11.80	-3.10	-0.30	4.40	10.10	16.10	17.50	16.00	11.60	7.80	1.30	-1.10	5.71

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1944	-3.40	-5.60	-2.70	0.30	9.50	14.10	18.50	17.10	11.50	6.60	-0.20	-3.30	5.20
1945	-6.60	-4.80	-5.90	3.00	7.80	14.10	19.10	17.80	9.30	2.50	-1.20	-9.70	3.78
1946	-5.70	-10.00	-4.20	3.50	8.70	16.60	18.70	16.50	11.60	2.00	-1.30	-4.10	4.36
1947	-8.40	-14.80	-6.90	3.50	8.70	16.60	17.10	16.10	12.60	4.50	-1.10	-4.60	3.61
1948	-7.70	-9.60	-3.90	4.00	12.70	17.20	16.70	15.60	11.40	5.20	0.60	-1.30	5.08
1949	-2.20	-2.90	-2.30	4.50	12.80	13.70	17.10	14.80	13.90	6.00	0.90	-1.50	6.23
1950	-13.90	-5.90	-2.30	7.20	10.20	14.00	15.90	15.60	12.00	5.70	0.40	-3.70	4.60
1951	-8.30	-7.60	-5.50	5.50	7.00	14.70	15.90	18.50	12.70	5.80	-2.00	-0.90	4.65
1952	-2.40	-4.80	-9.30	4.10	7.30	14.60	17.20	15.20	9.70	2.80	-1.10	-3.70	4.13
1953	-7.20	-12.00	-1.90	5.60	9.60	17.90	18.00	16.00	9.70	6.80	0.30	-3.20	4.97
1954	-8.70	-12.10	-1.00	1.90	10.60	15.70	18.50	16.40	11.90	5.60	-1.00	-1.30	4.71
1955	-6.00	-7.90	-5.90	-0.80	7.00	12.90	17.40	19.00	14.30	7.20	-2.40	-14.00	3.40
1956	-9.20	-14.80	-4.10	0.40	8.90	18.00	15.20	14.00	9.20	4.80	-3.50	-2.50	3.03
1957	-3.30	-2.30	-7.10	3.00	11.00	13.60	19.40	16.00	10.70	5.80	1.10	-2.40	5.46
1958	-7.50	-8.70	-6.80	2.30	9.20	13.90	16.50	14.50	10.80	6.30	2.60	-8.10	3.75
1959	-4.10	-3.70	-0.60	4.60	10.30	16.30	19.00	17.90	8.60	3.80	-0.80	-6.80	5.38
1960	-10.00	-9.60	-5.20	3.80	11.90	16.70	20.10	16.60	10.30	2.80	-1.50	-0.10	4.65
1961	-3.40	-0.70	0.10	2.50	11.10	18.30	17.70	15.80	10.30	8.30	1.10	-5.50	6.30
1962	-3.20	-5.20	-6.90	6.00	9.60	12.30	16.10	14.00	10.80	6.80	1.80	-5.20	4.74
1963	-12.90	-11.20	-9.70	3.80	13.90	14.10	18.30	17.90	14.00	6.40	-0.20	-6.50	3.99
1964	-4.00	-8.40	-5.10	3.40	10.60	15.70	17.90	15.30	11.10	8.20	-1.40	-3.20	5.01
1965	-5.30	-8.80	-3.40	4.20	7.10	15.70	15.50	15.30	13.20	5.20	-4.30	-3.00	4.28
1966	-14.90	-13.90	-2.80	1.10	10.70	17.00	18.20	15.30	9.20	5.80	0.90	-8.10	3.21
1967	-12.20	-6.70	1.70	4.50	11.20	14.10	17.50	17.40	13.40	8.90	2.80	-9.20	5.28
1968	-16.50	-5.90	-0.70	3.80	9.40	17.10	14.20	17.40	11.10	2.60	-1.00	-3.00	4.04
1969	-12.20	-9.30	-6.00	3.70	8.80	14.70	16.80	16.20	10.20	5.40	0.60	-5.80	3.59
1970	-9.60	-9.60	-0.50	4.10	10.40	16.90	18.40	16.20	10.90	4.60	-0.90	-4.00	4.74
1971	-2.30	-7.80	-4.50	2.80	10.60	14.50	17.50	16.50	10.20	4.30	-1.50	-3.70	4.72

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1972	-11.20	-4.10	-2.40	3.20	10.30	18.30	22.10	19.80	11.40	5.00	0.30	1.80	6.21
1973	-5.30	-4.30	-1.50	5.00	11.60	17.40	20.30	15.90	8.10	3.00	-1.70	-6.00	5.21
1974	-7.10	0.10	0.20	1.90	7.10	16.00	18.20	15.80	13.80	7.30	2.20	0.10	6.30
1975	-2.00	-4.80	0.70	5.40	13.60	14.70	18.60	16.90	13.80	5.20	-0.60	-2.20	6.61
1976	-11.20	-8.60	-3.70	2.70	10.30	11.90	16.50	14.40	9.40	1.00	0.00	-3.90	3.23
1977	-7.20	-7.90	-2.50	4.40	11.30	16.00	17.30	16.00	9.70	4.40	2.40	-6.10	4.82
1978	-7.00	-11.50	-1.30	2.50	10.70	14.50	16.60	14.80	9.70	3.90	2.60	-13.50	3.50
1979	-8.90	-10.10	-0.70	2.60	12.50	16.40	16.60	17.30	11.10	5.00	1.60	-3.20	5.02
1980	-8.90	-8.10	-4.60	5.00	7.70	18.60	17.00	15.50	11.10	5.90	-1.70	-3.40	4.51
1981	-4.30	-5.00	-4.60	1.70	11.90	16.00	19.10	15.60	11.00	7.90	-0.10	-5.30	5.33
1982	-10.60	-6.80	-0.10	4.00	10.40	11.90	17.70	16.60	11.20	5.30	3.70	-0.30	5.25
1983	-2.20	-8.60	-2.60	7.50	13.60	14.60	18.70	16.80	12.60	6.40	-0.40	-2.80	6.13
1984	-3.40	-5.30	-2.80	5.80	14.50	15.40	17.00	15.70	11.30	7.80	-0.50	-4.60	5.91
1985	-13.70	-14.80	-0.80	2.30	10.10	13.40	16.30	18.40	10.90	7.50	-1.00	-6.00	3.55
1986	-6.70	-11.00	0.90	5.00	11.00	17.40	18.60	15.50	8.20	5.60	3.20	-7.80	4.99
1987	-17.90	-5.60	-4.60	2.60	10.20	14.90	15.90	13.90	9.80	6.40	-2.00	-5.50	3.18
1988	-4.70	-4.00	-0.60	3.10	13.20	17.90	21.00	15.70	12.20	6.20	-3.40	-6.10	5.88
1989	-0.70	0.60	2.50	7.70	12.50	18.40	18.80	16.40	12.90	6.00	0.60	-5.00	7.56
1990	-5.40	1.70	1.40	8.10	9.80	14.30	17.00	16.60	9.00	5.80	-0.50	-1.80	6.33
1991	-4.40	-5.80	-0.80	4.80	9.90	15.30	18.40	17.50	11.20	7.20	3.40	-1.40	6.28
1992	-2.70	-2.60	1.80	3.30	11.00	16.70	17.80	16.60	13.80	1.50	-2.50	-0.10	6.22
1993	-2.30	-2.60	-1.10	4.10	13.90	12.90	16.90	14.80	7.30	4.30	-5.70	-3.20	4.94
1994	-3.30	-12.00	-1.90	7.10	9.40	14.20	19.70	16.40	12.60	5.30	-0.90	-3.00	5.30
1995	-4.10	-0.30	1.10	4.80	11.10	19.20	16.50	16.90	12.30	8.30	-1.80	-8.60	6.28
1996	-7.00	-10.70	-2.90	3.30	10.20	14.70	16.20	18.40	9.70	6.60	4.10	-5.20	4.78
1997	-5.60	-3.80	-1.20	2.50	9.10	16.70	19.60	18.80	10.60	3.70	-0.50	-5.40	5.38
1998	-1.70	-7.30	-4.20	3.60	10.80	16.40	18.00	14.70	11.80	6.50	-5.10	-4.10	4.95
1999	-7.20	-8.00	-0.20	7.60	7.70	20.50	20.60	16.20	13.00	7.20	-0.20	-1.20	6.33

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	-4.40	-2.40	-0.40	8.10	10.50	15.40	18.20	16.60	10.60	8.40	2.60	-0.50	6.89
2001	-2.50	-6.90	-3.80	8.00	10.20	15.20	21.80	16.80	12.70	7.10	-1.00	-8.80	5.73
2002	-4.40	-0.60	0.50	6.00	12.40	16.80	20.80	18.80	11.70	1.40	-2.30	-9.60	5.96
2003	-9.50	-5.80	-1.60	2.30	12.10	13.00	21.40	16.60	12.40	5.10	2.40	-0.80	5.63
2004	-8.10	-5.40	-0.50	5.00	11.10	14.70	18.50	17.80	13.20	6.50	-0.10	-0.70	6.00
2005	-1.60	-6.40	-6.00	4.70	11.10	15.40	20.10	17.90	13.60	7.70	3.50	-3.60	6.37
2006	-5.80	-10.70	-5.90	5.40	11.80	17.00	19.20	18.90	14.20	8.10	1.70	3.00	6.41
2007	-2.40	-10.60	3.60	5.20	12.30	16.00	18.50	19.60	12.10	7.50	-0.70	0.80	6.83
2008	-1.70	-0.20	0.40	7.00	11.00	15.10	17.80	16.10	10.70	8.70	3.10	-0.80	7.27
2009	-3.50	-3.90	-0.80	4.30	12.10	15.00	18.20	16.80	13.90	4.60	2.40	-5.10	6.17
2010	-12.10	-8.40	-2.40	6.70	13.40	15.50	24.40	19.60	12.30	5.50	0.40	-8.30	5.55
2011	-5.80	-11.00	-1.90	5.70	11.00	17.70	22.50	17.50	13.10	7.60	3.60	1.90	6.83
2012	-4.80	-10.40	-1.00	4.90	12.70	15.20	19.50	16.30	12.90	6.60	2.90	-7.90	5.58
2013	-6.10	-2.60	-6.60	4.20	14.40	19.80	19.00	18.60	12.10	7.30	4.40	0.90	7.12
2014	-7.00	0.00	2.20	6.50	13.00	15.00	21.20	18.80	13.50	5.20	0.80	-1.00	7.35
2015	-2.70	-0.60	2.60	5.10	11.80	15.90	16.90	18.20	14.00	5.60	3.10	2.10	7.67
2016	-11.20	0.00	1.00	6.30	14.70	16.40	19.00	17.20	12.90	5.00	-1.80	-1.20	6.53
2017	-3.90	-3.50	1.30	2.80	9.40	13.60	16.50	17.40	12.50	5.60	2.30	0.40	6.20
2018	-2.90	-7.70	-4.40	6.00	15.10	16.20	20.80	19.20	14.50	7.30	2.80	-3.20	6.98
2019	-6.40	-0.50	0.10	7.30	12.10	18.60	16.60	17.00	12.20	6.10	1.90	1.80	7.23
2020	1.50	0.60	2.20	4.20	10.00	19.10	17.60	17.20	14.20	9.10	3.90	-0.70	8.24
2021	-4.60	-9.20	-0.80	5.60	12.10	21.40	23.10	16.90	10.20	8.00	2.20	-7.50	6.45
2022	-4.10	-1.20	-0.30	4.30	10.00	17.60	19.90	20.60	10.30	8.10	0.50	-3.20	6.88
2023	-2.30	-3.00	-0.30	6.80	12.00	17.30	18.20	19.90	16.40				

Приложение А2 – Месячные суммы осадков, мм. Станция: Санкт-Петербург (26063)

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1936	58.1	63.2	14.6	36.6	48.7	14.6	106.6	43.6	37.9	77.0	30.7	38.4	570.0
1937	20.9	52.6	72.4	13.3	52.4	32.3	113.8	55.1	68.1	14.3	63.9	74.1	633.2
1938	47.3	14.0	33.4	46.6	49.7	110.8	40.6	42.3	37.1	77.3	40.2	52.6	591.9
1939	73.8	42.5	9.2	62.6	29.8	46.3	101.9	9.2	14.2	35.1	70.2	31.4	526.2
1940	28.4	30.8	27.3	17.0	37.1	32.0	82.2	92.2	107.6	38.7	95.0	27.2	615.5
1941	38.9	52.2	30.6	10.9	24.6	54.0	24.0	89.5	46.3	33.9	17.9	52.0	474.8
1942	33.9	11.7	19.5	25.7	27.6	30.1	74.7	70.6	61.3	74.4	48.7	63.4	541.6
1943	32.2	58.3	8.5	52.7	70.0	47.1	92.2	102.7	33.9	80.9	30.5	18.7	627.7
1944	54.9	27.1	19.2	44.6	43.2	53.4	16.8	30.9	74.4	23.2	55.0	25.2	467.9
1945	35.2	45.5	52.4	50.2	64.5	53.4	69.2	92.9	109.8	57.2	18.7	63.5	712.5
1946	25.1	55.6	31.9	51.5	44.0	93.0	59.1	36.2	59.8	42.6	41.4	34.2	574.4
1947	25.9	27.2	46.8	67.7	33.2	73.3	125.9	125.3	37.4	24.0	89.9	50.0	726.6
1948	80.5	23.2	15.0	70.7	27.7	56.4	25.4	135.6	61.5	81.8	61.0	33.6	672.4
1949	37.5	25.1	19.4	16.6	25.7	79.2	35.7	101.1	41.4	55.9	46.3	66.6	550.5
1950	15.8	57.6	35.1	48.7	44.1	51.9	45.9	23.1	77.5	36.8	94.5	46.5	577.5
1951	41.8	59.8	49.1	32.9	25.9	65.8	118.2	60.5	28.2	15.2	75.8	59.3	632.5
1952	42.7	54.2	32.3	43.6	61.0	38.9	55.6	62.7	150.3	102.9	35.5	72.7	752.4
1953	28.9	52.8	39.3	17.7	63.6	36.0	88.4	114.6	87.2	58.0	50.2	34.1	670.8
1954	42.4	13.2	37.0	27.2	15.4	62.7	158.6	68.8	69.6	71.0	60.1	64.4	690.4
1955	80.5	37.2	45.2	48.5	57.2	20.2	48.8	0.5	43.1	73.5	106.1	52.5	613.3
1956	42.1	33.3	17.5	62.9	17.8	27.4	71.2	103.3	14.8	68.0	64.9	31.5	554.7
1957	63.1	61.4	37.1	55.5	63.3	61.9	45.5	101.6	89.6	73.3	32.5	66.6	751.4
1958	49.9	47.8	41.4	16.6	86.6	107.7	85.7	95.7	37.8	69.6	34.0	42.6	715.4
1959	85.8	40.8	13.5	69.0	35.1	53.0	44.9	117.5	64.9	59.0	33.6	26.8	643.9
1960	67.1	32.7	39.5	29.4	38.8	54.8	72.7	77.4	39.9	39.8	74.7	43.1	609.9
1961	47.3	39.7	62.1	22.0	39.8	62.6	85.9	111.7	43.3	12.5	38.6	104.3	669.8
1962	41.0	37.3	40.9	38.3	41.7	106.5	70.0	107.4	90.6	46.3	53.3	23.0	696.3
1963	34.1	35.7	24.2	10.7	35.7	19.8	48.6	122.6	18.1	115.0	56.2	27.2	547.9

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1964	32.4	33.4	12.7	23.6	37.1	72.0	42.9	49.8	67.0	47.1	56.6	34.3	508.9
1965	49.0	37.5	47.3	8.5	39.3	33.2	85.8	73.1	29.8	53.0	53.0	76.7	586.2
1966	50.6	35.8	53.8	83.7	42.2	56.0	116.0	72.6	98.7	82.0	35.6	46.0	773.0
1967	40.4	37.3	31.6	30.4	61.0	76.2	23.9	92.7	23.9	139.5	40.5	65.1	662.5
1968	35.0	22.4	29.8	56.9	52.7	35.5	78.7	49.4	90.3	105.7	48.9	35.2	640.5
1969	24.9	28.7	21.3	44.4	66.8	16.4	118.1	74.7	105.8	30.8	48.0	38.0	617.9
1970	33.2	36.5	20.0	64.3	16.8	25.1	128.9	102.8	90.2	59.9	59.9	44.3	681.9
1971	44.4	49.0	92.1	26.7	11.8	45.7	40.8	81.6	31.2	59.8	66.8	43.4	593.3
1972	6.7	16.4	16.7	55.3	31.9	17.0	59.7	62.5	30.0	64.2	60.2	22.5	443.1
1973	16.7	33.6	46.6	35.1	54.0	128.4	6.7	76.5	82.1	90.1	55.6	48.6	674.0
1974	33.3	27.4	14.6	21.5	23.6	116.1	117.8	103.8	39.4	92.0	90.8	67.2	747.5
1975	51.0	20.0	22.0	66.7	50.2	71.4	69.4	52.0	36.8	57.0	65.0	87.7	649.2
1976	53.4	21.0	54.4	48.5	14.3	82.4	88.1	55.7	72.2	17.9	63.7	50.7	622.3
1977	24.6	47.6	55.7	69.1	57.1	48.1	109.3	31.9	73.0	88.1	56.2	46.4	707.1
1978	38.6	33.5	53.9	35.7	3.7	38.8	70.0	62.1	98.7	47.5	61.6	33.9	578.0
1979	57.0	40.1	14.7	13.5	45.7	39.5	171.0	66.3	113.5	32.7	100.1	31.7	725.8
1980	45.3	46.1	16.8	20.7	37.0	72.6	71.0	91.5	25.4	96.6	96.8	103.4	723.2
1981	47.9	33.4	46.4	31.4	36.9	70.5	64.0	65.3	73.6	88.1	69.5	119.6	746.6
1982	41.1	15.6	35.8	24.3	44.9	89.9	75.5	88.6	87.2	54.2	48.8	48.8	654.7
1983	85.9	23.7	61.4	30.6	47.9	65.2	20.2	40.9	101.9	89.9	86.2	112.2	766.0
1984	61.0	30.1	20.6	13.7	46.1	48.1	97.9	39.5	121.4	153.6	37.2	42.0	711.2
1985	30.9	29.2	22.5	42.8	35.7	61.0	70.7	122.8	53.7	78.0	51.0	64.2	662.5
1986	74.0	20.3	40.8	29.0	57.8	19.4	107.0	89.3	120.5	43.6	45.7	74.7	722.1
1987	33.5	55.6	21.8	19.8	41.6	128.2	52.3	187.3	84.7	6.8	61.5	47.4	740.5
1988	44.5	27.8	42.0	37.5	17.7	64.8	109.3	139.7	99.7	46.9	60.1	47.6	737.6
1989	41.0	34.3	37.0	28.5	29.7	35.8	125.0	130.0	53.2	95.1	49.1	41.9	700.6
1990	65.4	93.7	59.9	15.1	69.3	31.5	104.1	36.0	70.8	54.7	55.4	30.3	686.2
1991	61.3	56.2	41.0	49.7	50.3	82.9	59.9	96.4	46.5	65.7	73.3	41.3	724.5
1992	47.3	27.8	37.0	75.9	31.6	37.4	79.7	41.8	42.4	46.6	45.8	30.6	543.9
1993	64.8	38.5	31.6	27.8	28.6	78.0	92.5	164.1	20.4	74.5	3.7	59.5	684.0

Год	Месяц												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1994	46.2	6.8	43.5	30.2	44.6	81.5	8.5	107.4	145.0	61.9	40.9	38.5	655.0
1995	37.6	42.7	64.2	33.2	75.6	67.6	49.0	41.3	57.9	57.1	96.9	19.1	642.2
1996	20.9	26.6	14.8	40.4	67.0	44.6	105.5	35.7	25.1	49.4	66.3	52.1	548.4
1997	58.6	38.3	25.4	57.5	62.4	48.5	71.7	28.8	171.9	94.7	70.5	36.0	764.3
1998	39.8	41.4	44.5	33.1	35.6	157.6	124.6	107.5	43.0	61.2	15.4	68.9	772.6
1999	64.8	49.5	22.7	26.9	24.9	33.5	30.7	54.3	16.0	83.2	31.9	55.5	493.9
2000	37.3	19.8	44.1	23.8	38.2	89.3	155.4	67.1	53.5	72.3	65.7	62.0	728.5
2001	23.9	37.2	38.5	55.2	45.2	71.8	121.2	70.9	36.0	80.6	84.3	38.9	703.7
2002	37.4	54.0	37.7	32.3	22.0	77.7	117.5	40.7	51.9	56.3	60.2	37.9	625.6
2003	51.0	25.3	29.9	22.4	130.3	75.5	86.7	161.1	31.4	109.4	58.7	87.6	869.3
2004	31.0	40.0	44.6	8.8	70.2	113.6	85.8	87.6	93.8	41.4	52.4	67.5	736.7
2005	88.6	21.1	31.3	39.9	65.9	75.1	128.0	61.7	28.0	43.8	64.9	52.3	700.6
2006	29.4	15.9	36.7	32.3	63.9	59.1	20.1	49.2	35.1	101.7	85.0	42.8	571.2
2007	59.2	28.1	35.3	36.1	70.8	90.1	82.2	81.5	43.5	37.2	31.9	28.0	623.9
2008	45.8	65.1	59.8	45.4	21.8	74.2	77.5	80.6	59.0	109.5	60.8	51.9	751.4
2009	43.6	39.7	25.4	29.3	16.2	116.7	65.0	142.0	85.4	99.2	74.3	97.7	834.5
2010	33.3	76.7	64.1	27.3	73.8	111.0	62.8	100.6	63.0	44.7	119.6	83.5	860.4
2011	89.1	49.6	30.3	9.5	58.9	53.9	98.4	72.2	119.9	57.2	33.9	61.8	734.7
2012	47.7	27.3	54.1	56.4	37.2	66.6	68.9	156.7	144.0	71.6	116.7	56.5	903.7
2013	44.8	35.9	15.4	30.4	54.2	39.3	88.6	99.2	55.7	71.9	58.8	57.1	651.3
2014	53.2	39.5	32.5	11.5	95.4	78.6	45.0	106.1	25.1	25.2	43.2	44.3	599.6
2015	68.3	34.8	16.3	64.3	51.6	23.7	90.5	48.7	26.8	28.1	66.6	61.3	581.0

Приложение Б1 – Максимальные расходы воды за период весеннего половодья

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза- Ивановка	р. Ижора - д. Ан- тропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
1916			76.2					
1917			164					
1918			117					
1919			149					
1920								
1921								
1922			163					
1923			64.7					
1924			152					
1925			60					
1926			179					
1927			62.4					
1928			75.3					
1929			82.1					
1930			67.6					
1931			151					
1932			92.5					
1933	68.3							23.0
1934	45.1		76.8					17.9
1935	79.2							32.6
1936	65.4							31.0
1937	32.2							17.4
1938	60							35.9
1939	69.7		72.1					32.2
1940	48.7		39.2					21.8
1941	48.2		71.2					28.3

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза- Ивановка	р. Ижора - д. Ан- тропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
1942								
1943								40.5
1944		65.8			34.2			37.8
1945	34.9	52.4			13.5			33.3
1946	111	151			43.7			53.0
1947	44.4	67.6			20.4			28.2
1948	96.6	147			58.9			64.2
1949	38.3	74.8			15.7			33.9
1950	34.4	54						24.6
1951	96.6	127						34.7
1952	49.8	88.3						46.3
1953	67	97.4						36.3
1954	20.5	36						15.6
1955	123	185						49.2
1956	92.8	181						38.9
1957	65.8	125						64.7
1958	56	121						31.3
1959	77.1	177						39.3
1960	78.7	114						37.9
1961	28.1	79.8						19.5
1962	84.3	176						46.7
1963	51.2	84.2						19.9
1964	79.7	94.6						28.1
1965	68.4	130						31.6
1966	119	206						41.3
1967	39.5	96						30.2
1968	46.2	86.4						26.0

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза- Ивановка	р. Ижора - д. Ан- тропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
1969	69.3	104						30.0
1970	64.1	83.3						22.5
1971	67.5	126						25.9
1972	62.7	103						28.3
1973	20.1	18.8						17.5
1974	34	69.2						15.1
1975	35.8	65.4						24.2
1976	63.3	92.5						32.2
1977	53.1	103				26.5		21.2
1978	62.9	130				48.7	24.5	20.8
1979	23.1	87.3				28.3	8.28	15.9
1980	50.5	132				32.4	16.7	22.3
1981	56.8	96.2				25.7	5.53	28.5
1982	71.6	137				34.9	11.4	28.0
1983	78.7	177				44.1	18.4	43.7
1984	70.5	136				48.7	16.4	41.8
1985	52.5	114				29.4	14.3	20.1
1986	52.9	106				38.6	17.4	22.5
1987	54.9	102				37.2	11.0	21.2
1988	66.9	110				32.1	9.9	15.1
1989	35	61.7				33.4	9.3	23.6
1990	64.4	120				44.6	17.8	24.2
1991	71	120				38.2	18.0	25.0
1992	50.1	88.3				29.0		21.5
1993	27.3	54.3				20.4		19.8
1994	49.4	94.3				29.4		25.4
1995	66.4	132				37.2	7.92	

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза- Ивановка	р. Ижора - д. Ан- тропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
1996	48.6	71.0				21.0		
1997	35.8	69.2				18.6		
1998	78.8	141				36.5		
1999	63.4	135				34.9		
2000	43.9	84.6				25.1		
2001	59.4	104		4.78		44.1		
2002	38.9	65.6		4.64		26.9		
2003	40.7	43.5				23.9		
2004	59.4	97.4		4.14		33.9		
2005	123	150		5.19		49.9		
2006	47.2	63.2		1.99		16.6		25.2
2007	38.1	67.1		3.42		14.4		17.6
2008	91.2	102		4.65		32.0		27.7
2009	40.7	77.3		4.29		29.3		13.6
2010	116	173		6.57				31.9
2011	101	136		10.3				31.9
2012	75.3	95.4		4.55		32.6		29.5
2013	128	161		5.08		35.3		32.8
2014	47.9	31.1				30.0		15.3
2015	64.1	65.6				18.6		20.3
2016	105	62.8				19.0		14
2017	54.3	71.2				18.6		21.6
2018	124	135				43.0		31.1
2019		107				23.7		22.3
2020		74.2				21.9		32.2
2021		78.8				26.6		29.6

Приложение В1 – Местоположение и принадлежность гидрологических постов

№п/п	Водный объект	Код водного объекта	Пост	Код поста	Координаты		Период действия, число, месяц, год		Принадлежность поста
					Широта	Долгота	Открыт	Закрит	
1	р. Мга	102000868	д. Горы	72039	59°46'	30°59'	16.05.1932	-	СЗУГМС
2	р. Тосна	102000874	ст. Тосно	72043	59°33'	30°54'	21.01.1920 (16.03.1944)	Действует	СЗУГМС
3		102000874	д. Рубежи	72042	59° 27'	30° 56'	25.08.1915	-	СЗУГМС
4	р. Ижора	102000889	пос. Мыза-Ивановка	72729	59°60'	30°08'	17.01.2001	-	СЗУГМС
5		102000889	д. Аннолово	72729	59°63'	30°53'	24.09.1976	Действует	СЗУГМС
6		102000889	д. Антропшино	72048	59°38'	30°26'	18.03.1944	-	СЗУГМС
7	р. Славянка	102000897	пос. Тялево	72733	59°42'	30°28'	01.09.1977	-	СЗУГМС
8	р. Охта	102000903	д. Новое Девяткино	72055	60°04'	30°28'	26.05.1932	Действует	СЗУГМС

Приложение В2 – Основные характеристики гидрологических постов

№п/п		1	2	3	4	5	6	7	8
Водный объект		р. Мга	р. Тосна		р. Ижора			р. Славянка	р. Охта
Пост		д. Горы	ст. Тосно	д. Рубежи	пос. Мыза-Ивановка	д. Аннолово	д. Антропшино	пос. Тярлево	д. Новое Девяткино
Расстояние, км	от истока	83	85	75	-	-	37	-	67
	от устья	9.8	36	46	65	29	39	18.4	23
	от наиболее удаленной точки речной системы	83	85	75	-	-	37	-	67
Уклон, ‰	Средний	0.61	0.40	0.45	-	-	1.37	-	2.15
	Средне-взвешенный	0.63	0.39	0.34	-	-	1.30	-	2.04
Площадь водосбора, км ²		709	1300	1210	108	784	531	87.5	340
Отметка нуля поста	Высота, м	5.88	24.69	26.58	72.00	33.00	3.00	13.00	8.54
	Система высот	БС	БС	БС	БС	БС	усл.	БС	БС
Средняя высота водосбора, м		48	54	54	-	-	99	-	68

Приложение Г1 – Корреляция значений рядов максимальных расходов воды за период весеннего половодья в пунктах
наблюдений

Река – пост	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	р. Ижора - д. Антропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос. Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
р. Мга - д. Горы	1	-	-	-	-	-	-	-
р. Тосна - ст. Тосно	0.77	1	-	-	-	-	-	-
р. Тосна - д. Рубежи	0.18	-	1	-	-	-	-	-
р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	0.54	0.61	-	1	-	-	-	-
р. Ижора - д. Антропшино	0.91	0.87	-	-	1	-	-	-
р. Ижора - д. Аннолово	0.48	0.75	-	0.79	-	1	-	-
р. Славянка - пос. Тярлево	0.39	0.52	-	-	-	0.76	1	-
р. Охта - д. Новое Девяткино	0.54	0.59	0.21	0.51	0.94	0.46	0.23	1

Приложение Д1 – Максимальные расходы воды за период весеннего половодья (после восстановления и введения поправки на приуменьшение дисперсии)

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	р. Ижора - д. Антропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Новое Девяткино
1916			76.2					
1917			164					
1918			117					
1919			149					
1920								
1921								
1922			163					
1923			64.7					
1924			152					
1925			60					
1926			179					
1927			62.4					
1928			75.3					
1929			82.1					
1930			67.6					
1931			151					
1932			92.5					
1933	68.3	111						23.0
1934	45.1	76.7	76.8					17.9
1935	79.2	128						32.6
1936	65.4	107						31.0
1937	32.2	57.4						17.4
1938	60	99.0						35.9
1939	69.7	113	72.1					32.2
1940	48.7	82.1	39.2					21.8

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	р. Ижора - д. Антропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
1941	48.2	81.3	71.2					28.3
1942								34.4
1943		173						40.5
1944	37.8	65.8			34.2	21.4		37.8
1945	34.9	52.4			13.5	17.8		33.3
1946	111	151			43.7	44.6		53.0
1947	44.4	67.6			20.4	21.9		28.2
1948	96.6	147			58.9	43.5		64.2
1949	38.3	74.8			15.7	23.9		33.9
1950	34.4	54			15.1	18.2		24.6
1951	96.6	127			44.9	38.1		34.7
1952	49.8	88.3			29.1	27.6		46.3
1953	67	97.4			32.8	30.0		36.3
1954	20.5	36			7.79	13.3		15.6
1955	123	185			68.5	53.9		49.2
1956	92.8	181			66.9	52.8		38.9
1957	65.8	125			44.1	37.5		64.7
1958	56	121			42.4	36.5		31.3
1959	77.1	177			65.3	51.7		39.3
1960	78.7	114			39.6	34.6		37.9
1961	28.1	79.8			25.6	25.3		19.5
1962	84.3	176			64.9	51.4		46.7
1963	51.2	84.2			27.4	26.4		19.9
1964	79.7	94.6			31.7	29.3		28.1
1965	68.4	130			46.1	38.9		31.6
1966	119	206			77.1	59.6		41.3
1967	39.5	96			32.2	29.7		30.2
1968	46.2	86.4			28.3	27.0		26.0

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	р. Ижора - д. Антропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
1969	69.3	104			35.5	31.8		30.0
1970	64.1	83.3			27.1	26.2		22.5
1971	67.5	126			44.5	37.8		25.9
1972	62.7	103			35.1	31.6		28.3
1973	20.1	18.8			0.8	8.7		17.5
1974	34	69.2			21.3	22.4		15.1
1975	35.8	65.4			19.8	21.3		24.2
1976	63.3	92.5			30.8	28.7		32.2
1977	53.1	103		3.84	35.1	26.5	8.04	21.2
1978	62.9	130		5.78	46.1	48.7	24.5	20.8
1979	23.1	87.3		4.00	28.7	28.3	8.28	15.9
1980	50.5	132		4.35	46.9	32.4	16.7	22.3
1981	56.8	96.2		3.77	32.3	25.7	5.53	28.5
1982	71.6	137		4.57	49.0	34.9	11.4	28.0
1983	78.7	177		5.37	65.3	44.1	18.4	43.7
1984	70.5	136		5.78	48.6	48.7	16.4	41.8
1985	52.5	114		4.09	39.6	29.4	14.3	20.1
1986	52.9	106		4.89	36.3	38.6	17.4	22.5
1987	54.9	102		4.77	34.7	37.2	11.0	21.2
1988	66.9	110		4.33	38.0	32.1	9.9	15.1
1989	35	61.7		4.44	18.3	33.4	9.3	23.6
1990	64.4	120		5.42	42.0	44.6	17.8	24.2
1991	71	120		4.86	42.0	38.2	18.0	25.0
1992	50.1	88.3		4.06	29.1	29.0	9.42	21.5
1993	27.3	54.3		3.31	15.2	20.4	4.67	19.8
1994	49.4	94.3		4.09	31.6	29.4	9.64	25.4
1995	66.4	132		4.77	46.9	37.2	7.92	32.0
1996	48.6	71.0		3.36	22.1	21.0	5.00	19.4

Год	р. Мга - д. Горы	р. Тосна - ст. Тосно	р. Тосна - д. Рубежи	р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	р. Ижора - д. Антропшино	р. Ижора - д. Аннолово	р. Славянка - пос Тярлево	р. Охта - д. Но- вое Девяткино
1997	35.8	69.2		3.15	21.3	18.6	3.67	19.0
1998	78.8	141		4.71	50.6	36.5	13.6	33.8
1999	63.4	135		4.57	48.1	34.9	12.7	32.6
2000	43.9	84.6		3.72	27.6	25.1	7.26	22.2
2001	59.4	104		4.78	35.5	44.1	17.8	26.2
2002	38.9	65.6		4.64	19.9	26.9	8.26	18.2
2003	40.7	43.5		3.61	10.8	23.9	6.60	13.7
2004	59.4	97.4		4.14	32.8	33.9	12.1	24.8
2005	123	150		5.19	54.3	49.9	21.0	35.7
2006	47.2	63.2		1.99	18.9	16.6	2.56	25.2
2007	38.1	67.1		3.42	20.5	14.4	1.35	17.6
2008	91.2	102		4.65	34.7	32.0	11.1	27.7
2009	40.7	77.3		4.29	24.6	29.3	9.59	13.6
2010	116	173		6.57	63.6	50.6		31.9
2011	101	136		10.3	48.6	40.5		31.9
2012	75.3	95.4		4.55	32.0	32.6	11.4	29.5
2013	128	161		5.08	58.7	35.3	12.9	32.8
2014	47.9	31.1		4.15	5.79	30.0	10.0	15.3
2015	64.1	65.6		3.15	19.9	18.6	3.67	20.3
2016	105	62.8		3.18	18.7	19.0	3.89	14
2017	54.3	71.2		3.15	22.1	18.6	3.67	21.6
2018	124	135		5.28	48.1	43.0	17.2	31.1
2019	65.4	107		3.59	36.7	23.7	6.49	22.3
2020	43.4	74.2		3.44	23.4	21.9	5.49	32.2
2021	46.5	78.8		3.85	25.2	26.6	8.09	29.6

Приложение Е1 – Проверка рядов на однородность

№	Река – пост	n	t^*	$t_{2\alpha}$	F^*	$F_{2\alpha}$	Опровержение гипотезы об однородности	
							Стьюдент	Фишер
72039*	р. Мга - д. Горы	87	0.40	1.99	1.11	1.66		
72043*	р. Тосна - ст. Тосно	88	2.02	2.11	2.60	3.39		
72042	р. Тосна - д. Рубежи	19	0.42	1.99	1.44	1.66		
72729*	р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	45	0.13	2.02	5.05	2.06		$\oplus$
72729*	р. Ижора - д. Антропшино	78	0.83	1.99	1.40	1.72		
72048*	р. Ижора - д. Аннолово	78	0.32	1.99	1.43	1.72		
72733*	р. Славянка - пос Тярлево	43	1.63	2.02	1.10	2.11		
72055*	р. Охта - д. Новое Девяткино	89	3.56	1.99	2.53	1.66	$\oplus$	$\oplus$
* - ряд восстановлен, $\oplus$ – гипотеза об однородности опровергается.								

Приложение Е2 – Проверка рядов на стационарность

№	Река – пост	n	R^2	R	σ_R	R/σ_R	$t_{2\alpha=5\%}$	Значимость тренда
72039*	р. Мга - д. Горы	87	0.012	0.108	0.107	1.011	1.988	
72043*	р. Тосна - ст. Тосно	88	0.010	0.099	0.106	0.933	1.988	
72042	р. Тосна - д. Рубежи	19	0.240	0.490	0.179	2.732	2.110	↓
72729*	р. Ижора - пос. Мыза-Ивановка	45	0.006	0.077	0.150	0.513	2.017	
72729*	р. Ижора - д. Антропшино	78	0.017	0.131	0.112	1.167	1.992	
72048*	р. Ижора - д. Аннолово	78	0.013	0.113	0.113	1.006	1.992	
72733*	р. Славянка - пос Тярлево	43	0.136	0.368	0.133	2.761	2.020	↓
72055*	р. Охта - д. Новое Девяткино	89	0.124	0.352	0.093	3.767	1.988	↓
* - ряд восстановлен, ↓ – значимый тренд на убывание, ↑ – значимый тренд на возрастание.								

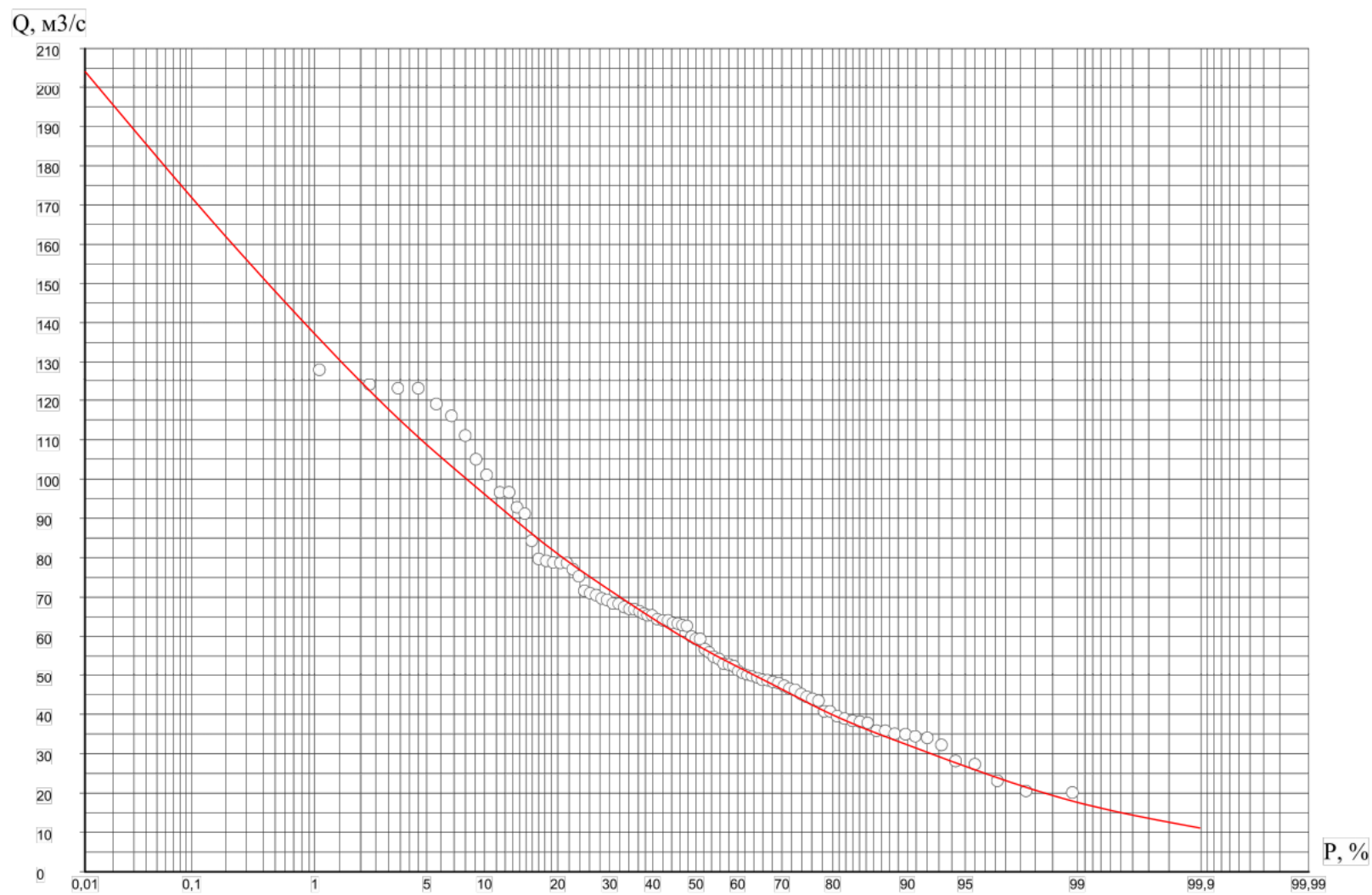
Приложение Ж1 – Расчетные характеристики

Река	Пост	n , лет	$Q_{\text{ср}}$, м ³ /с	σ	C_v	C_s	C_s/C_v	C_s/C_v (принято)	E_Q , %	E_{C_v} , %	E_{C_s} , %
Мга	д. Горы	87	62.2	25.3	0.41	0.85	2.11	2	4.35	8.12	44.8
Тосна	ст. Тосно	88	103	38.3	0.37	0.44	1.19	1	3.96	7.99	81.7
	д. Рубежи	19	101	44.1	0.44	0.58	1.33	1.5	10.0	17.0	147
Ижора	пос. Мыза-Ивановка	45	4.50	1.28	0.28	1.40	4.93	5	-	-	-
	д. Антропшино	78	35.1	16.0	0.45	0.41	0.90	1	5.14	8.70	107
	д. Аннолово	78	31.9	10.7	0.34	0.40	1.18	1	3.81	8.40	92.4
Славянка	пос Тярлево	43	10.6	5.47	0.52	0.49	0.95	1	7.90	11.8	131
Охта (полный ряд наблюдений)	д. Новое Девяткино	89	28.5	10.2	0.36	1.18	3.30	3.5	3.79	7.92	29.9
Охта (1958 - 2021 г.)		64	26.0	7.68	0.30	0.56	1.89	2	3.70	9.17	68.3

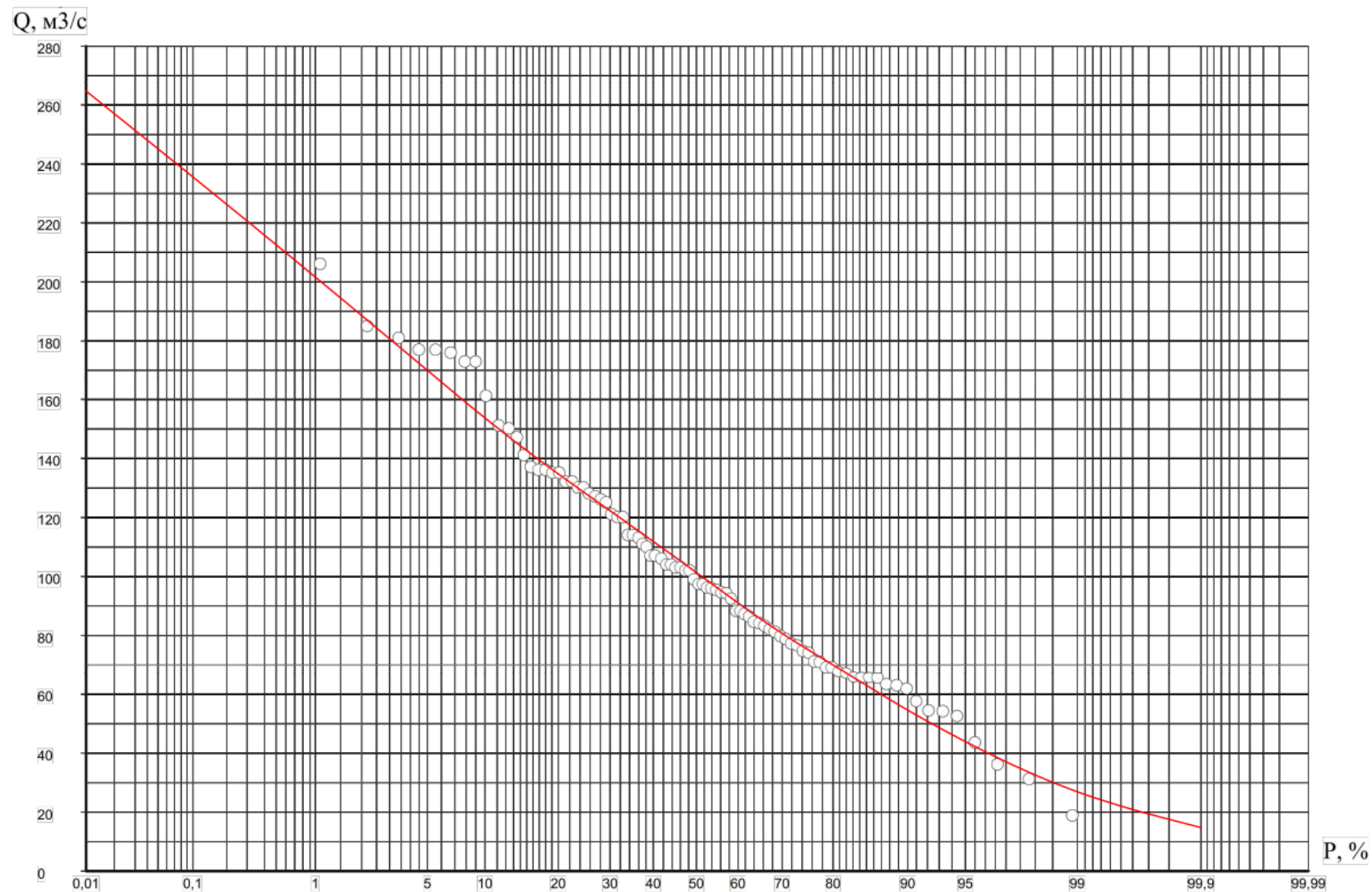
Приложение Ж2 – Ординаты кривых обеспеченностей

Река	Пост	Характеристика	Обеспеченность, Р%													
			0.01	0.1	1	5	10	20	30	50	70	80	90	95	99	99.9
Мга	д. Горы	q_p , л/с·км ²	288	242	193	154	136	116	102	82.9	66.1	56.8	45.8	38.4	25.8	16.1
		Q_p , м ³ /с	204	172	137	109	96.6	81.9	72.4	58.8	46.9	40.3	32.5	27.2	18.3	11.4
Тосна	ст. Тосно	q_p , л/с·км ²	204	182	155	131	119	104	94.0	77.4	62.2	53.6	42.6	34.4	21.8	11.7
		Q_p , м ³ /с	265	236	201	170	154	135	122	101	80.8	69.6	55.3	44.7	28.3	15.3
	д. Рубежи*	q_p , л/с·км ²	326	266	203	155	133	109	93.6	71.5	-	-	-	-	-	-
		Q_p , м ³ /с	394	321	245	188	161	132	113	86.5	-	-	-	-	-	-
Ижора	пос. Мыза-Ивановка*	q_p , л/с·км ²	-	143	88.7	63.4	54.9	47.5	43.6	39.2	-	-	-	-	-	-
		Q_p , м ³ /с	-	15.5	9.58	6.85	5.93	5.13	4.71	4.24	-	-	-	-	-	-
	д. Антропшино	q_p , л/с·км ²	139	120	98	80.5	71.7	61.5	54.4	43.4	33.2	27.5	19.8	13.9	3.64	-
		Q_p , м ³ /с	109	93.8	76.9	63.1	56.2	48.2	42.6	34.0	26.0	21.6	15.5	10.9	2.85	-
	д. Аннолово	q_p , л/с·км ²	146	131	112	95.7	87.5	77.3	70.3	58.9	48.3	42.3	34.5	28.7	19.3	11.5
		Q_p , м ³ /с	77.8	69.5	59.6	50.8	46.5	41.1	37.3	31.3	25.7	22.4	18.3	15.2	10.2	6.10
Славянка	пос Тярлево*	q_p , л/с·км ²	471	389	301	234	203	168	146	114	-	-	-	-	-	-
		Q_p , м ³ /с	41.3	34.0	26.3	20.5	17.7	14.7	12.8	10.0	-	-	-	-	-	-
Охта	д. Новое Девяткино*	q_p , л/с·км ²	331	263	194	146	125	102	92.3	79.8	66.2	59.0	50.1	43.6	33.0	23.0
		Q_p , м ³ /с	112	89.3	66.0	49.6	42.4	34.8	31.4	27.1	22.5	20.1	17.0	14.8	11.2	7.83
* - построена усеченная или составная кривая обеспеченностей																

Приложение Ж3.1 – Эмпирическая и аналитическая кривая Крицкого-Менкеля р. Мга – д. Горы



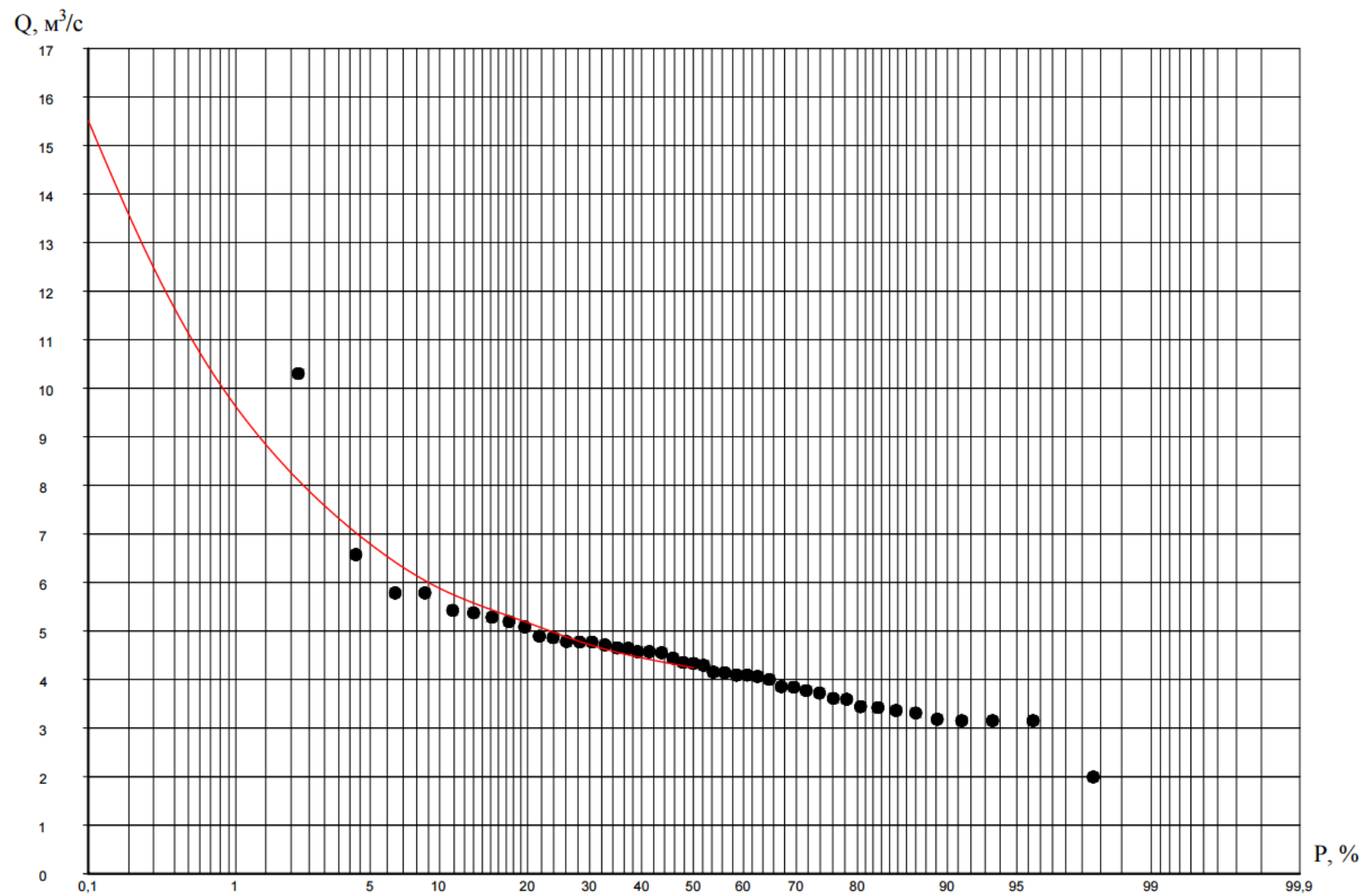
Приложение Ж3.2 – Эмпирическая и аналитическая кривая Крицкого-Менкеля р. Тосна – ст. Тосно



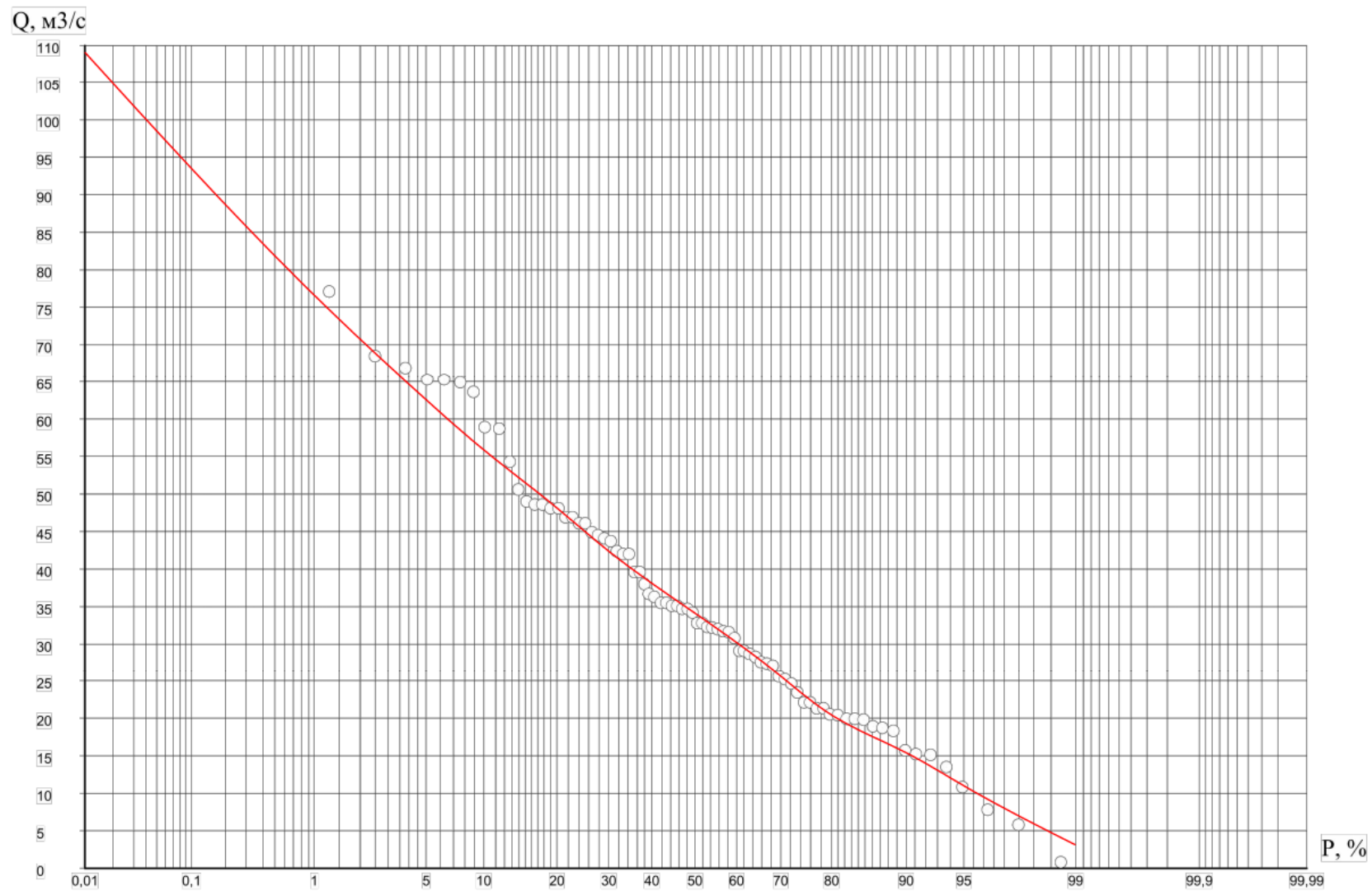
Приложение Ж3.3 – Эмпирическая и аналитическая усеченная (Гамма-2Р) кривая кривая р. Тосна – д. Рубежи



Приложение ЖЗ.4 – Эмпирическая и аналитическая усеченная кривая Парето р. Ижора – пос. Мыза-Ивановка



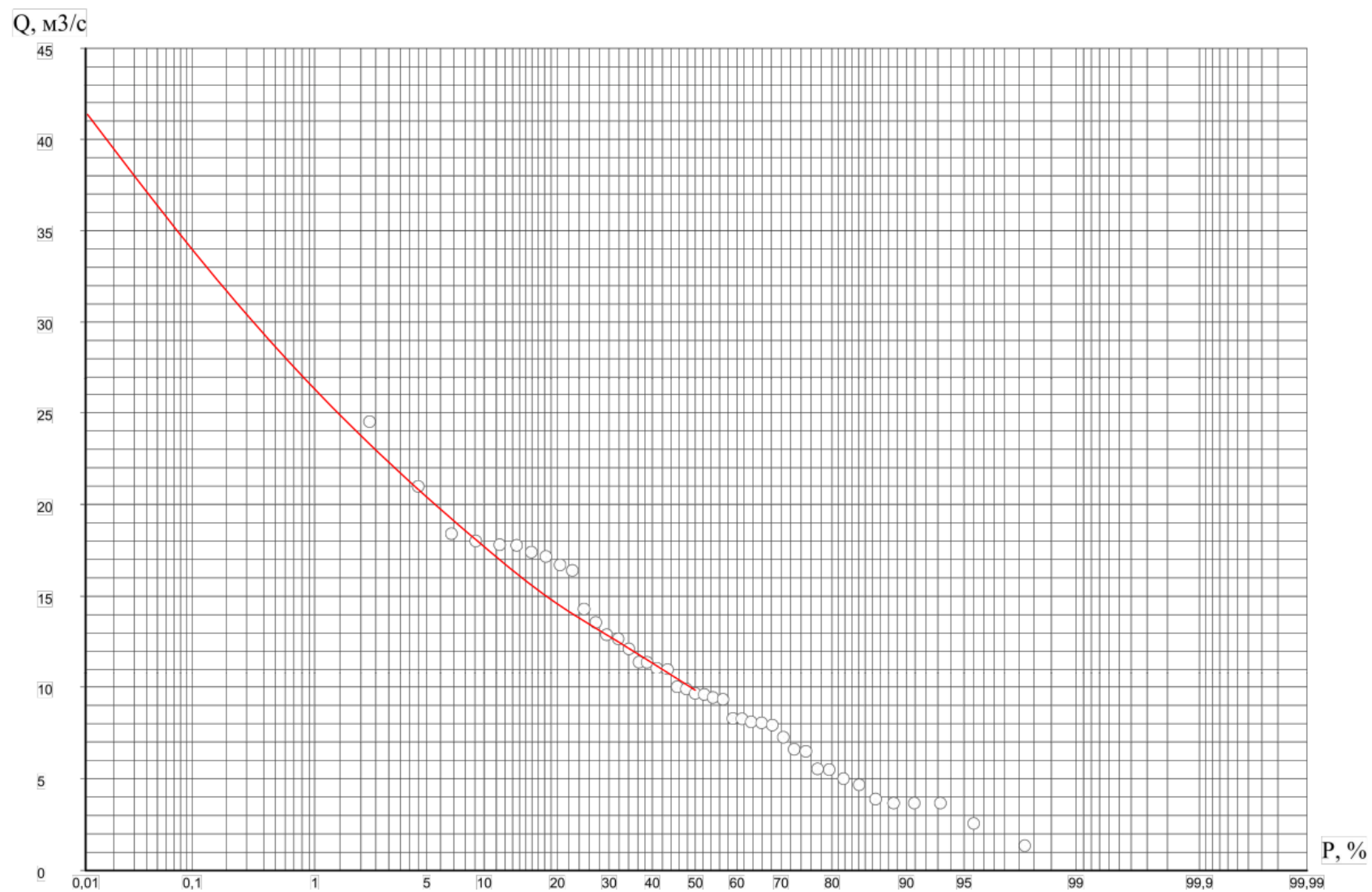
Приложение Ж3.5 – Эмпирическая и аналитическая кривая Пирсона – III р. Ижора – д. Антропшино



Приложение Ж3.6 – Эмпирическая и аналитическая кривая Крицкого-Менкеля р. Ижора – д. Аннолово



Приложение Ж3.7 – Эмпирическая и аналитическая усеченная (Гамма-2Р) кривая р. Славянка – пос. Тярлево



Приложение Ж3.8 – Эмпирическая и аналитическая составная кривая Гумбеля р. Охта – д. Новое Девяткино

