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

Кафедра Гидрологии суши

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(магистерская диссертация)

На тему **Анализ пространственно-временной изменчивости максимальных расходов и слоев половодья рек Северо-Запада России**

Исполнитель Пучкарюс Алена Владимировна

Руководитель кандидат географических наук, доцент

Сикан Александр Владимирович

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

канд. геогр. наук, доцент Сикан Александр Владимирович

«06» июня 2017 г.

Санкт–Петербург
2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ 6
1.1 Рельеф.....7
1.2 Геологическое строение 9
1.3 Почвенный покров 13
1.4 Гидрографическая сеть 18
1.5 Подземные воды.....30
1.6 Климат.....36
2 ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ВЕСЕННЕГО СТОКА НА РЕКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ 42
2.1 Общая характеристика водного режима 42
2.2 Весеннее половодье 42
3 СБОР, АНАЛИЗ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ 45
3.1 Приведение коротких рядов к многолетнему периоду 45
3.2 Проверка рядов на однородность 49
3.3 Оценка временных трендов.....52
3.4 Выявление даты изменения условий формирования стока 54
3.5 Расчет статистических характеристик максимальных расходов и модулей стока весеннего половодья 56
3.6 Расчет статистических характеристик слоев весеннего половодья 58
4 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЙОННОЙ РЕДУКЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ 60
4.1 Расчет максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья различной обеспеченности 61
4.2 Оценка показателя степени редукции и параметра F_1.....62
4.3 Расчет коэффициента $\mu_{P\%}$, учитывающего неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды.....63
4.4 Расчет параметра K_0, характеризующего дружность весеннего половодья...64
4.5 Картирование параметров слоя стока весеннего половодья.....66
5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....78

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 79
СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ 80
ПРИЛОЖЕНИЯ 81

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена исследованию пространственно- временной изменчивости максимальных расходов и слоев весеннего половодья на территории северо-западной части европейской территории Росси. Регулярное проведение таких исследований необходимо для уточнения и совершенствования методов расчета максимального стока неизученных рек региона, в условиях меняющегося климата и возрастающей антропогенной нагрузки на речные водосборы.

Основная цель исследования – совершенствование методики расчета максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений в створе проектирования.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи.

- Оценка влияния климатических и антропогенных факторов на основные характеристики весеннего половодья.
- Расчет максимальных расходов и слоев весеннего половодья в створах гидрометрической сети с учетом данных наблюдений за последние годы.
- Оценка параметров районной редукционной формулы и их пространственное обобщение.

В качестве исходных данных использовались ряды максимальных расходов и слоев половодья по 109 гидрометрическим постам, расположенным в районе исследований. Короткие ряды были приведены к многолетнему периоду с использование регрессионных методов. В общей сложности было восстановлено 40 рядов. Средняя продолжительность рядов 65 лет.

При решении поставленных задач применялись методы статистического анализа, гидрологической аналоги, пространственной интерполяции, географического районирования.

При обработке и анализе данных использовались компьютерные программы: MS Excel, MapInfo Professional, Statistica, HydroStatCalc.

Работа состоит из 4 разделов, введения и заключения.

В первом разделе дана краткая физико-географическая и климатическая характеристика Северо-Запада РФ.

Во втором разделе рассматриваются особенности формирования максимального весеннего стока на реках Северо-Запада РФ.

В третьем разделе производится статистическая обработка исходных данных, включающая в себя проверку на однородность, значимость трендов и расчет основных статистических характеристик и их погрешностей.

В четвертом разделе на основе полученных данных приводится районная редукционная зависимость с дальнейшим обоснованием параметров районной редукционной формулы.

В заключении представлены результаты проведенного исследования.

Работа содержит 30 рисунков, 11 таблиц, 13 приложений и список использованных источников из 12 наименований. Общий объем работы 131 страницы.

1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследуемый район расположен на северо-западе Европейской части России между 67° 40′ – 55° 36′ с. ш. (протяжение около 1200 км) и 27° 20′ – 37° 57′ в. д. (протяжение около 420 км). Его площадь 396 тыс. км^2. Включает в себя Республику Карелию, Ленинградскую, Новгородскую и Псковскую области (рисунок 1.1).

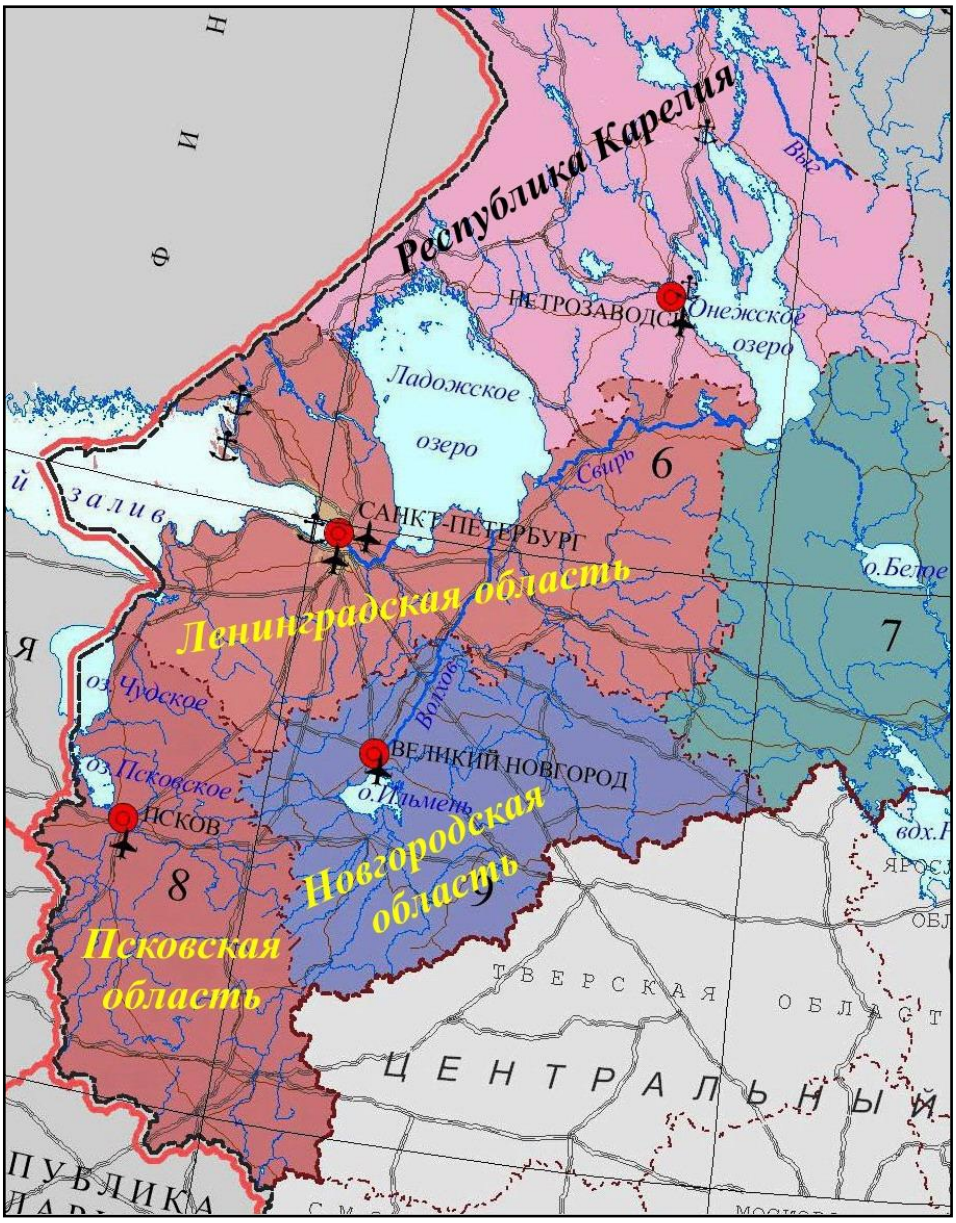


Рисунок 1.1 – Административная карта Северо-Запада ЕТР.

1.1 Рельеф

Рассматриваемая территория по характеру рельефа подразделяется на две части: 1) низменную, расположенную на северо-западе и 2) восточную, юго-восточную и южную – возвышенную. Первая часть расположена в основном в пределах Прибалтийской низменности, уходящей на западе на территорию Эстонии и Латвии, а на севере и северо-востоке – в Карелию.

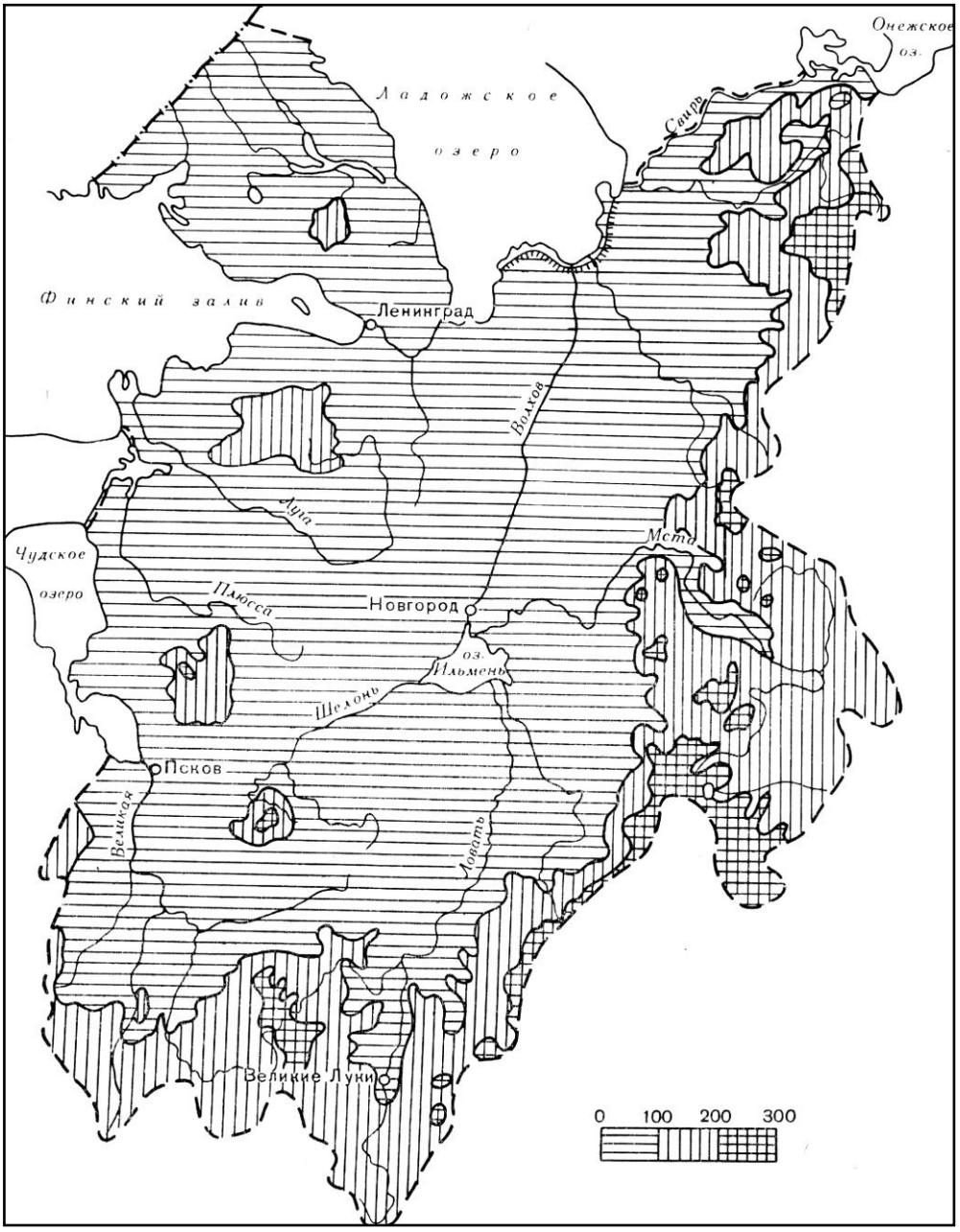


Рисунок 1.2 – Гипсометрическая карта Северо-Запада

Прибалтийская низменность является довольно однообразной слабоволнистой равниной, на которой отчетливо виден ряд возвышенностей и понижений. Абсолютные отметки поверхности в среднем составляют 50-100м, однако наиболее значительные возвышенности достигают 200-300 м. К ним относятся: возвышенность в центральной части Карельского перешейка, Силурийское плато в центральной части Ленинградской области, Лужская возвышенность, расположенная к северо-востоку от г. Пскова, Судомская – к югу от г. Порхова и Бежаницкая –к югу от г. Новоржева.

Центральная Карельская возвышенность представляет собой возвышенную моренную равнину, которая сильно разбавлена речной сетью. По южной окраине ее располагаются камовые холмы (Лемболовские, Токсовские высоты и др.).

Силурийское (Ордовикское) плато, вытянутое почти в широтном направлении от р. Нарвы на западе до р.Сясь на востоке, представляет собой плоскую возвышенную равнину. Его западная часть именуется Ижорским платом. Она наиболее обширная и приподнятая. Здесь в известняках и доломитах ордовика широко развит карст. Вдоль северного края Силурийского плато прослеживается крутой уступ (глинт), отделяющий его от Предглинтовой низменности. В западной части уступ обрывистый, высотой до 30-50 м и более, в восточной части он выполаживается и не превышает 15 м.

«Возвышенности – Лужская, Судомская и Бежаницкая – это так называемый меридиональный пояс краевых ледниковых образований, соответствующий различным стадиям валдайского оледенения – представляют собой сложное чередование конечноморенных холмов, гряд и камовых холмов с относительными высотами до 100-125 м.

Понижения рельефа в виде обширных низменностей с абсолютными отметками от 0 до 50 м, редко более, расположены в северной, центральной и западной частях территории. Это (с севера на юг) Вуоксинская низина в северной части Карельского перешейка, Предглинтовая низменность, вклю-

чающая впадины Финского залива, Ладожского и Онежского озер (по местным названиям Лужско-Нарвская, Приморская, Приневская и Приладожская), Приильменская или Волхово-Ловатская низина с котловиной, занятой оз. Ильмень, и Чудско-Псковская низина с впадиной Чудского и Псковского озер». [3].

Прибалтийская низменность пересечена густой сетью рек, расходящейся в различных направлениях. Долины рек, обычно, врезаны неглубоко и лишь при пересечении склонов водораздельных возвышенностей они врезаются на глубину от 20 до 40 м и иногда до 50 м. Характерно развитие болот в низинах и на плоских междуречных пространствах.

«Возвышенная часть территории Северо-Запада – восточная, юго-восточная и южная – расположена в пределах Валдайской возвышенности, которая широкой дугой окаймляет Прибалтийскую низменность и тянется от восточного побережья Онежского озера до г.Великие Луки, переходя далее на территорию Белоруссии и Литвы. Валдайская возвышенность является краевой зоной валдайского ледника. Она приурочена к Карбоновому плато, сложенному известняками нижне- и средне-каменноугольного возраста, а южнее г.Валдая – к выступам в рельефе девонских пород и состоит из многочисленных холмов и гряд преимущественно округлой формы, разделенных долинами и лощинами с множеством озер. Для гряд характерна северо-восточная ориентировка. Относительная высота холмов и гряд от 20 до 50 м. Максимальные абсолютные отметки поверхности достигают 320 м (в районе г.Валдая), а в среднем составляют 150-200 м». [3].

От Прибалтийской низменности Валдайская возвышенность отделяется Карбоновым уступом, представляющий собой выположенный склон шириной от 5 до 30 кми высотой до 70-100 м, который прорезан многочисленными глубокими современными долинами рек, интенсивно дренирующими водоносные горизонты каменноугольных отложений. Местами уступ замаскирован конечноморенными образованиями.

1.2 Геологическое строение

Почти вся территория Северо-Запада расположена в пределах Русской платформы, которая сложена комплексом осадочных дочетвертичных отложений, залегающих под четвертичными на архейском или протерозойском кристаллическом основании. К южной оконечности Балтийского щита относится и сложена древнейшими кристаллическими породами архейско-протерозойского комплекса самая северная окраина территории – север Карельского перешейка, представленный различного рода гнейсами и сланцами.

Осадочные коренные образования области представлены преимущественно отложениями палеозоя: толщами нижнего кембрия, нижнего, среднего и верхнего ордовика, среднего и верхнего девона, нижнего и среднего карбона.

Древние стратиграфические горизонты палеозойской группы осадков полого под углом 10-15°С погружаются под более молодые в направлении с северо-запада на юго-восток. На крайнем северо-западе области, на склоне Балтийского щита, под четвертичными отложениями залегают рыхлые песчано-глинистые породы нижнего кембрия общей мощностью 200-500 м.

«К югу располагается развитая почти в широтном направлении полоса ордовикских отложений, образующая Ордовикское (Силурийское) плато, крупным уступом (Балтийско-Ладожский глинт) обрывающееся в сторону Предглинтовой низменности. Ордовикские отложения представлены песчаниками, известняками и доломитами общей мощностью 100-150 м. Характерна трещиноватость пород, типичен карст. В основании глинта Силурийского плато и по долинам прорезающих его рек прослеживаются выходы кембрийских песчаников и синих глин.

К югу и востоку от Ордовикского плато находится обширная область развития преимущественно рыхлых девонских отложений, занимающих примерно 60% всей области Северо-Запада. Представлены они двумя отделами: средним (песчаники, доломиты, мергели). и верхним (известняково-мергелистая и пестроцветная толщи). Мощность отложений среднего девона 50-150 м, верхнего девона – до 300 м». [3].

С востока и юго-востока область развития девонских отложений сменяется вытянутой полосой пород каменноугольного возраста, слагающих так называемое Карбоновое плато. Каменноугольные отложения представлены нижним и средним отделами. Нижний карбон сложен известняково-глинистой и известняково-доломитовой толщей мощностью 60-95 м. Средний карбон сложен известняками и доломитами. Мощность его неравномерная и изменяется в пределах 12-80 м. Известняки карбона трещиноватые и закарстованы.

«Палеозойские осадочные породы повсеместно перекрыты толщей четвертичных отложений, мощность которых варьирует в больших пределах (0.5-200 м). Эти отложения представлены комплексом ледниковых и послеледниковых образований. Самыми древними из них являются московская морена и сопровождающие ее водно-ледниковые осадки. Выше залегает комплекс позднеледниковых песчаных флювиогляциальных и озерно-ледниковых песчано-глинистых отложений. Заканчивается разрез четвертичной толщи послеледниковыми и современными отложениями. Это обычно покровные образования: озерные, морские песчано-глинистые отложения, аллювиальные наносы, торфяники, эоловые (дюнные) пески». [3].

Минимальная мощность четвертичных отложений от 0.5 до 5 м наблюдается на участках Силурийского плато и от 10 до 20 м в Приильменской и Предглинтовой низменностях. Наибольшая их мощность достигает 160-200 м в пределах Судомской возвышенности и 100-130 мв пределах Центральной

Карельской. Значительная мощность четвертичных отложений (60-120 м*)* наблюдается также в зоне краевых образований последнего оледенения. Эта зона, приуроченная в основном к выступу поверхности дочетвертичных пород – Карбоновому плато и его склону, препятствовала продвижению ледника и способствовала аккумуляции ледниковых и водно-ледниковых осадков.

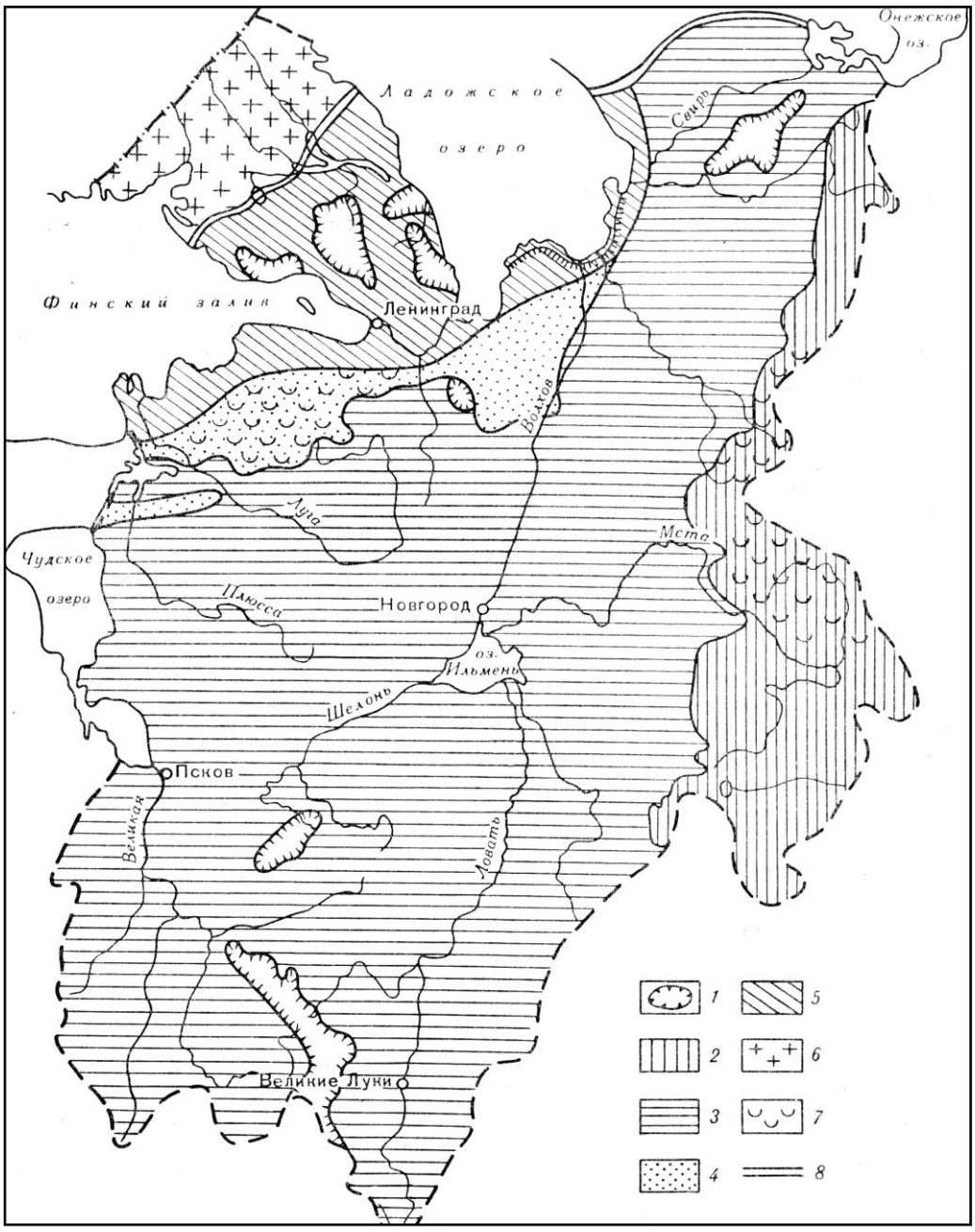


Рисунок 1.3 – Геологическая карта Северо-Запада.

Отложения: *1 – четвертичные комплексы значительной мощности, 2 – каменноугольные, 3 – девонские, 4 – ордовикские, 5 – кембрийские, 6 – архейские и протерозойские, 7 – участки проявления карста на поверхности земли, 8 – граница палеозойских и архейско-протерозойских отложений.*

Карст. В границах описываемой территории карстовыми процессами затронуты растворимые отложения от нижнего ордовика до среднего карбона. Эти процессы локализуются в двух основных карстовых районах: на Силурийском (Ордовикском) и Карбоновом плато. В состав закарстованных пород входят доломиты, известняки, мергели, гипсы, соленосно-карбонатные породы. Карстовые массивы служат хорошими аккумуляторами подземных вод. По периферии возвышенностей обычно наблюдается обильное выклинивание их, что обусловливает повышенные значения модулей стока. Для областей распространения карста характерно большое изменение стока на небольших площадях, несовпадение поверхностных и подземных водосборов.

Наиболее сильно современный карст развит на Ижорском плато, которое покрыто маломощным пластом морены (1-2 м). Плато характеризуется почти полным отсутствием современной гидрографической сети, так как разнообразные карстовые воронки, слепые долины и суходолы (с понорами в русле) сразу же поглощают дождевые и талые воды, переводя поверхностный сток в подземный. Растекание подземного стока происходит центробежно – во все стороны. Размеры карстовых воронок в поперечнике от 0.5 до 40 м, глубина их от 0.5 до 8 м, иногда до 15 м, средняя плотность – 2-3 на 1 км^2.Подземные формы карста представлены системой хорошо разработанных трещин, всякого рода пустотами и полостями. Наибольшие из них, так же как поверхностные формы, приурочены к тектоническим трещинам. На других участках Силурийского плато с увеличением мощности четвертичных отложений до 6-8 м(морена, ленточные глины) поверхностные формы карста практически не развиваются. Этим можно объяснить очень слабое их развитие на Волховском плато, где мощность покровных отложений достигает иногда 15-20 м.

Карстовые формы рельефа на Карбоновом плато развиваются, как и в предыдущем районе, на тех участках, где мощность четвертичных отложений сокращается до нескольких метров, или они представлены водопроницаемыми породами. Наиболее распространенными являются карстовые воронки, часто встречаемые в долинах рек Тихвинки, Увери, Воложбы, вблизи г.Боровичи. Карстовыми являются и озера, имеющие весьма непостоянный уровень и иногда совершенно исчезающие (озера к востоку от г.Боровичи). В местах разгрузки карстовые источники дают дебиты в десятки и сотни литров воды в секунду, а для целых групп таких источников дебит достигает 500—700 л/с.

Некоторое развитие карст имеет в пределах распространения карбонатно-гипсовых отложений среднего девона на территории Псковской области. На окраине г.Пскова из закарстованных пород выходят источники с дебитом до 55 л/сек. Южнее, в левобережной части долины р.Великой, встречаются карстовые воронки и провалы, приуроченные к участкам неглубокого залегания чудовских и бурегских известняков. Довольно сильно закарстованы доломиты псковско-чудских слоев в верховьях р.Великой.

1.3 Почвенный покров

Основные процессами почвообразования на территории Северо-Запада это подзолообразование и заболачивание, что объясняется положением территории в зоне с холодным, влажным климатом, а также преобладанием лесной, преимущественно хвойной растительности.

Вблизи Ладожского и Онежского озер расположены низины, сложенные отложениями различного механического состава, с признаками заболачивания и почти не содержащие валунов. На восточном берегу Ладожского

озера (Олонецкая равнина) они сочетаются с крупными болотными массивами, среди которых распространены подзолисто-глеевые почвы.

На территории, которая расположена к югу от Ладожского и Онежского озер широко распространены слабо- и среднедерновоподзолистые почвы, подзолистые и болотные. Изредка встречаются дерново-карбонатные и аллювиальные почвы.

По механическому составу почвы можно разделить глинистые, тяжелосуглинистые, средне- и легкосуглинистые, супесчаные и песчаные. Преобладают суглинистые почвы на валунных суглинках, но много почв и супесчаных.

В Приладожье и районах Приволховской низины встречаются разновидности почв – подзолисто-глеевые и торфяно-глеевые, на Карельском перешейке распространены слабо- и среднеподзолистые почвы, суглинистые на валунных суглинках и супесчаные.

В бассейне р.Луги большое распространение имеют дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы на карбонатных валунных суглинках. В центральной части бассейна и низовье встречаются заболоченные почвы. Для северной части Псковской области характерно сочетание подзолистых почв легкого механического состава от песчаных до легких суглинков и заболоченных. Для южной части области характерна значительно большая связность почв (более тяжелый механический состав) и меньшая их оподзоленность, чем в северной части. Подзолистые горизонты в почвах Псковской области часто имеют буроватую или желтоватую окраску в отличие от белесого цвета северных подзолов. В них значительно лучше развит гумусовый дерновый горизонт, они более влагоемки. Такие почвы называются дерново-буро-подзолистыми. По побережью Псковского озера, благодаря близкому расположению уровня грунтовых вод и подтоплению водами озера, образовались осоковые и тростниково-камышовые болота низинного типа.

В Новгородской области наибольшее распространение имеют дерново-подзолистые и все разновидности подзолистых почв. Юго-западная часть Приильменской низины в основном сложена карбонатно-валунными суглинками. Здесь распространены дерново-карбонатные почвы.

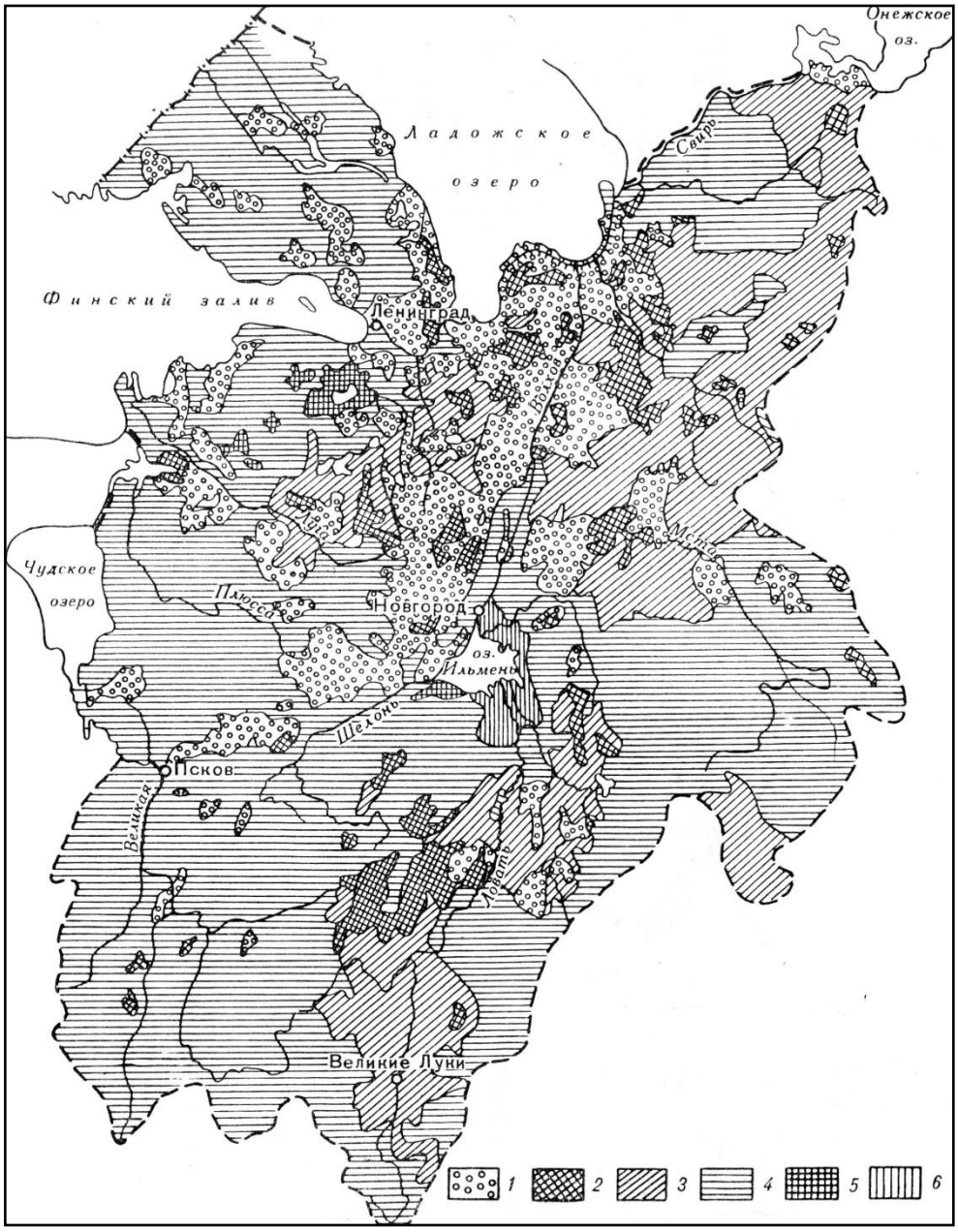


Рисунок 1.4 – Карта почв Северо-Запада по генетическому составу.

1 – торфяно-подзолисто-глеевые и подзолисто-глеевые, 2 – торфяно-глеевые (верховых болот), 3 – дерново-подзолистые, 4 – подзолистые и подзолы, 5 – дерново-карбонатные и перегнойно-карбонатные, 6 – аллювиально-луговые.

Волховско-Ильменская низменность к северу от оз.Ильмень сложена, главным образом, ленточными глинами. В отдельных местах встречаются карбонатные отложения, но они находится на значительной глубине и роль их в почвообразовании незначительна. Здесь широко распространены подзолисто-глеевые, торфяно-глеевые почвы. Только к востоку от р.Волхова встречаются песчаные отложения с преобладанием сильно подзолистых почв.

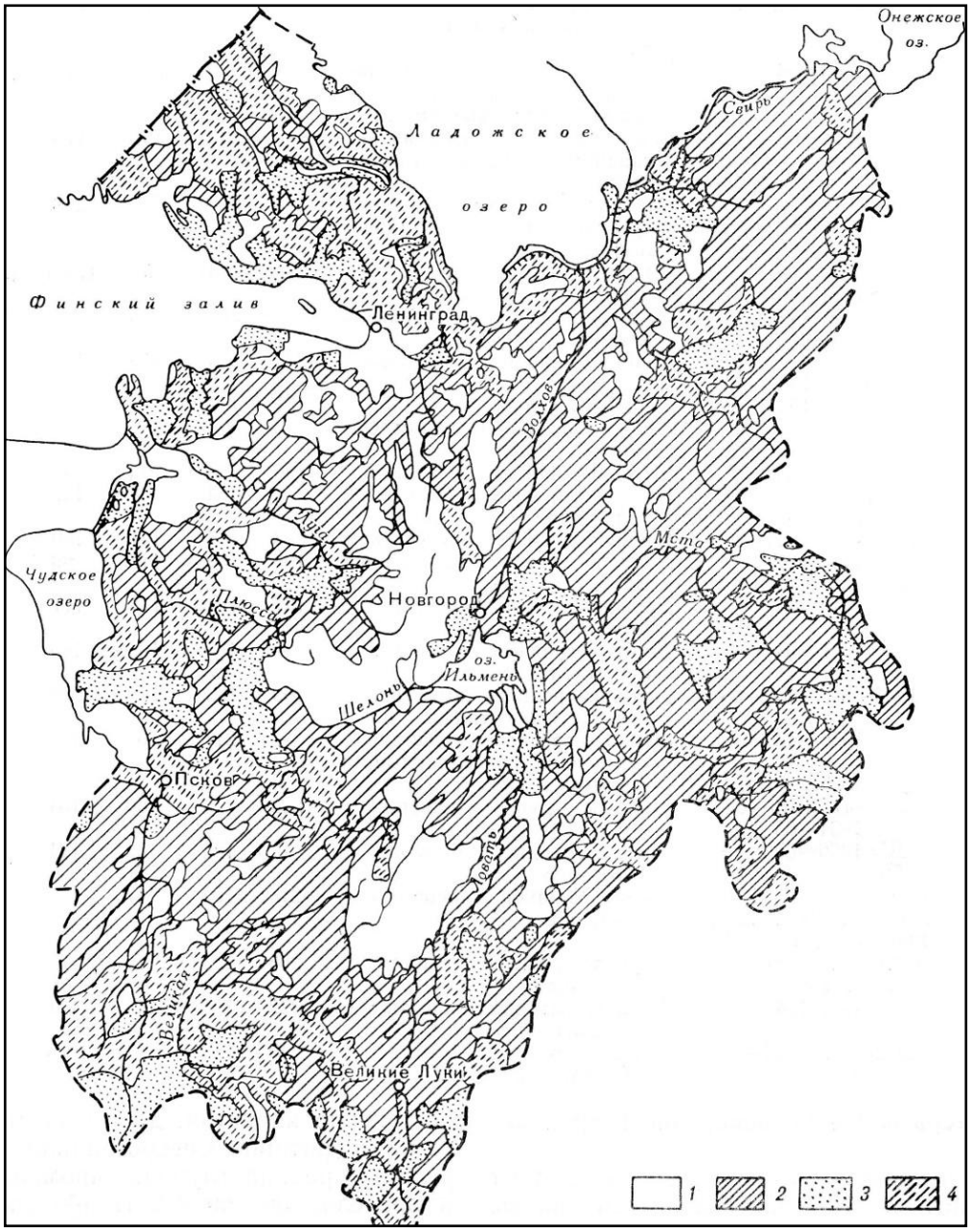


Рисунок 1.5 – Карта почв Северо-Запада по механическому составу.

1– глинистые и тяжелосуглинистые, 2 – средне- и легкосуглинистые, 3 – песчаные, 4 – супесчаные.

«Для Валдайской гряды типичен ландшафт конечных морен, который обусловливает значительную пестроту почвообразующих пород. В основном она сложена валунными суглинками, а ложбины и впадины, занимающие пространство между грядами, заняты озерами, заболоченными почвами и болотами. Поэтому почвенный покров здесь крайне разнообразен. Преобладают дерновые, дерново-слабоподзолистые и сильноподзолистые почвы различного механического состава. На вершинах холмов часто встречаются слаборазвитые или смытые почвы, отличающиеся тяжелым механическим составом. В юго-восточной части Валдайской возвышенности имеются карбонатные отложения, к которым приурочены дерновые и дерново-подзолистые почвы. В южной части возвышенности, кроме суглинистых, встречаются грубопесчаные отложения с преобладанием средне и сильноподзолистых почв». [3].

Рассматриваемая территория расположена в зоне достаточного и избыточного увлажнения. Однако влагозапасы в почво-грунтах также находятся в прямой зависимости от механического состава и глубины залегания грунтовых вод.

Влагонасыщенность почв за теплый период сначала уменьшается в июле – августе (реже в июле). Затем начинается повышение влажности почвы вследствие увеличения количества осадков и одновременно уменьшение потерь влаги на испарение и транспирацию.

Влагозапасы в почве в зимнее время зависят от промерзания почвы. Влагонасыщенность почвы резко увеличивается за счет капиллярного подсасывания при ледообразовании, а также за счет парообразной воды, поднимающейся из теплых нижних слоев почвы к верхним холодным, где она конденсируется и замерзает.

1.4 Гидрографическая сеть

Реки. Большая часть территории Карелии и Северо-Запада имеет хорошо развитую гидрографическую сеть, которая принадлежит бассейнам Белого и Балтийского морей. Густота данной сети составляет 0,56 км/км2. Избыточно влажный климат этого района обуславливается в первую очередь наличием большого количества рек, озер и болот.

Общее число рек здесь составляет 85654, а их суммарная длина достигает 221 157 км, причем характерным для гидрографической сети является большое количество мелких рек. Число рек и ручьев длиной менее 10 км составляет 97% общего числа, а длина их – 70% общей длины. Рек, длиной более 50 км насчитывается всего 231, а суммарная длина их составляет 23417 км.

Имеющиеся различия в орографии и геологии территории Карелии и Северо-Запада обусловливают большое разнообразие в характере распределения и строения гидрографической сети, а также в особенностях водного режима рек.

Гидрографическая сеть Карелии и Карельского перешейка представлена большей частью либо небольшими реками, либо короткими протоками, которые, соединяя между собой многочисленные озера, образуют отдельные озерно-речные системы.

Очень часты случаи, когда протяженность озер больше длины речных участков. Например, протяженность озерных участков на реках Ковде, Лендерке, Ногеус-йоки и других достигает 64-67% всей длины реки.

Направление гидрографической сети на территории Карелии и Карельского перешейка находится в полном соответствии с ее геоморфологическим строением. Особенно резко выделяется здесь северо-западное простирание, господствующее для рек и озер, и только в северной части территории достаточно распространенным является широтное направление.

Большинство речных и озерных котловин приурочено к тектоническим рвам, смягченным сглаженным действием ледника.

Общее число рек в Карелии и на Карельском перешейке составляет 26,7 тыс.; суммарная протяженность их 83,0 тыс. км. Преобладают водотоки длиной менее 10 км. Количество их 25,3 тыс. (95%), а общая протяженность 52,3 тыс. км, что составляет 63% длины всех рек. Только 12 рек имеют длину более 150 км.

Геологически реки Карелии и Карельского перешейка очень молоды. Этим объясняется характер их долин, очень слабо врезанных; близость истоков соседних рек в условиях сглаженных водоразделов и связанные с этим случаи бифуркации; ступенчатый характер продольного профиля, представляющего собой ряд порожистых участков с сосредоточенным падением, чередующихся с плёсами (часто роль плёсовых участков выполняют озеровидные расширения и озера).

Реки, несмотря на сравнительно небольшую длину, имеют большие площади водосборов за счет большой озерности водосборов.

Большая озерность водосборов обусловливает не только общий облик водосборов, но и особый гидрологический режим их. Озерность отдельных рек достигает 32%. На территории Карелии наблюдается хорошо выраженная закономерность изменения озерности: от широты г. Петрозаводска озерность возрастает к северу и быстро падает к югу. Особенно резко снижается озерность к востоку от 35° в. д.; крупных озер здесь уже нет, а озерность водосборов рек (кроме р. Сумы) менее 5%.

Большое значение для водности реки имеет размещение озер на водосборе. По размещению более крупных озер на водосборе на территории Карелии можно выделить три основных типа рек:

1) верховой – крупные озера лежат в верхней части водосбора, замыкая собой от трети до половины всего бассейна (реки Кемь, Суна, Олонка и др.);

2) каскадный – наиболее крупные озера размещены цепочкой на протяжении всей реки (реки Ковда, Лендерка, Сума, Шалица и др.);

3) низовой – главное крупнейшее озеро лежит в нижней части бассейна и река, вытекая из него, представляет собой короткий сточный канал (р. Янис-йоки). Этот тип рек особенно характерен для Заонежского сельгового района.

Выделяются по расположению озер на водосборе реки Верхний и Нижний Выг. Здесь самое крупное озеро (Выг-озеро) делит речную систему на две почти равные части, большинство же озер сосредоточено в бассейне главного притока (р. Сегежи).

Значительная приподнятость водоразделов и относительная близость к ним основных базисов эрозии (Белого моря, Онежского и Ладожского озер) обусловили значительное падение рек. Большая часть величины падения (80—90%) приходится на пороги и карешки (малые порожки). Многие реки имеют наибольшие падения в среднем и нижнем течении, как раз при выходе с высоко расположенной части Карелии к береговым полосам Белого моря, Онежского и Ладожского озер. Это обстоятельство создает благоприятные условия для энергетического использования рек.

Водоразделы рек Карелии преимущественно узкие, заболоченные, с большим количеством озер, не имеющих видимого поверхностного стока. Это создает хорошие условия для переброски стока (бифуркации) в соседний бассейн в период весеннего половодья.

Явления эти представляют большой интерес для народного хозяйства (лесосплава, энергетики). Уже в настоящее время как сплавщики, так и энергетики широко используют особенности рек рассматриваемой территории (озера-карманы, бифуркация, близость истоков соседних рек и др.) для создания водохранилищ и переброски стока в нужном направлении. Так, например, через узкий водораздел между озерами Топ-озеро (бассейн р. Ковды) и Левицким (бассейн р. Поньгомы) был прорыт канал Поньгомский и часть

стока, с целью улучшения условий сплава леса, перебрасывалась (до 1959 г.) из бассейна р. Ковды в бассейн р. Поньгомы; в настоящее время производится переброска стока внутри бассейнов рек Суны, Нижнего Выга, Воломы и др., а также переброска стока из одного бассейна в другой между реками: Воньгой и Кал-гой, Рагнуксой и Шалицей, Уксун-йоки и Тулемой-йоки и др.

Большая часть водотоков Северо-Запада берет начало на главном водоразделе между Балтийским и Каспийским морями, проходящий по Валдайской возвышенности и простирающейся на северо-восток от нее Вепсовской возвышенности. Второй водораздел, который тянется с юга на север по Вязовской, Бежаницкой и Судомской возвышенностям и далее по повышенным точкам рельефа к западу от р. Волхова, примерно параллельно ему. Этот водораздел внутренний и разделяет бассейны рек, впадающих в Балтийское море. На нем находятся истоки рек Великой и Луги. Почти все реки по своему типу относятся к равнинным. Однако близость основного водораздела к главному базису эрозии рек – Балтийскому морю и к отдельным базисам эрозии, которыми для многих рек являются озера: Ладожское, Онежское, Ильмень, Чудское, Псковское, придала рекам довольно значительные падения. Большинство из них, в особенности в верховье и в среднем течении, порожисты, а в местах размыва твердых пород имеют значительное сосредоточенное падение.

В нижнем течении, как правило, падение рек небольшое, течение медленное.

«Главной водной артерией района является р. Нева с площадью водосбора 281 000 км^2, значительная часть которой расположена на территории Карелии. Собственный бассейн р. Невы 5000 км^2, что составляет 1,8% общей площади водосбора.

Густота речной сети ее притоков колеблется от 0,70 (р. Мга) до 1,29 км/км^2 (р. Охта).

Река Нева имеет обширную долину, которую называют Приневской впадиной или Приневской низменностью. Ширина ее достигает 35-50 км. Пойма отсутствует. Берега реки довольно высокие, постепенно снижающиеся от истока к устью.

Русло сложено песчаными грунтами, только в районе Ивановских порогов река прорезает известняковый кряж. Средняя ширина реки 400-600 м, преобладающая глубина 8-11 м, средняя скорость течения 0,9-1,2 м/сек.

Многие притоки р. Невы берут начало из озер и болот. Почти все они имеют пологие берега, широкие заливные поймы и отличаются небольшим падением.

Основными крупными реками в бассейне Невы являются реки Свирь и Волхов. Как и р. Нева они представляют собой реки-протоки, соединяющие крупные водоемы, образовавшиеся путем размыва перемычек, отделявших их ранее друг от друга». [3].

Центральное место на данной территории занимает Волховско-Ильменский бассейн. Густота речной сети этого бассейна составляет 0,75 км/км^2. Наиболее развитую гидрографическую сеть (0,84-0,96 км/км^2) имеют реки Пола, Ловать и Шелонь.

Большинство рек Волховско-Ильменского бассейна берет свое начало из водораздельных болот. В верхнем течении, долины их не выражены или слабо выражены; русла разработаны слабо, реки часто теряются в зарослях кустарника и болотной растительности; уклоны рек очень малы. В пределах холмисто-озерной моренной полосы, опоясывающей дугой верхнюю часть Волховского бассейна, речные системы состоят из цепи озер, соединенных короткими протоками. Ниже по течению русла рек часто врезаются в коренные породы.

Многие реки на устьевых участках разветвляются на многочисленные рукава, образуя обширные дельты (реки Мета, Пола, Ловать).

Река Свирь соединяет два крупнейших озера Северо-Запада Онежское и Ладожское. Большая часть водосбора реки расположена в пределах Карелии. Коэффициент густоты речной сети собственного бассейна р. Свири составляет 0,52 км/км^2. Основными ее притоками являются Паша и Оять.

В верхней части бассейна рек, впадающих в Ладожское озеро с юга, широко развиты карстовые явления, которые обусловлены наличием здесь легко карстующихся известняков, слагающих Карбоновое плато. Карст на поверхности плато проявляется в виде пустот различной величины и формы. Здесь имеются воронки, овраги, долины, причем все эти формы имеют поглощающие поноры (каналы, идущие от поверхности вглубь известняков). Некоторые реки (Рядань, Сухая, Пярдомля, Рагуша, Черенка, Лининка, Ольха и др.) имеют подземные русла длиной от 0,1 до 4 км, что обусловлено наличием карста. Речные воды, уходя в воронки и трещины, текут по подземному руслу, после чего опять выходят на поверхность. В большинстве случаев расход воды рек после выхода потока на поверхность значительно увеличивается (Черенка, Рагуша и др.), а иногда уменьшается, что зависит от того, отдает ли подземное русло воды известнякам или дренирует последние.

Карбоновое плато от г. Валдая к верховьям рек Мды и Сяси обрывается уступом — глинтом. Реки, прорезающие плато в северной и южной частях (Воложба, Рядань, Белая, Мета и др.). по характеру долины, русла и питанию отличаются от рек, стекающих с уступа в центральной части плато (Мда, Сясь в верховье, Шуя, Дрегля и Крапивная). Они интенсивно дренируют подземные карстовые воды, питаются за счет этих вод, принимают в себя большое количество родников. Реки центрального участка питаются в основном за счет атмосферных осадков, так как хотя они и прорезают толщу нижнего карбона, но в силу малой обводненности этих отложений подземные воды здесь играют значительно меньшую роль в питании рек. В засушливые годы реки на этих участках местами пересыхают. На Карбоновом плато, особенно в районе глинта, реки, прорезая известняки, имеют каньонообразные глубо-

кие долины, порожистые русла, уклоны их здесь составляют 2-5 ‰. Течение рек бурное и по внешнему виду они приближаются к типу горных (Воложба, Черенка, Пярдомля, Рагуша, Лининка, Рядань, Белая). В местах, где реки прорезают область рыхлых отложений карбона и девона, они принимают типичный равнинный характер: долины их расширяются, высота склонов уменьшается, русла сильно меандрируют, пороги исчезают.

Реки, берущие начало с внутреннего водораздела (Луга, Плюсса), имеют также хорошо развитую гидрографическую сеть. Коэффициент густоты речной сети р. Луги составляет 0,70, р. Плюссы — 0,64 км/км2. Большинство рек этих бассейнов берет начало из болот. В верхнем течении они имеют обычно пойменные долины с пологими, невысокими склонами; в среднем течении долины хорошо разработанные с крутыми и высокими, часто террасированными склонами; в нижнем течении долины снова расширяются, склоны их становятся пологими.

Густота речной сети рек Чудско-Псковского бассейна составляет в среднем около 0,90 км/км^2. Только в бассейне р. Великой насчитывается 12 658 рек общей длиной 23 448 км, из них 99% общего числа имеет длину менее 10 км. Рек длиной свыше 25 км насчитывается всего 55.

Восточная и южная части бассейна находятся в районе Судомской и Вязовской возвышенностей. Для этого района характерны узкие долины рек с крутыми отвесными склонами, русла с многочисленными порогами и перепадами среди валунных нагромождений. Характерной особенностью этой части бассейна является большое количество озер. Долины рек в нижней и средней частях бассейна неглубокие с широкими поймами и пологими склонами. Русла очень извилистые; течение слабое; берега низкие, часто заболоченные.

Река Великая в устье разветвляется и образует большую дельту с многочисленными рукавами и островами.

В центральной части Силурийского плато, называемой Ижорским плато, гидрографическая сеть почти отсутствует. Густота речной сети здесь не превышает 0,07 км/км^2. Атмосферные осадки через карстовые воронки и трещины свободно проникают в толщу карстующихся известняков. По наблюдениям в 1969 г. на р. Суме, на участке между деревнями Утешение и Домашево, через трещины и поноры в известняках, слагающих русло, теряется до 50-70% руслового стока.

На периферии плато повсеместно встречаются многочисленные и обильные родники, дающие начало рекам Систе, Воронке, Ижоре, Оредежи, Вруде, Хревице и др.

Реки северной окраины плато, прорезая глинт, текут в глубоко врезанных долинах и имеют полугорный характер, а проходя по низменности между глинтом и заливом обычно сильно извилисты и заболочены. В строении продольных профилей рек видны резкие переломы, приуроченные к Силируйскому глинту. Уклоны рек здесь составляют: р. Сума – 2,78 ‰, р. Систа – 3,93 ‰, р. Ижора – 1,47 ‰.

На Сланцевском участке Силурийского плато (оно ограничено на западе р. Нарвой, на востоке – р. Лугой) также отмечены карстовые явления. Русло р. Плюссы, прорезающее силурийские известняки, местами порожистое; по обоим берегам реки здесь имеются карстовые воронки (местами с поноpами), лога и карстовые источники.

Характерной особенностью рек Северо-Запада является слабая естественная зарегулированность их озерами, кроме рек Невы, Свири и Волхова, режим которых всецело находится под влиянием озер Ладожского, Онежского и Ильменя.

Озера. Карелия и Северо-Запад входят в зону так называемого «Озерного края» и уже это говорит об обилии здесь озер. В экономике края озера используются для целей транспорта, сплава леса, водоснабжения, рыбного

хозяйства, энергетики и приобретают большое значение как водохранилища для регулирования стока малых и средних рек района.

На рассматриваемой территории насчитывается 82503 озера с общей площадью 50062 км^2; 80396 озер (97% общего числа) имеют площадь менее 1 км^2. Наряду с большим количеством мелких здесь расположены такие крупные озера, как Ладожское и Онежское, занимающие по площади первое и второе места в Европе. Площадь зеркала этих озер равна 27420 км^2, что составляет 55% общей площади зеркала озер этой территории.

Распределение озер по территории Карелии и Северо-Запада неравномерное и обусловлено, в основном, геолого-геоморфологическим строением поверхности.

Наибольшее количество озер находится на территории Карелии и Карельского перешейка. Общее их число здесь (без Ладожского и Онежского) достигает 68162, а суммарная площадь зеркала равна 20,324 км^2, что составляет около 12% всей площади территории.

Больше всего озер имеется в бассейнах рек: Кеми – 12,5 тыс., Ковды – 10,7 тыс., Выга – 9,1 тыс. Даже сравнительно небольшой бассейн р. Шуи (Онежской) имеет 2,8 тыс. озер. Наибольшее количество крупных озер находится в бассейне р. Ковды, это озера; Топ-озеро, Пя-озеро, Ковд-озеро, Тикш-озеро – каждое из них имеет площадь более 200 км^2.

В настоящее время все крупные озера Карелии являются водохранилищами ГЭС, преимущественно многолетнего регулирования. К ним относятся водохранилища: Топо-Пяозерское, созданное на базе озер Топ-озеро и Пя-озеро, Княжегубское – на базе озер Ковд-озеро и Нот-озеро, Выгозерское и Сегозерское. Очень много малых и средних озер являются водохранилищами лесосплавных плотин с сезонным регулированием стока. Из них наиболее крупное Водлозерское (оз. Водлозеро).

Не меньший интерес в Карелии представляют так называемые озера-карманы, примыкающие к рекам. Как правило, эти озера или ламбины соеди-

нены с руслом рек очень короткими и глубокими протоками (оз. Лазаревское у р. Воломы, оз. Укш-озеро у р. Шуи и др.). Аккумулируя в себе часть руслового стока в период весеннего половодья, после снижения уровня воды в реке они сбрасывают эти запасы воды в русло, перераспределяя таким образом сток на нижележащем участке реки в весенне-летний период.

Второй многочисленный пояс озер расположен в юго-западной и юго-восточной частях территории, в районах моренных возвышенностей. Особенно много озер находится на возвышенностях Валдайской (в верховьях бассейна р. Меты, в бассейнах правобережных притоков р. Полы), Струго-Красненской (в бассейне р. Луги), Судомской к Новоржевской (в бассейнах рек Ловати и Великой). Так, например, в бассейнах р. Меты озер – 1892, р. Ловати – 1792 и р. Великой – 3604.

Несмотря на большое количество озер, находящихся в верховьях бассейнов рек Меты, Ловати, Великой, Луги, озерность этих рек небольшая и составляет 1,8-2,8%. Однако притоки их, расположенные в озерной конечно-моренной области, имеют повышенный процент озерности (р. Цна – 5,1%, р. Шлина – 4,4%, р. Валдайка – 5,75%, р. Радоль – 7,7%, р. Алоля – 5,3%, р. Невердянка – 9,2% и др.).

Происхождение озерных котловин тесно связано с основными рельефообразующими факторами рассматриваемой территории, а именно с тектоническими процессами, сформировавшими депрессии, в которых образовались многие озера, и с эрозионно-аккумулятивной деятельностью ледниковых потоков эпохи материкового оледенения.

В соответствии с этим выделяются два основных типа озер по 'происхождению их котловин: тектонические и моренные.

Озера Карелии преимущественно тектонического происхождения; котловины их развиты в трещинах и сбросах, обычно вытянуты с северо-запада на юго-восток, состоят из длинного плеса и большого числа узких вытянутых заливов или имеют ластовидную форму.

Большую роль в образовании и последующем переформировании озерных котловин сыграло четвертичное оледенение. Тектонические котловины озер носят ярко выраженные следы эрозионной деятельности ледника. Это особенно хорошо видно на примере Онежского и Ладожского озер, северные берега которых изрезаны длинными и узкими заливами, ориентированными в направлении движения ледника – с северо-запада на юго-восток. По характеру дна и берегов эти озера резко делятся на две части: северную, отличающуюся большой глубиной, наличием многочисленных длинных и глубоких ям, и южную, имеющую ровный рельеф и сравнительно небольшие глубины. С формированием Онежского озера органически связана группа Кончезерских озер: Палье, Сандал, Нигозеро, Кедрозеро и другие, расположенные в нижнем течении рек Суны и Шуи.

Наряду с озерами тектонического происхождения на территории Карелии и Северо-Запада распространены озера моренного типа. Котловины этих озер приурочены, главным образом, к понижениям между моренными грядами и холмами или образованы в результате подпруживания речных долин ледниковыми отложениями. Они сравнительно небольших размеров, чаще всего имеют округлую форму, слабо развитую береговую линию, плоские берега. Глубины, как правило, не превышают 5-10 м, рельеф дна плоский. На дне озер часто залегают отложения ила, мощность которого достигает 1-3,5 м. Среди озер моренного типа довольно часто встречаются узкие длинные озера, через которые протекают реки. Так, р. Великая в своем верхнем течении протекает через 21 озеро, из которых многие имеют длинную узкую форму. Самым большим озером ледникового происхождения является оз. Ильмень. Оно на территории Северо-Запада занимает центральное положение и представляет собой мелководный водоем, глубина которого не превышает 3-4 м в прибрежной зоне и 10 м в центральной. Первоначально впадина озера была более глубокой (свыше 20 м), но с течением времени она заполнилась мощными отложениями ила. Берега озера преимущественно низкие,

заболоченные. Отличительной особенностью озера является большое изменение площади зеркала с изменением высоты уровня воды. Площадь зеркала озера при среднем положении уровня составляет 1090 км^2, при наивысшем – 2096 км^2, при наинизшем – 700 км^2 (по данным съемки ОИВС). Помимо озер тектонического и моренного типов на рассматриваемой территории встречаются озера, происхождение котловин которых связано с другими факторами. К ним относятся озера лагуно-лиманного типа, а также болотные и карстовые. Ряд лагунных озер образовался в результате полного или частичного отчленения от моря мелководных бухт и заливов, или путем затопления морем низовьев рек, впадающих в Финский залив. Сюда относятся озера Липовское, Белое, Хаболовское, Лахтинский разлив и другие. Эти озера имеют обычно округлые очертания или вытянутые в направлении реки, в русле которой они образовались. Берега их преимущественно низкие и заболоченные, глубины незначительные.

Довольно большое распространение на территории Карелии и Северо-Запада имеют озера болотного типа. В Карелии они имеют преимущественно малые размеры и носят название «лампи» или «ламбины». Значительное количество озер болотного типа расположено в заторфованных равнинах Волховско-Ильменской низменности, в частности среди Полистовского болотного массива. Обычно эти озера имеют незначительные площади 0,5-1 км^2 и менее, глубина их небольшая, дно заиленное. Озера сильно зарастают водной растительностью и часто растительный покров почти целиком затягивает поверхность озер, оставляя лишь небольшие открытые пространства – «окна». Среди болотных озер встречаются и более крупные, например оз. Дубец с площадью зеркала 11,3 км^2 и площадью водосбора 77,5 км^2.

На территории Карбонового и Силурийского плато, где близко от поверхности залегают легко карстующиеся известняки, в питании озер преобладают карстовые воды. Площадь этих озер колеблется в широких пределах: от 0,003 км^2 (оз. Ямное) до нескольких квадратных километров, но большин-

ство из них имеет площадь менее 1 км^2. Озера, большей частью овальной формы, вытянуты с северо-запада на юго-восток, реже с северо-востока на юго-запад. Берега их сильно изрезаны, имеют лопастную форму. Дно преимущественно неровное; часто наблюдаются от одной до нескольких поглощающих воронок (понор). Вода из карстовых озер может совершенно исчезать, уходя в поноры. На Карбоновом плато наряду с карстовыми озерами развито большое количество озер, которые по форме, изрезанности берегов и общей ориентировке по отношению к Карбоновому уступу аналогичны карстовым озерам, но режим их резко отличается от последних. Чаша таких озер всегда наполнена водой, колебания уровня незначительны и связаны исключительно с количеством выпадающих осадков и величиной испарения.

Необходимо также отметить значительное количество озер, образовавшихся в дельтах рек Меты, Ловати и Полы. Наиболее крупными из них являются Колодежское (F = 2,6 км^2), Ситное (F = 6,7 км^2), Жирохлицкое (F = 5,0 км^2).

Почти все озера рассматриваемой территории преимущественно сточные или проточные; бессточных озер мало, площадь зеркала их обычно небольшая. На территории Карелии около половины малых и очень малых озер не имеют видимого поверхностного стока, но удельный вес площади зеркала этих озер невелик и составляет около 10% суммарной площади всех озер Карелии.

Соотношение размеров зеркала озер и их водосборной площади самое различное. По расчетам, которые производились для озер с площадью зеркала больше 10 км^2, эти соотношения колеблются от 0,01 до 0,4. Для проточных озер, которые располагаются в нижнем течении крупных рек, эти соотношения снижаются до 0,0005–0,001.

1.5 Подземные воды

Подземные воды – один из главных факторов формирования речного стока на территории Северо – Запада РФ и Карелии. Для данной территории характерно значительное развитие речной сети, что активизирует подземный сток в зоне интенсивного водообмена. Мощность зоны интенсивного водообмена определяется дренирующей способностью рек, которая зависит от глубины эрозионного вреза речных долин, глубина же вреза их достигает нескольких десятков метров.

Таксже с общей направленностью подземного стока в сторону Балтийского и Белого морей существует движение подземных вод в сторону крупных водоемов, приуроченных к обширным котловинам тектонического происхождения (озера Ладожское, Онежское, Ильмень, Псковское). На направление стока подземных вод на отдельных участках оказывают влияние и древние долины основных рек района: Волхова, Свири, Меты, Великой и др.

Котловины озер и долины рек являются зонами разгрузки не только водоносных горизонтов зоны интенсивного водообмена, но и более глубоких напорных водоносных комплексов.

Приведем краткую характеристику условий формирований подземного питания рек приводится по двум основным районам.

Карелия. Подземные воды здесь заключены в породах кристаллического фундамента и перекрывающей их толще четвертичных отложений. В рыхлых отложениях четвертичного возраста и в зоне выветривания древних пород развит комплекс безнапорных, реже слабонапорных подземных вод, уровень которых располагается на глубине 0-2 м в понижениях рельефа и может достигать глубины 100 м под вершинами гор. Глубокие (до 50-100 м) эрозионные врезы разветвленной гидрографической сети обычно целиком прорезают верхнюю трещинную зону и расчленяют ее на отдельные блоки, харак-

теризующиеся короткими путями фильтрации и значительными уклонами уровня подземных вод.

Кроме горизонта грунтовых вод четвертичных отложений и трещинной зоны кристаллического фундамента на территории Карелии развиты жильные воды, приуроченные к зонам тектонических нарушений и контакта интрузий. Циркуляция подземных вод в кристаллических породах происходит также по трещинам отдельности и плоскостям сланцеватости. Глубина залегания подземных вод в кристаллических породах достигает 500 м. Часто эти воды имеют значительный напор и пьезометрический уровень устанавливается выше поверхности земли. Величина напора изменяется в зависимости от гидрогеологических особенностей территории и достигает 150 м.

Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка их происходит в гидрографическую сеть, в море и по южной границе территории в породы осадочного чехла Русской плиты, для которой Балтийский щит является региональной областью питания.

Водообильность четвертичных отложений и зоны выветривания древних пород разная, преимущественно слабая; дебиты родников изменяются от тысячных долей до 5-7 л/сек, удельные дебиты скважин также колеблются в широких пределах от 0,0001 до 0,5-1,0 л/сек. Значительно более водообильны зоны тектонической трещиноватости, к которым приурочены восходящие родники с дебитами от 1 до 5-10 л/сек. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые с минерализацией от 10-50 до 300-400 мг/л.

Подземное питание рек Карелии формируется за счет трещинных вод кристаллических пород и поровых вод четвертичных отложений. Все реки Карелии имеют малоразработанные русла и прорезают в основном моренные и флювиогляциальные отложения. Поэтому основное подземное питание они получают, как правило, из грунтовых водоносных горизонтов моренных суглинков и флювиогляциальных песков, с которыми имеют гидравлическую

связь. Модули подземного стока изменяются от 1,2 до 2,6 л/с км^2. Уменьшение подземного питания рек происходит от главного водораздела к побережью Белого моря. Наибольшие его значения (2,3-2,6 л/с км^2) имеют реки северной и северо-западной Карелии (Тумча, Кума, Оланга, Кереть и др.) с глубоким эрозионным врезом долин, обычно полностью прорезающих верхнюю зону трещинных вод и вскрывающих напорные воды тектонических нарушений. По мере уменьшения расчлененности рельефа с запада на восток подземное питание рек уменьшается, достигая наименьшего значения на Прибеломорской низменности (1,2-1,5 л/с км^2). Доля подземного стока от общего речного (коэффициент подземного питания реки) изменяется от нескольких до 30%, но обычно составляет 10-20%. Коэффициент подземного стока изменяется по территории в относительно небольших пределах (от 20 до 10% и менее).

Северо-Запад. Большая часть территории Ленинградской, Псковской и Новгородской областей входит в Ленинградский артезианский бассейн, сложенный главным образом палеозойскими терригенными и карбонатными осадками. В соответствии с типами водопроницаемости осадочных пород здесь выделяются серии водоносных горизонтов и комплексов с порово-пластовыми и трещинно-пластовыми подземными водами. В вертикальном гидрогеологическом разрезе отчетливо выделяются два яруса подземных вод: нижний, охватывающий гдовский водоносный горизонт, и верхний, включающий водоносные комплексы от кембро-ордовикского до четвертичного.

Подземные воды четвертичных отложений встречаются во всех генетических разностях. Среди них выделяются водоносные комплексы болотных, эоловых, озерно-ледниковых, флювиогляциальных, конечно-моренных отложений и др. Водовмещающими породами являются, как правило, пески различного гранулометрического состава, гравийно-галечные слои, а также песчаные и супесчаные прослои и линзы в толще ленточных глин и валунных суглинков. Глубина залегания подземных вод в четвертичных отложениях

изменяется в широких пределах в зависимости от абсолютных отметок местности. Наибольшее распространение имеют безнапорные грунтовые воды. По химическому составу подземные воды четвертичных отложений в основном гидрокарбонатно-кальциевые, пресные.

Подземные воды дочетвертичных отложений заключены в терригенных (обломочных) и карбонатных породах нижнего и среднего карбона, верхнего и среднего девона, а также ордовика, кембро-ордовика и нижнего кембрия. Это, как правило, пески, песчаники, доломиты, мергели, в различной степени глинистые и трещиноватые известняки. В гидрогеологическом разрезе имеются также регионально распространенные водоупорные толщи нижнекембрийских ляминаритовых и синих глин, а также локальные водоупоры в виде ильменских и верейских глин.

Наиболее водообильными водоносными горизонтами, интенсивно используемыми для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, являются:

1. Гдовский комплекс в песчаниках и алевритах с пресными водами в центральной полосе Карельского перешейка и с минерализованными водами в районе Ленинграда и его окрестностей;

2. Ордовикский комплекс в трещиноватых известняках на Силурийском плато и к югу от него;

3. Бурегский горизонт в известняках и доломитах в западной и южной частях Псковской области и на южном побережье оз. Ильмень;

4. Веневско-протвинский комплекс в Бокситогорском и Боровичском районах.

Часть водоносных горизонтов и комплексов (пески кембро-ордовика, наровские мергели и др.) характеризуются неравномерной водообильностью, иногда слабой водоносностью, но в отдельных районах служат единственным источником водоснабжения.

Для Ленинградского артезианского бассейна характерно наличие ряда возвышенностей и депрессий, соответствующих областям питания и разгрузки водоносных горизонтов. Это депрессии: Лужско-Нарвская, Псковско-Чудская, Ладожско-Волховская, Ильмень-Ловатская. Возвышенности: Лемболовская, Ижорская, Лужская, Судомская, Бежаницкая, Олонецкая, Вепсовская, Валдайская Распределению возвышенностей и депрессий подчинено направление движения подземных вод от областей создания гидростатического напора к областям разгрузки.

Поскольку к названным понижениям рельефа приурочены наиболее крупные реки и озера, то можно констатировать, что наряду с общей направленностью подземного стока в сторону Балтийского моря существует подземный сток в сторону крупных озерных котловин и основных рек.

Основным источником подземного питания рек описываемой территории являются грунтовые воды, часто гидравлически связанные с рекой, и напорные подземные воды.

На севере территории в пределах Предглинто-вой низменности, ограниченной с юга резко выраженным в рельефе уступом глипта, подземный сток в реки формируется в основном за счет вод четвертичных отложений. Мощность четвертичного покрова здесь возрастает от 20—30 до 100 м. В этой части развиты подземные воды аллювиальных, озерных и флювиогляциальных отложений, приуроченные в основном к мелкозернистым пескам. Глубина залегания грунтовых вод изменяется от 0,2—0,3 до 20 м, обычно составляя 1—5 м. Дебиты колодцев и скважин не превышают 0,5 л/сек. На некоторых участках Предглинтовой низменности, где морена размыта, морские и подморенные флювиогляциальные пески образуют единую водоносную толщу. Дебиты скважин в этом случае достигают 10—15 л/сек. Вдоль уступа глинта частично дренируются подземные воды песков и песчаников нижнего ордовика и кембрия, но их роль в подземном питании рек подчиненная.

Южнее, в пределах Силурийского (Ордовикского) плато, подземный сток в реки формируется в основном за счет вод трещиноватых и закарстованных известняков и доломитов силура и ордовика, перекрытых маломощной толщей четвертичных отложений. Водообильность силур-ордовикской карбонатной толщи определяется степенью ее трещиноватости и закарстованности. Дебиты многочисленных родников колеблются от весьма незначительных величин до 100 л/сек. Дебиты отдельных групп родников достигают 200-250 л/сек. Крупные родники дают начало многим рекам.

К югу от Силурийского плато в карбонатных и пестроцветных породах, песчано-глинистых породах среднего девона содержатся грунтовые и напорные подземные воды, которые также принимают активное участие в подземном питании рек. Глубина залегания среднедевонского водоносного комплекса обычно не превышает 10-20 м, удельные дебиты колодцев и скважин находятся, как правило, в пределах 0,01-0,2 л/сек, но на многих участках территории достигают 1-2 л/сек и более. На этой территории, которая по площади занимает большую часть рассматриваемых областей, грунтовые воды четвертичных отложений во многих случаях являются основным источником питания рек в межень.

1.6 Климат

Климат можно определять статистическими характеристиками ансамбля многих различных состояний атмосферы и подстилающей поверхности. Проблема климата и его изменений, несомненно, является одной из центральных в современной науке. Интерес к ней значительно возрос в последние десятилетия, особенно с появлением теории «глобального потепления».

Так как изменения климатических характеристик влияют на природные условия и хозяйственную деятельность, появляется необходимость в уточне-

нии климатического режима того или иного района для выявления тенденций его изменения. Термический режим наиболее изменчив в зимний период; в это время года чаще наблюдаются аномалии температуры воздуха.

Климат ЕТР формируется в условиях малого количества солнечной радиации зимой, под воздействием северных морей и интенсивного воздушного переноса. Территория региона большую часть года находится под влиянием арктических воздушных масс и испытывает частое воздействие циклонов.

Прохождение циклонов с Атлантики и вторжения арктического воздуха с Ледовитого океана обусловливают значительную неустойчивость погоды в течение всего года. Наиболее развита циклоническая деятельность зимой и осенью. В тыл циклонов поступают холодные воздушные массы с Арктики, в основном, с Карского моря.

Вторжение арктического воздуха сопровождаются ясной и сухой погодой, зимой оно вызывает резкое похолодание, в теплое время года – заморозки. С юга и юго-востока поступают континентальные воздушные массы, охлажденные зимой и достаточно прогретые летом.

Большая протяженность территории ЕТР с запада на восток и с севера на юг и разнообразие физико-географических условий приводят к значительным различиям климата отдельных районов.

«Климат исследуемого района умеренно-континентальный, с коротким и умеренно-прохладным летом, многоснежной, продолжительной и холодной зимой. Климат района формируется в условиях малого количества солнечной радиации зимой, под воздействием северных морей и интенсивного западного переноса воздушных масс. Вынос теплого морского воздуха, связанный с прохождением атлантических циклонов, и частые вторжения арктического воздуха с Северного Ледовитого океана придают погоде большую неустойчивость в течение всего года.

Район можно отнести к зоне влажного климата с весьма развитой циклонической деятельностью. Особенно обильные осадки выпадают при ци-

клонах, поступающих из районов Черного и Средиземного морей. Циклоны с Атлантики приносят осадки менее интенсивные, но более продолжительные.

Снежный покров является фактором, оказывающим существенное влияние на формирование климата в зимний период, в основном вследствие большой отражательной способности поверхности снега. В то же время снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания. Наиболее интенсивный рост высоты снежного покрова идет от ноября к январю, в месяцы с наибольшей повторяемостью циклонической погоды, когда сохраняются основные запасы снега. Наибольшей величины он достигает во второй декаде марта». [4].

Данные наблюдений за температурой приземного воздуха показывают, что потепление климата обнаруживается в большинстве регионов Российской Федерации во второй половине XX века. Увеличение температуры в среднем по территории России за последние 100 лет в полтора-два раза превысило глобальное потепление.

При этом по сравнению со столетним трендом в последние десятилетия скорость потепления на территории России увеличилась в несколько раз. Наибольшее потепление в это время наблюдалось на северо-западе ЕТР, на юге Западной Сибири, на Северном Кавказе. Изменение температуры не было однозначным во все сезоны: так, зимой на Чукотке наблюдалось похолодание, а летом, наоборот, значительное потепление. Столетние тренды средних годовых осадков незначительны и варьируют не только по величине, но и по знаку. В последние десятилетия отмечается некоторое увеличение годовых сумм осадков в целом по территории России, причем наибольшее в Западной и Центральной Сибири. Наиболее заметное увеличение количества осадков на территории России наблюдалось весной. При этом на северо-востоке России количество осадков убывало как летом, так и зимой. Основной причиной увеличения стока рек зимой на Европейской территории Рос-

сии, по-видимому, является повышение температуры воздуха и связанное с этим увеличение повторяемости зимних оттепелей.

1.6.1 Многолетнее распределение метеорологических характеристик

Региональные изменения климата, наблюдаемые на территории Северо-Запада, согласуются с общими тенденциями этих изменений в глобальном масштабе.

Анализ линейных трендов средней годовой температуры воздуха показывает, на этой территории наблюдается устойчивое повышение температуры. Положительные годовые скорости составляют 0,4 - 0,5°С/10 лет. В последние 30 лет скорость повышения средней годовой температуры составила 1,0-1,2°С/30 лет. На графике средней годовой температуры воздуха, разбитого на периоды мы можем наблюдать четкую картину изменений. В период с 1915-1970 увеличение температуры наблюдается на 0.1-0.2 °С, а с 1970-2010 уже на 1.2-1.3°С.

На рис. 1.8 приведен хронологический график хода годовых осадков по по м/с Санкт – Петербург. Анализ графика показывает рост годовых сумм осадков, особенно в последнюю 5-летку XXI века.

Максимальная годовая сумма осадков за период наблюдений составляет 842 мм, а минимальная 400 мм.

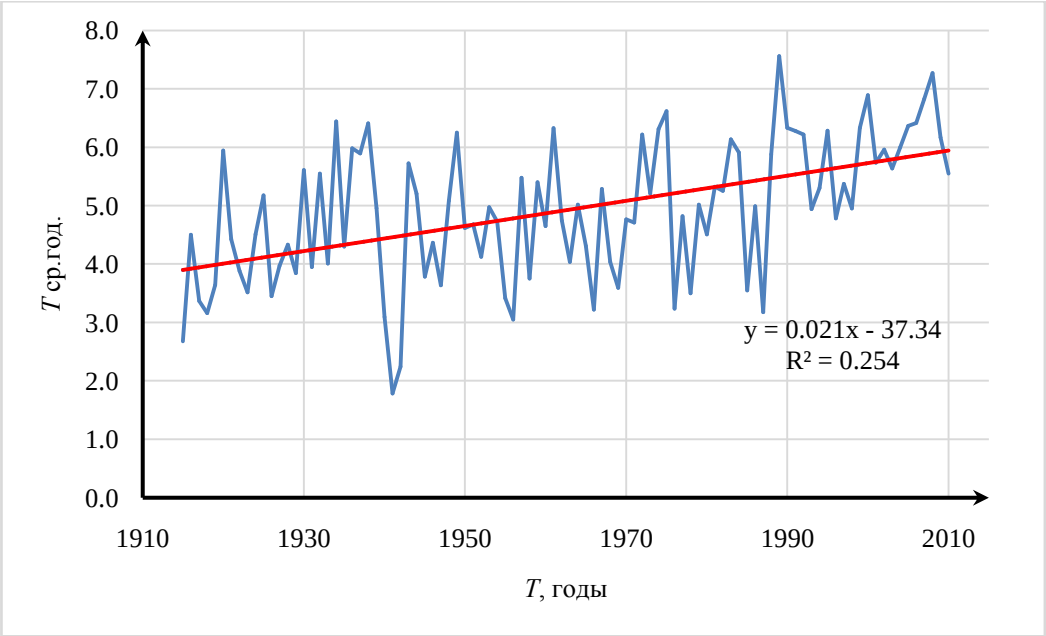


Рисунок 1.6 – Хронологический график средней годовой температуры воздуха за весь период наблюдений по м/с Санкт – Петербург

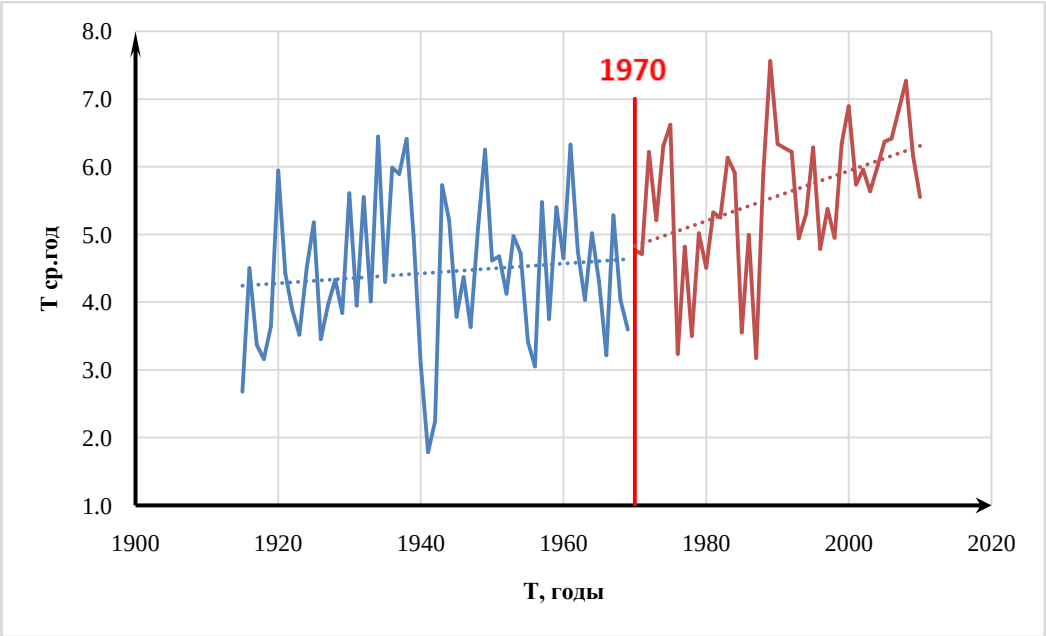


Рисунок 1.7 – Хронологический график средней годовой температуры воздуха с разбивкой на рассматриваемые периоды

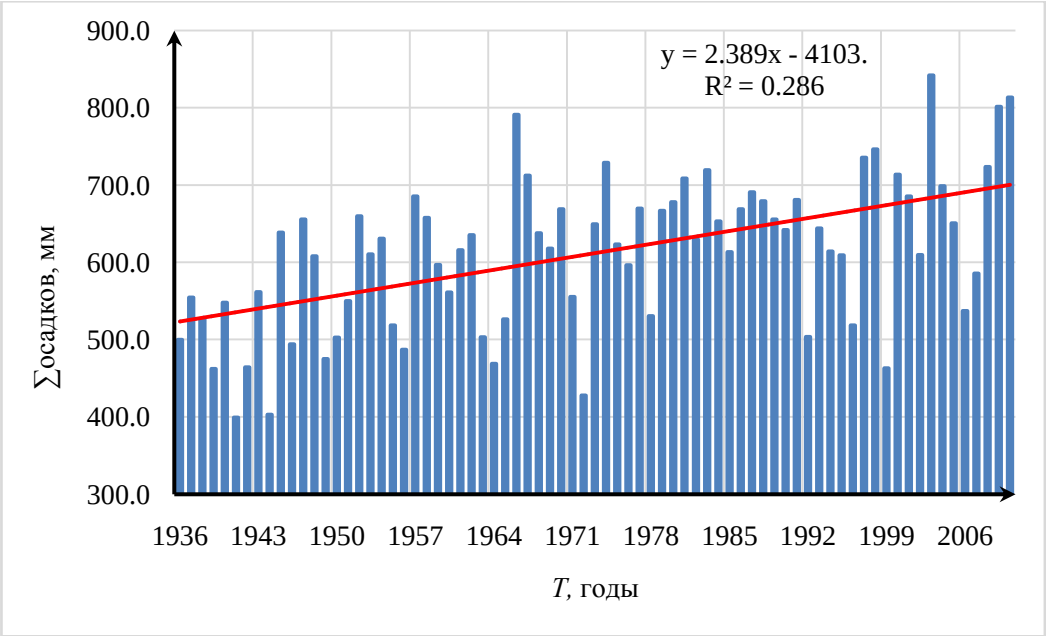


Рисунок 1.8 – Хронологический график годовой суммы осадков по м/с Санкт - Петербург

2. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ВЕСЕННЕГО СТОКА НА РЕКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

2.1 Общая характеристика водного режима

Реки Северо–Запада относят к типу равнинных рек, для которых характерно смешанное питание с преобладанием снегового. На гидрографах отчетливо видны четыре фазы: весеннее половодье, летне-осенняя межень, которая почти ежегодно прерывается дождевыми паводками, затем короткий осенне-зимний период, водность которого немного повышена и, наконец, устанавливается зимняя межень, часто прерываемая подъемами уровней в периоды оттепелей.

Доля грунтового стока в годовом составляет 22-28 %, в отдельных случаях до 43 %.

На весеннее половодье проходится в среднем от 40 до 60 % суммарного стока за год. Обычно в этот период наблюдаются наибольшие за год расходы воды.

2.2 Весеннее половодье

Начало весеннего половодья обычно приходится на конец марта. Иногда, в зависимости от характера весны, сроки наступления половодья могут отличаться от среднемноголетних. Обычно, подъем весеннего половодья начинается за 8-12 дней до вскрытия рек. Средняя продолжительность подъема половодья составляет 10-20 дней. В зависимости от характера весны продолжительность подъема весеннего половодья может изменяться от 5 до 52 дней. Обычно средняя интенсивность подъема весеннего половодья по территории составляет 22 см/сутки, но в зависимости от дружности весны она может колебаться от года к году. На р. Великой подъем проходит более интенсивно. Средняя интенсивность подъема уровня на р.Великой равна 25-50 см/сутки, наибольшая - 149 см/сутки.

Высота подъема весеннего половодья над меженным уровнем на реках Псковской области колеблется от 1.5-2.0 м.

Чаще всего на реках наблюдается одна волна половодья, форма гидрографа однопиковая. Однако большое влияние на форму гидрографа оказывают метеорологические условия в период формирования половодья. В поздние вёсны при дружном снеготаянии половодье наиболее высокое, в ранние мягкие вёсны происходит постепенное стаивание снега, половодье бывает обычно низкое.

В формировании весеннего половодья помимо талых вод также принимают участие дожди, доля которых в объеме половодья невелика (2-5% суммарного стока). Основная доля стока половодья формируется талыми водами. Величина грунтового стока незначительна и составляет примерно 5-15%.

Спад весеннего половодья, как правило, носит более затяжной характер. Средняя продолжительность его колеблется от 40 до 50 дней. При неблагоприятных условиях погоды спад может затягиваться до 60-70 дней. Спад весеннего половодья всегда менее интенсивен; средняя величина колеблется от 6 см/сутки до 12 см/сутки. В отдельные дни величина эта может возрастать или падать.

Продолжительность половодья зависит от характера реки; на крупных реках и на реках с большим процентом озерности продолжительность половодья больше, чем на малых и средних реках.

Общая продолжительность весеннего половодья в среднем составляет 55-65 дней, наибольшая 89-105 дней. Причиной увеличения общей продолжительности половодья может служить напластование на него дождевых паводков.

В основном весеннее половодье имеет один пик. Исключение составляют годы, когда наблюдается значительный возврат холода, приводящий к временному снижению интенсивности снеготаяния. В отдельные годы двух- и даже трехпиковые половодья обусловливаются выпадающими осадками,

которые, накладываясь на спад весеннего половодья. При этом формируются пики, которые в отдельных случаях могут превосходить максимум основной волны половодья.

Весенний ледоход на реках района сопровождается заторами, которые вызывают значительные подъемы уровня.

Для рек характерна летне-осенняя межень, нарушаемая отдельными подъемами, вызванными дождями, и зимняя межень, прерываемая в отдельные годы подъемами уровня за счет таяния снега во время оттепелей.

Летне-осенняя межень обычно наступает в 1-ой декаде июня. При дружном прохождении весеннего половодья период низкого стока на реках может наступать значительно раньше, в середине мая, а в годы затяжного половодья или когда на спаде его проходят дожди - в середине или даже в конце июля. Средняя продолжительность летне-осенней межени изменяется в пределах 107-120 дней.

По отношению к годовому слой стока за межень составляет 5-15 %.

Наиболее маловодный период летне-осенней межени отмечается в июле-августе, реже в сентябре. Средняя продолжительность его - 15-20 дней, наибольшая - до 70 дней. Ежегодно 2-3 раза межень нарушается дождевыми паводками. Особенно дождливыми бывают август - октябрь. Зимняя межень обычно устанавливается в конце ноября - середине декабря. Наиболее ранние даты наступления межени приходятся на конец октября - начало ноября, наиболее поздние - на январь.

Межень оканчивается обычно в конце марта; крайние сроки – конец февраля и середина апреля. Зимняя межень может в отдельные годы во время оттепелей прерываться повсеместно паводками и состоять из двух-трех частей. Средняя продолжительность ее 84 дня. Наиболее маловодный период чаще всего наблюдается в феврале-марте. Средняя продолжительность его 15-20 дней (наибольшая до 70 дней).

3. СБОР, АНАЛИЗ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

В качестве исходных данных использовались ряды максимальных срочных расходов воды весеннего половодья по 109 постам рек Северо-Запада РФ и южной части Карелии. Сведения о продолжительности рядов наблюдений даны в таблице 3.1. При анализе рассматривались реки с диапазоном площадей водосборов от 10,2 до 79800 км^2 (таблица 3.2).

Схема расположения гидрометрических постов представлена на рисунке 3.1. Основные гидрографические характеристики исследуемых рек в створах гидрологических постов приводятся в приложении 1.

Весенним половодьем называется одна из фаз водного режима рек, которая характеризуется наибольшей в году водностью, высокими и длительными подъемами и спадами расходов и уровней с выходом воды на пойму. Эта фаза повторяется ежегодно и в каждом районе обычно в одно и то же время года. Основным источником питания рек в это время служит на равнинных реках снеготаяние, на горных реках таяние снега и ледников.

Под максимальными расходами воды рек и малых водотоков понимаются наибольшие в году значения мгновенных или срочных расходов, наблюдаемых во время весеннего половодья или дождевого паводка. Расчетными являются мгновенные максимальные расходы воды.

В зависимости от степени достаточности ряда наблюдений и надежности исходных данных применяются следующие методы расчета максимальных расходов воды:

1. при наличии длительного ряда наблюдений строится эмпирическая кривая обеспеченности и верхняя часть ее экстраполируется за пределы наблюдений до заданных обеспеченностей с помощью теоретической кривой обеспеченности;

2. при наличии короткого ряда наблюдений, недостаточного для построения кривых обеспеченности, но и достаточного для приведения его к длительному ряду, имеющийся короткий ряд приводится к длительному ряду и по последнему строятся кривые обеспеченности;

3. при наличии короткого ряда наблюдений, недостаточного для приведения его к длительному периоду, а также при отсутствии наблюдений по расчетному створу расчет производится косвенными методами-по методу аналогии или по формулам с обеспеченными параметрами.

При расчетах и исследованиях максимальные расходы воды подразделяются по их генетическому признаку и рассчитываются раздельно:

1. максимумы, формирующиеся от снеготаяния;
2. максимумы, формирующиеся от дождей;
3. смешанные.

Таблица 3.1 – Распределение постов по продолжительности рядов наблюдений

Продолжительность рядов, лет	$n \leq 60$	$60 < n \leq 70$	$70 < n \leq 80$	$80 < n \leq 90$	$n > 90$	всего
Количество	8	31	18	9	3	69

Таблица 3.2 – Распределение постов по градациям площадей водосборов

Диапазон площадей водосборов, км^2	$F \leq 200$	$200 < F \leq 1000$	$1000 < F \leq 5000$	$5000 < F \leq 10000$	$F > 10000$
Количество	5	31	17	7	9

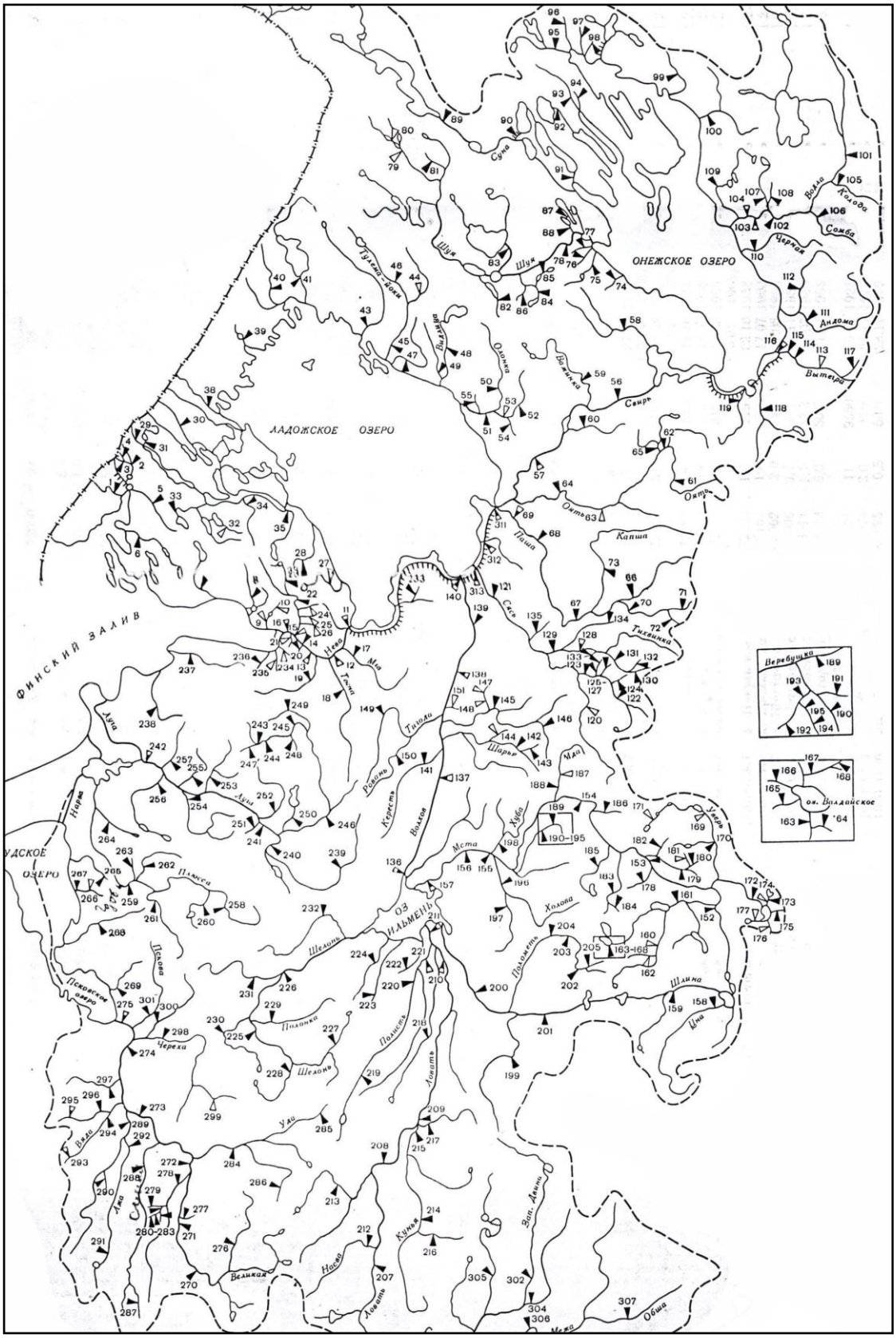


Рисунок 3.1 – Схема расположения гидрологических постов.

3.1 Приведение коротких рядов к многолетнему периоду

На первом этапе работ проводилось приведение коротких рядов наблюдений к многолетнему периоду с использованием продолжительных рядов по рекам-аналогам. Выбор рек аналогов осуществлялся в соответствии с требованиями СП 33-101-2003.

Ряд считается коротким, если погрешность среднего значения и коэффициента вариации больше допустимого значения.

При выборе рек – аналогов необходимо учитывать следующие условия:

- географическую близость расположения водосборов;
- сходство климатических условий;
- однотипность почв (грунтов) и гидрологических условий;
- сходство гидрографических характеристик;
- средние высоты водосборов не должны существенно отличаться;
- отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и т.д.).
- площади водосборов расчетной реки и реки – аналога должны различаться не более, чем в 10 раз.

Уравнение регрессии принималось в качестве расчетного, если выполнялись следующие условия:

$$n \geq 6; \quad |R| \geq 0{,}7; \quad \frac{R}{\sigma_R} \geq 2; \quad \frac{a}{\sigma_a} \geq 2, \tag{3.1}$$

где n – длина совместного периода наблюдений на расчетной реке и реке-аналоге;

R – коэффициент корреляции;

σ_R – среднеквадратическая погрешность коэффициента корреляции;

σ_a – среднеквадратическая погрешность коэффициента регрессии.

Для погодичного восстановления рядов в случае одного аналога использовались следующие формулы:

$$\tilde{Q}_i = a\,Q_{i,a} + b \tag{3.2}$$

$$Q_i = \frac{\tilde{Q}_i - \overline{Q}_n}{R} + \overline{Q}_n \tag{3.3}$$

где $\tilde{Q}_i$ – значения максимальных расходов весеннего половодья расчетной реки, полученные по уравнению регрессии;

Q_i – значения максимальных расходов весеннего половодья, с поправкой на систематическое преуменьшение дисперсии у восстановленной части ряда;

$Q_{i,a}$ – значения максимальных расходов весеннего половодья реки-аналога;

a – коэффициент регрессии расчетного уравнения;

b – свободный член расчетного уравнения;

R – коэффициент корреляции.

В общей сложности были восстановлены 40 рядов.

Примеры графиков связи максимальных расходов на расчетной реке и реке-аналоге представлены на рисунках 3.2 и 3.4. Параметры уравнений регрессии приведены в приложении 2.

Примеры хронологических графиков восстановленных рядов представлены на рисунках 3.3 и 3.5.

Все восстановленные ряды проверялись на однородность при помощи критериев Фишера и Стьюдента. В случае неоднородности ряда производилась оценка временных трендов.

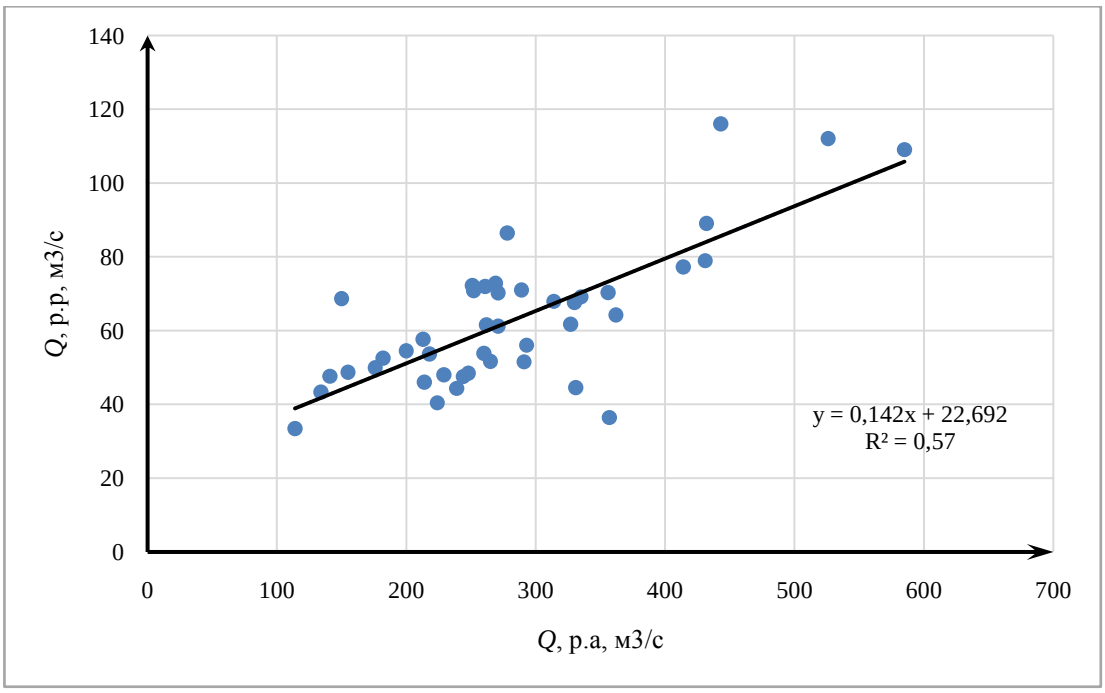


Рисунок 3.2 – График связи максимальных расходов весеннего половодья на расчётной реке (р. Пометь – д. Яжелбицы) и реке-аналоге (р. Луга– д. Толмачево)

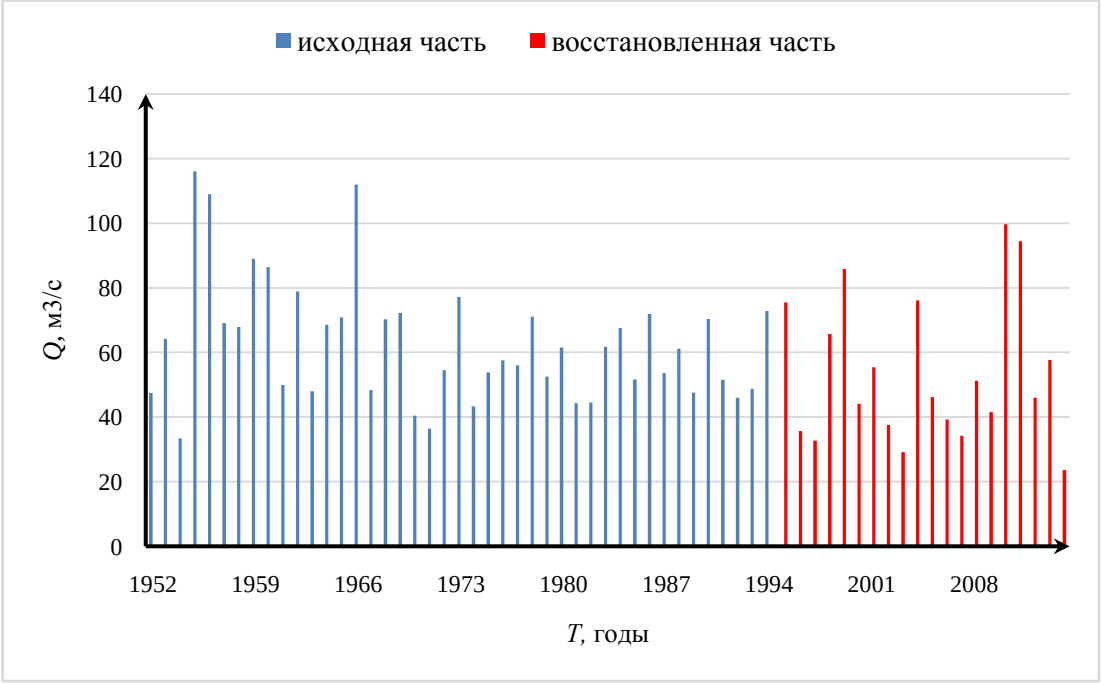


Рисунок 3.3 – Хронологический график максимальных расходов весеннего половодья р. Пометь – д. Яжелбицы

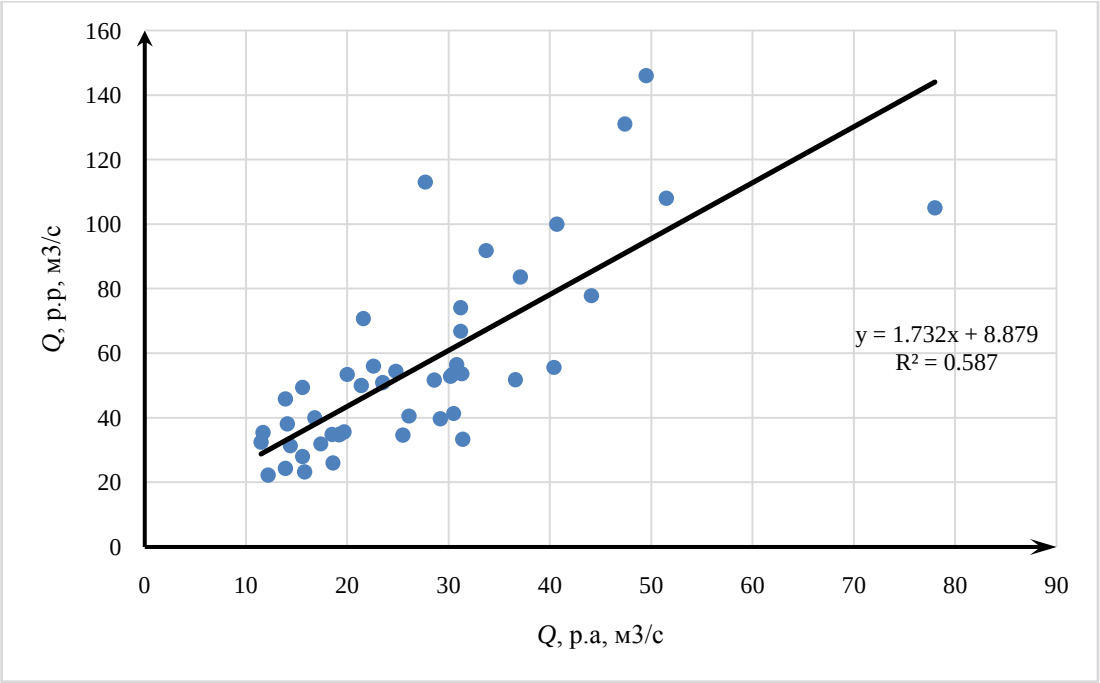


Рисунок 3.4 – График связи максимальных расходов весеннего половодья на расчётной реке (р. Судома – д. Пирожек) и реке-аналоге (р. Локня – д. Бородино)

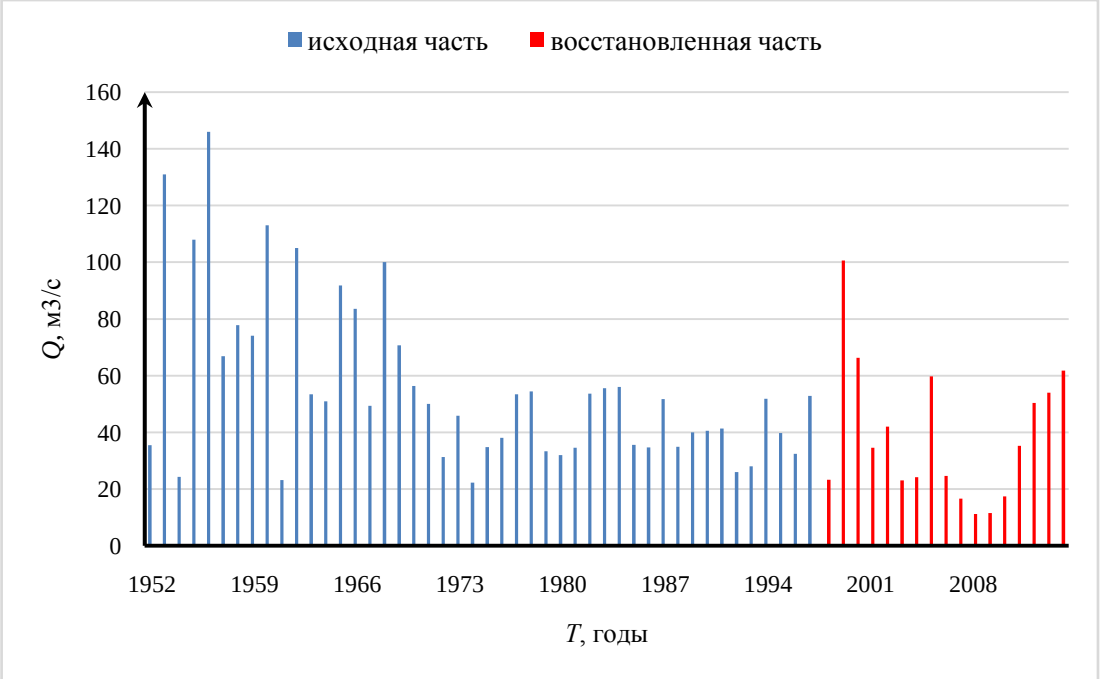


Рисунок 3.5 – Хронологический график максимальных расходов весеннего половодья р. Судома – д. Пирожек

3.2 Проверка рядов на однородность

Проверка однородности дисперсий производится с помощью различных статистических критериев. Простейшим из них является критерий Фишера, предназначенный для сравнения двух дисперсий и критерия Стьюдента. Критерий Фишера (F-критерий) представляет собою отношение большей дисперсии к меньшей.

Эмпирическое значение статистики Фишера рассчитывалось по формуле:

$$F^* = \frac{D_1^*}{D_2^*} \tag{3.4}$$

где D_1^* и D_2^* – дисперсии по первой и второй частям анализируемого ряда, при этом в качестве первой дисперсии обычно рассматривают ту, которая больше ($D_1^* > D_2^*$).

Критическое значение статистики Фишера определялось по таблицам, опубликованным в [5], в зависимости от числа степеней свободы $\nu_1 = n_1 - 1$, $\nu_2 = n_2 - 1$ при уровне значимости $2\alpha = 5$ % (n_1 и n_2 – длина первой и второй частей ряда).

Гипотеза об однородности рядов не опровергалась, если выполнялись условие:

$$F^* < F_{2\alpha}, \tag{3.5}$$

Критерий Стьюдента позволяет оценить однородность ряда по среднему значению. Эмпирическое значение Статистика Стьюдента рассчитывалось по формуле:

$$t^* = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S}\sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} \tag{3.6}$$

где $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ – средние значения по первой и второй частям анализируемого ряда;

σ_1, σ_2 – среднеквадратические отклонения по первой и второй частям ряда;

S – стандартное отклонение разности $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$, определяемое по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \tag{3.7}$$

Критическое значение статистики Стьюдента определялось по таблицам, опубликованным в [5], в зависимости от числа степеней свободы $\nu = n_1 + n_2 - 2$ при уровне значимости $2\alpha = 5$ %.

Гипотеза об однородности рядов не опровергалась, если выполнялись условие:

$$|t^*| < t_{2\alpha}, \tag{3.8}$$

Результаты проверки рядов на однородность представлены в приложении 3. Обобщение результатов проверки дано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты проверки на однородность рядов максимальных расходов весеннего половодья рек Северо-Запада ЕТР.

Общее число случаев	Число случаев опровержения гипотезы об однородности			
	по критерию Фишера		по критерию Стьюдента	
	абсолютное	относительное, %	абсолютное	относительное, %
109	55	50	29	27

Неоднородность рядов максимальных расходов весеннего половодья можно связать с рядом следующих возможных причин:

1. изменение климата;
2. антропогенное воздействие.

Анализ гидрологических рядов максимальных расходов весеннего половодья показывает, что нарушение однородности приходится на период начала климатических изменений как в мировом, так и в региональном мас-

штабах. Все неоднородные ряды можно разделить на 2 квазистационарных периода с точкой перелома, приходящуюся на период 1970 – 1980 гг.

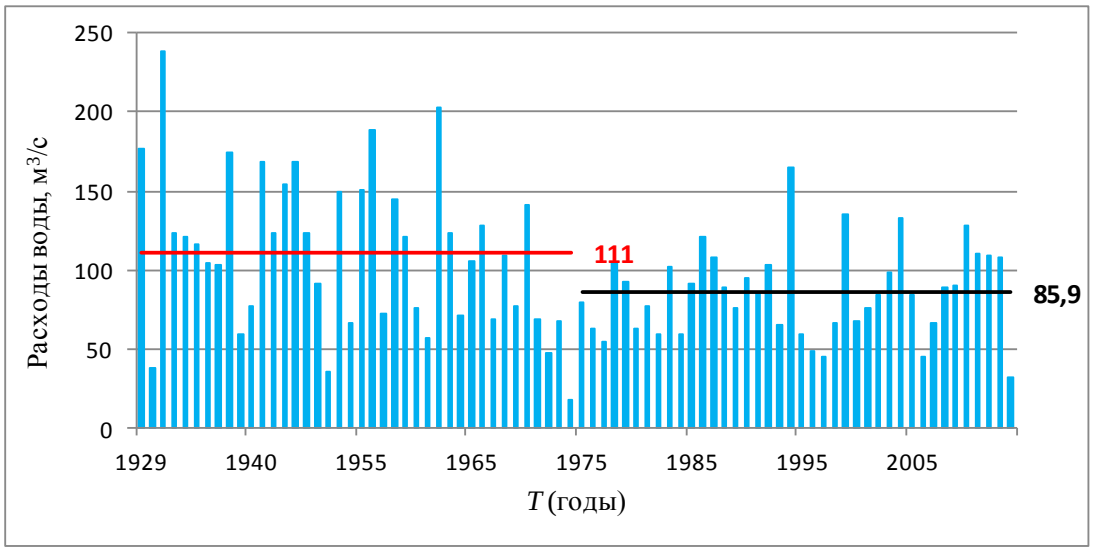


Рисунок 3.4 – Хронологический график максимальных расходов весеннего половодья; р. Ловать – г. Великие Луки (опровержение гипотезы об однородности по критериям Фишера и Стьюдента).

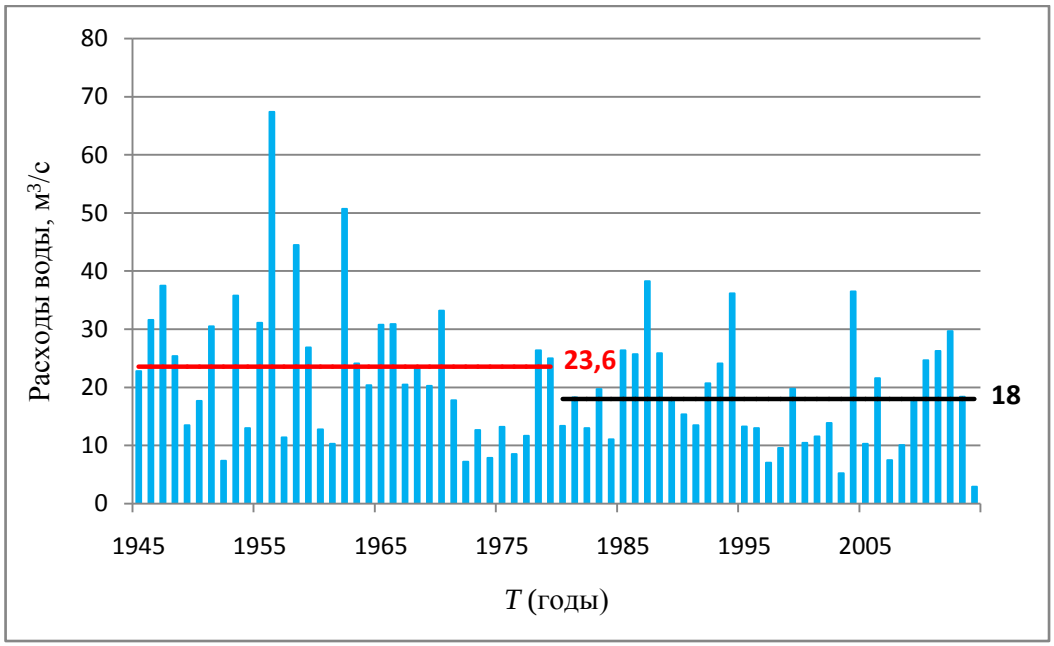


Рисунок 3.5 – Хронологический график максимальных расходов весеннего половодья; р. Ловать – д. Узкое (опровержение гипотезы об однородности по критериям Фишера и Стьюдента)

3.3 Оценка временных трендов

Как показал анализ, опровержение гипотезы об однородности рядов связано, как правило, с наличием в этих рядах временных трендов.

Для оценки линейных трендов в рядах максимальных расходов весеннего половодья использовался критерий значимости выборочного коэффициента корреляции (R) для зависимости $Q = f(t)$ (где t годы или порядковый номер расхода). Гипотеза об отсутствии тренда не опровергалась, если выполнялось условие:

$$|R| < t_{2\alpha}\sigma_R \tag{3.9}$$

где $t_{2\alpha}$ – теоретическое значение статистики Стьюдента при уровне значимости 2α = 5%;

σ_R – стандартная ошибка коэффициента корреляции, определяемая по формуле:

$$\sigma_R = \left(1 - R^2\right) \Big/ \sqrt{n-1}\,. \tag{3.10}$$

Результаты проверки приводятся в приложении 4 и в обобщенном виде – в таблице 3.2. На рисунках 3.6 – 3.7 представлены примеры рядов со значимыми трендами.

Как видно из таблицы значимые тренды зафиксированы в 54 случаях из 109, что составляет 50% от общего числа рядов.

Таблица 3.2 – Результаты проверки значимости линейных трендов в рядах максимальных расходов весеннего половодья рек Северо-Запада РФ

Вид стока	Общее число случаев	число случаев опровержения гипотезы о значимости линейного тренда	
		абсолютное	относительное, %
Максимальные расходы воды	109	54	50

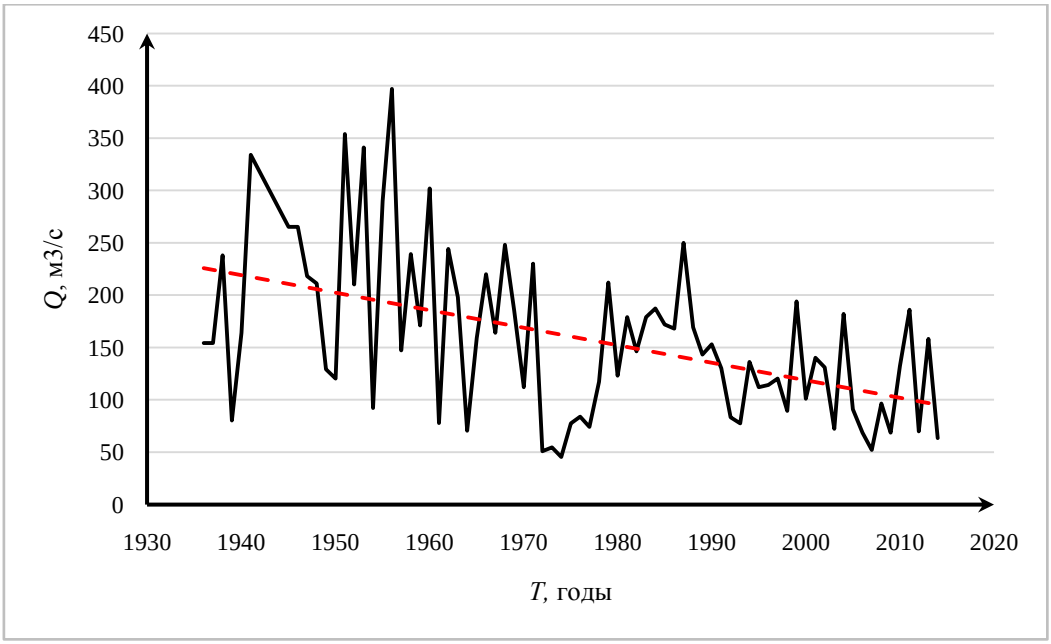


Рисунок 3.6 – Хронологический график максимальных расходов весеннего половодья; р. Утроя– д. Большая Губа (при 2α = 5% тренд значим).

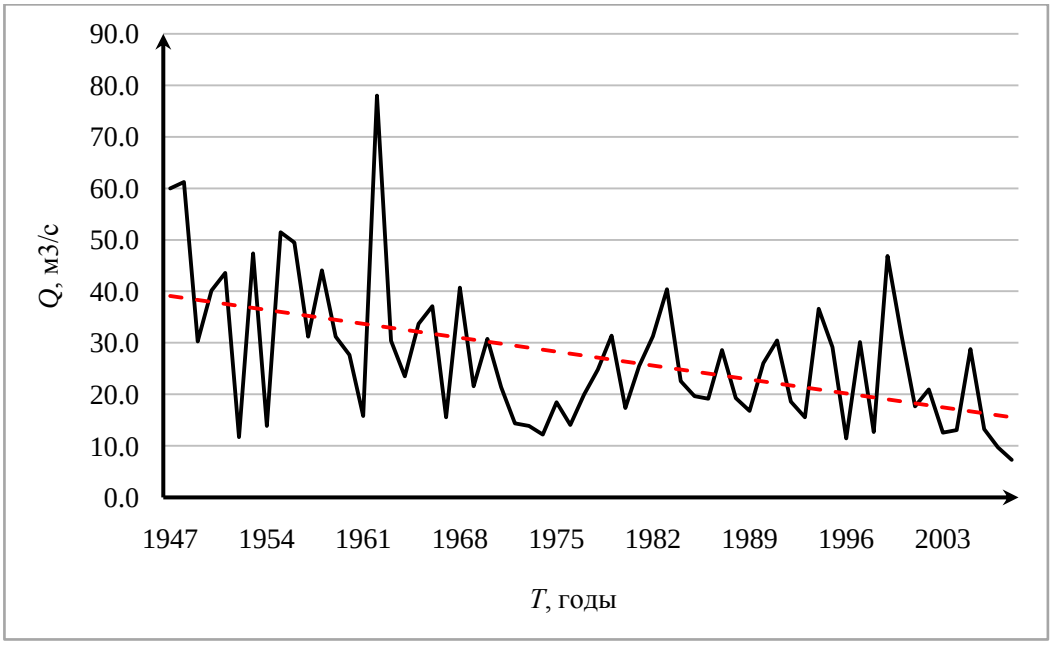


Рисунок 3.7 – Хронологический график максимальных расходов весеннего половодья; р. Локня– д. Бородино (при 2α = 5% тренд значим).

3.4 Выявление даты изменения условий формирования стока

Для выявления дат нарушения условий формирования стока строились интегральные кривые вида $\Sigma Q = f(t)$ (Приложение 5), примеры таких зависимостей представлены на рисунках 3.8 – 3.9.

Установлено, что для рядов максимальных расходов весеннего половодья момент нарушения стока приходится на начало 70-х годов.

Анализ разностно – интегральных кривых максимальных расходов весеннего половодья и среднегодовых температур вохдуха однозначно указывает на связь между ними.

До начала 70-х годов прослеживается рост максимальных расходов, в то время как происходит спад среднегодовой температуры воздуха. В конце 80-х годов с ростом среднегодовой температуры воздуха и увеличением числа зимних оттепелей, наметился тренд на понижение максимальных расходов весеннего половодья.

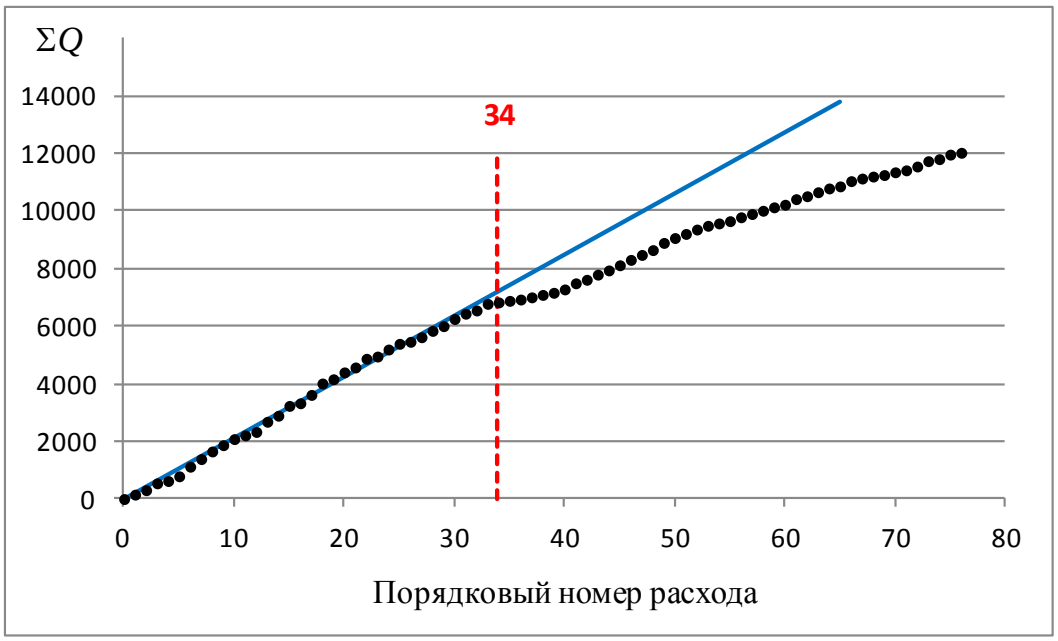


Рисунок 3.8 – Интегральная кривая максимальных срочных расходов весеннего половодья; р. Утроя – д. Б. Губа; n = 76; точка перелома – 1972 г.

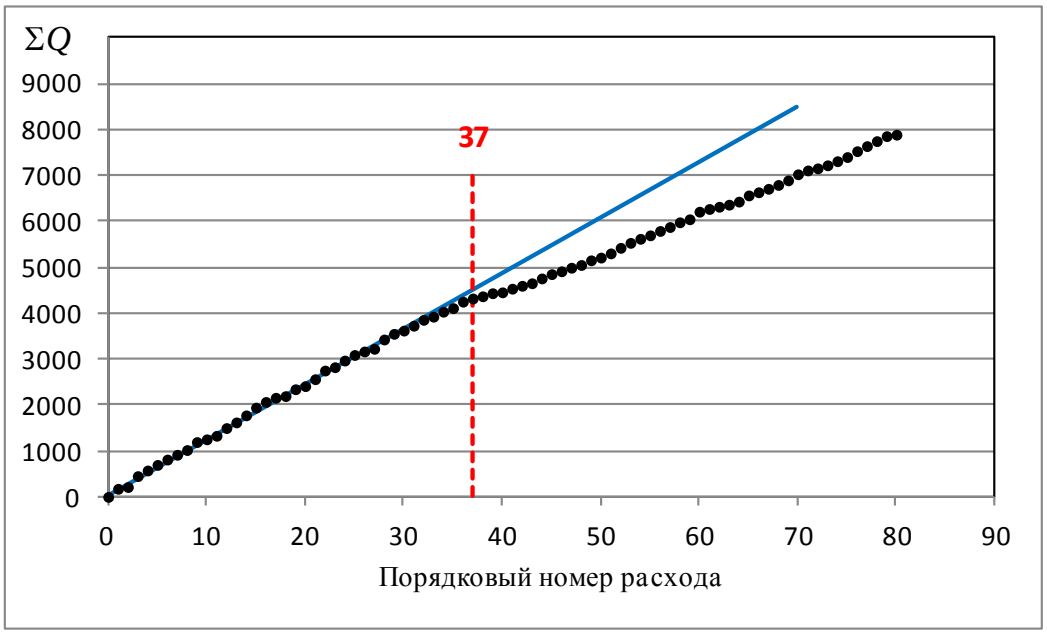


Рисунок 3.9 – Интегральная кривая максимальных срочных расходов весеннего половодья; р. Ловать – г. Великие Луки; n = 80; точка перелома – 1971 г.

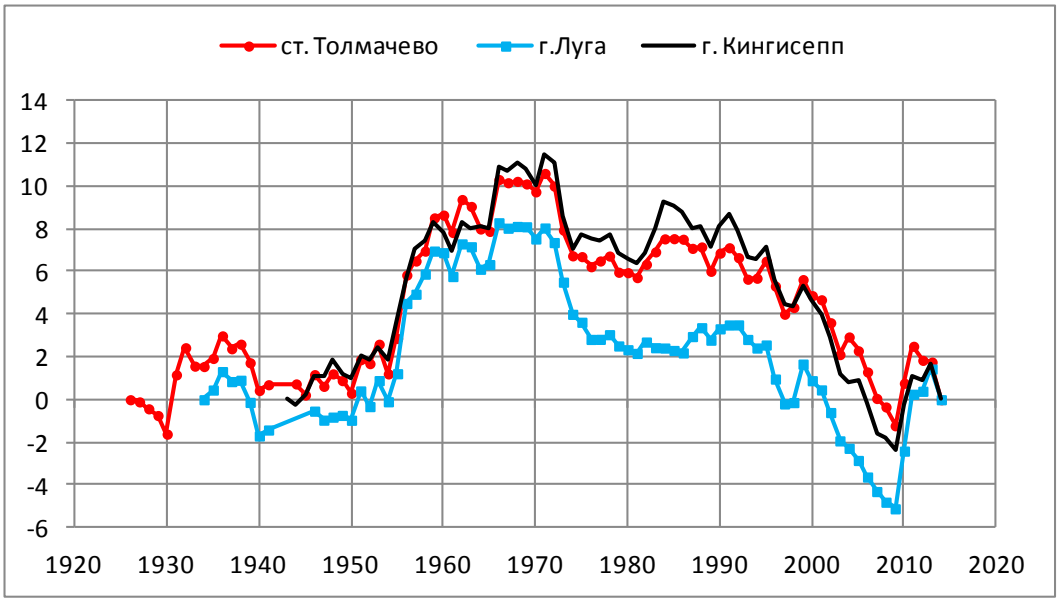


Рисунок 3.10 – Разностные интегральные кривые максимальных расходов весеннего половодья реки Луга.

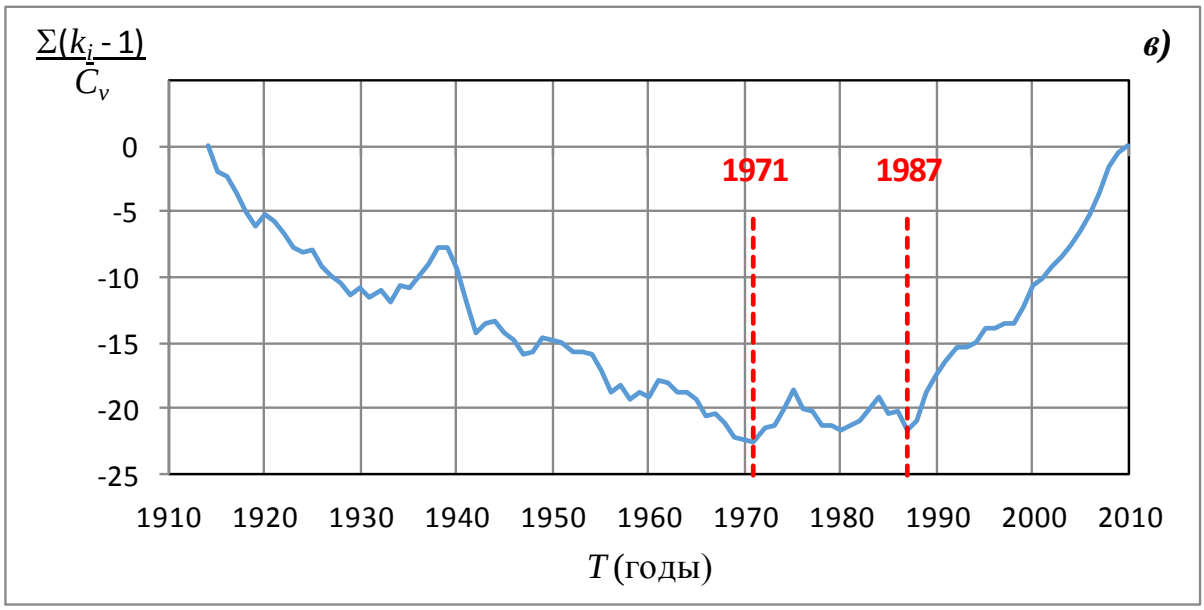


Рисунок 3.11 – Разностная интегральная кривая среднегодовых температур воздуха по м/с Санкт-Петербург.

3.5 Расчет статистических характеристик максимальных расходов и модулей стока весеннего половодья

При статистической обработке гидрологических данных используются несколько методов расчета оценок параметров распределения. Эти методы можно условно разделить на три группы: аналитические, графоаналитические и графические. Графические и графоаналитические методы, как видно из названия, сочетают в себе элементы аналитического расчета и графические построения. В аналитических методах оценки параметров распределения представляют собой числа, полученные путем подстановки выборочных значений $x_1, x_2, x_3, \ldots x_n$, СВ X в теоретическую формулу оцениваемого параметра. При этом желательно, чтобы оценка удовлетворяла требованиям состоятельности, несмещенности и эффективности.

К числу аналитических методов относятся метод моментов и метод наибольшего правдоподобия. Расчет оценок параметров распределения производился методом моментов.. Метод основан на использовании моментов

эмпирического распределения, которые являются состоятельными оценками соответствующих теоретических моментов.

Оценка параметра распределения некоторой СВ X, полученная по выборке тем или иным методом, сама представляет собой случайную величину, обладающую определенным разбросом. Формулы для расчета погрешностей зависят от того, каким методом производилась оценка параметра.

Ниже представлены основные расчетные формулы.

Среднее значение

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i-1}^{n} x_i}{n}, \tag{3.11}$$

коэффициент вариации

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (k_i - 1)^2}{n-1}} \tag{3.12}$$

коэффициент асимметрии

$$C_s = \frac{n\sum_{i=1}^{n} (k_i - 1)^3}{(n-1)(n-2)C_v^3} \tag{3.13}$$

относительная погрешность среднего значения

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} 100\% \tag{3.14}$$

относительная погрешность коэффициента вариации

$$\sigma_{Cv} = \frac{1}{n+4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2}} \left(1 + \frac{3C_v r^2}{1+r}\right) 100\% \tag{3.15}$$

относительная погрешность коэффициента асимметрии

$$\varepsilon_{c_s} = \frac{1}{C_s} \sqrt{(6/n)(1+6C_v^2+5C_v^4)} \cdot 100\ \% \tag{3.16}$$

В том случае, когда коэффициент вариации (C_v) превышал 0,6, параметры пересчитывались методом наибольшего правдоподобия.

Основные статистические характеристики рядов максимальных расходов и модулей стока весеннего половодья представлены в приложении 6 и в обобщенном виде – в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Средние и характерные значения статистических характеристик максимальных модулей стока весеннего половодья для территории Северо-Запада РФ

Количество рядов	Средний расход, л/с км^2			Коэффициент вариации			Cs/Cv
	max	min	среднее	max	min	среднее	среднее
109	166,5	14,3	78,9	0,97	0,18	0,40	2,14

Как видно из таблицы 3.3 и приложения 6, значение среднего модуля максимального стока талых вод колеблется в пределах исследуемой территории от 15 до 40 л/с км^2 на реках, имеющих площадь водосбора в несколько десятков тысяч квадратных километров до 100 - 150 л/с км^2 - на некоторых малых реках. Относительная погрешность вычисления среднего значения для 99% исследованных рядов не превышает 10 %, средняя погрешность расчета - 6%.

Значение коэффициента вариации (*Cv*) изменяется от 0,18 - 0,22 (на наиболее крупных реках) до 0,6 (руч. Рая-оя – пос. Дружноселье) и в среднем по территории составляет 0,40. Погрешность вычисления *Cv* изменяется от 9 до 12 % и в среднем равна 8 %.

Среднее значение *Cs/Cv* для исследуемого района равно 2,14.

3.6 Расчет статистических характеристик слоев весеннего половодья

В качестве исходных данных по слоям весеннего половодья были использованы результаты, полученные в магистерской диссертации К.В. Александровой «*Анализ пространственно-временной изменчивости слоя половодья рек Северо-Западного федерального округа*».

Основные статистические характеристики рядов слоя половодья представлены в приложении 7 и в обобщенном виде – в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Средние и характерные значения статистических характеристик слоя весеннего половодья для территории Северо-Запада РФ

Количество рядов	Норма слоя половодья, мм			Коэффициент вариации			Cs/Cv
	max	min	среднее	max	min	среднее	среднее
105	275	55	133	0,52	0,24	0,34	1,65

Как видно из таблицы 3.1 и приложения 7, на рассматриваемой территории среднее значение слоя стока половодья колеблется в пределах от 68 мм до 226 мм, и в среднем по территории составляет 132 мм. Относительная погрешность вычисления среднего изменяется в пределах от 3% до 13 % и в среднем по территории составляет 6% . Значение коэффициента вариации *Cv* изменяется в диапазоне от 0,24 до 0,49 и в среднем по территории равно 0,34, а ошибка вычисления *Cv* изменяется от 7% до 19% и в среднем составляет 13%.

В целом по территории имеет место увеличение слоя стока с юга на север. Южнее озера Ильмень наблюдается область некоторого понижения слоя стока, а на северо-восточном берегу Ладожского озера наблюдается небольшая область достаточно заметного увеличения слоя стока.

4. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЙОННОЙ РЕДУКЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ

В случае отсутствия наблюдений при расчетах максимальных расходов воды используются расчетные схемы, опирающиеся на определенные теоретические представления о процессах формирования поверхностного стока в период половодья и паводков. Сложность процессов формирования максимального стока, зависимость их от многих физико-географических и антропогенных факторов делают задачу разработки достаточно строгой теории формирования максимального стока весьма трудной. Однако длительные и довольно многочисленные исследования процессов формирования максимального стока позволили создать генетическую теорию его формирования и вывести из нее соответствующую формулу, являющуюся базой при разработке практических расчетных схем.

Большинство формул, разработанных для расчетов максимального стока половодий и паводков, в том числе в нормативных документах, основано в явном и неявном виде на генетической теории формирования поверхностного стока и генетической формуле стока.

Первые формулы для расчета максимального стока половодья были основаны на исследовании редукции модуля максимального стока по площади водосбора. Они появились в Европе в середине 19 века. В России первой формулой для расчета максимальных расходов талых вод появилась формула Карачаевского – Волка. В 1907- 1915 гг. появились районные формулы. Наиболее существенные обобщения данных по максимальному стоку половодий для рек ЕТС осуществил Кочерин в 1926-1928 гг., он предложил учитывать специальными коэффициентами влияние на максимальный сток рельефа и леса, а также учесть повторяемость максимальных расходов воды.

Формулу Кочерина уточнил и развил Соколовский, рекомендовавший для практики формулу:

$$q_p = \frac{A_p}{(A+1)^n} \qquad (3.17)$$

где A_p - максимальный модуль элементарного стока или максимальная интенсивность водоотдачи со склонов в русловую сеть;

n – показатель степени редукции максимального модуля стока по площади.

А – площадь водосбора.

Параметр A_p Соколовский предложил определять по рекам – аналогам, а при их отсутствии – по карте изолиний, предложенных им для ЕТС. Расчет обеспеченных значений максимального стока производился с использованием карты изолиний коэффициента вариации талых вод.

В соответствии с СП 33-101-2003 расчетный максимальный расход воды весеннего половодья $Q_{P\%}$, м^3/с, заданной вероятности превышения $P_\%$ при наличии рек-аналогов определяют по редукционной формуле

$$Q_{P\%} = \left(K_0 h_{P\%} \mu_{P\%} \delta\delta_1\delta_2 F\right) \Big/ \left(F + F_1\right)^n , \qquad (4.1)$$

где K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья;

$h_{P\%}$ – расчетный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания), мм, ежегодной вероятности превышения $P_\%$;

$\mu_{P\%}$ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды;

δ – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды под влиянием водохранилищ, прудов и проточных озер;

δ_1 – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды под влиянием залесенности водосбора;

δ_2 – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды под влиянием заболоченности водосбора;

F – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км^2;

F_1 – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км^2;

n – районный показатель степени редукции.

Значения параметров и коэффициентов в расчетной формуле определяются на основе обобщения данных гидрометрических наблюдений в районе проектирования за весь период наблюдений, включая последние годы.

4.1 Расчет максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья различной обеспеченности

Для расчета максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья различной обеспеченности использовалась программа HydroStatCalc. В качестве аналитической кривой была выбрана кривая Пирсона III типа.

Анализ кривых обеспеченостей, построенных как для максимальных расходов, так и для слоев весеннего половодья, показал, что в большинстве случаев эмпирические точки хорошо апроксимируются аналитической кривой. Примеры кривых обеспеченности представлены на рисунках 4.1 и 4.2.

Рассчитывались расходы и слои весеннего половодья 0.1, 1, 5, 10, 25, 50, 75 и 90% - ной обеспеченности.

Максимальные расходы весеннего половодья различной обеспеченности представлены в приложении 8.

Максимальные слои весеннего половодья различной обеспеченности представлены в приложении 9.

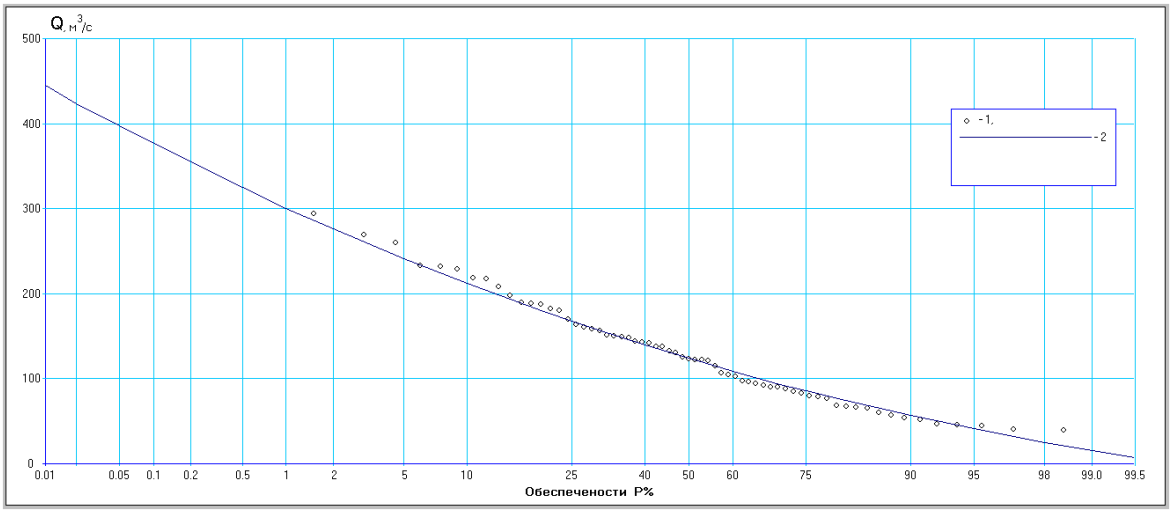


Рисунок 4.1 – Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченности максимальных расходов весеннего половодья (р. Полисть – д. Подтополье)

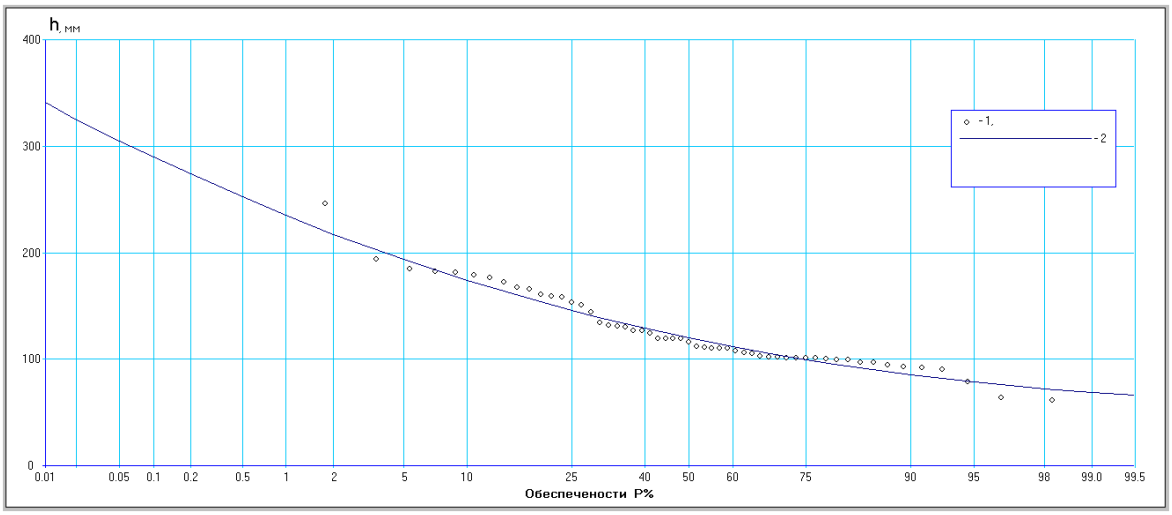


Рисунок 4.2 – Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченности максимальных слоев весеннего половодья (р. Холова – д. Горбуново)

4.2 Оценка показателя степени редукции и параметра F_1

Показатель степени редукции n и параметр F_1 в формуле (4.1) определяют на основе анализа зависимости $\lg(q_{1\%}/\ h_{1\%}) = f\ [\lg(F+1)]$, которая строится по данным наблюдений на изученных реках исследуемого района.

Исходные данные, использованные для построения этой зависимости для Северо-Запада РФ, представлены в приложении 10. В общей сложности

были использованы данные по 96 створам. График редукционной зависимости представлен на рисунке 4.3. Параметры уравнения регрессии представлены в таблице 4.1.

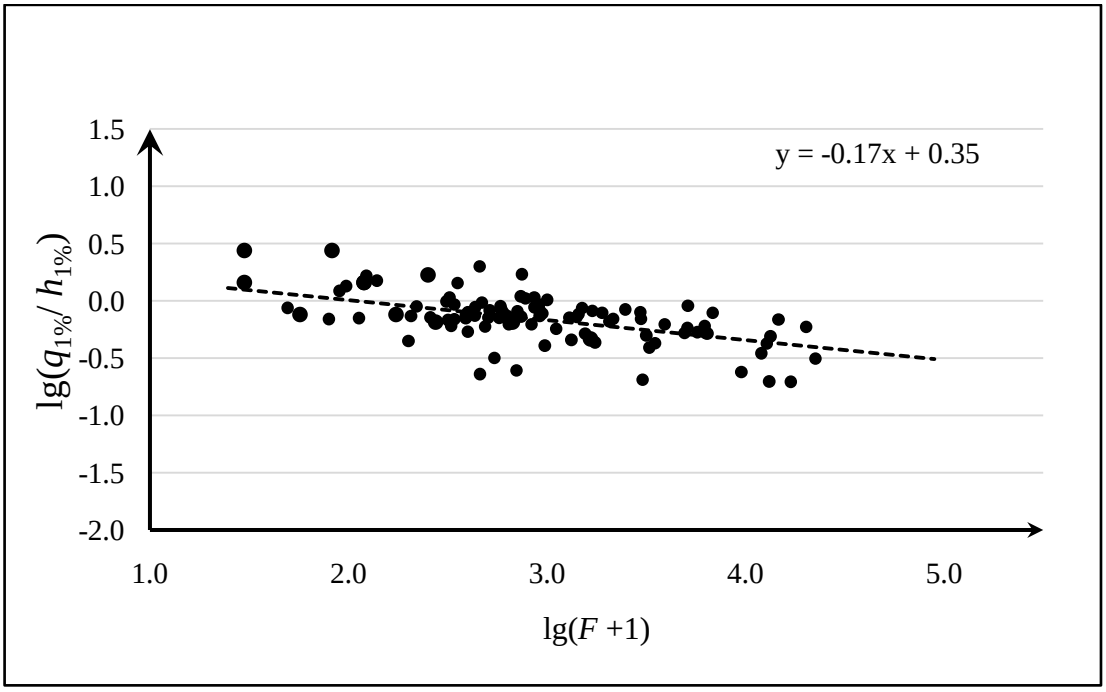


Рисунок 4.3 – Районная редукционная зависимость для рек Северо-Запада РФ: $\lg(q_{1\%}/\ h_{1\%}) = f\ [\lg(F+1)]$

Таблица 4.1 Параметры уравнения регрессии зависимости для рек Северо-Запада РФ

Параметр	Значение	Стандартная ошибка	Статистика Стьюдента
Коэффициент корреляции, *R*	0,53	0,169	3,14
Коэффициент регрессии, *a*	-0,17	0,030	-5,89
Свободный член, *b*	0,35	0,091	3,89

4.3 Расчет коэффициента $\mu_{P\%}$, учитывающего неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды

Коэффициенты, учитывающие неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды, рассчитывают по группе рек с наиболее продолжительными рядами наблюдений по формуле

$$\mu_{P\%} = (q_{P\%} h_{1\%}) / (q_{1\%} h_{P\%}), \qquad (4.2)$$

где $q_{P\%}$ и $q_{1\%}$ – модули максимального весеннего стока л/с км^2 соответственно обеспеченностью $P\%$ и 1%. Полученные значения для каждой обеспеченности осредняют в пределах гидрологически однородного района.

Результаты расчета коэффициентов $\mu_{P\%}$ для рек Северо-Запада РФ представлены в приложении 11. В таблице 4.2 приводятся осредненные значения коэффициентов $\mu_{P\%}$ для всей территории Северо-Запада РФ.

Таблица 4.2 – Значения коэффициентов $\mu_{P\%}$ для рек Северо-Запада РФ

Источник данных	Обеспеченность, *P%*							
	0,1	1	5	10	25	50	75	95
рассчитанные значения	1,07	1	0,93	0,89	0,84	0,78	0,74	0,74
СНиП 2.01.14-83	1,02	1	0,96	0,93	0,90	0,86	0,82	0,82

Как видно из таблицы 4.2 и приложения 11, рассчитанные значения $\mu_{P\%}$ существенно отличаются от значений, представленных в СНиП 2.01.14-83. В зоне больших обеспеченностей происходит стабилизация значений $\mu_{P\%}$.

4.4 Расчет параметра K_0, характеризующего дружность весеннего половодья

В соответствии с СП 33-101-2003 K_0 - параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, рассчитывают обратным путем из формулы (4.1).

$$K_0 = Q_{p\%}\,(F + F_1)^n / h_{p\%}\mu_{p\%}\delta\delta_1\delta_2 F, \qquad (4.3)$$

где δ – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды весеннего половодья на реках, зарегулированных проточными озерами, следует определять по формуле

$$\delta = 1/(1 + \mathrm{CA_{оз}}), \qquad (4.4)$$

где С - коэффициент, принимаемый равным 0,2 для лесной и лесостепной зон и 0,4 - для степной зоны.

При наличии в бассейне озер, расположенных вне главного русла и основных притоков, значение коэффициента δ следует принимать для $A_{оз}$ < 2% - 1; $A_{оз}$> 2% - 0,8.

Влияние прудов, регулирующих меженный сток, при расчете максимальных расходов воды вероятностью превышения менее 5% не учитывают, а при Р >= 5% допускается уменьшение расчетного значения до 10%.

Коэффициент δ_1, учитывающий снижение максимальных расходов воды в залесенных бассейнах, определяют по формуле

$$\delta_1 = \alpha/(\mathrm{A_л} + 1)^n\,, \qquad (4.5)$$

где n - коэффициент редукции; устанавливают по зависимости q_{max} = f($A_л$)с учетом преобладающих на водосборе почвогрунтов;

α - коэффициент, учитывающий расположение леса на водосборе (в верхней или нижней части водосбора), а также природную зону (лесная или лесостепная).

Коэффициент δ_2, учитывающий снижение максимальных расходов воды с заболоченных водосборов, определяют по формуле

$$\delta_2 = 1 - \beta \log(0.1A_б + 1), \qquad (4.6)$$

где β - коэффициент, определяемый в зависимости от типа болот и механического состава почвогрунтов вокруг болот и заболоченных земель (со слоем торфа не менее 30 см);

$А_б$ - относительная площадь болот, заболоченных лесов и лугов в бассейне реки,%.

Внутриболотные озера, рассредоточенные по водосбору и расположенные вне главного русла и основных притоков, следует включать в значение относительной площади болот.

При заболоченности менее 3% или проточной средневзвешенной озерности более 6% коэффициент δ_2 принимают равным единице.

Для опорных створов были рассчитаны параметры $К_0$, результаты расчетов представлены в приложении 12. Для пространственного обобщения параметра $К_0$ существует две методики. Первая методика описывается в СН 435-72 и основана на зависимости параметра $К_0$ от морфометрических характеристик (таблица 5.3), в частности от α:

$$\alpha = I\sqrt{F}/25, \qquad (4.7)$$

где I – средневзвешенный уклон главного водотока, ‰;

F – площадь водосбора, км^2.

Таблица 4.3 – Параметры n и $К_0$ для равнинных рек

Природная зона (по карте приложений 13, СН 435-72)	Параметр n	Параметр $К_0$ при значении α		
		>1	0.5 – 1.0	<0.5
Зона тундры и лесная зона				
1. Европейская территория СССР и Восточная Сибирь	0,17	0,010	0,008	0,006

Источник: «Указания по определению расчетных гидрологических характеристик СН 435-72»

Однако, как показал анализ, расчет по методике СН 435-72 дает очень большие погрешности и не может рекомендоваться для практического использования.

Наиболее рациональной является методика, в соответствии с которой коэффициент $К_0$ осредняется по нескольким ближайшим рекам-аналогам. То есть подразумевается, что в пределах крупной территории можно выделить несколько локальных областей в пределах которых коэффициент $К_0$ меняется незначительно.

4.4.1. Районирование коэффициента $К_0$

Для районирования $К_0$ в настоящей работе использовался кластерный анализ. Данный метод был реализован в программе STATISTICA.

Кластерный анализ – это совокупность методов, которые позволяют классифицировать многомерные наблюдения, каждое из которых описывается набором исходных переменных X_1, X_2, ..., X_m. Конечная цель кластерного анализа – образование групп объектов, схожих между собой. Их принято называть кластерами. Слово кластер *(cluster)* в переводе с английского означает сгусток, пучок, группа.

В данной работе использовался метод *К средних (K - means clustering).*

Этот метод используется наиболее часто. Он относится к группе так называемых эталонных методов кластерного анализа. Метод заключается в следующем: заранее определяется количество классов (k), на которое разбиваются наблюдения. Первые k – наблюдения назначаются центрами этих классов. В дальнейшем для каждого следующего наблюдения рассчитывается расстояние до центров кластеров. Наблюдения относят к тем кластерам, до которых расстояние является минимальным.

После чего для этого кластера (в котором увеличилось количество наблюдений) рассчитывается новый центр тяжести (как среднее по каждому показателю) по всем включенным в кластер наблюдениям.

После получения кластерного анализа методом К средних, можно рассчитать средние значения для каждого кластера по каждому измерению для оценки различий между кластерами.

Graph of means представляет собой графическое изображение (рис. 4.4) информации содержащейся в таблице.

Каждая ломаная линия на этом графике соответствует одному из кластеров. Каждое деление горизонтальной оси графика соответствует одной из переменных, включенных в анализ. Вертикальная ось соответствует средним значениям переменных для объектов, входящих в каждый из кластеров.

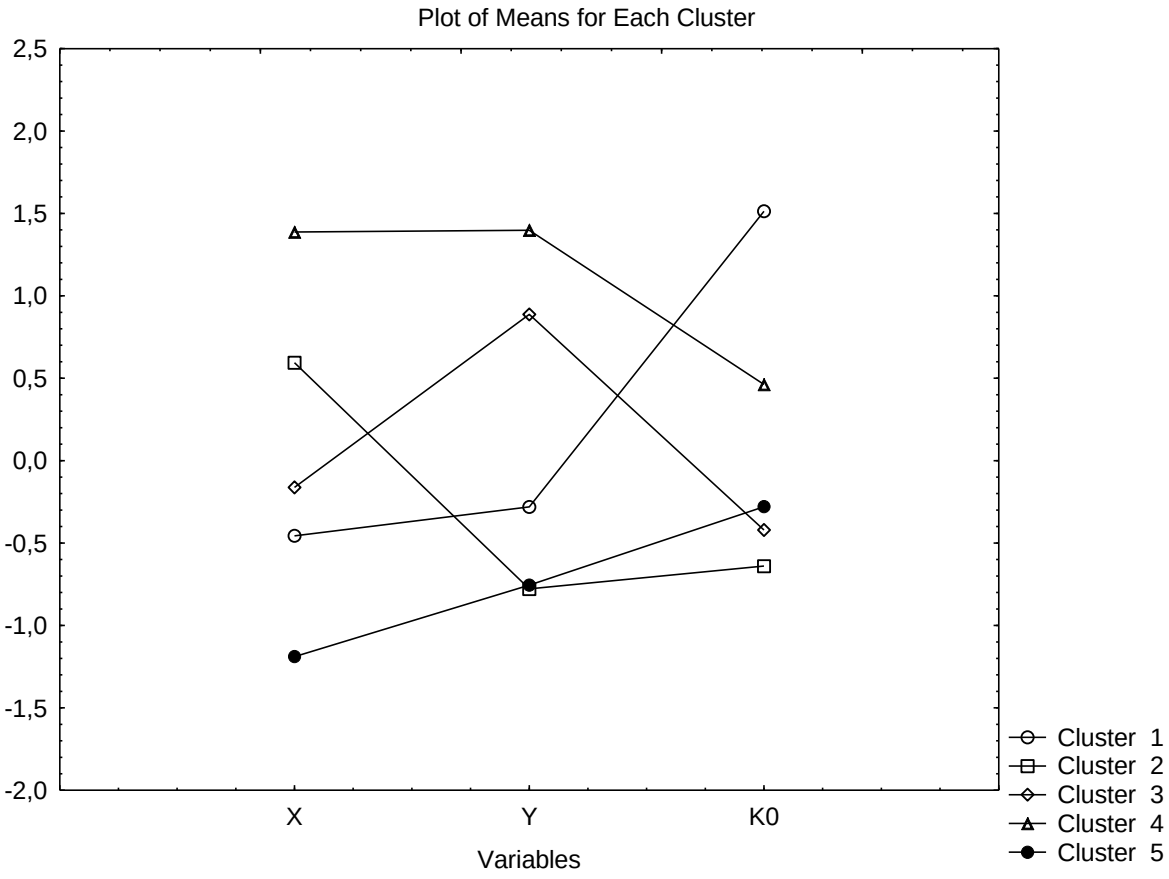


Рис. 4.4 – Graph of means.

Результаты районирования коэффициента $К_0$, выполненного кластерным анализом представлены в приложении 13 и в обобщенном виде – в таблице 4.4.

Таблица 4.4 Сводная таблица результатов кластерного анализа

№ кластера	Число постов	Среднее значение по кластеру		
		Широта, град.	Долгота, град.	K_0
1	15	58,317	30,573	0,012
2	24	59,888	29,497	0,006
3	20	58,756	33,101	0,006
4	15	61,076	34,206	0,009
5	21	57,219	29,546	0,007

Для рек Северо – Запада коэффициент $К_0$ был районирован. Результаты районирования представлены на рисунке 4.5.

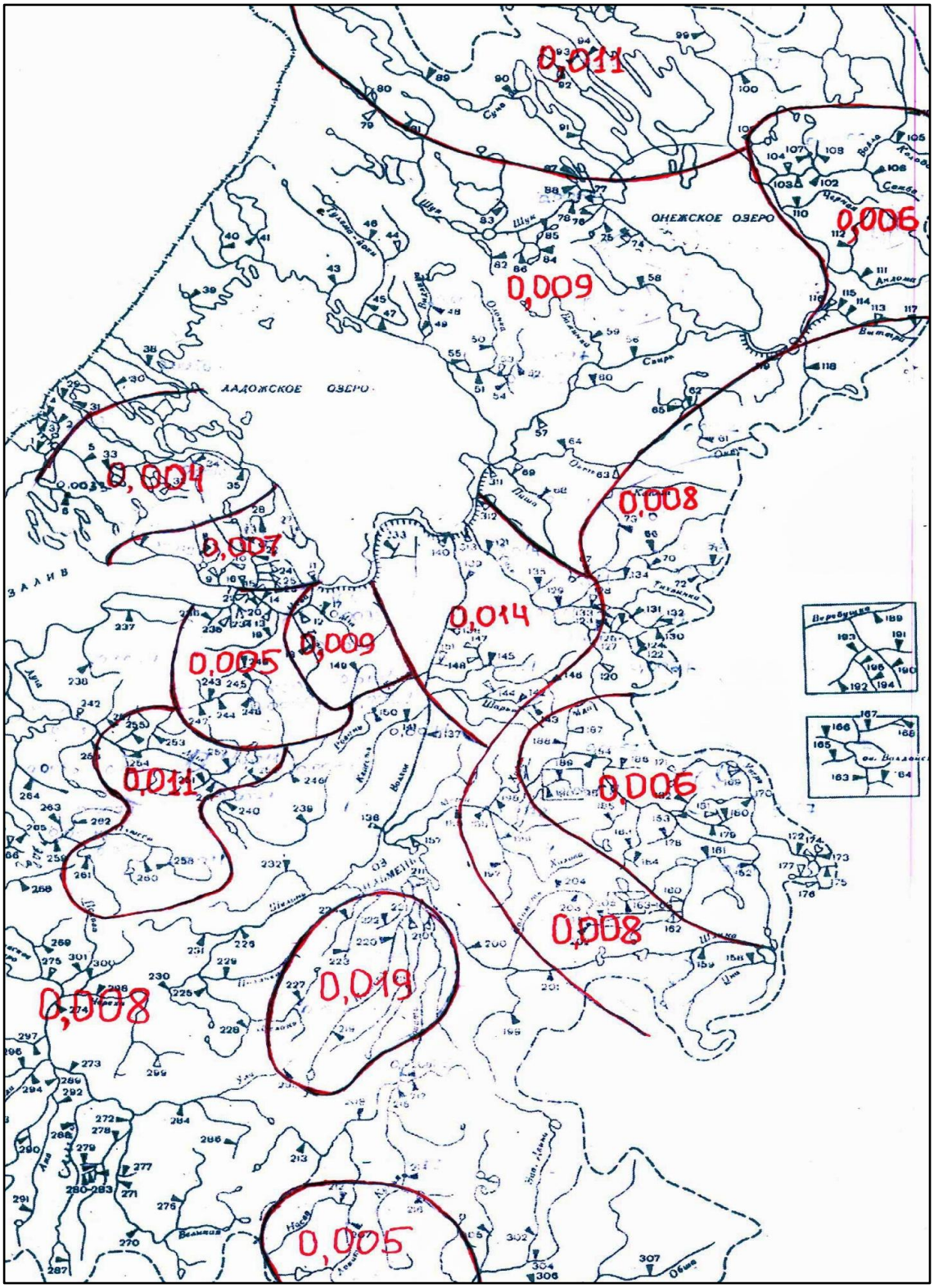


Рисунок 4.5 – Районные значения коэффициента, характеризующего дружность весеннего половодья для рек Северо-Запада РФ

4.5 Картирование параметров слоя стока весеннего половодья

Расчитанные в п. 4.1 значения среднего многолетнего слоя весеннего половодья и коэффициента вариации были картированы (рис. 4.6-4.8).

Полученные карты изолиний сравнивались с аналогичными картами, представленными в СНИП 2.01.14-83. Как видно на рисунках, полученные в настоящей работе карты изолиний не противоречат картам СНИП 2.01.14-83, но являются более детальными и основаны на более точной информации, так как использовались данные за более продолжительный период наблюдений.

Как показывает анализ карт, на рассматриваемой территории норма слоя половодья увеличивается с Юго-Запада на Северо-Восток, а для коэффициента вариации имеет место обратная тенденция.

Значение отношения Cs/Cv для территории Северо-Запада РФ в среднем составляет 2. Это значение можно рекомендовать при расчете слоя половодья неизученных рек.

Полученные в результате проведенных исследований параметры редукционной формулы и представленные в работе карты параметров слоя весеннего половодья позволяют выполнять расчеты максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

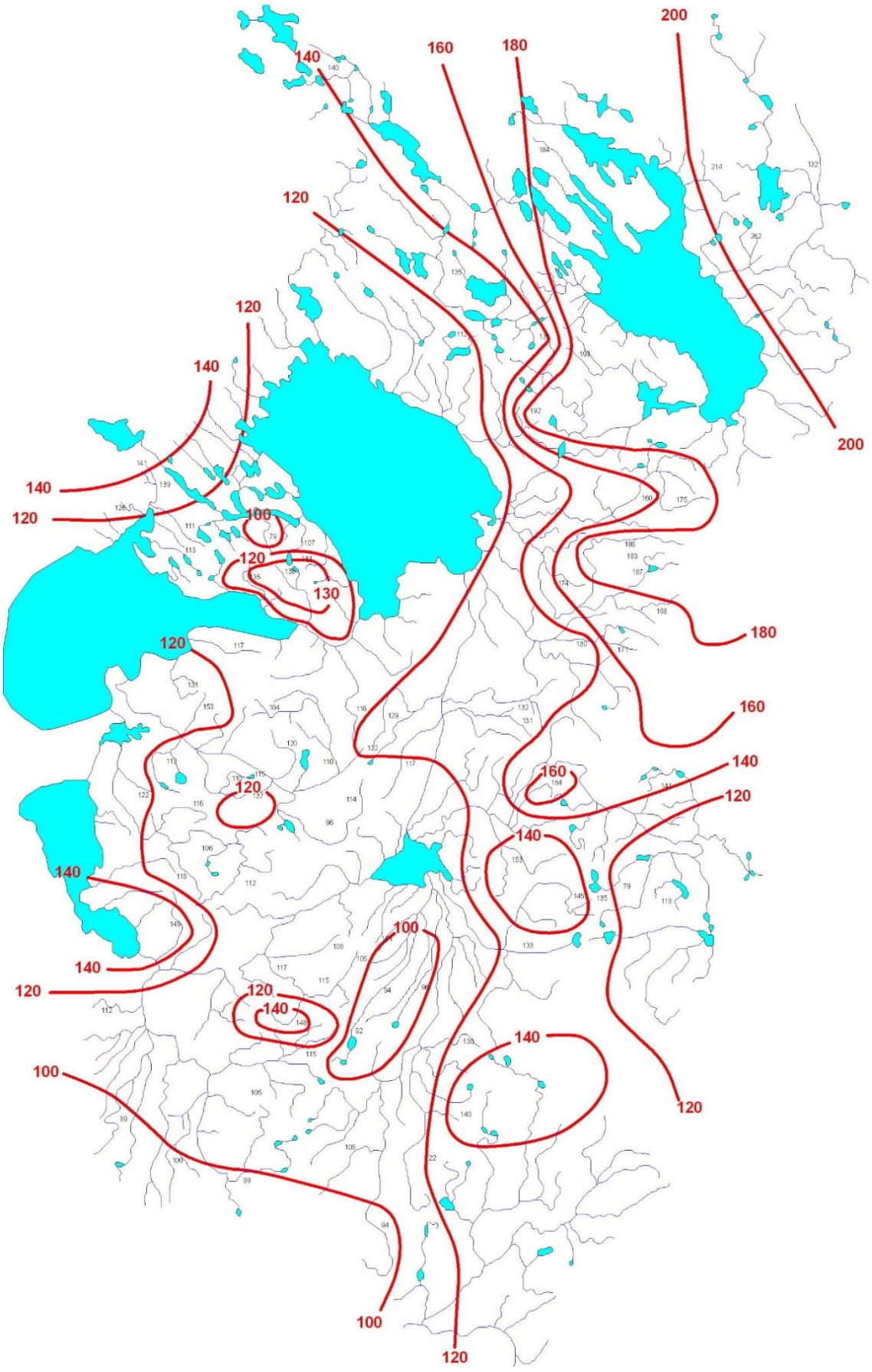


Рисунок 4.6 – Ката изолиний среднего многолетнего слоя весеннего половодья, мм для рек Северо-Запада РФ.

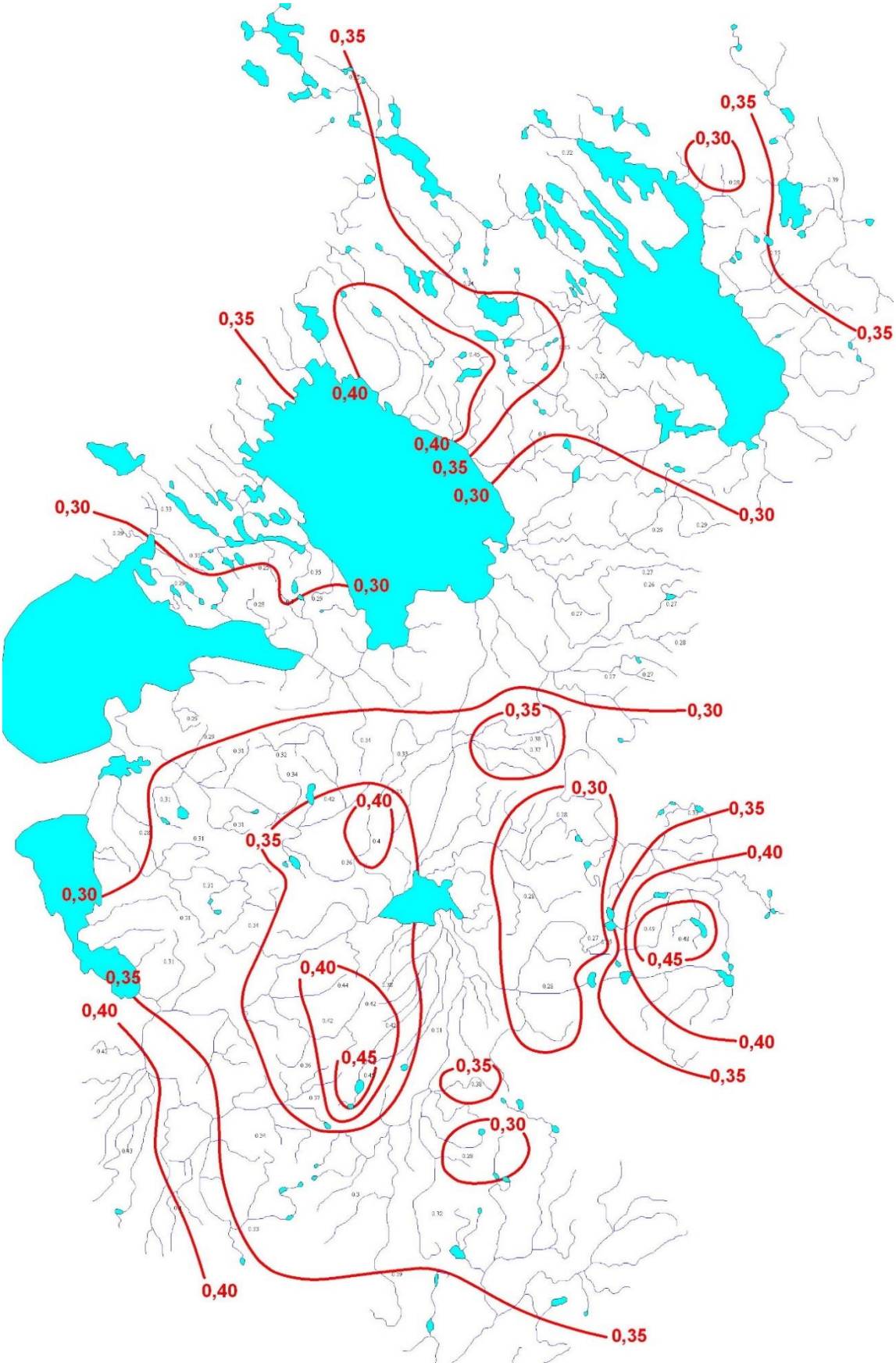


Рисунок 4.7 – Ката изолиний коэффициентов вариации слоя весеннего половодья для рек Северо-Запада РФ.

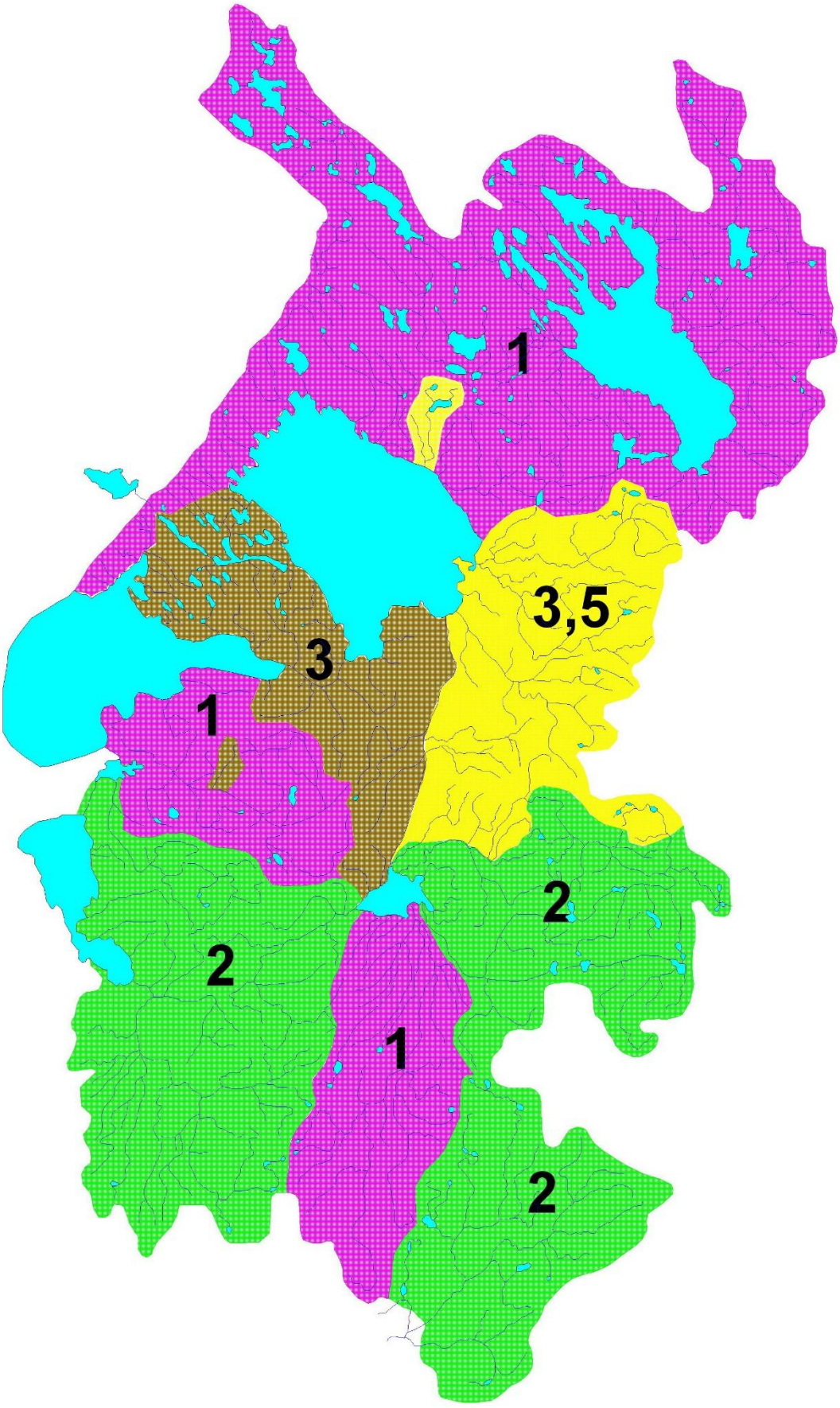


Рисунок 4.7 – Районные значения коэффициента Cs/Cv слоя весеннего половодья для рек Северо-Запада РФ

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы выявлено влияние изменений климата на сток весеннего половодья рек Северо-Запада РФ. Установлено, что увеличение зимних температур привело к увеличению оттепелей и некоторому снижению максимальных расходов и слоев половодья начиная с 70-х годов прошлого века. Однако эти изменения выражены относительно слабо. Значимые тренды имеют только 50% рядов.

Собраны и внесены в базу данных ряды основных характеристик весеннего половодья рек Северо-Запада РФ (включая данные последних лет наблюдений). Произведено приведение коротких рядов к многолетнему периоду.

Выполнен расчет максимальных расходов и слоев весеннего половодья различной обеспеченности. С использованием полученных данных произведено обоснование параметров районной редукционной формулы. Представлены карты параметров слоя весеннего половодья.

Учитывая, что все расчеты выполнены в соответствии с требованиями нормативных документов и с использованием более продолжительных рядов наблюдений, считаю, что представленную в работе методику можно рекомендовать для расчета максимального стока весеннего половодья неизученных рек Северо-Западного РФ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Владимиров А.М. Гидрологические расчёты. – Л.: Гидрометеоиздат,1990. – 368 с.

2 Гидрологические ежегодники. Том 1. Вып. 0-3. Бассейн Балтийского моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1947- 2014.

3 Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн Балтийского моря. Вып. 5. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982

4 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – М.: Стройиздат, 2004. – 72 с.

5 Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик.– Л., Гидрометеоиздат, 1984, 448 с.

6 Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965.

7 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Ч. 2. Приложения. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972.

8 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Основные гидрологические характеристики (до 1962 г., за 1963-70 гг., за 1971-75 гг.) – Л.: Гидрометеоиздат, 1966, 1974, 1978.

9 Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.

СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ

Приложение 1 – Основные гидрографические характеристики рек и их водосборов.

Приложение 2 – Параметры уравнений регрессии.

Приложение 3 – Результаты проверки на однородность рядов максимальных расходов весеннего половодья.

Приложение 4 – Результаты проверки на случайность рядов слоя весеннего половодья.

Приложение 5 – Интегральные кривые максимальных срочных расходов весеннего половодья.

Приложение 6 – Основные статистические характеристики рядов максимальных расходов весеннего половодья.

Приложение 7 – Основные статистические характеристики рядов слоя весеннего половодья рек.

Приложение 8 – Расчетные максимальные расходы воды весеннего половодья.

Приложение 9 – Расчетные значения слоя стока весеннего половодья.

Приложение 10 – Исходные данные для построения районной редукционной зависимости для рек Северо-Запада РФ

Приложение 11 – Расчетные значения коэффициентов $\mu_{P\%}$, учитывающих неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды для рек Северо-Запада РФ

Приложение 12 – Расчет параметра K_0, характеризующего дружность весеннего половодья.

Приложение 13 – Результаты районрирование параметра K_0

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Основные гидрографические характеристики рек и их водосборов

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	n	L, км	Уклон реки, ‰	$f_{оз}$, %	$f_б$, %	$f_л$, %
1	72450	р.Ловать - д.Узкое	398	70	41	0,63	3	1	28
2	72459	р.Ловать - г.Холм	14700	93	337	0,38	2	4	51
3	72454	р. Ловать - г.Великие Луки	3270	80	175	0,44	6	0,5	40
4	72039	р.Мга - д.Горы	709	78	85	0,4	0,5	14	69
5	72043	р.Тосна - ст.Тосно	1300	70	85	0,4	1	12	75
6	72510	р.Шелонь - д.Заполье	6820	81	189	0,35	1	20	26
7	72508	р.Шелонь г.Порхов	2950	59	120	0,46	0,5	15	30
8	72661	р.Великая - д.Пятаново	20200	80	392	0,51	2	2	36
9	72654	р.Великая - г.Опочка	3500	65	205	0,76	6	0,5	56
10	72660	р.Великая - д.Гуйтово	13400	70	336	0,57	3	2	40
11	72569	р. Луга - ст.Толмачево	6350	95	171	0,15	2	6	58
12	72566	р. Луга- г.Луга	2330	76	131	0,18	2	8	54
13	72577	р.Луга- г.Кингисепп	12800	71	293	0,18	2	8	61
14	72154	р.Паша - д.Поречье	1110	80	84	1,75	1	10	75
15	72156	р.Паша - с.Часовенское	5710	80	266	0,9	1	14	76
16	72155	р.Паша д.Дуброво	3910	80	180	1,13	2	10	78
17	72623	р.Плюсса - с.Плюсса	1440	76	54	0,32	1	16	52
18	72625	р.Плюсса - д.Брод	5090	76	169	0,2	1	11	59
19	72173	р.Воложба - д.Воложба	1330	79	108	1,68	1	11	71
20	72172	р.Воложба - д.Пареево	644	63	62	2,56	2	5	66
21	72478	р. Кунья - г.Холм	5140	62	235	0,58	1	2	66
22	72477	р. Кунья- д.Уварово	2480	57	168	0,63	0,5	1	63

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	n	L, км	Уклон реки, ‰	$f_{оз}$, %	$f_б$, %	$f_л$, %
23	72281	р.Мста - д.Девкино	22500	81	535	0,49	3	9	62
24	72269	р.Мста - пос.Потерпелицы	13200	63	307	0,7	5	9	56
25	72552	р. Коваши - д. Лендовщина	505	65	56	0,86	0,5	3	60
26	72696	р. Утроя - д. Б. Губа	2970	76	182	0,8	2	4	23
27	72083	р.Вьюн - д.Запорожское	542	60	66	1,14	3,6	5	77
28	72148	р. Оять- д. Шангиничи(Акулова гора)	4930	72	234	0,97	3	8	84
29	72467	р. Локня - д.Бородино	398	62	73	1,86	2	3	23
30	72481	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	69	93	2,22	0,5	2	68
31	72504	р.Перехода - д.Подсосонье	138	69	23	1,44	0	3	30
32	72064	р. Авлога -д. Матокса	89,1	60	24	2,17	1,2	2	70
33	72682	р.Сороть - д.Осинкино	3170	82	80	0,48	2	2	30
34	72068	р. Вуокса - Х ГЭС	31500	59					
35	72588	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	76	70	0,92	0,5	4	59
36	72601	Чернецкий - д.Ситенка	10,2	68	6,4	3,95	0	10	76
37	72559	р. Систа - д. Среднее райково	573	69	68	1,72	0,5	3	77
38	72004	р. Петровка - пос. Дружноселье	78,6	65	11	5	2	0,5	85
39	72603	р.Ящера - д.Долговка	581	63	66	1,02	0,5	20	73
40	72008	р. Гороховка - пос. Токарево	700	66	86	0,76	9	3	68
41	72158	р.Явосьма - д.Ушаково	742	63	86	1,49	0,5	17	73
42	72007	р. Перовка - пос. Гончарово	257	66	50	1,09	1,8	7	79
43	72130	р.Ивина - пгт.Ладва	862	60	76	2,06	1	14	83
44	72162	р.Капша - д.Еремина гора	1560	61	150	1,3	3	5	82
45	72592	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	61	34	1,09	1	6	66
46	72144	р.Оять д.Мининская	693	69	68	1,53	2	10	80
47	72227	р. Кересть - д. Сябреницы	833	76	73	0,33	0,5	7	77
48	48006	р. Лососинка - г.Петрозаводск	276	54	36	4	7,2	10	83
49	72423	р. Пола - д. Налючи	6450	65	200	1,22	0	6	51

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	n	L, км	Уклон реки, ‰	$f_{оз}$, %	$f_б$, %	$f_л$, %
50	72246	р. Тигода - ст. Любань	589	70	57	0,59	0,5	14	80
51	72518	р. Уза - д.Дубская	515	62	70	1,8	3	0	35
52	72104	р.Видлица - с.Большие горы	977	79	73	1,5	11	9	80
53	72213	р.Волхов - VI ГЭС	79800	61					
54	72192	р.Дымка - д.Домачево	112	66	23	4,39	0,5	14	75
55	72716	р.Кудеб - д.Севериково	739	63	68	1,43	1	4	38
56	72113	р.Мерега - д.Куйтежа	388	66	51		2	8	90
57	48069	р.Немина - пос.Немино	601	57	74	1,8	3	16	81
58	72055	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	81	67	2,15	2,1	2	63
59	72727	р.Пскова - д.Черняковицы	914	62	90	1,42	1	4	49
60	72239	р.Пчевжа - д.Белая	1690	72	113	0,86	0,5	13	76
61	48071	р.Пяльма - д.Пяльма	908	62	71	1,9	2	10	88
62	48088	р.Рагнукса - д.Харловская	328	63	62	2,3	6	8	86
63	72121	р.Свирь - XII ГЭС	66400	51					
64	72519	р.Ситня - д.Пески	906	60	104	0,98	0,5	6	56
65	72188	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	133	158	1,13	1	13	66
66	72327	р.Уверь - д.Меглецы	1750	78	125	0,49	2	14	57
67	48055	р.Уница - с. Уница	340	65	53	2,4	3	10	82
68	72285	р.Цна - с.Жилотково	1460	61	122	0,98	0,5	6	59
69	48021	р.Шуя - д.Бесовец	9560	79	267	0,69	10	19	71
70	72674	р. Исса - д. Визги	1410	67	153	0,42	1,0	4	53
71	72458	р. Ловать - д. Сельцо	8230	70	269	0,38	3,0	5	40
72	72564	р. Луга - д. Воронино	864	70	50	0,32	1,0	19	53
73	72479	р. Ока - д.Борок	310	63	58	2,41	0,5	0,5	67
74	72433	р. Полометь - д. Яжелбицы	631	63	71	2,11	3,0	3	79
75	72432	р. Полометь - д.Дворец	432	68	55	1,20	3,0	4	81
76	72002	р. Селезневка - ст. Лужайка	486	63	44	1,53	3,5	3	84

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	n	L, км	Уклон реки, ‰	$f_{оз}$, %	$f_б$, %	$f_л$, %
77	72016	р. Сестра - пос. Белоостров	390	63	68	2,05	0,8	6	78
78	72605	р.Лемовжа - д.Хотенжа	948	67	57	1,52	0,5	6	75
79	72420	р.Пола - д.Новый Новосел	1900	65	114	1,83	0,5	6	50
80	72490	р.Полисть - д.Коробинец	2150	66	100	0,22	5,0	26,0	46
81	72492	р.Полисть - д.Подтополье	2150	58	191	0,44	3,0	21	39
82	72487	р.Редья - д. Чернышово	469	64	95	0,61	2,0	29	28
83	72516	р.Судома - д.Порожек№2	457	63	66	2,40	2,0	0	32
84	72441	р. Лонница - д.Мосолино	48,3	66	17	3,96	0,5	7	88
85	72251	р. Равань - д. Бабино	389	63	61	0,52	0,5	6	77
86	72233	р. Шарья - д.Гремячево	353	64	54	1,04	0,0	35	68
87	72086	р.Асилан-йоки - свх.Застава	1370	59					
88	72305	р.Березайка - с.Устье	3030	63	126	0,58	6,0	11	60
89	72388	р.Веребушка - с.Оскочи	96,3	69	23	3,57	0,5	3	64
90	48079	р.Водла - д.Харловская	12000	69	364	0,56	6,0	24	70
91	72082	р.Волчья - д.Варшко	458	63	49	3,12	4,1	1	77
92	72614	р.Долгая - д.Загорье	777	83	85	0,38	5,0	14	56
93	72686	р.Льста - д.Глазатово	122	63	22	4,80	2,0	2	49
94	72637	р.Люта - д.Котоши	640	60	88	1,38	0,5	2	39
95	72114	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1000	60	75	1,70	1,0	15	84
96	72276	р.Мста - г.Бор	16900	78	398	0,60	4,0	8	58
97	72589	р.Оредеж - д.Моровино	3060	85	158	0,53	0,5	10,0	63
98	72517	р.Полонка - д.Новые Буриги	433	60	61	0,50	0,5	5	37
99	72643	р.Руя - д.Малые Рожки	219	60	30	0,83	0,5	6	73
100	72609	р.Саба - д.Райково	1280	78	83	0,58	2,0	10,0	68
101	72513	р.Северка - д.Болшая Зуевка	322	63	28	0,61	2,0	27	24
102	72169	р.Сясь - д.Яхново	6230	72	237	0,93	1,0	18	65
103	72409	р.Холова - д.Горбуново	1500	69	105	1,53	0,5	1	75

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	n	L, км	Уклон реки, ‰	$f_{оз}$, %	$f_б$, %	$f_л$, %
104	72617	р.Хревица с.Ивановское	316	60	32	2,96	0,5	3	43
105	72600	р.Черная - Болшое Замошье	200	60	18	1,11	20,0	37	23
106	72638	р.Яна - д.Ловынь	746	60	55	0,50	1,0	12	65
107	72005	руч. Панкан-оя - пос. Дружноселье	15,3	68	10	4,20	4,2	3	78
108	72006	руч. Рая-оя - пос. Дружноселье	17,1	68	8,3	5,06	2,8	0	81

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Параметры уравнений регрессии

№ п/п	*Река - пункт*		*коэф. кор. R*	*ур-е регрессии*	*период*	
	расчетная река	*река - аналог*			*наблюденный*	*востановленный*
1	р. Исса - д. Визги	р.Ловать - д. Узкое	0,77	y = 2,79x + 22,36	1948-1985	1986-2014
2	р. Ловать - д. Сельцо	р.Ловать - д. Узкое	0,79	y = 8,81x + 158,18	1945-1987	1988-2014
3	р. Луга - д. Воронино	р. Луга - ст. Толмачево	0,88	y = 0,30x - 11,06	1944-1987	1988-2014
4	р. Ока - д.Борок	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	0,87	y = 0,31x + 12,28	1952-1987	1988-2014
5	р. Полометь - д. Яжелбицы	р. Луга - ст.Толмачево	0,76	y = 0,14x + 22,70	1952-1994	1995-2014
6	р. Полометь - д.Дворец	р.Мста - д.Девкино	0,80	y = 0,037x + 5,02	1937-1994	1995-2014
7	р. Селезневка - ст. Лужайка	р. Гороховка - пос. Токарево	0,72	y = 1,57x - 4,08	1952-1997	1998-2014
8	р. Сестра - пос. Белоостров	р. Гороховка - пос. Токарево	0,83	y = 1,83x - 8,98	1950-1997	1998-2014
9	р.Лемовжа - д.Хотенжа	р.Плюсса - с.Плюсса	0,82	y = 0,55x + 23	1948-1997	1998-2014
10	р.Плюсса - г.Сланцы	р.Плюсса - д.Брод	0,97	y = 1,07x + 31,19	1946-1975	1976-2014
11	р.Пола - д.Новый Новосел	р.Ловать - г.Холм	0,79	y = 0,14x + 37,38	1950-1994	1995-2014
12	р.Полисть - д.Коробинец	р.Ловать - д.Узкое	0,73	y = 1,05x + 18,70	1949-1988	1989-2014
13	р.Полисть - д.Подтополье	р. Локня - д.Бородино	0,77	y = 3,65x + 36,48	1952-1987	1988-2009
14	р.Редья - д. Чернышово	р. Локня - д.Бородино	0,76	y = 0,99x + 11,21	1947-1986	1987-2010
15	р.Судома - д.Порожек№2	р. Локня- д.Бородино	0,77	y = 1,73x + 8,88	1952-1997	1998-2014
16	р. Лонница - д.Мосолино	р.Уверь - д.Меглецы	0,75	y = 0,04x + 2,75	1934-1994	1995-2014
17	р. Равань - д. Бабино	р.Уверь - д.Меглецы	0,73	y = 0,24x + 10,42	1952-1990	1991-2014
18	р. Шарья - д.Гремячево	р.Пчевжа - д.Белая	0,93	y = 0,28x - 1,01	1949-1993	1994-2012
19	р.Асилан-йоки - свх.Застава	р.Вьюн - д.Запорожское	0,74	y = 1,39x + 15,48	1956-1988	1989-2014
20	р.Березайка - с.Устье	р.Уверь - д.Меглецы	0,70	y = 0,66x + 14,54	1952-1990	1991-2014

№ п/п	Река - пункт		коэф. кор. R	ур-е регрессии	период	
	расчетная река	река - аналог			наблюденный	востановленный
21	р.Веребушка - с.Оскочи	р.Мста - д.Девкино	0,72	y = 0,01x + 4,57	1946-1993	1994-2014
22	р.Водла - д.Харловская	р.Пяльма - д.Пяльма	0,76	y = 3,46x + 241,14	1942-1996	1997-2014
23	р.Волчья - д.Варшко	р.Вьюн - д.Запорожское	0,86	y = 0,54x + 5,07	1952-1997	1998-2014
24	р.Долгая - д.Загорье	р.Ситня - д.Пески	0,82	y = 0,55x + 2,93	1930-1988	1989-2014
25	р.Льста - д.Глазатово	р.Ловать - д.Узкое	0,77	y = 0,49x + 4,81	1952-1988	1989-2014
26	р.Люта - д.Котоши	р.Ситня - д.Пески	0,88	y = 0,55x + 12,58	1950-1988	1989-2014
27	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	р.Мегрега - д.Куйтежа	0,7	y = 1,76x + 26,42	1954-1978	1979-2014
28	р.Мста - г.Бор	р.Уверь - д.Меглецы	0,91	y = 4,46x + 117,83	1935-1990	1991-2014
29	р.Оредеж - д.Моровино	р. Луга - ст.Толмачево	0,89	y = 0,64x + 5,45	1930-2002	2003-2014
30	р.Полонка - д.Новые Буриги	р.Ситня - д.Пески	0,88	y = 0,47x - 0,11	1952-1988	1989-2014
31	р.Руя - д.Малые Рожки	р.Ситня - д.Пески	0,82	y = 0,22x + 1,82	1951-2004	2005-2014
32	р.Саба - д.Райково	р.Плюсса - д.Брод	0,89	y = 0,28x + 8,34	1930-2000	2000-2014
33	р.Северка - д.Болшая Зуевка	р. Пола - д. Налючи	0,80	y = 0,09x - 17,55	1952-1984	1985-2014
34	р.Сясь - д.Яхново	р.Пчевжа - д.Белая	0,88	y = 1,58x + 189,92	1911-1996	1997-2012
35	р.Холова - д.Горбуново	р.Мста - д.Девкино	0,80	y = 0,13x + 26,74	1946-1988	1989-2014
36	р.Хревица с.Ивановское	р. Авлога - д. Матокса	0,73	y = 1,20x + 10,69	1927-1988	1989-2014
37	р.Черная - Болшое Замошье	р.Ситня - д.Пески	0,85	y = 0,13x - 2,59	1950-1987	1988-2014
38	р.Яна - д.Ловынь	р. Авлога - д. Матокса	0,70	y = 4,09x + 20,73	1952-1983	1984-2014
39	руч. Панкан-оя - пос. Дружносе-лье	р. Перовка - пос. Гончарово	0,78	y = 0,06x + 0,34	1947-1987	1988-2014
40	руч. Рая-оя - пос. Дружноселье	р. Перовка - пос. Гончарово	0,82	y = 0,07x + 0,31	1947-1987	1988-2014

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Результаты проверки на однородность рядов максимальных расходов весеннего половодья рек Северо-Запада РФ («+» – гипотеза не опровергается, «–» – гипотеза опровергается);

$2\alpha = 10\ \%$

№ п/п	Река – створ	F, км$_2$	n	t^*	t_{2a}	H_0: $x_1=x_2$	F^*	F_{2a}	H_0: $D_1=D_2$
1	р.Ловать - д.Узкое	398	70	2,06	2	-	2,22	1,77	-
2	р.Мга - д.Горы	709	78	0,27	1,99	+	1,09	1,72	+
3	р.Ловать - г.Холм	14700	93	3,1	2	-	1,4	1,6	+
4	р.Тосна - ст.Тосно	1300	70	0,22	2	+	1,47	1,77	+
5	р.Шелонь - д.Заполье	6820	81	5,1	2	-	2,6	1,7	-
6	р. Коваши - д. Лендовщина	505	65	0,6	2	+	3,57	1,82	-
7	р.Великая - д.Пятаново	20200	80	2,9	2	-	3	1,7	-
8	р. Утроя - д. Б. Губа	2970	76	3,4	2	-	3,7	1,7	-
9	р.Вьюн - д.Запорожское	542	60	0,66	2	+	4,15	1,86	-
10	р. Оять- д. Шангиничи(Акулова гора)	4930	72	-2,22	1,99	+	1,08	1,76	+
11	р. Локня - д.Бородино	398	62	2,57	2	-	3,13	1,84	-
12	р. Луга - ст.Толмачево	6350	95	2,9	2	-	0,4	0,6	+
13	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	69	1,8	2	+	1,3	1,8	+
14	р.Перехода - д.Подсосонье	138	69	0,5	2	+	0,3	0,6	+
15	р. Ловать - г.Великие Луки	3270	80	2,82	1,99	-	3,16	1,7	-
16	р.Паша - д.Поречье	1110	80	-1,2	2	+	1,5	1,7	+
17	р.Великая - г.Опочка	3500	65	1,1	2	+	2	1,8	-
18	р. Луга- г.Луга	2330	76	0,65	1,99	+	1,26	1,73	+
19	р. Авлога -д. Матокса	89,1	60	0,38	2	+	1,37	1,86	+
20	р.Сороть - д.Осинкино	3170	82	3,2	2	-	2,2	1,7	-
21	р. Вуокса - Х ГЭС	31500	59	0,4	2	+	1,9	1,9	+
22	р.Паша - с.Часовенское	5710	80	-0,7	2	+	1,1	1,7	+
23	р.Плюсса - с.Плюсса	1440	76	2,5	2	-	3,2	1,7	-
24	р.Паша д.Дуброво	3910	80	-1,1	2	+	1,2	1,7	+
25	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	76	-0,1	2	+	4	1,7	-
26	Чернецкий - д.Ситенка	10,2	68	1,7	2	+	3,08	1,79	-
27	р. Систа - д. Среднее райково	573	69	1,9	2	+	2,9	1,8	-
28	р.Плюсса - д.Брод	5090	76	1,5	2	+	2,1	1,7	-
29	р. Кунья - г.Холм	5140	62	0,36	2	+	1,15	1,84	+
30	р.Великая - д.Гуйтово	13400	70	2,39	2	-	3,2	1,77	-
31	р.Луга- г.Кингисепп	12800	71	1,6	2	+	1,2	1,8	+
32	р. Кунья- д.Уварово	2480	57	1,5	2	+	1,8	1,9	+
33	р. Петровка - пос. Дружноселье	78,6	65	2,5	2	-	1,81	1,82	+
34	р.Ящера - д.Долговка	581	63	1,38	2	+	1,58	1,83	+
35	р. Гороховка - пос. Токарево	700	66	0,56	1,99	+	1,17	1,8	+
36	р.Воложба - д.Пареево	644	63	-1,12	2	+	1,41	1,83	+
37	р.Явосьма - д.Ушаково	742	63	-1,48	2	+	2,19	1,83	-
38	р. Перовка - пос. Гончаро-	257	66	1,86	2	+	2,65	1,8	-

№ п/п	Река – створ	F, км$_2$	n	t^*	t_{2a}	H_0: $x_1=x_2$	F^*	F_{2a}	H_0: $D_1=D_2$
	во								
39	р.Ивина - пгт.Ладва	862	60	1,63	2	+	2,46	1,86	-
40	р.Капша - д.Еремина гора	1560	61	-0,77	2	+	2,54	1,85	-
41	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	61	1,4	2	+	1,47	1,85	+
42	р.Оять д.Мининская	693	69	-2,1	2	+	2,11	1,78	-
43	р.Шелонь г.Порхов	2950	59	1,48	2	+	1,58	1,88	+
44	р. Кересть - д. Сябреницы	833	76	0,8	2	+	2,6	1,9	-
45	р. Лососинка - г.Петрозаводск	276	54	-3,9	2	+	1,2	2,2	+
46	р. Пола - д. Налючи	6450	65	0,4	2	+	1,1	2	+
47	р. Тигода - ст. Любань	589	70	1,3	2	+	1,8	2	+
48	р. Уза - д.Дубская	515	62	3,9	2	-	20,1	2,1	-
49	р.Видлица - с.Большие горы	977	79	-2,1	2	+	1,3	1,9	+
50	р.Воложба - д.Воложба	1330	79	0,4	2	+	1,2	1,9	+
51	р.Волхов - VI ГЭС	79800	61	1,1	2	+	2,3	2,1	-
52	р.Дымка - д.Домачево	112	66	1,7	2	+	1,9	2	+
53	р.Кудеб - д.Севериково	739	63	3,3	2	-	8,6	2,1	-
54	р.Мерега - д.Куйтежа	388	66	0,6	2	+	2	2	+
55	р.Мста - д.Девкино	22500	81	2,6	2	-	1,9	1,9	+
56	р.Мста - пос.Потерпелицы	13200	63	0,02	2	+	1,63	2,07	+
57	р.Немина - пос.Немино	601	57	1,28	2	+	1,23	2,14	+
58	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	81	3,76	2	-	2,76	1,98	-
59	р.Пскова - д.Черняковицы	914	62	2,39	2	-	4,19	2,15	-
60	р.Пчевжа - д.Белая	1690	72	2,52	1,99	-	5,61	1,96	-
61	р.Пяльма - д.Пяльма	908	62	1,06	2	+	1,39	2,07	+
62	р.Рагнукса - д.Харловская	328	63	1,32	2	+	1,92	2,11	+
63	р.Свирь - XII ГЭС	66400	51	4,38	2,01	-	1,49	2,24	+
64	р.Ситня - д.Пески	906	60	1,67	2	+	2,03	1,86	-
65	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	133	2,5	1,98	-	2,44	1,51	-
66	р.Уверь - д.Меглецы	1750	78	-0,2	2	+	1,8	1,7	-
67	р.Уница - с. Уница	340	65	0,72	2	+	1,88	1,8	-
68	р.Цна - с.Жилотково	1460	61	0,28	2,01	+	1,9	1,94	+
69	р.Шуя - д.Бесовец	9560	79	0,77	1,99	+	1,79	1,71	-
70	р. Исса - д. Визги	1410	67	1,58	1,99	+	2,11	2,02	-
71	р. Ловать - д. Сельцо	8230	70	2,21	1,99	-	2,74	1,98	-
72	р. Луга - д. Воронино	864	70	2,3	1,99	-	1,31	1,98	+
73	р. Ока - д.Борок	310	63	0,78	1,99	+	1,26	1,83	+
74	р. Полометь - д. Яжелбицы	631	63	1,69	1,99	+	1,38	1,83	+
75	р. Полометь - д.Дворец	432	68	1,5	2	+	1,2	2,3	+
76	р. Селезневка - ст. Лужайка	486	63	-0,2	2	+	1,5	2	+
77	р. Сестра - пос. Белоостров	390	63	0,7	2	+	1,2	2,5	+
78	р.Лемовжа - д.Хотенжа	948	67	2,1	2	-	2,4	2,1	-
79	р.Плюсса - г.Сланцы	6340	69	1,9	2	+	2,43	1,77	-
80	р.Пола - д.Новый Новосел	1900	65	0,94	1,98	+	0,86	0,49	-
81	р.Полисть - д.Коробинец	2150	66	1,66	1,99	+	2,79	2,02	-
82	р.Полисть - д.Подтополье	2150	58	1,42	2	+	2,23	2,12	-
83	р.Редья - д. Чернышово	469	64	2,7	1,99	-	2,32	2,04	-
84	р.Судома - д.Порожек№2	457	63	3,44	1,99	-	3,01	2,06	-

№ п/п	Река – створ	F, км$_2$	n	t^*	t_{2a}	H_0: $x_1=x_2$	F^*	F_{2a}	H_0: $D_1=D_2$
85	р. Лонница - д.Мосолино	48,3	66	0,78	1,99	+	1,7	2,02	+
86	р. Равань - д. Бабино	389	63	-0,2	2	+	1,5	2	+
87	р. Шарья - д.Гремячево	353	64	1,8	2	+	5,3	2,4	-
88	р.Асилан-йоки - свх.Застава	1370	59	0,4	2	+	4,2	2,2	-
89	р.Березайка - с.Устье	3030	63	-0,2	2	+	1,5	2,2	+
90	р.Веребушка - с.Оскочи	96,3	69	1,45	2	+	1,25	2,26	+
91	р.Водла - д.Харловская	12000	69	1,2	2	+	1	0,4	-
92	р.Волчья - д.Варшко	458	63	-4	2	-	2	2,5	+
93	р.Долгая - д.Загорье	777	83	1,7	2	+	1,6	2,1	+
94	р.Льста - д.Глазатово	122	63	1,65	1,99	+	2,39	2,06	-
95	р.Люта - д.Котоши	640	60	1,73	2	+	2,26	2,1	-
96	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1000	60	0,5	2	+	2,3	1,9	-
97	р.Мста - г.Бор	16900	78	0,13	1,99	+	1,63	1,72	+
98	р.Оредеж - д.Моровино	3060	85	1,03	1,99	+	1,29	1,88	+
99	р.Полонка - д.Новые Бури-ги	433	60	1,58	2	+	2,17	2	-
100	р.Руя - д.Малые Рожки	219	60	2,57	2	-	1,79	2,1	+
101	р.Саба - д.Райково	1280	78	1,67	1,99	+	2,14	1,92	-
102	р.Северка - д.Болшая Зуев-ка	322	63	0,5	2	+	1	2	+
103	р.Сясь - д.Яхново	6230	72	2	1,99	-	2,36	1,97	-
104	р.Холова - д.Горбуново	1500	69	2,33	1,99	-	2,17	1,96	-
105	р.Хревица с.Ивановское	316	60	0,29	2	+	1,12	2,1	+
106	р.Черная - Болшое Замо-шье	200	60	1,73	2	+	2,15	2,1	-
107	р.Яна - д.Ловынь	746	60	0,38	2	+	0,73	0,47	-
108	руч. Панкан-оя - пос. Дружноселье	15,3	68	1,3	2	+	2,5	2,1	-
109	руч. Рая-оя - пос. Дружно-селье	17,1	68	1,89	1,99	+	3,19	2,01	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Результаты проверки на случайность рядов слоя весеннего половодья рек Северо-Запада РФ («+» – гипотеза не опровергается, «–» – гипотеза опровергается); 2α = 10 %

№ п/п	Река – створ	F, км$_2$	n	R	$t_{2\alpha}\sigma_{r(1)}$	H0: r(1)= 0
1	р.Ловать - д.Узкое	398	70	0,31	0,22	-
2	р.Мга - д.Горы	709	78	0,06	0,23	+
3	р.Ловать - г.Холм	14700	93	0,24	0,2	-
4	р.Тосна - ст.Тосно	1300	70	0,07	0,24	+
5	р.Шелонь - д.Заполье	6820	81	0,48	0,17	-
6	р. Коваши - д. Лендовщина	505	65	0,22	0,24	+
7	р.Великая - д.Пятаново	20200	80	0,33	0,2	-
8	р. Утроя - д. Б. Губа	2970	76	0,48	0,18	-
9	р.Вьюн - д.Запорожское	542	60	0,2	0,25	+
10	р. Оять- д. Шангиничи(Акулова гора)	4930	72	0,26	0,22	-
11	р. Локня - д.Бородино	398	62	0,49	0,19	-
12	р. Луга - ст.Толмачево	6350	95	0,34	0,18	-
13	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	69	0,24	0,23	-
14	р.Перехода - д.Подсосонье	138	69	0,36	0,21	-
15	р. Ловать - г.Великие Луки	3270	80	0,35	0,2	-
16	р.Паша - д.Поречье	1110	80	0,07	0,22	+
17	р.Великая - г.Опочка	3500	65	0,22	0,24	+
18	р. Луга- г.Луга	2330	76	0,09	0,23	+
19	р. Авлога -д. Матокса	89,1	60	0,22	0,25	+
20	р.Сороть - д.Осинкино	3170	82	0,37	0,19	-
21	р. Вуокса - Х ГЭС	31500	59	0,06	0,26	+
22	р.Паша - с.Часовенское	5710	80	0,14	0,22	+
23	р.Плюсса - с.Плюсса	1440	76	0,34	0,2	-
24	р.Паша д.Дуброво	3910	80	0,08	0,22	+
25	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	76	0,07	0,23	+
26	Чернецкий - д.Ситенка	10,2	68	0,37	0,21	-
27	р. Систа - д. Среднее райково	573	69	0,31	0,22	-
28	р.Плюсса - д.Брод	5090	76	0,2	0,22	+
29	р. Кунья - г.Холм	5140	62	0,14	0,25	+
30	р.Великая - д.Гуйтово	13400	70	0,39	0,2	-
31	р.Луга- г.Кингисепп	12800	71	0,26	0,22	-
32	р. Кунья- д.Уварово	2480	57	0,35	0,24	-
33	р. Петровка - пос. Дружноселье	78,6	65	0,46	0,2	-
34	р.Ящера - д.Долговка	581	63	0,23	0,24	+
35	р. Гороховка - пос. Токарево	700	66	0,17	0,24	+
36	р.Воложба - д.Пареево	644	63	0,01	0,25	+
37	р.Явосьма - д.Ушаково	742	63	0,07	0,25	+
38	р. Перовка - пос. Гончарово	257	66	0,37	0,21	-

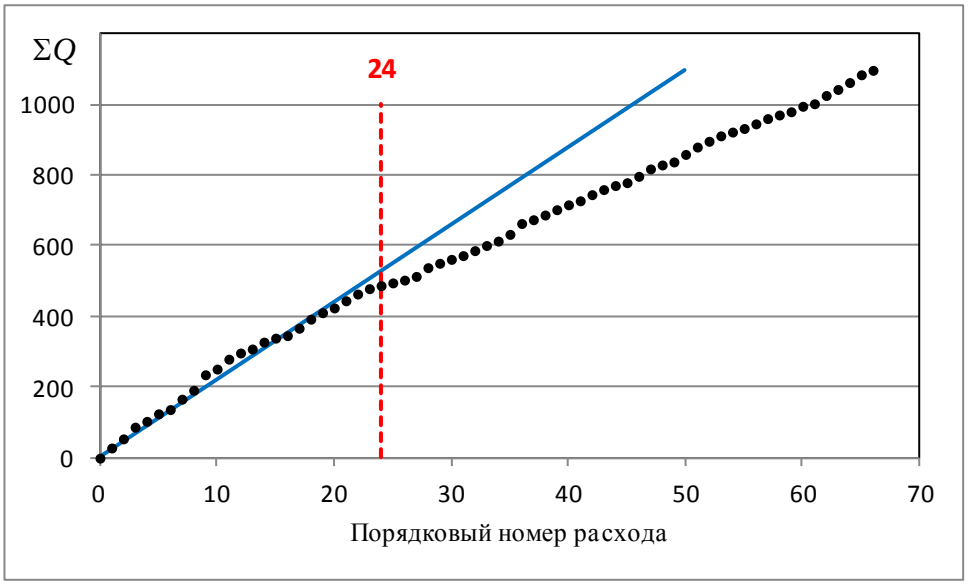
№ п/п	Река – створ	F, км$_2$	n	R	$t_{2\alpha}\sigma_{r(1)}$	H0: r(1)= 0
39	р.Ивина - пгт.Ладва	862	60	0,33	0,23	-
40	р.Капша - д.Еремина гора	1560	61	0,01	0,26	+
41	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	61	0,23	0,24	+
42	р.Оять д.Мининская	693	69	0,13	0,24	+
43	р.Шелонь г.Порхов	2950	59	0,28	0,24	-
44	р. Кересть - д. Сябреницы	833	76	0,07	0,23	+
45	р. Лососинка - г.Петрозаводск	276	54	0,48	0,21	-
46	р. Пола - д. Налючи	6450	65	0,11	0,25	+
47	р. Тигода - ст. Любань	589	70	0,14	0,24	+
48	р. Уза - д.Дубская	515	62	0,56	0,18	-
49	р.Видлица - с.Большие горы	977	79	0,17	0,22	+
50	р.Воложба - д.Воложба	1330	79	0,04	0,23	+
51	р.Волхов - VI ГЭС	79800	61	0,17	0,25	+
52	р.Дымка - д.Домачево	112	66	0,19	0,24	+
53	р.Кудеб - д.Севериково	739	63	0,51	0,19	-
54	р.Мерега - д.Куйтежа	388	66	0,14	0,24	+
55	р.Мста - д.Девкино	22500	81	0,25	0,21	-
56	р.Мста - пос.Потерпелицы	13200	63	0,15	0,25	+
57	р.Немина - пос.Немино	601	57	0,22	0,25	+
58	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	81	0,31	0,22	-
59	р.Пскова - д.Черняковицы	914	62	0,43	0,22	-
60	р.Пчевжа - д.Белая	1690	72	0,21	0,23	+
61	р.Пяльма - д.Пяльма	908	62	0,14	0,25	+
62	р.Рагнукса - д.Харловская	328	63	0,26	0,24	-
63	р.Свирь - XII ГЭС	66400	51	0,44	0,23	-
64	р.Ситня - д.Пески	906	60	0,30	0,24	-
65	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	133	0,23	0,16	-
66	р.Уверь - д.Меглецы	1750	78	0,06	0,23	+
67	р.Уница - с. Уница	340	65	0,125	0,25	+
68	р.Цна - с.Жилотково	1460	61	0,10	0,27	+
69	р.Шуя - д.Бесовец	9560	79	0,07	0,23	+
70	р. Исса - д. Визги	1410	67	0,32	0,22	-
71	р. Ловать - д. Сельцо	8230	70	0,37	0,21	-
72	р. Луга - д. Воронино	864	70	0,30	0,22	-
73	р. Ока - д.Борок	310	63	0,12	0,25	+
74	р. Плометь - д. Яжелбицы	631	63	0,31	0,23	-
75	р. Плометь - д.Дворец	432	68	0,30	0,22	-
76	р. Селезневка - ст. Лужайка	486	63	0,06	0,25	+
77	р. Сестра - пос. Белоостров	390	63	0,21	0,24	+
78	р.Лемовжа - д.Хотенжа	948	67	0,34	0,22	-
79	р.Плюсса - г.Сланцы	6340	69	0,26	0,23	-
80	р.Пола - д.Новый Новосел	1900	65	0,16	0,24	+
81	р.Полисть - д.Коробинец	2150	66	0,36	0,22	-
82	р.Полисть - д.Подтополье	2150	58	0,38	0,23	-
83	р.Редья - д. Чернышово	469	64	0,44	0,20	-

№ п/п	Река – створ	F, км$_2$	n	R	$t_{2\alpha}\sigma_{r(1)}$	H0: r(1)= 0
84	р.Судома - д.Порожек№2	457	63	0,51	0,19	-
85	р. Лонница - д.Мосолино	48,3	66	0,08	0,25	+
86	р. Равань - д. Бабино	389	63	0,06	0,25	+
87	р. Шарья - д.Гремячево	353	64	0,29	0,23	-
88	р.Асилан-йоки - свх.Застава	1370	59	0,01	0,26	+
89	р.Березайка - с.Устье	3030	63	0,16	0,25	+
90	р.Веребушка - с.Оскочи	96,3	69	0,24	0,23	-
91	р.Водла - д.Харловская	12000	69	0,06	0,24	+
92	р.Волчья - д.Варшко	458	63	0,19	0,24	+
93	р.Долгая - д.Загорье	777	83	0,23	0,21	-
94	р.Льста - д.Глазатово	122	63	0,32	0,23	-
95	р.Люта - д.Котоши	640	60	0,30	0,24	-
96	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1000	60	0,28	0,24	-
97	р.Мста - г.Бор	16900	78	0,01	0,23	+
98	р.Оредеж - д.Моровино	3060	85	0,03	0,22	+
99	р.Полонка - д.Новые Буриги	433	60	0,32	0,23	-
100	р.Руя - д.Малые Рожки	219	60	0,34	0,23	-
101	р.Саба - д.Райково	1280	78	0,19	0,22	+
102	р.Северка - д.Болшая Зуевка	322	63	0,11	0,25	+
103	р.Сясь - д.Яхново	6230	72	0,19	0,23	+
104	р.Холова - д.Горбуново	1500	69	0,24	0,23	-
105	р.Хревица с.Ивановское	316	60	0,17	0,25	+
106	р.Черная - Болшое Замошье	200	60	0,27	0,24	-
107	р.Яна - д.Ловынь	746	60	0,15	0,25	+
108	руч. Панкан-оя - пос. Дружноселье	15,3	68	0,17	0,24	+
109	руч. Рая-оя - пос. Дружноселье	17,1	68	0,33	0,22	-

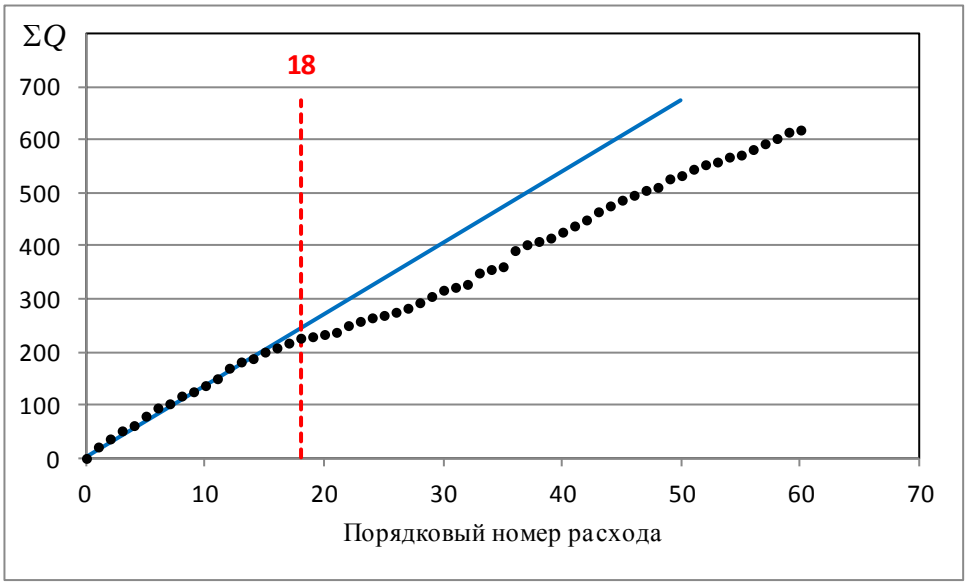
ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Интегральные кривые максимальных срочных расходов весеннего половодья

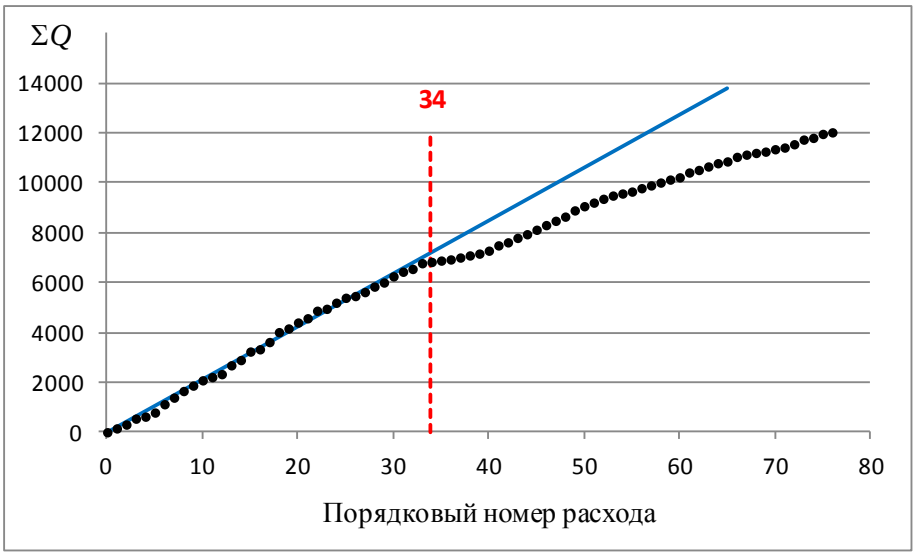
рек Северо-Запада РФ; $\Sigma Q = f(t)$.



р. Перовка – пос. Гончарово; $n = 66$; точка перелома – 1972 г; (тренд значим).

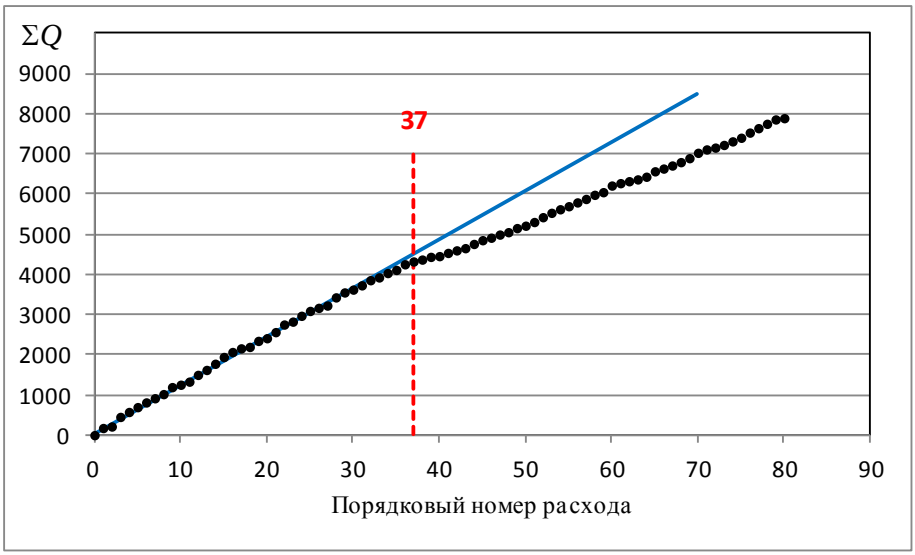


р. Авлога – д. Матокса; $n = 60$; точка перелома – 1972 г; (тренд незначим).

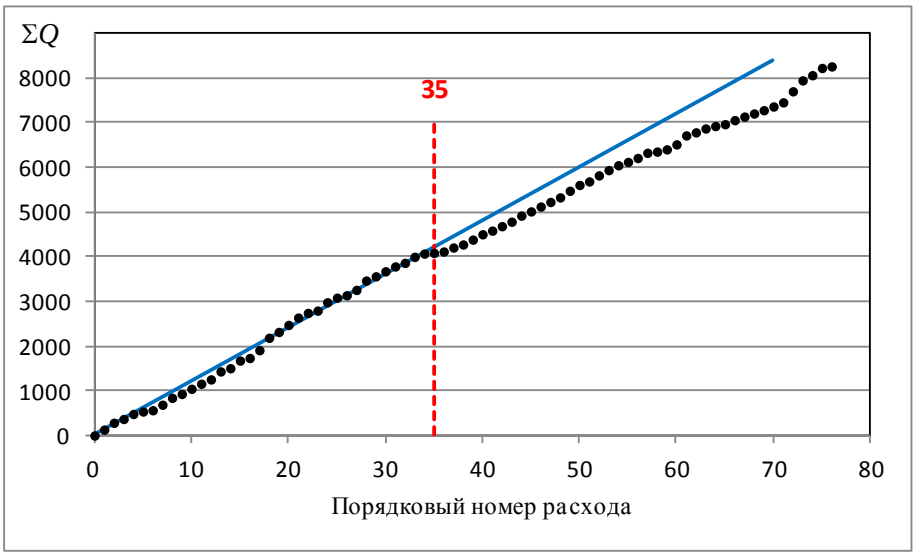


р. Утроя – д. Б. Губа; *n* = 76; точка перелома – 1972 г. (тренд значим).

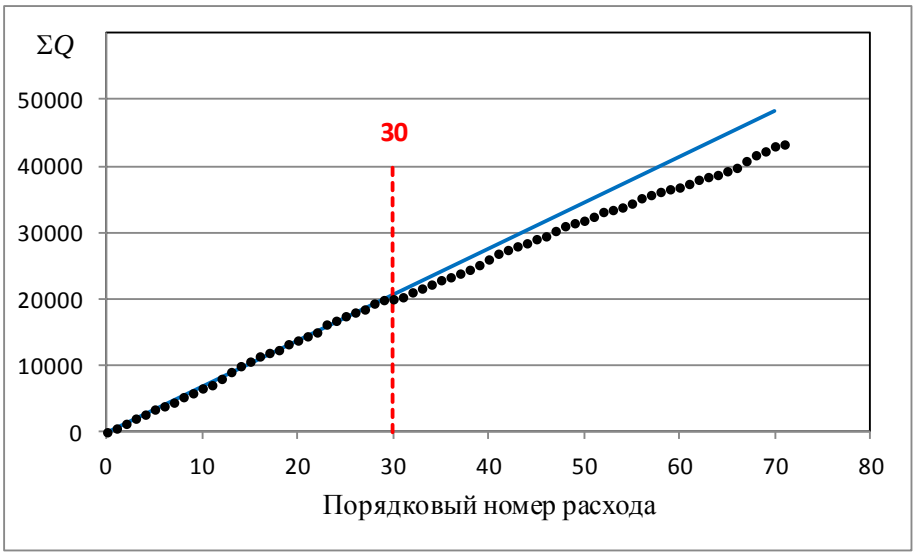
р. Ловать – г.Холм; *n* = 93; точка перелома – 1972 г. (тренд значим).



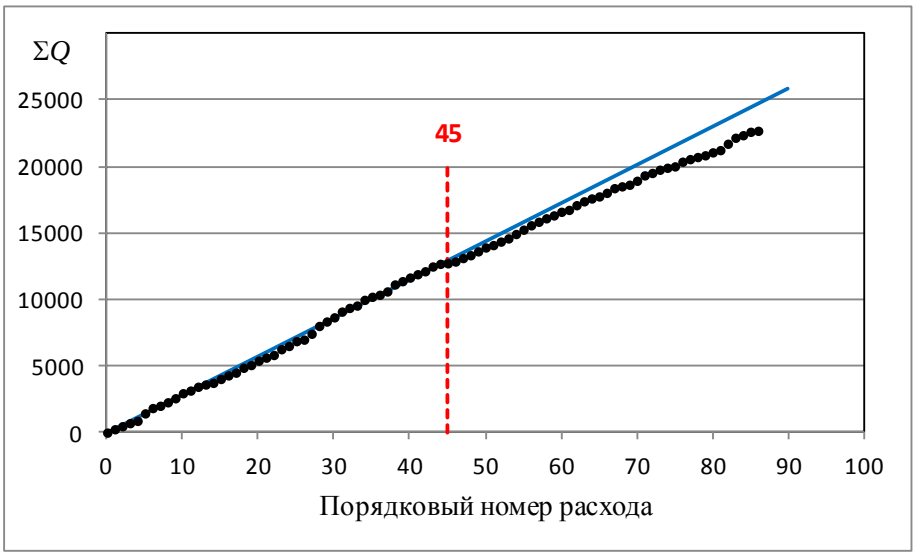
р. Ловать – г. Великие Луки; *n* = 80; точка перелома – 1971 г. (тренд значим).



р. Луга – г.Луга; *n* = 76; точка перелома – 1973 г. (тренд незначим).



р. Луга – г.Кингисепп; *n* = 71; точка перелома – 1973 г. (тренд значим).



р. Луга - ст. Толмачево; *n* = 86; точка перелома – 1973 г. (тренд незначим).

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Основные статистические характеристики рядов максимальных расходов весеннего половодья рек Северо-Запада РФ

№ п/п	*Река – створ*	*F, км$_2$*	*n*	*Qср,м^3/с*	*Cv*	*Cs/Cv*	*□(Qср)*	*□(Cv)*	*□(Cs)*
1	р.Ловать - д.Узкое	398	70	21	0,56	2,35	7,12	9,54	40,8
2	р.Мга - д.Горы	709	78	61,7	0,4	1,99	4,2	8,6	50,1
3	р.Ловать - г.Холм	14700	93	892	0,41	2,5	4,1	7,9	36,3
4	р.Тосна - ст.Тосно	1300	70	105	0,38	0,84	4,8	9	128,2
5	р.Шелонь - д.Заполье	6820	81	562	0,45	1,82	5,9	8,7	51,9
6	р. Коваши - д. Лендовщина	505	65	37,2	0,52	1,18	6,9	9,8	85,8
7	р.Великая - д.Пятаново	20200	80	924	0,47	2,64	5,9	8,7	35,5
8	р. Утроя - д. Б. Губа	2970	76	158	0,5	1,72	7,3	9,3	54,8
9	р.Вьюн - д.Запорожское	542	60	18,9	0,33	4,64	6,4	10,1	26,8
10	р. Оять- д. Шангиничи(Акулова гора)	4930	72	420	0,31	1,25	5,2	9,1	94
11	р. Локня - д.Бородино	398	62	27,3	0,52	2,33	7,8	10,1	44,4
12	р. Луга - ст.Толмачево	6350	95	283,1	0,47	2,6	5,1	8	33
13	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	69	83,1	0,4	2,08	6,4	9,5	51,1
14	р.Перехода - д.Подсосонье	138	69	15,1	0,51	1,71	5,5	9,5	57,7
15	р. Ловать - г.Великие Луки	3270	80	98,6	0,43	1,87	4,8	8,5	51,5
16	р.Паша - д.Поречье	1110	80	119,2	0,32	0,6	4	8,3	184,1
17	р.Великая - г.Опочка	3500	65	118,9	0,39	3,03	4,01	9,5	36,6
18	р. Луга- г.Луга	2330	76	109	0,47	2,02	6,6	9,1	47,4
19	р. Авлога -д. Матокса	89,1	60	10,3	0,49	2,87	6,7	10	37
20	р.Сороть - д.Осинкино	3170	82	149,1	0,44	1,76	4,7	8,5	53,4

№ п/п	Река – створ	F, км2	n	Qср,м3/с	Cv	Cs/Cv	□(Qср)	□(Cv)	□(Cs)
21	р. Вуокса - Х ГЭС	31500	59	746	0,18	1,37	3	9,5	140,9
22	р.Паша - с.Часовенское	5710	80	545	0,31	0,74	3,5	8,2	151,3
23	р.Плюсса - с.Плюсса	1440	76	94,4	0,49	2,75	7	9,3	34,5
24	р.Паша д.Дуброво	3910	80	406	0,34	2,39	4,6	8,4	44,6
25	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	76	50	0,47	4,38	6,35	9,02	21,9
26	Чернецкий - д.Ситенка	10,2	68	1,45	0,54	1,86	8	9,9	52,8
27	р. Систа - д. Среднее райково	573	69	45,3	0,38	1,89	5,2	9,1	57,7
28	р.Плюсса - д.Брод	5090	76	261	0,43	2,5	6	9	40
29	р. Кунья - г.Холм	5140	62	416,8	0,43	2,73	4,8	9,8	40
30	р.Великая - д.Гуйтово	13400	70	555	0,41	3,44	5,6	9,2	30,3
31	р.Луга- г.Кингисепп	12800	71	610	0,33	1	4,7	8,9	114,3
32	р. Кунья- д.Уварово	2480	57	216,6	0,4	1,89	6	10,1	62,3
33	р. Петровка - пос. Дружноселье	78,6	65	6,4	0,4	1,53	7,2	10	72
34	р.Ящера - д.Долговка	581	63	53	0,43	1,48	6,2	9,7	72,9
35	р. Гороховка - пос. Токарево	700	66	22	0,25	3,43	3,7	9	41,7
36	р.Воложба - д.Пареево	644	63	73	0,32	0,79	3,95	9,3	156,8
37	р.Явосьма - д.Ушаково	742	63	92,8	0,3	2,6	3,4	9,3	49,5
38	р. Перовка - пос. Гончарово	257	66	16,6	0,43	2,89	7	9,8	36,6
39	р.Ивина - пгт.Ладва	862	60	130	0,35	2,1	5,8	9,9	58,3
40	р.Капша - д.Еремина гора	1560	61	159,4	0,3	0,87	4,55	9,5	152,3
41	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	61	14,1	0,43	1,53	6,9	10	72
42	р.Оять д.Мининская	693	69	75,8	0,36	3	5,6	9,3	37,1
43	р.Шелонь г.Порхов	2950	59	241	0,48	1,99	6,7	10,1	54,3
44	р. Кересть - д. Сябреницы	833	76	70	0,38	1,56	4,87	8,76	66,89
45	р. Лососинка - г.Петрозаводск	276	54	19,4	0,36	0,99	6,66	10,56	127,5

№ п/п	Река – створ	F, км2	n	Qср,м3/с	Cv	Cs/Cv	□(Qср)	□(Cv)	□(Cs)
46	р. Пола - д. Налючи	6450	65	484	0,26	0,69	3,74	2,1	202,81
47	р. Тигода - ст. Любань	589	70	54	0,43	1,87	5,17	9,12	59,88
48	р. Уза - д.Дубская	515	62	31,02	0,97	1,64	15,91	12,77	65,25
49	р.Видлица - с.Большие горы	977	79	45,28	0,44	1,98	4,7	8,64	48,25
50	р.Воложба - д.Воложба	1330	79	105,53	0,37	2,15	4,23	8,42	47,94
51	р.Волхов - VI ГЭС	79800	61	1480	0,24	2,49	2,79	9,31	61,26
52	р.Дымка - д.Домачево	112	66	13,9	0,34	2,18	3,68	9,21	53,9
53	р.Кудеб - д.Севериково	739	63	61,88	0,61	3,87	9,78	10,67	25,86
54	р.Мерега - д.Куйтежа	388	66	48,9	0,33	4,01	4,65	9,18	29,71
55	р.Мста - д.Девкино	22500	81	1101	0,29	2,2	3,37	8,15	52,89
56	р.Мста - пос.Потерпелицы	13200	63	370,5	0,35	2,56	5,29	9,52	46,43
57	р.Немина - пос.Немино	601	57	97,452	0,34	1,56	4,73	9,82	81,53
58	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	81	29,68	0,36	3,16	4,99	9,02	35,12
59	р.Пскова - д.Черняковицы	914	62	101,36	0,39	2,31	6,08	10,09	51,33
60	р.Пчевжа - д.Белая	1690	72	158,5	0,46	3,38	6,1	9,15	29,29
61	р.Пяльма - д.Пяльма	908	62	151,15	0,34	0,65	3,55	9,61	184,36
62	р.Рагнукса - д.Харловская	328	63	46,14	0,32	3,31	5,04	9,75	38,77
63	р.Свирь - XII ГЭС	66400	51	949,39	0,26	0,2	5,19	10,56	777,94
64	р.Ситня - д.Пески	906	60	78,59	0,43	1,6	6,24	9,9	69,64
65	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	133	175,36	0,36	3,62	2,85	6,52	22,24
66	р.Уверь - д.Меглецы	1750	78	106,2	0,34	3,29	4,58	8,52	32,75
67	р.Уница - с. Уница	340	65	44,97	0,41	3,49	4,97	9,37	31,22
68	р.Цна - с.Жилотково	1460	61	127,83	0,36	0,78	6,96	10,75	163,48
69	р.Шуя - д.Бесовец	9560	79	310,87	0,33	1,11	3,43	8,37	98,09

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Основные статистические характеристики рядов слоя весеннего половодья рек Северо-Запада РФ

№ п/п	*№ по-ста*	*Река - Створ*	*F,км²*	*длина ряда*	*y_{max},мм*	*Cv**	*Cs**	*(Cs/Cv)**	*s_Q%*	*s_{Cv}%*	*r*	*s_R*
1	72002	р.Селезневка - д.Лужайка	486	28	131	0,29	0,28	0,98	5,44	13,74	-0,11	0,19
2	72004	р. Петровка - п.Дружноселье	78,6	26	143	0,35	-0,06	-0,16	6,77	14,41	0,17	0,19
3	72005	руч. Панкан-оя - п.Дружноселье	15,3	28	145	0,31	0,09	0,28	5,78	13,79	0,07	0,19
4	72006	руч. Рая-оя - п.Дружноселье	17,1	28	118	0,32	0,20	0,64	5,94	13,81	0,05	0,19
5	72007	р.Перовка - д.Гончарово	257	27	114	0,34	0,73	2,16	6,52	14,13	0,23	0,19
6	72008	р.Гороховка - п.Токарево	700	26	117	0,30	0,89	2,99	5,86	14,28	0,12	0,20
7	72016	р.Сестра - д.Белоостров	390	29	137	0,30	1,17	3,94	5,51	13,53	-0,01	0,19
8	72552	р.Коваши - д.Лендовщина	505	25	121	0,41	0,05	1,13	8,29	14,90	0,10	0,20
9	72559	р.Систа - д.Среднее Райково	573	30	130	0,30	0,57	1,89	5,53	13,33	0,13	0,18
10	72564	р.Луга - д.Воронино	864	42	115	0,42	0,84	2,00	6,45	11,63	0,02	0,16
11	72566	р.Луга - г.Луга	2330	37	96	0,39	-0,02	-0,06	6,34	12,27	0,16	0,16
12	72569	р.Луга - п.Толмачево	6350	55	111	0,37	1,01	2,76	4,95	10,06	-0,01	0,14
13	72577	р.Луга - г.Кингисепп	12800	31	115	0,31	0,50	1,63	5,48	13,12	0,21	0,17
14	72588	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	37	107	0,31	0,36	1,16	5,14	12,05	0,34	0,15
15	72589	р.Оредеж - д.Моровино	3060	40	105	0,38	0,50	1,31	6,00	11,79	0,28	0,15
16	72592	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	22	121	0,33	0,09	0,27	6,94	15,56	0,33	0,19
17	72600	р.Черная - п.Большое Замошье	200	26	55	0,45	0,18	0,39	8,88	14,76	-0,06	0,20
18	72601	руч.Чернецкий - д.Ситенка	10,2	30	140	0,35	-0,07	-0,21	6,35	13,45	0,23	0,18

№ п/п	№ по-ста	Река - Створ	$F,км^2$	длина ряда	$y_{max},мм$	Cv*	Cs*	(Cs/Cv)*	s_Q%	s_{Cv}%	r	s_R
19	72603	р.Ящера - д.Долговка	581	24	120	0,37	0,28	0,75	7,46	15,03	0,15	0,20
20	72605	р.Лемовжа - д.Хотенжа	948	26	126	0,31	0,74	2,34	6,16	14,32	0,05	0,20
21	72609	р.Саба - д.Райково	1280	41	110	0,32	0,31	0,96	4,98	11,48	0,30	0,14
22	72614	р.Долгая - д.Загорье	777	42	113	0,32	0,22	0,68	4,98	11,35	0,39	0,13
23	72617	р.Хревица - д.Ивановское	316	32	153	0,31	0,64	2,04	5,51	12,94	0,07	0,18
24	72623	р.Плюсса - д.Плюсса	1440	37	113	0,36	0,59	1,67	5,84	12,17	0,26	0,16
25	72625	р.Плюсса - д.Брод	5090	35	107	0,32	0,44	1,36	5,46	12,41	0,33	0,15
26	72637	р.Люта - д.Котоши	640	26	120	0,32	1,01	3,13	6,33	14,34	0,39	0,17
27	72638	р.Яна - д.Лавынь	746	24	118	0,34	0,70	2,10	6,84	14,94	0,44	0,17
28	72643	р.Руя - д.Малые Рожки	219	25	124	0,30	0,13	0,42	5,99	14,55	0,42	0,17
29	72654	р.Великая - г.Опочка	3500	27	97	0,35	0,27	0,79	6,69	14,15	0,01	0,20
30	72660	р.Великая - д.Гуйтово	13400	31	105	0,34	0,56	1,61	6,19	13,23	0,08	0,18
31	72661	р.Великая - д.Пятаново	20000	41	97	0,35	0,84	2,40	5,48	11,56	0,03	0,16
32	72674	р.Исса - д.Визги	1410	28	98	0,42	0,67	1,60	7,91	14,13	0,08	0,19
33	72682	р.Сороть - д.Осинкино	3170	43	115	0,38	0,69	1,81	5,77	11,38	-0,07	0,15
34	72686	р.Льста - д.Глазатово	122	24	151	0,38	0,95	2,49	7,76	15,08	0,11	0,21
35	72696	р.Утроя - д.Большая Губа	2970	36	87	0,44	0,65	1,46	7,36	12,61	0,08	0,17
36	72716	р.Кудеб - д.Свериково	739	24	115	0,43	0,82	1,90	8,85	15,25	0,39	0,18
37	72727	р.Пскова - д.Черняковицы	914	23	149	0,34	0,73	2,16	7,03	15,26	0,38	0,18
38	72269	р.Мста - д.Потерпелицы	13200	40	124	0,47	0,58	1,24	7,42	12,08	0,24	0,15
39	72276	р.Мста - д.Бор	16900	41	121	0,42	0,65	1,57	6,55	11,77	0,25	0,15

№ п/п	№ по-ста	Река - Створ	F,км^2	длина ряда	y_{max},мм	Cv*	Cs*	(Cs/Cv)*	s_Q%	s_{Cv}%	r	s_R
40	72281	р.Мста - д.Девкино	22500	42	139	0,38	0,58	1,54	5,81	11,50	0,18	0,15
41	72305	р.Березайка - д.Устье	3030	15	79	0,49	0,49	1,00	12,77	19,12	0,14	0,26
42	72327	р.Уверь - д.Меглецы	1750	38	142	0,38	1,31	3,76	5,64	11,99	0,14	0,16
43	72388	р.Веребушка - д.Оскочи	96,3	30	163	0,29	1,06	3,67	5,27	13,29	0,00	0,19
44	72409	р.Холова - д.Горбуново	1500	30	151	0,30	0,93	3,13	5,42	13,31	-0,12	0,18
45	72420	р.Пола - п.Новый Новосел	1900	26	127	0,35	0,27	0,78	6,79	14,41	-0,19	0,19
46	72423	р.Пола - д.Налючи	6740	20	133	0,31	0,62	2,01	6,91	16,24	0,05	0,23
47	72432	р.Полометь - д.Дворец	432	32	155	0,29	0,32	1,10	5,07	12,87	0,05	0,18
48	72433	р.Полометь - д.Яжедбицы	631	24	143	0,31	0,58	1,87	6,31	14,87	0,09	0,21
49	72441	р.Лонница - д.Мосолино	48,3	31	132	0,30	0,73	2,44	5,40	13,11	0,12	0,18
50	72450	р.Ловать - д.Узкое	398	30	116	0,41	0,85	2,09	7,46	13,64	-0,12	0,18
51	72454	р.Ловать - г.Великие Луки	3270	40	94	0,38	-0,15	-1,30	6,05	11,80	-0,16	0,16
52	72458	р.Ловать - д.Сельцо	8230	31	108	0,37	0,17	0,46	6,69	13,31	-0,07	0,18
53	72459	р.Ловать - г.Холм	14700	54	116	0,30	-0,03	-0,10	4,11	9,99	0,06	0,14
54	72467	р.Локня - д.Бородино	398	24	131	0,34	-0,03	-0,08	7,03	14,97	-0,10	0,21
55	72477	р.Кунья - д.Уварово	2480	29	123	0,34	0,28	0,82	6,39	13,66	-0,06	0,19
56	72478	р.Кунья - г.Холм	5140	28	122	0,32	0,21	0,66	6,12	13,84	-0,15	0,19
57	72479	р.Ока - д.Борок	310	24	139	0,31	0,27	0,88	6,28	14,87	-0,14	0,20
58	72481	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	30	131	0,38	0,36	1,03	6,35	13,45	0,13	0,18
59	72487	р.Редья - д.Чернышево	469	30	95	0,34	0,20	0,60	6,16	13,42	-0,03	0,19
60	72492	р.Полисть - д.Подтополье	2150	31	96	0,44	0,22	0,50	7,93	13,54	0,08	0,18

№ п/п	*№ по-ста*	*Река - Створ*	*F,км²*	*длина ряда*	*y_{max},мм*	*Cv**	*Cs**	*(Cs/Cv)**	*s_Q%*	*s_{Cv}%*	*r*	*s_R*
61	72504	р.Перехода - д.Подсосонье	95,1	30	95	0,39	0,00	0,01	7,07	13,57	-0,10	0,18
62	72508	р.Шелонь - г.Порхов	2950	24	115	0,46	0,64	1,41	9,31	15,33	0,26	0,19
63	72510	р.Шелонь - д.Заполье	6820	45	117	0,37	0,50	1,35	5,55	11,11	-0,03	0,15
64	72513	р.Северка - д.Большая Зуевка	322	24	109	0,44	0,19	0,44	8,97	15,27	0,06	0,21
65	72516	р.Судома д.Порожек№2	457	31	149	0,38	0,86	2,27	6,80	13,33	0,25	0,17
66	72517	р.Полонка - д.Новые Буриги	433	24	109	0,48	0,46	0,96	9,72	15,40	0,14	0,20
67	72518	р.Уза - д.Дубская	515	27	126	0,52	1,39	2,65	10,07	14,76	0,20	0,19
68	72227	р.Кересть - д.Сябреницы	833	38	120	0,41	1,12	2,70	6,71	12,19	0,27	0,15
69	72246	р.Тигода - ст.Любань	589	31	130	0,35	0,73	2,07	6,30	13,25	0,01	0,18
70	72251	р.Равань - д.Бабино	389	24	123	0,38	0,66	1,76	7,66	15,06	0,13	0,21
71	72233	р.Шарья -д.Гремячево	353	27	131	0,39	1,96	5,04	7,48	14,28	0,00	0,20
72	72239	р.Пчевжа - д.Белая	1690	35	133	0,39	1,28	3,27	6,64	12,62	0,03	0,17
73	72064	р.Авлога - д.Матокса	89,1	21	132	0,31	0,72	2,35	6,66	15,85	0,22	0,21
74	72082	р.Волчья - д.Варшко	458	24	79	0,28	0,68	2,47	5,61	14,78	0,05	0,21
75	72083	р.Вьюн - д.Запорожское	542	21	109	0,38	1,19	3,14	8,28	16,06	0,36	0,19
76	72086	р.Асилан-йоки - свх.Застава	1370	19	68	0,30	-0,10	-0,35	6,89	16,62	0,16	0,23
77	72104	р.Видлица - д.Большие Горы	977	40	114	0,46	1,14	2,50	7,21	12,04	-0,26	0,15
78	72113	р.Мегрега - д.Кутейжа	381	27	196	0,30	0,45	1,50	5,79	14,02	0,01	0,20
79	72114	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1000	22	197	0,28	0,19	0,68	6,05	15,44	-0,15	0,21
80	72130	р.Ивина - д.Ладва	862	20	201	0,32	0,03	0,11	7,05	16,26	0,15	0,22
81	72142	р.Яндеба - д.Яндеба	280	32	163	0,33	0,53	1,60	5,88	12,99	0,01	0,18

№ п/п	№ по-ста	Река - Створ	F,км^2	длина ряда	y_{max},мм	Cv*	Cs*	(Cs/Cv)*	s_Q%	s_{Cv}%	r	s_R
82	72144	р.Оять - д.Мининская	693	30	176	0,28	1,18	4,24	5,09	13,26	0,07	0,18
83	72148	р.Оять - д.Шангиничи(Акулова Гора)	4830	38	161	0,28	0,78	2,75	4,58	11,82	-0,06	0,16
84	72154	р.Паша - д.Поречье	1110	41	188	0,26	0,82	3,17	4,06	11,34	0,03	0,16
85	72155	р.Паша - д.Дуброво	3910	41	184	0,26	1,07	4,16	4,02	11,33	-0,03	0,16
86	72156	р.Паша - д.Часовенское	5710	41	175	0,28	0,91	3,30	4,29	11,37	0,02	0,16
87	72158	р.Явосьма - д.Ушаково	742	25	170	0,28	1,40	4,99	5,63	14,51	-0,05	0,20
88	72162	р.Капша - д.Еремина Гора	1560	22	191	0,25	1,02	1,03	5,40	15,37	-0,19	0,21
89	72169	р.Сясь - д.Яхново	6230	63	130	0,27	0,68	2,51	3,43	9,19	0,19	0,12
90	72172	р.Воложба - д.Пареево	644	24	167	0,30	0,72	2,43	6,09	14,84	0,09	0,21
91	72173	р.Воложба - д.Воложба	1330	40	132	0,32	1,41	4,45	5,00	11,61	0,15	0,16
92	72188	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	94	133	0,28	0,69	2,49	2,86	7,54	0,08	0,10
93	72192	р.Дымка - д.Домачево	112	26	167	0,32	1,69	5,30	6,24	14,33	0,04	0,20
94	48021	р.Шуя - д.Бесовец(Н.Бесовец)	9560	39	141	0,32	0,14	0,44	5,12	11,76	-0,16	0,16
95	48030	р.Святерка - д.Пряжа	355	38	141	0,33	0,18	0,56	5,31	11,94	-0,01	0,16
96	48038	р.Суна - д.Поросозеро	3370	43	145	0,34	0,25	0,73	5,14	11,26	-0,28	0,14
97	48055	р.Уница - д.Уница	340	26	196	0,28	0,13	0,45	5,54	14,24	-0,06	0,20
98	48071	р.Пяльма - д.Пяльма	908	23	227	0,24	-0,39	-1,60	5,10	15,02	-0,26	0,20
99	48079	р.Водла - д.Харловская	12000	33	137	0,38	0,26	0,69	6,67	12,95	-0,24	0,17
100	48088	р.Рагнукса - д.Харловская	328	24	275	0,34	0,01	0,04	9,95	14,96	-0,03	0,21
101	72055	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	42	138	0,32	0,95	2,98	4,90	11,34	0,07	0,16
102	72039	р.Мга - п.Горы	709	40	123	0,31	1,07	3,50	4,84	11,58	0,11	0,16

№ п/п	*№ по-ста*	*Река - Створ*	*F,км²*	*длина ряда*	*y_{max},мм*	*Cv**	*Cs**	*(Cs/Cv)**	*s_Q%*	*s_{Cv}%*	*r*	*s_R*
103	72043	р.Тосна - г.Тосно	1300	31	116	0,37	0,61	1,66	6,55	13,29	0,12	0,18
104	48058	р.Кумса - г.Медвежьегорск	735	18	146	0,28	-0,06	-0,22	6,69	17,02	-0,14	0,24
105	48069	р.Немина - п.Немино-3	601	18	242	0,26	0,12	0,45	6,19	16,97	0,15	0,24

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Расчетные максимальные расходы весеннего половодья рек Северо-Запада РФ, $м^3/с$

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, $км^2$	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
1	72450	р.Ловать - д.Узкое	398	79,6	58,6	43,3	36,3	26,4	18,2	12,3	7,25
2	72459	р.Ловать - г.Холм	14700	2725	2061	1579	1357	1046	787	601	440
3	72454	р. Ловать - г.Великие Луки	3270	290	226	178	155	122	91,9	67,8	42,9
4	72039	р.Мга - д.Горы	709	175	137	109	95,2	75,5	57,7	43,5	28,8
5	72043	р.Тосна - ст.Тосно	1300	252	210	175	158	130	102	76,5	44
6	72510	р.Шелонь - д.Заполье	6820	1562	1216	954	830	649	486	355	219
7	72508	р.Шелонь г.Порхов	2950	795	604	462	396	301	219	156	98,6
8	72661	р.Великая - д.Пятаново	20200	3195	2370	1775	1504	1131	822	608	431
9	72654	р.Великая - г.Опочка	3500	360	273	209	180	141	108	85,2	66,4
10	72660	р.Великая - д.Гуйтово	13400	1751	1317	1003	860	664	501	388	295
11	72569	р. Луга - ст.Толмачево	6350	869	658	504	432	331	245	181	124
12	72577	р.Луга- г.Кингисепп	12800	1338	1129	958	873	735	596	469	307
13	72154	р.Паша - д.Поречье	1110	252	215	184	169	143	117	92,7	60,6
14	72156	р.Паша - с.Часовенское	5710	1139	974	836	766	653	537	427	283
15	72155	р.Паша д.Дуброво	3910	1032	823	666	591	482	384	305	223
16	72623	р.Плюсса - с.Плюсса	1440	323	243	184	156	118	85	60,5	38,7
17	72625	р.Плюсса - д.Брод	5090	797	612	475	410	319	240	179	123
18	72173	р.Воложба - д.Воложба	1330	282	223	179	158	127	99,3	77,1	54
19	72172	р.Воложба - д.Пареево	644	158	134	114	104	87,7	71,3	56,4	37,5
20	72478	р. Кунья - г.Холм	5140	1329	1003	766	657	505	377	286	207
21	72477	р. Кунья- д.Уварово	2480	607	477	379	332	264	203	154	103
22	72281	р.Мста - д.Девкино	22500	2455	2024	1689	1526	1286	1060	868	661

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
23	72269	р.Мста - пос.Потерпелицы	13200	975	770	617	544	440	348	275	205
24	72552	р. Коваши - д. Лендовщина	505	119	93,2	72,9	63,2	48,4	34,7	23,1	10,5
25	72696	р. Утроя - д. Б. Губа	2970	525	401	308	264	200	145	101	57,9
26	72083	р.Вьюн - д.Запорожское	542	53,8	40,8	31,5	27,3	21,7	17,2	14,3	12,2
27	72148	р. Оять- д.Шангиничи(Акулова гора)	4930	923	773	654	595	502	409	326	224
28	72467	р. Локня - д.Бородино	398	100	74	55,2	46,5	34,3	24,2	16,9	10,7
29	72481	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	245	189	148	128	101	76,8	58,3	41,5
30	72504	р.Перехода - д.Подсосонье	138	49,7	38,2	29,5	25,3	19,3	13,9	9,53	5,03
31	72064	р. Авлога -д. Матокса	89,1	36	26,8	20,2	17,1	12,8	9,2	6,63	4,4
32	72682	р.Сороть - д.Осинкино	3170	441	341	266	231	180	135	99,5	65,3
33	72588	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	188	134	96,5	80,1	58,9	42,5	33,2	27,6
34	72559	р. Систа - д. Среднее райково	573	123	97	77,5	68,3	54,7	42,6	32,8	22,7
35	72004	р. Петровка - пос. Дружноселье	78,6	17,3	13,8	11,1	9,86	7,92	6,1	4,57	2,9
36	72603	р.Ящера - д.Долговка	581	147	118	94,6	83,5	66,6	50,3	36,4	20,6
37	72008	р. Гороховка - пос. Токарево	700	47,1	38,7	32,5	29,5	25,1	21,2	18,1	14,8
38	72158	р.Явосьма - д.Ушаково	742	220	178	146	130	108	88,3	72,3	55,7
39	72007	р. Перовка - пос. Гончарово	257	53,3	40,2	30,7	26,3	20,2	15	11,4	8,19
40	72130	р.Ивина - пгт.Ладва	862	330	265	215	191	155	123	96,4	67,9
41	72162	р.Капша - д.Еремина гора	1560	326	279	241	221	190	157	126	86,3
42	72592	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	40	31,8	25,4	22,3	17,7	13,3	9,68	5,71
43	72144	р.Оять - д.Мининская	693	215	166	129	113	89,2	69,8	55,8	43,7
44	72227	р. Кересть - д. Сябреницы	833	174	143	117	105	86,1	67,4	51	31,8
45	72423	р. Пола - д. Налючи	6450	909	795	698	647	566	480	397	285
46	72246	р. Тигода - ст. Любань	589	157	124	97,8	85,6	67,3	50,6	36,8	22,1
47	72518	р. Уза - д.Дубская	515	220	144	91,6	69,1	40,5	20,8	10,6	5,43

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
48	72104	р.Видлица - с.Большие горы	977	142	109	83,9	72,2	55,7	41,5	30,4	20,4
49	72192	р.Дымка - д.Домачево	112	34,7	27,9	22,7	20,3	16,6	13,2	10,5	7,49
50	72716	р.Кудеб - д.Севериково	739	320	214	141	110	71,7	47,3	35,8	31,7
51	72113	р.Мерега - д.Куйтежа	388	127	100	80,2	70,7	57,4	45,8	36,9	28,7
52	48069	р.Немина - пос.Немино	601	232	190	157	141	117	93,8	73,7	51,2
53	72055	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	82,6	64	50,4	44	35,1	27,5	21,8	16,8
54	72727	р.Пскова - д.Черняковицы	914	287	224	177	155	123	94,4	72,2	50,7
55	72239	р.Пчевжа - д.Белая	1690	580	418	304	254	188	137	106	86,7
56	48071	р.Пяльма - д.Пяльма	908	334	283	241	219	184	149	115	70,6
57	48088	р.Рагнукса - д.Харловская	328	115	99,4	74,4	66	54,1	43,5	35,2	27,2
58	72188	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	417	330	266	236	193	156	127	101
59	72327	р.Уверь - д.Меглецы	1750	281	221	176	155	125	99,3	79,3	61
60	48055	р.Уница - с. Уница	340	140	106	80,7	69,3	53,7	40,7	31,6	24,2
61	48021	р.Шуя - д.Бесовец	9560	706	588	495	448	375	302	237	157
62	72674	р. Исса - д. Визги	1410	297	217	160	134	97,7	67,9	47,2	30,1
63	72458	р. Ловать - д. Сельцо	8230	921	726	579	509	407	315	241	165
64	72564	р. Луга - д. Воронино	864	346	241	167	135	92,8	59,6	39,9	27,3
65	72479	р. Ока - д.Борок	310	92,5	74,2	60,3	53,8	44,2	35,6	28,6	21,5
66	72433	р. Полометь - д. Яжелбицы	631	152	121	98,1	87,1	71	56,6	45	33
67	72432	р. Полометь - д.Дворец	432	106	85,9	70,6	63,3	52,5	42,6	34,4	25,7
68	72002	р. Селезневка - ст. Лужайка	486	84,1	66,7	53,4	47,1	37,7	29,1	22	14,4
69	72016	р. Сестра - пос. Белоостров	390	96,2	72,3	55,2	47,5	37	28,4	22,6	18,2
70	72605	р.Лемовжа - д.Хотенжа	948	234	178	137	118	90,8	67,9	50,9	35,7
71	72420	р.Пола - д.Новый Новосел	1900	451	349	273	237	187	143	109	78,7
72	72490	р.Полисть - д.Подтополье	2150	391	308	243	213	166	122	85,1	45,1
73	72492	р.Редья - д. Чернышово	469	118	91,5	71,1	61,5	47,1	33,9	23	11,4

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
74	72487	р.Судома - д.Порожек№2	457	219	158	114	94,5	67,7	45,8	31	19,5
75	72516	р. Лонница - д.Мосолино	48,3	15,2	12,8	10,8	9,88	8,37	6,85	5,49	3,84
76	72441	р. Равань - д. Бабино	389	91,7	74,3	60,8	54,4	44,6	35,5	27,7	19,4
77	72251	р. Шарья - д.Гремячево	353	182	126	87,7	71,2	50,2	35,8	28,3	24,5
78	72233	р.Березайка - с.Устье	3030	233	189	154	136	110	83,5	60,6	33,7
79	72305	р.Веребушка - с.Оскочи	96,3	29,6	24,7	20,9	19,1	16,3	13,5	11,2	8,6
80	72388	р.Водла - д.Харловская	12000	1488	1296	1129	1041	896	742	589	375
81	48079	р.Волчья - д.Варшко	458	33,9	28,7	24,6	22,5	19,2	16	13,1	9,58
82	72082	р.Долгая - д.Загорье	777	145	113	88,5	76,9	59,6	43,7	30,7	16,8
83	72614	р.Льста - д.Глазатово	122	58,3	41,3	29,5	24,3	17,4	12	8,87	6,83
84	72686	р.Люта - д.Котоши	640	178	126	90,7	75,7	56,5	43,6	37,2	34,2
85	72637	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1000	302	239	191	169	145	106	82,3	57,7
86	72114	р.Мста - г.Бор	16900	1379	1122	926	833	694	566	461	349
87	72589	р.Полонка - д.Новые Буриги	433	85,3	81,4	76,2	72,5	64,8	53,8	40,1	14,4
88	72517	р.Руя - д.Малые Рожки	219	62,1	47,2	36,1	30,9	23,6	17,2	12,3	7,79
89	72609	р.Северка - д.Болшая Зуевка	322	86,7	68,6	54,4	47,4	36,7	26	16,8	5,87
90	72513	р.Сясь - д.Яхново	6230	1066	849	689	613	507	414	342	277
91	72169	р.Холова - д.Горбуново	1500	380	312	258	233	195	159	129	95,8
92	72409	р.Хревица - с.Ивановское	316	79,9	57,9	42,6	36	27,3	20,6	16,8	14,5
93	72617	р.Черная - Болшое Замошье	200	36	25,6	18,1	14,7	10,2	6,42	3,89	1,94
94	72600	р.Яна - д.Ловынь	746	205	141	98,2	79,5	55,7	39,3	30,9	26,5
95	72005	руч. Панкан-оя - пос. Дружно-селье	15,3	3,55	2,79	2,22	1,95	1,56	1,2	0,914	0,618
96	72006	руч. Рая-оя - пос. Дружноселье	17,1	4,71	3,55	2,71	2,32	1,78	1,33	1,01	0,725

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Расчетные максимальные модули стока весеннего половодья рек Северо-Запада РФ, л/с км^2

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
1	72458	р.Ловать - д.Узкое	398	353	273	213	185	144	108	80,1	52,8
2	72459	р.Ловать - г.Холм	14700	235	203	175	161	138	114	90	58,2
3	72454	р. Ловать - г.Великие Луки	3270	202	177	153	141	119	94,5	69,7	32,4
4	72039	р.Мга - д.Горы	709	300	237	191	170	140	114	94,8	77,9
5	72043	р.Тосна - ст.Тосно	1300	273	225	187	169	140	112	88	59,1
6	72510	р.Шелонь - д.Заполье	6820	275	226	188	169	140	111	85,9	56,4
7	72508	р.Шелонь г.Порхов	2950	323	256	205	181	143	109	79,3	47,5
8	72661	р.Великая - д.Пятаново	20200	245	197	160	143	117	92,9	73,2	52,1
9	72654	р.Великая - г.Опочка	3500	214	182	155	141	120	96,9	75,6	47,8
10	72660	р.Великая - д.Гуйтово	13400	243	201	168	152	126	102	80	54,6
11	72569	р. Луга - ст.Толмачево	6350	240	199	167	151	126	102	81,4	56,8
12	72577	р.Луга- г.Кингисепп	12800	249	207	174	159	134	111	90,9	68,3
13	72154	р.Паша - д.Поречье	1110	415	339	282	255	215	179	151	121
14	72156	р.Паша - с.Часовенское	5710	396	321	265	238	199	166	139	113
15	72155	р.Паша д.Дуброво	3910	416	336	273	248	208	174	147	123
16	72623	р.Плюсса - с.Плюсса	1440	268	219	181	163	134	107	84	57,7
17	72625	р.Плюсса - д.Брод	5090	255	206	169	152	126	103	84,5	65,3
18	72173	р.Воложба - д.Воложба	1330	348	368	210	185	150	121	102	86,6
19	72172	р.Воложба - д.Пареево	644	397	315	255	227	187	154	128	106
20	72478	р. Кунья - г.Холм	5140	250	215	185	170	145	120	96,4	65,4

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
21	72477	р. Кунья- д.Уварово	2480	274	229	193	175	147	119	93,8	63,3
22	72281	р.Мста - д.Девкино	22500	359	286	230	203	164	127	97,2	65,2
23	72269	р.Мста - пос.Потерпелицы	13200	388	296	228	195	149	108	75,3	44
24	72552	р. Коваши - д. Лендовщина	505	326	258	206	181	144	111	82,7	53
25	72696	р. Утроя - д. Б. Губа	2970	239	193	157	139	112	84,9	61,3	33,6
26	72083	р.Вьюн - д.Запорожское	542	311	236	182	158	125	97,8	79,6	65,6
27	72148	р. Оять- д. Шангиничи (Акулова гора)	4930	367	298	246	221	185	152	126	99,4
28	72467	р. Локня - д.Бородино	398	276	235	200	182	154	124	96,5	60,2
29	72481	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	299	247	206	186	156	125	98,9	66,7
30	72504	р.Перехода - д.Подсосонье	138	209	185	162	150	128	103	76,6	36,5
31	72064	р. Авлога -д. Матокса	89,1	307	247	203	181	151	124	103	82,7
32	72682	р.Сороть - д.Осинкино	3170	262	216	179	161	134	107	83,2	55,3
33	72588	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	239	197	164	148	124	100	80,3	57,7
34	72559	р. Систа - д. Среднее райково	573	286	238	200	182	154	127	104	77,5
35	72004	р. Петровка - пос. Дружноселье	78,6	297	254	218	200	170	138	107	65,7
36	72603	р.Ящера - д.Долговка	581	267	225	190	173	145	117	91,3	58,7
37	72008	р. Гороховка - пос. Токарево	700	285	223	178	157	129	105	89,1	75,7
38	72158	р.Явосьма - д.Ушаково	742	423	329	262	232	190	157	134	116
39	72007	р. Перовка - пос. Гончарово	257	272	219	179	160	132	105	83,9	61
40	72130	р.Ивина - пгт.Ладва	862	411	350	300	274	233	190	150	97,2
41	72162	р.Капша - д.Еремина гора	1560	432	345	282	253	211	176	149	126
42	72592	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	242	209	182	167	144	120	95,8	63,8
43	72144	р.Оять - д.Мининская	693	424	336	272	242	200	165	138	114
44	72227	р. Кересть - д. Сябреницы	833	361	274	211	182	141	107	82,4	61,4
45	72423	р. Пола - д. Налючи	6450	284	238	202	184	156	129	106	77,8

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
46	72246	р. Тигода - ст. Любань	589	308	251	207	186	154	124	98,6	71,1
47	72518	р. Уза - д.Дубская	515	468	340	248	207	151	105	74,1	50,2
48	72104	р.Видлица - с.Большие горы	977	366	275	209	179	136	101	75,5	53,5
49	72192	р.Дымка - д.Домачево	112	460	353	277	243	196	158	132	112
50	72716	р.Кудеб - д.Севериково	739	349	265	204	176	136	102	76,6	54,2
51	72113	р.Мерега - д.Куйтежа	388	442	360	298	268	224	183	150	114
52	48069	р.Немина - пос.Немино	601	470	400	342	313	266	219	176	121
53	72055	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	343	271	218	194	159	129	107	87,9
54	72727	р.Пскова - д.Черняковицы	914	351	287	237	213	177	143	114	82,9
55	72239	р.Пчевжа - д.Белая	1690	402	302	231	199	155	119	95,3	76,7
56	48071	р.Пяльма - д.Пяльма	908	368	337	306	289	257	218	176	108
57	48088	р.Рагнукса - д.Харловская	328	594	499	421	382	319	256	198	125
58	72188	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	296	240	199	179	150	124	103	81,2
59	72327	р.Уверь - д.Меглецы	1750	374	292	232	204	165	131	106	84,2
60	48055	р.Уница - с. Уница	340	391	334	286	261	222	181	143	92,6
61	48021	р.Шуя - д.Бесовец	9560	305	256	216	196	164	132	102	64,4
62	72674	р. Исса - д. Визги	1410	263	212	172	153	123	95,2	70,9	43,6
63	72458	р. Ловать - д. Сельцо	8230	3509	1898	919	556	203	67,5	47,1	50,6
64	72564	р. Луга - д. Воронино	864	335	259	202	175	138	105	79,9	56,9
65	72479	р. Ока - д.Борок	310	285	243	209	192	165	137	111	79,3
66	72433	р. Пометь - д. Яжелбицы	631	310	259	220	200	170	141	115	84,9
67	72432	р. Пометь - д.Дворец	432	313	268	232	212	183	153	125	90,4
68	72002	р. Селезневка - ст. Лужайка	486	274	229	194	176	150	123	100	73
69	72016	р. Сестра - пос. Белоостров	390	335	263	210	186	153	126	107	91,4
70	72605	р.Лемовжа - д.Хотенжа	948	303	241	195	173	142	116	94,9	76,1
71	72420	р.Пола - д.Новый Новосел	1900	274	233	200	183	155	127	99,8	64,7

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	F, км^2	Обеспеченность, P %							
				0,1	1	5	10	25	50	75	95
72	72490	р.Полисть - д.Подтополье	2150	255	205	166	146	117	87,5	62	31,9
73	72492	р.Редья - д. Чернышово	469	246	201	165	147	119	91	65,9	35,3
74	72487	р.Судома - д.Порожек№2	457	201	172	147	135	115	94	74,5	49,1
75	72516	р. Лонница - д.Мосолино	48,3	383	306	247	219	178	140	108	74,9
76	72441	р. Равань - д. Бабино	389	306	252	211	191	161	133	109	82,9
77	72251	р. Шарья - д.Гремячево	353	309	248	201	179	146	115	90,5	63,8
78	72233	р.Березайка - с.Устье	3030	401	303	228	195	151	117	96,3	83,3
79	72305	р.Веребушка - с.Оскочи	96,3	242	191	151	132	102	74	49,7	22,3
80	72388	р.Водла - д.Харловская	12000	391	311	253	226	187	155	131	109
81	48079	р.Волчья - д.Варшко	458	337	274	225	201	163	126	94,3	56,4
82	72082	р.Долгая - д.Загорье	777	166	138	116	106	90,4	76,3	64,7	52,3
83	72614	р.Льста - д.Глазатово	122	240	203	173	158	134	110	87,8	59,5
84	72686	р.Люта - д.Котоши	640	395	315	254	225	183	145	114	82,8
85	72637	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1000	297	235	189	167	137	111	91,8	74,8
86	72114	р.Мста - г.Бор	16900	401	339	290	265	227	189	154	112
87	72589	р.Полонка - д.Новые Буриги	433	265	214	174	156	127	100	77,5	53
88	72517	р.Руя - д.Малые Рожки	219	299	240	195	172	137	103	73,3	38,1
89	72609	р.Северка - д.Болшая Зуевка	322	233	198	169	154	131	108	86,1	58,9
90	72513	р.Сясь - д.Яхново	6230	281	227	185	164	132	100	72,8	40,4
91	72169	р.Холова - д.Горбуново	1500	299	239	195	174	145	119	99,2	81,1
92	72409	р.Хревица - с.Ивановское	316	322	270	230	210	179	148	122	90,8
93	72617	р.Черная - Болшое Замошье	200	350	286	236	213	178	146	120	92,1
94	72600	р.Яна - д.Ловынь	746	130	111	94	85,2	70,6	55	39,5	17,9
95	72005	руч. Панкан-оя - пос. Дружноселье	15,3	292	250	215	197	169	139	111	74,5
96	72006	руч. Рая-оя - пос. Дружноселье	17,1	253	211	179	162	136	111	87,8	59,7

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Исходные данные для построения районной редукционной зависимости для рек Северо-Запада РФ

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	*F*, км^2	*Q1%*	*q1%*	*h1%*	*lg(q1%/h1%)*	*lg(F+1)*
1	72450	р.Ловать - д.Узкое	398	58,6	147	273	-0,27	2,60
2	72459	р.Ловать - г.Холм	14700	2061	140	203	-0,16	4,17
3	72454	р. Ловать - г.Великие Луки	3270	226	69	177	-0,41	3,51
4	72039	р.Мга - д.Горы	709	137	193	237	-0,09	2,85
5	72043	р.Тосна - ст.Тосно	1300	210	162	225	-0,14	3,11
6	72510	р.Шелонь - д.Заполье	6820	1216	178	226	-0,10	3,83
7	72508	р.Шелонь г.Порхов	2950	604	205	256	-0,10	3,47
8	72661	р.Великая - д.Пятаново	20200	2370	117	197	-0,23	4,31
9	72654	р.Великая - г.Опочка	3500	273	78	182	-0,37	3,54
10	72660	р.Великая - д.Гуйтово	13400	1317	98	201	-0,31	4,13
11	72569	р. Луга - ст.Толмачево	6350	658	104	199	-0,28	3,80
12	72577	р.Луга- г.Кингисепп	12800	1129	88	207	-0,37	4,11
13	72154	р.Паша - д.Поречье	1110	215	194	339	-0,24	3,05
14	72156	р.Паша - с.Часовенское	5710	974	171	321	-0,27	3,76
15	72155	р.Паша д.Дуброво	3910	823	210	336	-0,20	3,59
16	72623	р.Плюсса - с.Плюсса	1440	243	169	219	-0,11	3,16
17	72625	р.Плюсса - д.Брод	5090	612	120	206	-0,23	3,71
18	72173	р.Воложба - д.Воложба	1330	223	168	368	-0,34	3,12
19	72172	р.Воложба - д.Пареево	644	134	208	315	-0,18	2,81

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	*F*, км^2	*Q1%*	*q1%*	*h1%*	*lg(q1%/h1%)*	*lg(F+1)*
20	72478	р. Кунья - г.Холм	5140	1003	195	215	-0,04	3,71
21	72477	р. Кунья- д.Уварово	2480	477	192	229	-0,08	3,39
22	72281	р.Мста - д.Девкино	22500	2024	90	286	-0,50	4,35
23	72269	р.Мста - пос.Потерпелицы	13200	770	58	296	-0,71	4,12
24	72552	р. Коваши - д. Лендовщина	505	93,2	185	258	-0,15	2,70
25	72696	р. Утроя - д. Б. Губа	2970	401	135	193	-0,16	3,47
26	72083	р.Вьюн - д.Запорожское	542	40,8	75	236	-0,50	2,73
27	72148	р. Оять- д. Шангиничи(Акулова гора)	4930	773	157	298	-0,28	3,69
28	72467	р. Локня - д.Бородино	398	74	186	235	-0,10	2,60
29	72481	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	871	189	217	247	-0,06	2,94
30	72504	р.Перехода - д.Подсосонье	138	38,2	277	185	0,18	2,14
31	72064	р. Авлога -д. Матокса	89,1	26,8	301	247	0,09	1,95
32	72682	р.Сороть - д.Осинкино	3170	341	108	216	-0,30	3,50
33	72588	р.Оредеж - пгт.Вырица	920	134	146	197	-0,13	2,96
34	72559	р. Систа - д. Среднее райково	573	97	169	238	-0,15	2,76
35	72004	р. Петровка - пос. Дружноселье	78,6	13,8	176	254	-0,16	1,90
36	72603	р.Ящера - д.Долговка	581	118	203	225	-0,04	2,76
37	72008	р. Гороховка - пос. Токарево	700	38,7	55	223	-0,61	2,85
38	72158	р.Явосьма - д.Ушаково	742	178	240	329	-0,14	2,87
39	72007	р. Перовка - пос. Гончарово	257	40,2	156	219	-0,15	2,41
40	72130	р.Ивина - пгт.Ладва	862	265	307	350	-0,06	2,94
41	72162	р.Капша - д.Еремина гора	1560	279	179	345	-0,29	3,19
42	72592	р.Орлинка - уроч.Орлинка	206	31,8	154	209	-0,13	2,32
43	72144	р.Оять д.Мининская	693	166	240	336	-0,15	2,84
44	72227	р. Кересть - д. Сябреницы	833	143	172	274	-0,20	2,92

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	*F*, км^2	*Q1%*	*q1%*	*h1%*	*lg(q1%/h1%)*	*lg(F+1)*
45	72423	р. Пола - д. Налючи	6450	795	123	238	-0,29	3,81
46	72246	р. Тигода - ст. Любань	589	124	211	251	-0,08	2,77
47	72518	р. Уза - д.Дубская	515	144	280	340	-0,08	2,71
48	72104	р.Видлица - с.Большие горы	977	109	112	275	-0,39	2,99
49	72192	р.Дымка - д.Домачево	112	27,9	249	353	-0,15	2,05
50	72716	р.Кудеб - д.Севериково	739	214	290	265	0,04	2,87
51	72113	р.Мерега - д.Куйтежа	388	100	258	360	-0,15	2,59
52	48069	р.Немина - пос.Немино	601	190	316	400	-0,10	2,78
53	72055	р.Охта - д.Новое Девяткино	340	64	188	271	-0,16	2,53
54	72727	р.Пскова - д.Черняковицы	914	224	245	287	-0,07	2,96
55	72239	р.Пчевжа - д.Белая	1690	418	247	302	-0,09	3,23
56	48071	р.Пяльма - д.Пяльма	908	283	312	337	-0,03	2,96
57	48088	р.Рагнукса - д.Харловская	328	99,4	303	499	-0,22	2,52
58	72188	р.Тихвинка - д.Горелуха	2070	330	159	240	-0,18	3,32
59	72327	р.Уверь - д.Меглецы	1750	221	126	292	-0,36	3,24
60	48055	р.Уница - с. Уница	340	106	312	334	-0,03	2,53
61	48021	р.Шуя - д.Бесовец	9560	588	62	256	-0,62	3,98
62	72674	р. Исса - д. Визги	1410	217	154	212	-0,14	3,15
63	72564	р. Луга - д. Воронино	864	241	279	259	0,03	2,94
64	72479	р. Ока - д.Борок	310	74,2	239	243	-0,01	2,49
65	72433	р. Пометь - д. Яжелбицы	631	121	192	259	-0,13	2,80
66	72432	р. Пометь - д.Дворец	432	85,9	199	268	-0,13	2,64
67	72002	р. Селезневка - ст. Лужайка	486	66,7	137	229	-0,22	2,69
68	72016	р. Сестра - пос. Белоостров	390	72,3	185	263	-0,15	2,59
69	72605	р.Лемовжа - д.Хотенжа	948	178	188	241	-0,11	2,98

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	*F*, км^2	*Q1%*	*q1%*	*h1%*	*lg(q1%/h1%)*	*lg(F+1)*
70	72420	р.Пола - д.Новый Новосел	1900	349	184	233	-0,10	3,28
71	72490	р.Полисть - д.Подтополье	2150	308	143	205	-0,16	3,33
72	72492	р.Редья - д. Чернышово	469	91,5	195	201	-0,01	2,67
73	72487	р.Судома - д.Порожек№2	457	158	346	172	0,30	2,66
74	72516	р. Лонница - д.Мосолино	48,3	12,8	265	306	-0,06	1,69
75	72441	р. Равань - д. Бабино	389	74,3	191	252	-0,12	2,59
76	72251	р. Шарья - д.Гремячево	353	126	357	248	0,16	2,55
77	72233	р.Березайка - с.Устье	3030	189	62	303	-0,69	3,48
78	72305	р.Веребушка - с.Оскочи	96,3	24,7	256	191	0,13	1,99
79	72388	р.Водла - д.Харловская	12000	1296	108	311	-0,46	4,08
80	48079	р.Волчья - д.Варшко	458	28,7	63	274	-0,64	2,66
81	72082	р.Долгая - д.Загорье	777	113	145	138	0,02	2,89
82	72614	р.Льста - д.Глазатово	122	41,3	339	203	0,22	2,09
83	72686	р.Люта - д.Котоши	640	126	197	315	-0,20	2,81
84	72637	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1000	239	239	235	0,01	3,00
85	72114	р.Мста - г.Бор	16900	1122	66	339	-0,71	4,23
86	72589	р.Полонка - д.Новые Буриги	433	81,4	188	214	-0,06	2,64
87	72517	р.Руя - д.Малые Рожки	219	47,2	216	240	-0,05	2,34
88	72609	р.Северка - д.Болшая Зуевка	322	68,6	213	198	0,03	2,51
89	72513	р.Сясь - д.Яхново	6230	849	136	227	-0,22	3,79
90	72169	р.Холова - д.Горбуново	1500	312	208	239	-0,06	3,18
91	72409	р.Хревица с.Ивановское	316	57,9	183	270	-0,17	2,50
92	72617	р.Черная - Болшое Замошье	200	25,6	128	286	-0,35	2,30
93	72600	р.Яна - д.Ловынь	746	141	189	111	0,23	2,87

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Расчетные значения коэффициентов $\mu_{P\%}$, учитывающих неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды для рек Северо-Запада РФ

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	Обеспеченность P, %							
			0,1	1	5	10	25	50	75	95
1	72450	р.Ловать - д.Узкое	1,05	1,00	0,95	0,91	0,85	0,79	0,72	0,64
2	72459	р.Ловать - г.Холм	1,14	1,00	0,89	0,83	0,75	0,68	0,66	0,74
3	72454	р. Ловать - г.Великие Луки	1,12	1,00	0,91	0,86	0,80	0,76	0,76	1,04
4	72039	р.Мга - д.Горы	1,01	1,00	0,99	0,97	0,93	0,88	0,79	0,64
5	72510	р.Шелонь - д.Заполье	1,06	1,00	0,94	0,91	0,86	0,81	0,77	0,72
6	72508	р.Шелонь г.Порхов	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,85	0,83	0,88
7	72661	р.Великая - д.Пятаново	1,08	1,00	0,92	0,87	0,80	0,74	0,69	0,69
8	72654	р.Великая - г.Опочка	1,12	1,00	0,90	0,85	0,78	0,74	0,75	0,93
9	72660	р.Великая - д.Гуйтово	1,10	1,00	0,91	0,86	0,80	0,75	0,74	0,82
10	72569	р. Луга - ст.Толмачево	1,10	1,00	0,91	0,87	0,79	0,73	0,67	0,66
11	72623	р.Плюсса - с.Плюсса	1,09	1,00	0,92	0,86	0,79	0,72	0,65	0,60
12	72625	р.Плюсса - д.Брод	1,05	1,00	0,95	0,91	0,85	0,78	0,71	0,63
13	72478	р. Кунья - г.Холм	1,14	1,00	0,89	0,83	0,75	0,67	0,64	0,68
14	72477	р. Кунья- д.Уварово	1,06	1,00	0,94	0,91	0,86	0,82	0,79	0,78
15	72552	р. Коваши - д. Лендовщина	1,01	1,00	0,98	0,97	0,93	0,87	0,77	0,55
16	72696	р. Утроя - д. Б. Губа	1,06	1,00	0,94	0,91	0,86	0,82	0,79	0,83
17	72467	р. Локня - д.Бородино	1,15	1,00	0,88	0,81	0,71	0,62	0,56	0,56
18	72481	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	1,07	1,00	0,94	0,90	0,85	0,80	0,77	0,81

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	Обеспеченность Р, %							
			0,1	1	5	10	25	50	75	95
19	72504	р.Перехода - д.Подсосонье	1,15	1,00	0,88	0,82	0,73	0,65	0,60	0,67
20	72064	р. Авлога -д. Матокса	1,08	1,00	0,92	0,87	0,78	0,68	0,59	0,49
21	72682	р.Сороть - д.Осинкино	1,07	1,00	0,94	0,91	0,85	0,80	0,76	0,75
22	72588	р.Оредеж - пгт.Вырица	1,16	1,00	0,87	0,80	0,70	0,62	0,61	0,70
23	72559	р. Систа - д. Среднее райково	1,06	1,00	0,95	0,92	0,87	0,82	0,77	0,72
24	72004	р. Петровка - пос. Дружноселье	1,07	1,00	0,94	0,91	0,86	0,81	0,79	0,81
25	72603	р.Ящера - д.Долговка	1,05	1,00	0,95	0,92	0,88	0,82	0,76	0,67
26	72007	р. Перовка - пос. Гончарово	1,07	1,00	0,93	0,90	0,83	0,78	0,74	0,73
27	72130	р.Ивина - пгт.Ладва	1,06	1,00	0,95	0,92	0,88	0,86	0,85	0,92
28	72592	р.Орлинка - уроч.Орлинка	1,09	1,00	0,92	0,88	0,81	0,73	0,66	0,59
29	72144	р.Оять - д.Мининская	1,03	1,00	0,96	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78
30	72246	р. Тигода - ст. Любань	1,03	1,00	0,96	0,93	0,88	0,83	0,76	0,63
31	72518	р. Уза - д.Дубская	1,11	1,00	0,87	0,79	0,63	0,47	0,34	0,26
32	72716	р.Кудеб - д.Севериково	1,14	1,00	0,86	0,77	0,65	0,57	0,58	0,72
33	72113	р.Мерега - д.Куйтежа	1,03	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,91
34	48069	р.Немина - пос.Немино	1,04	1,00	0,97	0,95	0,93	0,90	0,88	0,89
35	72055	р.Охта - д.Новое Девяткино	1,02	1,00	0,98	0,96	0,93	0,90	0,86	0,81
36	72727	р.Пскова - д.Черняковицы	1,05	1,00	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,78
37	72239	р.Пчевжа - д.Белая	1,04	1,00	0,95	0,92	0,88	0,83	0,80	0,82
38	48071	р.Пяльма - д.Пяльма	1,08	1,00	0,94	0,90	0,85	0,81	0,78	0,78
39	48088	р.Рагнукса - д.Харловская	0,97	1,00	0,89	0,87	0,85	0,85	0,89	1,09
40	72188	р.Тихвинка - д.Горелуха	1,02	1,00	0,97	0,96	0,94	0,91	0,90	0,90
41	48055	р.Уница - с. Уница	1,13	1,00	0,89	0,84	0,76	0,71	0,70	0,82
42	72674	р. Исса - д. Визги	1,10	1,00	0,91	0,86	0,78	0,70	0,65	0,67
43	72564	р. Луга - д. Воронино	1,11	1,00	0,89	0,83	0,72	0,61	0,54	0,52

№ п/п	№ по НДС	Река – створ	Обеспеченность Р, %							
			0,1	1	5	10	25	50	75	95
44	72479	р. Ока - д.Борок	1,06	1,00	0,94	0,92	0,88	0,85	0,84	0,89
45	72433	р. Пологметь - д. Яжелбицы	1,05	1,00	0,95	0,93	0,89	0,86	0,84	0,83
46	72432	р. Пологметь - д.Дворец	1,06	1,00	0,95	0,93	0,90	0,87	0,86	0,89
47	72002	р. Селезневка - ст. Лужайка	1,05	1,00	0,95	0,92	0,86	0,81	0,76	0,68
48	72016	р. Сестра - пос. Белоостров	1,04	1,00	0,96	0,93	0,88	0,82	0,77	0,72
49	72605	р.Лемовжа - д.Хотенжа	1,05	1,00	0,95	0,92	0,87	0,79	0,73	0,64
50	72420	р.Пола - д.Новый Новосел	1,10	1,00	0,91	0,86	0,81	0,75	0,73	0,81
51	72490	р.Полисть - д.Подтополье	1,02	1,00	0,97	0,97	0,94	0,93	0,91	0,94
52	72492	р.Редья - д. Чернышово	1,05	1,00	0,95	0,92	0,87	0,82	0,77	0,71
53	72487	р.Судома - д.Порожек№2	1,19	1,00	0,84	0,76	0,64	0,53	0,45	0,43
54	72516	р. Лонница - д.Мосолино	0,95	1,00	1,05	1,08	1,12	1,17	1,22	1,23
55	72441	р. Равань - д. Бабино	1,02	1,00	0,98	0,97	0,94	0,91	0,86	0,79
56	72251	р. Шарья - д.Гремячево	1,16	1,00	0,86	0,78	0,68	0,61	0,62	0,76
57	72082	р.Долгая - д.Загорье	1,07	1,00	0,93	0,89	0,81	0,70	0,58	0,39
58	72614	р.Льста - д.Глазатово	1,19	1,00	0,84	0,76	0,64	0,54	0,50	0,56
59	72686	р.Люта - д.Котоши	1,13	1,00	0,89	0,84	0,77	0,75	0,82	1,03
60	72637	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	1,00	1,00	0,99	1,00	1,04	0,94	0,88	0,76
61	72114	р.Мста - г.Бор	1,04	1,00	0,96	0,95	0,92	0,90	0,90	0,94
62	72517	р.Руя - д.Малые Рожки	1,06	1,00	0,94	0,91	0,88	0,85	0,85	1,04
63	72609	р.Северка - д.Болшая Зуевка	1,07	1,00	0,93	0,89	0,81	0,69	0,56	0,29
64	72409	р.Хревица - с.Ивановское	1,16	1,00	0,86	0,80	0,71	0,65	0,64	0,74
65	72617	р.Черная - Болшое Замошье	1,15	1,00	0,86	0,77	0,64	0,49	0,36	0,24
66	72600	р.Яна - д.Ловынь	1,24	1,00	0,82	0,73	0,62	0,56	0,62	1,17
67	72005	руч. Панкан-оя - пос. Дружноселье	1,09	1,00	0,93	0,89	0,83	0,77	0,74	0,74
68	72006	руч. Рая-оя - пос. Дружноселье	1,11	1,00	0,90	0,85	0,78	0,71	0,68	0,72

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Расчет параметра K_0, характеризующего дружность весеннего половодья

№ п/п	№ по НДС	Река-створ	$Q_{1\%}$	$h_{1\%}$	$\mu_{1\%}$	δ	δ_1	δ_2	F	n	F_1	K_0
1	72450	р.Ловать - д.Узкое	58,6	273	1	0,71	0,48	0,97	398	0,17	1	0,005
2	72459	р.Ловать - г.Холм	2061	203	1	0,83	0,42	0,90	14700	0,17	1	0,011
3	72454	р. Ловать - г.Великие Луки	226	177	1	0,80	0,44	0,99	3270	0,17	1	0,004
4	72039	р.Мга - д.Горы	137	237	1	1,00	0,39	0,73	709	0,17	1	0,009
5	72043	р.Тосна - ст.Тосно	210	225	1	1,00	0,39	0,76	1300	0,17	1	0,008
6	72510	р.Шелонь - д.Заполье	1216	226	1	1,00	0,48	0,67	6820	0,17	1	0,011
7	72508	р.Шелонь г.Порхов	604	256	1	1,00	0,47	0,72	2950	0,17	1	0,009
8	72661	р.Великая - д.Пятаново	2370	197	1	0,80	0,45	0,94	20200	0,17	1	0,009
9	72654	р.Великая - г.Опочка	273	182	1	0,80	0,41	0,99	3500	0,17	1	0,005
10	72660	р.Великая - д.Гуйтово	1317	201	1	1,00	0,44	0,94	13400	0,17	1	0,006
11	72569	р. Луга - ст.Толмачево	658	199	1	1,00	0,41	0,86	6350	0,17	1	0,007
12	72577	р.Луга- г.Кингисепп	1129	207	1	1,00	0,40	0,82	12800	0,17	1	0,006
13	72154	р.Паша - д.Поречье	215	339	1	0,96	0,39	0,79	1110	0,17	1	0,006
14	72156	р.Паша - с.Часовенское	974	321	1	1,00	0,38	0,73	5710	0,17	1	0,008
15	72155	р.Паша д.Дуброво	823	336	1	1,00	0,38	0,79	3910	0,17	1	0,008
16	72623	р.Плюсса - с.Плюсса	243	219	1	1,00	0,42	0,71	1440	0,17	1	0,009
17	72625	р.Плюсса - д.Брод	612	206	1	1,00	0,41	0,77	5090	0,17	1	0,008
18	72173	р.Воложба - д.Воложба	223	368	1	1,00	0,39	0,77	1330	0,17	1	0,005
19	72172	р.Воложба - д.Пареево	134	315	1	1,00	0,40	0,88	644	0,17	1	0,006
20	72478	р. Кунья - г.Холм	1003	215	1	1,00	0,40	0,94	5140	0,17	1	0,010
21	72477	р. Кунья- д.Уварово	477	229	1	1,00	0,40	0,97	2480	0,17	1	0,008
22	72281	р.Мста - д.Девкино	2024	286	1	0,80	0,40	0,80	22500	0,17	1	0,007

№ п/п	№ по НДС	Река-створ	$Q_{1\%}$	$h_{1\%}$	$\mu_{1\%}$	δ	δ_1	δ_2	F	n	F_1	K_0
23	72269	р.Мста - пос.Потерпелицы	770	296	1	0,80	0,41	0,80	13200	0,17	1	0,004
24	72552	р. Коваши - д. Лендовщина	93,2	258	1	1,00	0,40	0,92	505	0,17	1	0,006
25	72696	р. Утроя - д. Б. Губа	401	193	1	1,00	0,50	0,90	2970	0,17	1	0,006
26	72083	р.Вьюн - д.Запорожское	40,8	236	1	0,77	0,38	0,88	542	0,17	1	0,004
27	72148	р. Оять- д. Шангиничи(Акулова гора)	773	298	1	0,80	0,38	0,82	4930	0,17	1	0,009
28	72467	р. Локня - д.Бородино	74	235	1	1,00	0,50	0,92	398	0,17	1	0,005
29	72481	р.Большой Тудер - д.Бабяхтино	189	247	1	1,00	0,39	0,94	871	0,17	1	0,007
30	72504	р.Перехода - д.Подсосонье	38,2	185	1	1,00	0,47	0,92	138	0,17	1	0,008
31	72064	р. Авлога -д. Матокса	26,8	247	1	1,00	0,39	0,94	89,1	0,17	1	0,007
32	72682	р.Сороть - д.Осинкино	341	216	1	1,00	0,47	0,94	3170	0,17	1	0,004
33	72588	р.Оредеж - пгт.Вырица	134	197	1	1,00	0,41	0,90	920	0,17	1	0,006
34	72559	р. Систа - д. Среднее райково	97	238	1	1,00	0,38	0,92	573	0,17	1	0,006
35	72004	р. Петровка - пос. Дружноселье	13,8	254	1	0,98	0,38	0,99	78,6	0,17	1	0,004
36	72603	р.Ящера - д.Долговка	118	225	1	1,00	0,39	0,67	581	0,17	1	0,010
37	72008	р. Гороховка - пос. Токарево	38,7	223	1	0,78	0,39	0,92	700	0,17	1	0,003
38	72158	р.Явосьма - д.Ушаково	178	329	1	1,00	0,39	0,70	742	0,17	1	0,008
39	72007	р. Перовка - пос. Гончарово	40,2	219	1	0,94	0,38	0,84	257	0,17	1	0,006
40	72130	р.Ивина - пгт.Ладва	265	350	1	1,00	0,38	0,73	862	0,17	1	0,010
41	72162	р.Капша - д.Еремина гора	279	345	1	0,98	0,38	0,88	1560	0,17	1	0,006
42	72592	р.Орлинка - уроч.Орлинка	31,8	209	1	1,00	0,40	0,86	206	0,17	1	0,005
43	72144	р.Оять - д.Мининская	166	336	1	0,91	0,38	0,79	693	0,17	1	0,008
44	72227	р. Кересть - д. Сябреницы	143	274	1	1,00	0,38	0,84	833	0,17	1	0,006
45	72423	р. Пола - д. Налючи	795	238	1	1,00	0,42	0,86	6450	0,17	1	0,006
46	72246	р. Тигода - ст. Любань	124	251	1	1,00	0,38	0,73	589	0,17	1	0,009
47	72518	р. Уза - д.Дубская	144	340	1	0,80	0,45	1,00	515	0,17	1	0,007

№ п/п	№ по НДС	Река-створ	$Q_{1\%}$	$h_{1\%}$	$\mu_{1\%}$	δ	δ_1	δ_2	F	n	F_1	K_0
48	72104	р.Видлица - с.Большие горы	109	275	1	0,56	0,38	0,80	977	0,17	1	0,008
49	72192	р.Дымка - д.Домачево	27,9	353	1	1,00	0,39	0,73	112	0,17	1	0,006
50	72716	р.Кудеб - д.Севериково	214	265	1	1,00	0,45	0,90	739	0,17	1	0,008
51	72113	р.Мерега - д.Куйтежа	100	360	1	0,91	0,37	0,82	388	0,17	1	0,007
52	48069	р.Немина - пос.Немино	190	400	1	0,80	0,38	0,71	601	0,17	1	0,011
53	72055	р.Охта - д.Новое Девяткино	64	271	1	0,96	0,40	0,94	340	0,17	1	0,005
54	72727	р.Пскова - д.Черняковицы	224	287	1	1,00	0,42	0,90	914	0,17	1	0,007
55	72239	р.Пчевжа - д.Белая	418	302	1	1,00	0,38	0,75	1690	0,17	1	0,010
56	48071	р.Пяльма - д.Пяльма	283	337	1	1,00	0,37	0,79	908	0,17	1	0,010
57	48088	р.Рагнукса - д.Харловская	99,4	499	1	0,79	0,37	0,82	328	0,17	1	0,007
58	72188	р.Тихвинка - д.Горелуха	330	240	1	1,00	0,40	0,75	2070	0,17	1	0,008
59	72327	р.Уверь - д.Меглецы	221	292	1	1,00	0,41	0,73	1750	0,17	1	0,005
60	48055	р.Уница - с. Уница	106	334	1	0,82	0,38	0,79	340	0,17	1	0,010
61	48021	р.Шуя - д.Бесовец	588	256	1	0,78	0,39	0,68	9560	0,17	1	0,006
62	72674	р. Исса - д. Визги	217	212	1	1,00	0,42	0,90	1410	0,17	1	0,007
63	72458	р. Ловать - д. Сельцо	726	1898	1	0,80	0,44	0,88	8230	0,17	1	0,001
64	72564	р. Луга - д. Воронино	241	259	1	1,00	0,42	0,68	864	0,17	1	0,012
65	72479	р. Ока - д.Борок	74,2	243	1	1,00	0,40	0,99	310	0,17	1	0,007
66	72433	р. Пометь - д. Яжелбицы	121	259	1	0,80	0,38	0,92	631	0,17	1	0,008
67	72432	р. Пометь - д.Дворец	85,9	268	1	0,80	0,38	0,90	432	0,17	1	0,008
68	72002	р. Селезневка - ст. Лужайка	66,7	229	1	0,93	0,38	0,92	486	0,17	1	0,005
69	72016	р. Сестра - пос. Белоостров	72,3	263	1	1,00	0,38	0,86	390	0,17	1	0,006
70	72605	р.Лемовжа - д.Хотенжа	178	241	1	1,00	0,39	0,86	948	0,17	1	0,008
71	72420	р.Пола - д.Новый Новосел	349	233	1	1,00	0,42	0,86	1900	0,17	1	0,008
72	72490	р.Полисть - д.Подтополье	308	205	1	0,91	0,44	0,66	2150	0,17	1	0,010

№ п/п	№ по НДС	Река-створ	$Q_{1\%}$	$h_{1\%}$	$\mu_{1\%}$	δ	δ_1	δ_2	F	n	F_1	K_0
73	72492	р.Редья - д. Чернышово	91,5	201	1	0,83	0,48	0,59	469	0,17	1	0,012
74	72487	р.Судома - д.Порожек№2	158	172	1	1,00	0,46	1,00	457	0,17	1	0,012
75	72516	р. Лонница - д.Мосолино	12,8	306	1	1,00	0,37	0,84	48,3	0,17	1	0,005
76	72441	р. Равань - д. Бабино	74,3	252	1	1,00	0,38	0,86	389	0,17	1	0,006
77	72251	р. Шарья - д.Гремячево	126	248	1	1,00	0,39	0,54	353	0,17	1	0,018
78	72233	р.Березайка - с.Устье	189	303	1	0,80	0,40	0,77	3030	0,17	1	0,003
79	72305	р.Веребушка - с.Оскочи	24,7	191	1	1,00	0,40	0,92	96,3	0,17	1	0,008
80	72388	р.Водла - д.Харловская	1296	311	1	0,79	0,39	0,63	12000	0,17	1	0,009
81	48079	р.Волчья - д.Варшко	28,7	274	1	0,96	0,38	0,97	458	0,17	1	0,002
82	72082	р.Долгая - д.Загорье	113	138	1	0,83	0,41	0,73	777	0,17	1	0,013
83	72614	р.Льста - д.Глазатово	41,3	203	1	1,00	0,42	0,94	122	0,17	1	0,009
84	72686	р.Люта - д.Котоши	126	315	1	1,00	0,44	0,94	640	0,17	1	0,004
85	72637	р.Мегрега - д.Судалица(Олонец)	239	235	1	0,98	0,38	0,72	1000	0,17	1	0,012
86	72114	р.Мста - г.Бор	1122	339	1	0,80	0,41	0,82	16900	0,17	1	0,004
87	72589	р.Полонка - д.Новые Буриги	81,4	214	1	1,00	0,45	0,88	433	0,17	1	0,006
88	72517	р.Руя - д.Малые Рожки	47,2	240	1	1,00	0,39	0,86	219	0,17	1	0,007
89	72609	р.Северка - д.Болшая Зуевка	68,6	198	1	1,00	0,49	0,60	322	0,17	1	0,010
90	72513	р.Сясь - д.Яхново	849	227	1	1,00	0,40	0,69	6230	0,17	1	0,010
91	72169	р.Холова - д.Горбуново	312	239	1	1,00	0,39	0,97	1500	0,17	1	0,008
92	72409	р.Хревица - с.Ивановское	57,9	270	1	1,00	0,43	0,92	316	0,17	1	0,005
93	72617	р.Черная - Болшое Замошье	25,6	286	1	0,80	0,50	0,53	200	0,17	1	0,005
94	72600	р.Яна - д.Ловынь	141	111	1	1,00	0,40	0,76	746	0,17	1	0,017
95	72005	руч. Панкан-оя - пос. Дружноселье	2,79	250	1	0,76	0,38	0,92	15,3	0,17	1	0,004
96	72006	руч. Рая-оя - пос. Дружноселье	3,55	211	1	0,93	0,38	1,00	17,1	0,17	1	0,005

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Результаты районирования параметра K_0 с использованием кластерного анализа

(3 признака; 5 кластеров)

КЛАСТЕР № 1

Таблица П.13.1.1 – Статистические характеристики кластера №1

Переменная	Среднее	Стандартное откло-нение	Дисперсия
X (широта)	-0,456	0,528	0,278
Y (долгота)	-0,280	0,536	0,287
K_0	1,513	0,969	0,938

Таблица П.13.1.2 – Гидрометрические посты, объединенные в кластер №1

№ п/п	Код поста	Река - пост		X	Y	K_0
1	72233	Шарья	Гремячево	59,200	32,383	0,018
2	72239	Пчевжа	Белая	59,350	32,317	0,010
3	72246	Тигода	Любань	59,367	31,267	0,009
4	72459	Ловать	Холм	57,150	31,183	0,011
5	72478	Кунья	Холм	57,133	31,150	0,010
6	72487	Редья	Чернышево	57,767	31,450	0,012
7	72492	Полисть	Подтополье	57,917	31,267	0,010
8	72510	Шелонь	Заполье	58,050	30,100	0,011
9	72513	Северка	Б.Зуевка	57,583	30,333	0,010
10	72516	Судома	Порожек номер2	57,500	29,917	0,012
11	72564	Луга	Воронино	58,567	30,617	0,012
12	72603	Ящера	Долговка	58,917	29,967	0,010
13	72614	Долгая	Загорье	59,167	28,733	0,013
14	72623	Плюсса	Плюсса	58,417	29,400	0,009
15	72638	Яна	Лавынь	58,667	28,517	0,017

КЛАСТЕР № 2

Таблица П.13.2.1 – Статистические характеристики кластера №2

Переменная	Среднее	Стандартное откло-нение	Дисперсия
X (широта)	0,594	0,505	0,255
Y (долгота)	-0,778	0,404	0,163
K_0	-0,639	0,571	0,327

Таблица П.13.2.2 – Гидрометрические посты, объединенные в кластер №2

№ п/п	Код поста	Река - пост		X	Y	K_0
1	72002	Селезневка	Лужайка	60,800	28,500	0,005
2	72004	Петровка	Дружноселье	60,933	28,733	0,004
3	72005	Панкан-оя	Дружноселье	60,933	28,700	0,004
4	72006	Рая-оя	Дружноселье	60,933	28,717	0,005
5	72007	Перовка	Гончарово	60,700	28,917	0,006
6	72008	Гороховка	Токарево	60,533	28,783	0,003
7	72016	Сестра	Белоостров	60,150	30,017	0,006
8	72039	Мга	Горы	59,767	30,983	0,009
9	72043	Тосна	Тосно	59,550	30,900	0,008
10	72055	Охта	Нов.Девяткино	60,050	30,467	0,005
11	72064	Авлога	Матокса	60,317	30,617	0,007
12	72082	Волчья	Варшко	60,667	30,050	0,002
13	72083	Вьюн	Запорожское	60,567	30,517	0,004
14	72552	Коваши	Лендовщина	59,900	29,233	0,006
15	72559	Систа	Среднее Райково	59,733	28,800	0,006
16	72569	Луга	Толмачево	58,867	29,900	0,007
17	72577	Луга	Кингисепп	59,367	28,583	0,006
18	72588	Оредеж	Вырица	59,400	30,300	0,006
19	72592	Орлинка	Орлинка	59,333	30,183	0,005
20	72600	Черная	Большое Замошье	58,867	30,067	0,005
21	72605	Лемовжа	Хотнежа	59,133	29,283	0,008
22	72617	Хревица	Ивановское	59,283	28,867	0,005
23	72637	Люта	Котоши	58,550	28,583	0,004
24	72643	Руя	Малые Рожки	58,983	28,217	0,007

КЛАСТЕР № 3

Таблица П.13.3.1 – Статистические характеристики кластера №3

Переменная	Среднее	Стандартное отклонение	Дисперсия
X	-0,163	0,499	0,249
Y	0,888	0,420	0,177
K_0	-0,421	0,529	0,279

Таблица П.13.3.2 – Гидрометрические посты, объединенные в кластер №3

№ п/п	Код поста	Река - пост		X	Y	K_0
1	72154	Паша	Поречье	59,917	34,100	0,006
2	72162	Капша	Еремина Гора	59,983	33,900	0,006
3	72172	Воложба	Пареево	59,333	33,817	0,006
4	72173	Воложба	Воложба	59,500	33,550	0,005
5	72188	Тихвинка	Горелуха	59,683	33,317	0,008
6	72192	Дымка	Домачево	59,567	33,817	0,006
7	72227	Кересть	Сябреницы	59,133	31,633	0,006
8	72251	Равань	Бабино	59,233	31,433	0,006
9	72269	Мста	Потерпелицы	58,417	33,867	0,004
10	72276	Мста	Бор	58,817	33,383	0,004
11	72281	Мста	Девкино	58,600	32,183	0,007
12	72305	Березайка	Устье	58,150	34,200	0,003
13	72327	Уверь	Меглецы	58,433	34,567	0,005
14	72388	Вербушка	Оксочи	58,683	32,817	0,008
15	72409	Холова	Горбуново	58,367	32,300	0,008
16	72420	Пола	Нов.Новосел	57,500	32,267	0,008
17	72423	Пола	Налючи	57,883	31,850	0,006
18	72432	Пологметь	Дворец	57,950	33,017	0,008
19	72433	Пологметь	Яжелбицы	58,033	32,983	0,008
20	72441	Лонница	Мосолино	57,933	33,017	0,005

КЛАСТЕР № 4

Таблица П.13.4.1 – Статистические характеристики кластера №4

Переменная	Среднее	Стандартное отклонение	Дисперсия
X	1,387	0,607	0,368
Y	1,398	0,591	0,349
K_0	0,462	0,586	0,344

Таблица П.13.4.2 – Гидрометрические посты, объединенные в кластер №4

№ п/п	Код поста	Река - пост		X	Y	K_0
1	48021	Шуя	Бесовец (Н.Бесовец)	61,883	34,183	0,006
2	48055	Уница	Уница	62,617	34,433	0,010
3	48071	Пяльма	Пяльма	62,400	35,867	0,010
4	48079	Водла	Харловская	61,817	36,467	0,009
5	48088	Рагнукса	Харловская	61,867	36,433	0,007
6	72104	Видлица	Большие Горы	61,300	32,467	0,008
7	72113	Мегрега	Куйтежа	60,983	33,217	0,007
8	72114	Мегрега	Судалица (Олонец)	60,967	32,967	0,012
9	72130	Ивина	Ладва	61,350	34,650	0,010
10	72144	Оять	Мининская	60,467	34,850	0,008
11	72148	Оять	Акулова Гора	60,483	33,433	0,009
12	72155	Паша	Дуброво	59,917	34,100	0,008
13	72156	Паша	Часовенское	60,250	33,317	0,008
14	72158	Явосьма	Ушаково	59,817	34,067	0,008
15	72169	Сясь	Яхново	60,017	32,633	0,010

КЛАСТЕР № 5

Таблица П.13.5.1 – Статистические характеристики кластера №5

Переменная	Среднее	Стандартное отклонение	Дисперсия
X	-1,189	0,427	0,183
Y	-0,755	0,512	0,262
K_0	-0,280	0,732	0,535

Таблица П.13.5.2 – Гидрометрические посты, объединенные в кластер №5

№ п/п	Код поста	Река - пост		X	Y	K_0
1	72450	Ловать	Узкое	55,767	30,550	0,005
2	72454	Ловать	Великие Луки	56,350	30,517	0,004
3	72458	Ловать	Сельцо	56,917	30,683	0,001
4	72467	Локня	Бородино	56,833	30,217	0,005
5	72477	Кунья	Уварово	56,783	30,933	0,008
6	72479	Ока	Борок	56,700	31,150	0,007
7	72481	Большой Тудер	Бабяхтино	57,117	31,200	0,007
8	72504	Перехода	Подсосонье	57,900	30,833	0,008
9	72508	Шелонь	Порхов	57,750	29,567	0,009
10	72517	Полонка	Новые Буриги	57,783	29,750	0,006
11	72518	Уза	Дубская	57,733	29,267	0,007
12	72625	Плюсса	Брод	58,633	28,383	0,008
13	72654	Великая	Опочка	56,717	28,650	0,005
14	72660	Великая	Гуйтово	57,350	28,267	0,006
15	72661	Великая	Пятаново	57,700	28,217	0,009
16	72674	Исса	Визги	56,883	28,633	0,007
17	72682	Сороть	Осинкино	57,100	29,250	0,004
18	72686	Льста	Глазатово	56,867	29,717	0,009
19	72696	Утроя	Большая Губа	57,333	28,200	0,006
20	72716	Кудеб	Свериково	57,517	28,017	0,008
21	72727	Пскова	Черняковицы	57,867	28,467	0,007