



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

Кафедра Гидрологии суши

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему **Регулирующая способность  
озера Ильмень и его водосбора**

Исполнитель Малушко Алена Игоревна

Руководитель д.н.г., профессор кафедры гидрологии суши

Мякишева Наталья Вячеславовна

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

(подпись)

канд. геогр. наук. Сикан Александр Владимирович

«02» Июня 2017г.

Санкт-Петербург  
2018

## Оглавление

	Стр.
Введение	4
1 Физико-географическая характеристика озера Ильмень и его водосбора	6
1.1 Характеристика озера Ильмень	6
1.2 Рельеф озера и его водосбора	10
1.3 Геологическое строение	12
1.4 Растительность	13
1.5 Климат	15
1.6 Гидрография водосбора	17
1.7 Антропогенная нагрузка	19
2 Многолетние колебания гидрометеорологических характеристик	24
2.1 Квантильный анализ многолетней изменчивости гидрометеорологических характеристик	24
2.2 Квантильный анализ многолетней изменчивости температуры воздуха	27
2.3 Квантильный анализ многолетней изменчивости осадков	30
2.4 Квантильный анализ многолетней изменчивости речного притока	33
2.5 Квантильный анализ многолетней изменчивости уровня и стока из озера	37
3 Внутригодовые колебания гидрометеорологических характеристик	39
3.1 Методы теории периодически коррелированных случайных процессов (ПКСП)	39
3.2 Особенности внутригодового хода температуры воздуха	40
3.3 Особенности внутригодового хода осадков	45

3.4	Особенности внутригодового хода речного притока	49
3.5	Особенности внутригодового хода уровня и стока из озера	54
4	Оценка регулирующей способности озера Ильмень	58
4.1	Обобщение результатов анализа в терминах вероятностных моделей	58
4.2	Оценка регулирующей способности озера Ильмень и его водосбора	60
	Заключение	63
	Список использованных источников	66
	Приложение А Среднемесячные и среднегодовые расходы воды	67
	Приложение Б Среднемесячные и среднегодовые уровни воды	71
	Приложение В Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха	72
	Приложение Г Среднемесячное и среднегодовое количество осадков	77
	Приложение Д Численные значения оценок математического ожидания $m^*(t)$ и дисперсии $D^*(t)$ для внутригодового хода температуры воздуха	82
	Приложение Е Численные значения оценок математического ожидания $m^*(t)$ и дисперсии $D^*(t)$ для внутригодового хода осадков	87
	Приложение Ж Численные значения оценок математического ожидания $m^*(t)$ и дисперсии $D^*(t)$ для внутригодового хода расходов воды	92
	Приложение З Численные значения оценок математического ожидания $m^*(t)$ и дисперсии $D^*(t)$ для внутригодового хода уровня	96

## Введение

Озеро Ильмень и его водосборная площадь расположены в пределах экономически развитого региона Северо-Запада России, в котором интенсивно развиваются сельское хозяйство, а также различные отрасли легкой, пищевой, лесной и тяжелой промышленности, а на самом озере водный транспорт. Густая сеть рек и озер Северо-Запада России, значительная заболоченность его территории приводит к большой степени естественной зарегулированности стока, как отдельных рек, так и всего района в целом. В результате заметно зарегулирован сток реки Волхов. Центральное регулирующее звено района – озеро Ильмень. В связи с этим, особый интерес представляет получение количественной оценки его регулирующей способности. Качественные представления о регулирующей роли рек и озерно-речных бассейнов в гидрологии суши известны. Так, примирительно к озерам – это перераспределение по высоте и во времени расходов воды реки, протекающей через озеро. Применительно к рекам речь идет о регулирующем влиянии физико-географических факторов (аккумулирующая роль озер, толщи грунтов, карста: орография, залесенность и заболоченность) на климатический сток. Для оценки этого влияния используют соответствующие формулы и коэффициенты.

Озеро Ильмень является уникальным природным объектом. Его максимальная глубина достигает десяти метров, а площадь его водосбора в девять раз превышает площадь самого озера. В результате этого озеро имеет сильный водообмен, (четыре раза в год). Озера с сильным водообменом во много имеют режим, близкий к режиму речного стока. Исследование водного баланса озера Ильмень показали, что основными компонентами, влияющими на режим озера, является суммарный приток и расход единственной вытекающей реки – Волхов.

Цель настоящей работы состоит в оценке регулирующей способности одного из озер с сильным (интенсивным) водообменом – озеро Ильмень. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- а) оценить вероятностные характеристики, адекватно отражающие регулируемую способность озера Ильмень;
- б) выявить диапазон временной изменчивости, в котором регулирующая роль озера Ильмень максимальна.

Для решения поставленных задач в работе использовались данные наблюдений за температурой воздуха и количеству выпавших осадков на метеостанциях водосбора озера с 1961 по 1988 года (г. Валдай, г. Великие Луки, г. Псков, г. Новгород и Волховская ГЭС); данные наблюдений над расходами рек (Мста, Ловать, Шелонь и Волхов) с 1945 по 1988 года и уровню озера Ильмень с 1945 по 1988 года. Для установления внутригодовых колебаний используются среднемесячные значения. Для анализа многолетней изменчивости используются среднегодовые величины.

Анализируемые процессы рассматриваются как вероятностные полициклические процессы с основными энергонесущими зонами в диапазонах частот, соответствующих многолетними ( $T > 1$  года) и внутригодовыми колебаниями ( $T < 1$  года) колебаниями. Реализация среднемесячных значений рассматриваются как периодически коррелированные случайные процессы, а реализации среднегодовых – как стационарные случайные процессы.

# 1 Физико-географическая характеристика озера Ильмень и его водосбора

## 1.1 Характеристика озера Ильмень

Ильмень – одно из крупнейших озер Русской равнины (рисунок 1.1). Оно относится к системе Великих озер Европы, в которую входят озера: Ладожское, Онежское, Сайма и Псковско-Чудское. Но Ильмень – своеобразный водоем. Из-за больших колебаний уровня воды его площадь не бывает постоянной. Весной многочисленные притоки переполняют озеро, оно широко разливается, затапливая пойму, острова, дельты впадающих в него рек и образуя безбрежно водное раздолье. Видимо, поэтому наши предки называли Ильмень – Соловенским морем.

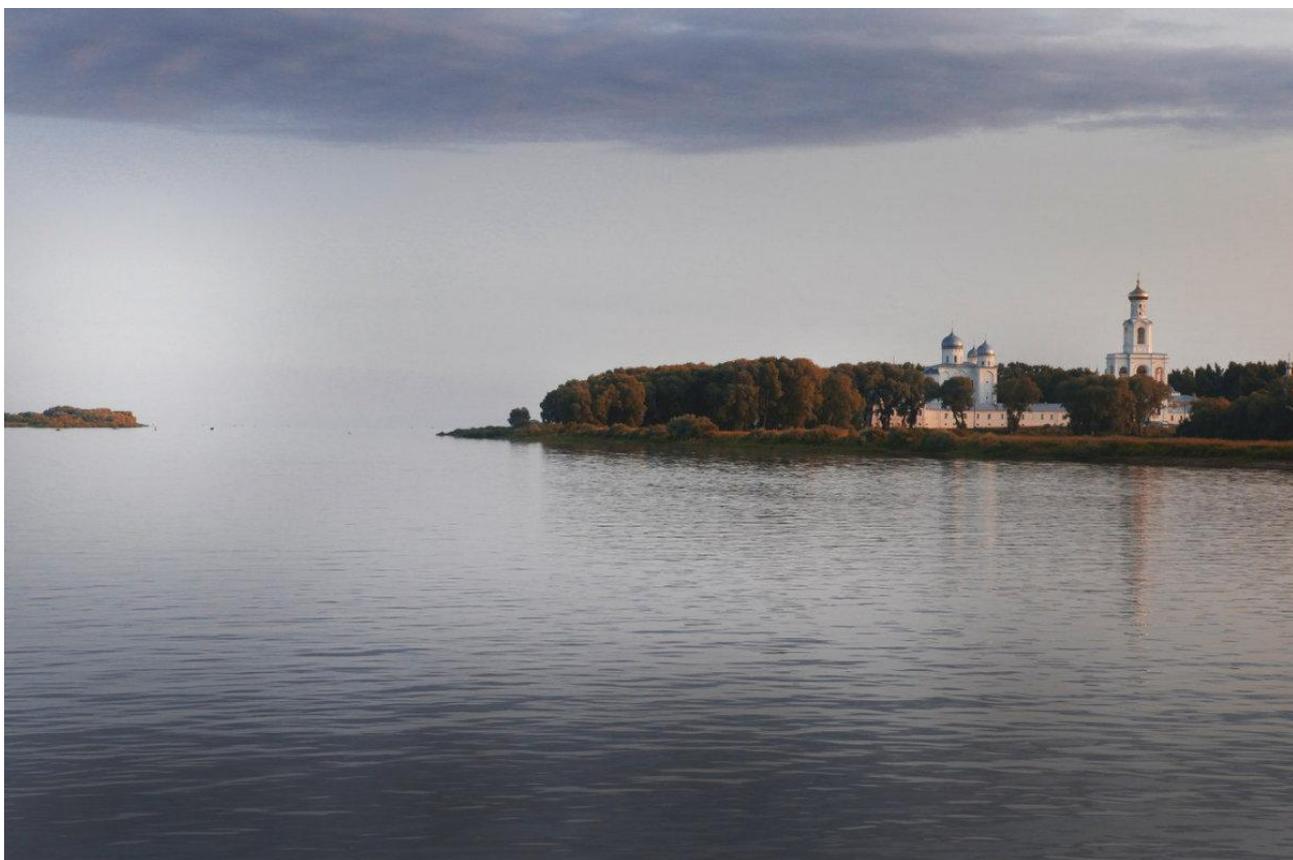


Рисунок 1.1 – озеро Ильмень

Озеро расположено в центре Приильменской низменности, на высоте восемнадцати метров над уровнем моря. Оно имеет форму треугольника. Берега его изрезанные, низкие и заболоченные. Только у южного берега из воды поднимается уступ, сложенный известняком. Этот высокий, обрывистый берег является геологическим памятником природы. При среднем уровне воды длина озера – сорок три километра, ширина – тридцать три километра. Средняя глубина от трех до четырех метров, наибольшая – десять метров. Однако и эти грудины заметно меняются во времени. Сезонные колебания в озере составляют амплитуду более шести метров. В межень наибольшая глубина озера достигает 4.4 метра, средняя – 2.5 метра. При подъемах воды в отдельных местах имеются глубины до 9.5 метров. Уровень Ильменя изменяется в связи с сезонными колебаниями уровня в реках. Самые низкие наблюдаются в конце зимы. В середине апреля бывают значительные подъемы уровней. Самая высокая вода зарегистрирована в 1922 году, несколько ниже – в 1966 году.

В связи с высокой проточностью вода в озере сменяется за 1.5 – 2 месяца (в Ладожском озере, для сравнения, за 12 лет). Вода малопрозрачна из-за большого количества речных наносов, ила, водорослей и частых волнений при небольшой глубине, но очень хорошо насыщена кислородом и легко прогревается – в июле до 20°C.

Весной, с апреля по июнь, в озере наблюдается самый высокий уровень воды. Летом происходит его снижение. В октябре и ноябре, в связи с осенними дождями, уровень воды вновь поднимается, после чего устанавливается зимняя межень. Подо льдом Ильмень бывает, по средним многолетним наблюдениям, с конца ноября по конец апреля, что составляет в среднем 145 дней. Бывают годы, когда Ильмень замерзает и вскрывается на месяц раньше или позднее среднего срока. Дно озера покрыто мощным (до десяти метров) слоем озерного ила. Ил за лето прогревается, а зимой отдает тепло, повышая температуру придонных слоев воды. Озеро летом хорошо прогревается. Температура воды в июле плюс 18°C – плюс 20°C. Проточность озера, открытая

поверхность в теплый период года, ветровые волнения и небольшая глубина способствуют насыщению его вод кислородом. Котловина озера ледникового происхождения и вначале была глубиной более 20 метров. С течением времени она заполнилась мощным слоем илов, которые поступали по многочисленным рекам, стекающим с территории Главного мореного пояса. Котловина расположена в так называемой Приильменской низменности, которая периодически затопливается водами озера, протекающей воды в разные по водности фазы. Особенно большие площади затоплений приходятся на дельтовые участки рек Мсты и Ловати. При этом меняются и запасы воды в озере от 1.5 км до 11.6 км. В качестве средних многолетних характеристик большинство исследователей принимают: площадь озера 1100 км<sup>2</sup>, объем воды 3.0 км<sup>3</sup>, длина озера 45 км и ширина озера 35 км.

Реки являются главным источником поступления воды в озеро, который составляет 90% всего прихода воды в этот водоем. Средние многолетние модули стока крупнейших рек бассейна Ильменя составляют: Мста – 9.0 л/с·км<sup>2</sup>, Ловать – 7.7 л/с·км<sup>2</sup>, Шелонь – 6.4 л/с·км<sup>2</sup>, Пола – 8.8 л/с·км<sup>2</sup>. Средний по бассейну модуль стока – 7.5 л/с·км<sup>2</sup>. Этот показатель водности заметно меньше, чем в других частях бассейна Ладожского озера. Тем не менее, вытекающая из озера река Волхов сбрасывает в Ладогу около 18 км<sup>3</sup> воды, что составляет более четверти общего объема притока в это озеро.

Более половины стока рек бассейна Ильменя приходится на весну – 57%, осень – 18%, зиму – 17% и лето – 8%. Заметно меняется количество притекающей воды в разные по водности фазы, продолжительность которых 13 – 15 лет. Например, в многоводную фазу с 1922 по 1936 годы модульный коэффициент равнялся 1.2, а в маловодную фазу с 1963 по 1977 года – 0.79. Если принять средний многолетний приток в озеро равный 14.5 км<sup>3</sup>, а объем озера 3 км<sup>3</sup>, то коэффициент внешнего водообмена составит 4.8, т.е. в среднем вода в озере меняется 4 – 5 раз в год. Такой высокий коэффициент внешнего водообмена предопределяет относительно невысокую инерционность в колебаниях уровня озера (коэффициент автокорреляции 0.4) и увеличивает

вклад случайной составляющей в общую дисперсию колебаний. Поэтому водный режим, вытекающий из озера реки Волхов, заметно отличается от режима колебаний уровня Ладоги и стока реки Невы.

Амплитуда колебаний годовых уровней озера за многолетний период составила почти три метра, а внутригодовая амплитуда превысила семь метров. Абсолютный максимум наблюдался в 1922 году и равнялся 22.91 м БС, а абсолютный минимум в 1882 году – 15.51 м БС. При уровнях превышающих 21.8 м БС происходит затопление населенных пунктов, расположенных в прибрежной зоне озера. Режим этих колебаний оказывает большое влияние на все стороны жизни озера, состояние его экосистем, продуктивность заливаемых лугов, высоту стояния грунтовых вод и т.п. Режим стока Волхова полностью определяется уровнем режимом и предопределяет планирование работ ГЭС. При этом в отдельные годы подпор от водохранилища Волховской ГЭС достигает озера. В засушливые периоды уровень воды значительно понижается, озеро мелеет, его площадь сильно сокращается, обнажаются обширные отмели. Резкие колебания уровня воды обуславливают природные особенности озера. Возможно, что они определили и его название. Большинство ученых считает, что оно образовалось от финского слова «ильмер». «Ита» по-фински – воздух, погода, а «jarwi» – озеро. Таким образом, буквальный перевод слова «ильмер» – озеро, делающее погоду. В древние времена у финнов и эстов существовало поверье, будто реки, озера, ручьи способны породить дождь, бурю и другие погодные явления. «Озером погоды» считался и Ильмер – нынешний Ильмень. О Новгороде, новгородской земле и об Ильмене упоминается в Новгородской, Софийской, Псковской, Никонской и других русских летописях.

Карта расположения бассейна озера Ильмень представлена на рисунке 1.2. Его бассейн занимает площадь в 66400 км<sup>2</sup>, и протянулся с запада на восток на 350 км и с юга на север на 400 км. Эта территория охватывает большую часть Новгородской, Псковской и Тверской областей, отличается большим разнообразием природных условий.



Рисунок 1.2 – карта бассейна озера Ильмень

### 1.2 Рельеф озера и его водосбора

Поверхность бассейна озера напоминает огромную чашу – центральная ее часть занята Приильменской низменностью, а по краям располагаются возвышенности. Береговая линия озера развита слабо. На отдельных участках

имеется ряд заливов, среди которых наиболее крупные находятся в восточной части – Большая и Малая Аркадские, в юго-восточной – Синецкий, юго-западной – Тулебельский.

Большие колебания уровня воды во многом зависят от значительной проточности Ильменя и повышенной увлажнённости его бассейна.

Рельеф дна озера представляет собой слабовогнутую плоскую впадину с пологими склонами. Под влиянием речных наносов происходит быстрое обмеление озера. Особенно интенсивно мелеет его часть со стороны дельт Ловати, Мсты и Шелони.

Геологическое исследование свидетельствует, что ранее на месте Ильменя располагался обширный водоем с глубинами до 30 метров. В дальнейшем его котловина более чем на 90% была заполнена речными отложениями. В настоящее время Ильмень представляет собой постепенно «умирающий» водоем, исчезающий под воздействием вековых процессов заиливания и заноса его ложа речными наносами.

Большая часть дна озера покрыта мощным слоем ила, в основном тектонического происхождения. В центральной части мощность иловых отложений более десяти метров. Нередко илы начинаются уже на глубине 1 – 1.5 метра. Благодаря непрерывному перемешиванию воды, насыщенной кислородом тектонические вещества быстро окисляются и составляют в донных отложениях всего не более 10%. Песчаные грунты развиты только вдоль прибрежной полосы на глубинах 1 – 1.5 метра, однако вблизи дельтовых образований полоса песков распространяется и на больших глубинах достигающих 3 – 4 метров. Приильменная низменность отличается очень плоским рельефом и большой заболоченностью. Реки, текущие по ней имеют неглубокие долины, озера – низкие берега. Высота низменности над уровнем моря колеблется от 18 до 50 метров. Наиболее понижена ее центральная часть, где расположено озеро Ильмень. Поверхность низменности сложена глинами и суглинками, песками и супесями, большая часть которых образовалась в обширном водоеме, занимавшем эту территорию в прошлом. В южном При-

ильмень на поверхность выходят коренные породы – девонские известняки, доломиты, глины. Окраины Приильменской низменности повышаются до 100 – 150 метров выше уровня моря. Здесь встречаются холмы и невысокие гряды.

Приильменскую низменность опоясывают возвышенности, по которым проходит граница бассейна озера. Высота их достигает 250 – 300 метров над уровнем моря. С востока бассейн ограничен Валдайской возвышенностью, с запада и юга – Лужской, Судомской, Бежаницкой и Вязовской возвышенностями, с севера – Тихвинской грядой. Бассейн Ильменя включает большую часть Валдайской возвышенности – одного из живописнейших мест Восточно-Европейской равнины. На Валдайской возвышенности расположены верховья рек Мста, Пола, Шелонь, Ловать – основного источника питания озера. Рельеф здесь разнообразен – моренные холмы и гряды чередуются с многочисленными котловинами, заполненными озерами и болотами. Поверхность Валдайской возвышенности сложена ледниковыми и водноледниковыми породами – мереными глинами и суглинками, песками и супесями, которые часто сменяют друг друга. Наиболее высокая точка (296 метров над уровнем моря) – гора Рыжоха. Долины рек Валдайской возвышенности по сравнению с реками Приильменской низменности более узкие и глубокие, порожистые. По Валдайской возвышенности проходит главный водораздел Восточно-Европейской равнины, от которой реки несут свои воды на юг и север.

### 1.3 Геологическое строение

Берег постепенно обнажает различные лежащие пластами породы: западнее – глины, восточнее над ними появляются пески, еще далее разнообразные известняки. Разломы в стенке известняков образовал в четвертичном периоде ледник, двигавшийся с севера. Кроме того, от прежнего оледенения этой местности сохранились валуны кристаллических пород, попавшие сюда со Скандинавского полуострова. Они заполняют берег и дно озера у основа-

ния глинта. Обнажения юго-западного берега величественное зрелище. Нижнюю их часть составляют так называемые ильмейские слои мощностью в отдельных местах до 10 – 15 метров. Они состоят из голубовато-зеленой с красным тонкослоистой глины и белого песка с остатками древней фауны и флоры. В песках встречаются обломки костей древнейших рыб, остатки раковин – брахнопод – и скорлупки харовых водорослей. Те и другие представляют собой прибрежные отложения позднедевонского моря. Глинам свойственна более богатая фауна, обитавшая в море на больших глубинах.

Тонкослоистые красные и плотные кристаллические, желтовато-бурые известняки, составляющие верхнюю часть Ильмейского глинта, особенно хорошо и полно выражены в обнажениях по речке Псиже у деревни Буреге, отчего именуют их бурегскими слоями. Здесь, в обрывистом берегу Псижи, примерно в 500 метрах от моста по шоссе Новгород – Старая Русса, можно наблюдать толщу известняков, смятых в складку. Бурегские слои отличаются остатками богатой фауны беспозвоночных – брахипод, двустворок, брюхоногих моллюсков.

#### 1.4 Растительность

Бассейн Ильменя расположен в зоне смешанных хвойных и широколиственных лесов. В прошлом здесь преобладали еловые леса с примесью широколиственных пород – дуба, липы и других. На богатых почвах были распространены дубняки, а на песчаных – сосновые боры. Однако после вырубки многие коренные леса замещены вторичными мелколиственными – берёзой и осинкой. Большие площади заняли кустарниками.

Многие места издавна используются под пашню, огороды, сенокосные и другие сельскохозяйственные угодья.

Особенно изменена растительность деятельностью человека в южном Приильменье, а также по берегам реки Мсты, в некоторых районах Валдайской возвышенности.

Из-за небольших уклонов поверхности Приильменской низменности глинистых и суглинистых отложений, влажного климата многие земли бассейна озера переувлажнены. В Парфинском районе они занимают 100% всех сельскохозяйственных угодий, в Волотовском – 94%, в Новгородском – 86%, в Холмском – 80%. В настоящее время, осуществляется программа развития сельского хозяйства Нечерноземной зоны РФ, мелиораторы Новгородской области ведут большие работы по осушению земель, улучшению лугов и пастбищ. Характер растительности влияет на продолжительность и условия снеготаяния и, следовательно на поступление воды в реки – притоки Ильменя. Продолжительность снеготаяния в лесу от 30 до 40 дней, а в полях от 10 до 15 дней. Леса, являются естественными регуляторами стока, имеют большое водоохранное значение и поэтому их вырубка вокруг Ильменя и вдоль его притоков запрещена. В пойме ильменя распространены луга, кустарники, леса и болота занимают около 50000 гектаров (45% площади пойменных земель). В прошлом пойма Ильменя была богата дубовыми лесами. Дуб был ценным строительным материалом. В настоящее время остатки пойменных дубрав встречаются лишь в нескольких местах Березово – осиновые леса с примесью дуба, ели, сосны и можжевельника в подлеске встречаются в верхней части дельт Ловати и Мсты, где они растут по пологим склонам. Широко распространены в пойме ивняки и ивово-березового мелколесья. Особенно разнообразны виды ивы – корзиночная, пурпурная, белая, серая, прутьевидная и другие. Ивняки, скрепляя почву, предохраняют ее от разрушения, особенно по берегам рек и притоков. Болота занимают около 27% площади ильменской поймы. Среди них преобладают низины ивово-камышовые и ивово-остросоковые. Болотные массивы, расположены на более высоких участках, нередко покрыты березой и ивой.

## 1.5 Климат

Климат, в условиях которого происходит формирование режима озера, характеризуется относительно теплым летом и продолжительной с частыми оттепелями зимой. Ильменский водосбор относится к зоне избыточного увлажнения. Количество осадков в прибрежных районах озера составляет 400 – 800 мм в год, около 70% годовой суммы приходится на период с апреля по октябрь. Годовая абсолютная влажность воздуха 8 бар. В течение года преобладают южные и юго-западные ветры, причем наибольшая скорость составляет в осенне-зимний период 5 – 6 м/с. Ветрами юго-западных направлений часть озерного льда направляется к истоку Волхова и уходит по реке. В очищенном ото льда озере вода начинает быстро прогреваться. Наиболее высокая ее температура отмечается в июне – июле. Максимальная величина за годы наблюдений была отмечена 27 июня 1938 года плюс 30°C. Обычная разница между температурой воды у поверхности и дна озера летом составляет 3°C – 5°C, реже 8°C. Со второй половины лета водная поверхность постепенно начинает охлаждаться. Осенью температура по всей толще воды постепенно понижается до 4°C, затем падает до 0°C. Замерзает Ильмень, как правило, в конце ноября. В тихую морозную погоду поверхность его быстро схватывается льдом, толщина которого впервые же сутки достигает 5 – 6 см. Если ледяной покров успеваает достигнуть 15 – 18 см, ветру его уже не взломать. Но так бывает нечасто. В осенне-зимнее время на Ильмене часто дуют южные и юго-западные ветры. Мало того, что они задерживают ледостав, вызывая переохлаждение воды, они еще способствуют образованию в озере внутриводного льда. В истоке Волхова накопления внутриводного льда вызывают зажоры.

Из-за ветров, стоковых течений и разницы в глубинах ледостав на Ильмене наступает обычно в разных местах не одновременно. Возле деревни Войцы, например, средняя многолетняя дата ледостава 23 ноября, а у деревни Ужин 30 ноября. Толщина льда и структура его в разных местах озера то-

же различны. С той стороны, откуда дует ветер при замерзании Ильменя, на озере чаще всего удерживается первоначально образовавшийся ровный лед, затем с ним смерзается лед, принесённый ветром. Наиболее тонкий лед бывает том, куда ветер наметает больше снега, а наиболее толстый там, где снега меньше, а также в прибрежных районах с песчаным дном. В суровые зимы вода в таких местах на глубине до одного метра промерзает до дна. Любопытно отметить, что к моменту наибольшего охлаждения озера ил на дне всегда сохраняет температуру  $2^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C}$ .

Зимой из-за температурных перепадов воздуха в ледяном покрове Ильменя появляются трещины, идущие в различных направлениях, а в центральной части озера образуется кольцевая щель. В сильные морозы, когда лед сжимается, щель расширяется, при повышении температуры она делается уже.

Освобождается Ильмень ото льда, как и замерзает, в разных местах неодновременно. По многолетним наблюдениям, вначале обычно в первых числах апреля вскрывается его северо-восточная часть у деревни Войцы, затем через 6–7 дней происходит вскрытие в районе устьев крупных рек и с опозданием 2–3 дня в остальных его частях. Оторвавшись от берегов, ледяное поле долго еще, порой недели 2 – 3 «гуляет» по воде. В среднем период от вскрытия до очищения ото льда Ильменя занимает 14 – 19 дней, а иногда он длится до 30 дней. Из-за низких берегов и обширной поверхности озеро Ильмень подвержено сильному действию ветров. Ветрами на озере создается значительное волнение, причем при низком стоянии уровня воды происходит взмучивание ила со дна. Особой высоты (свыше 2м) достигают волны прибоя у высоких юго-западных берегов в высокие разливы; в такие моменты происходит разрушение уступа юго-западного и западного берегов. Насколько велика сила прибойных волн, свидетельствует крупный материал, отлагаемый в прибой на юго-западном берегу.

Из-за ограниченного числа наблюдений над волнением связей между высотой волн и скоростью ветра определенных направлений установить не

удалось. Однако по отрывочным сведениям можно сделать вывод, что размеры ветровых волн на озере зависят в основном от продолжительности действия ветра и низменного направления его скорости.

## 1.6 Гидрография водосбора

Ильмень питают около 50 больших и малых рек. Наиболее крупные из них – Ловать, Мста и Шелонь.

Самый длинный приток – река Ловать. Ее длина – 536 км, площадь бассейна – 21900 км<sup>2</sup>. Ловать берет начало из озера в Белоруссии и течет на север по территории Псковской и Новгородской областей. В верхнем течении река проходит через систему озер, местами имеет порожистое русло, высокие, крутые берега. В нижнем течении ее берега плоские и низкие. В Ильмень Ловать впадает рукавами, образуя широкую заливную дельту площадью 300 км<sup>2</sup>. Большая часть бассейна этой реки расположена в Приловатской низине, имеющей плоскую, слабо покатую к северу поверхность высотой от 40 до 100 метров над уровнем моря. Его площадь 92000 гектар. Из озера Полисто, расположенного на северной окраине этого массива, берет начало крупные левый приток Ловати – река Полисть. Правый приток Ловати – река Пола, которая достигает длина 258 км. Она берет начало с холмов Валдайской возвышенности и впадает в Ловать в двадцати километрах выше ее устья. И Полисть, и Пола в прошлом были самостоятельными реками.

Река Мста вытекает из озера Мстино в Тверской области, близ города Вышний Волочек. Длина ее – 445 км, площадь водосбора – 23060 км<sup>2</sup>. С начала восемнадцатого века Мста входит в Вышневолоцкую водную систему. С бассейном Волги она была соединена каналами и, начиная с петровских времен, служила связующей артерией между северо-западом России и Поволжьем. Природные условия бассейна Мсты очень разнообразны. Восточная его часть расположена в пределах Валдайской возвышенности, а западная – в Приильменской низменности. В верхнем и среднем течении Мста порожиستا,

имеет черты горной реки. Разница в уровнях воды от ее истока до устья составляет 135 метров. Особенно велика она в пределах Валдайской возвышенности: на расстоянии 30 км от села Опеченский Посад до деревни Потерпелица – 65 км. Русло здесь врезается в толщу плотных известняков, образуя пороги-водопады. Всего на Мсте более 50 порогов, из них только на участке между Опеченским Посадом и Боровичами около 30 порогов. В пределах Приильменской низменности Мста принимает характер типичной равнинной реки и спокойно несет свои воды в Ильмень. При впадении в озеро Мста, как и Ловать, разветвляется на протоки, образуя обширную дельту площадью 170 км<sup>2</sup>, где откладывается много наносов. У Мсты немало особенностей. Так, в ее порожистой части зимой наблюдаются многочисленные полыньи, а в мягкие зимы сплошного ледостава не бывает. В морозные дни на порогах образуется шуга, которая иногда забивает все русло, вызывая подъем воды.

Шелонь значительно меньше Ловати и Мсты. Ее длина – 253 км, площадь водосбора – 9850 км<sup>2</sup>. Она стекает с восточных склонов Судомской возвышенности, расположенной в Псковской области. В нижнем течении река имеет равнинный характер, ее русло извилисто. В отличие от Мсты и Ловати, она при впадении в Ильмень не разбивается на рукава, а образует широкий лиман, переходящий в залив озера.

Кроме трех крупных притоков в Ильмень впадает много небольших рек: Веряжка, Веронда, Псижа, Тулебля, Ниша и другие.

Вытекает из озера – река Волхов. Волхов соединяет два больших озера северо-запада России – Ильмень и Ладожское. Путь его на удивление мало извилист. Длина реки – 224 км превышает длину прямой линии, соединяющей исток и устье, всего на 17%. Из всех рек, впадающих в Ладожское озеро, Волхов уступает по водности только Свири и Вуоксе. За год он выносит в среднем около 17 км<sup>3</sup> воды. Река эта не совсем обычная. Дельты у нее нет, и она впадает в Ладожское озеро одним единственным рукавом шириной в полкилометра. Зато на дельту похож исток Волхова, имеющий форму воронки, повернутой широким концом к Ильменю. Исток Волхова состоит из це-

лого ряда протоков ручьев, среди них встречаются даже небольшие шириною до 100 метров озерки. У Волхова шесть более или менее крупных притоков: Вишера, Пчевжа, Оскуя, Тигода, Кересть и Полисть. Все они, кроме Вишеры, впадают в Малый Волховец, отдают свои воды Волхову в районе Большой Поймы. Долина реки там расширяется до 40 км, и весной в половодье в этом районе образуется огромный разлив. Берега Волхова низки, почти нигде не превышают 15 – 20 метров, а для такой широкой и мощной реки очень немного. Водный и уровненный режимы Волхова определяются озером Ильмень, работой Волховской ГЭС и Ладожским озером.

Из всей массы, которую приносит Волхов в Ладожское озеро, примерно 80%, принадлежит Ильменю. В истоке расход Волхова составляет около 460 м<sup>3</sup>/с, притоки его частного бассейна по пути к Ладоге добавляют всего 90 м<sup>3</sup>/с.

### 1.7 Антропогенная нагрузка

Техногенное воздействие на геологическую среду в Новгородской области в основном оказывают сельскохозяйственные объекты (отходы ферм, склады минеральных удобрений, ядохимикатов, ГСМ, АЗС), а также свалки бытового мусора, ТЭЦ и различные промышленные предприятия.

Наибольшее число потенциальных источников загрязнения распространено в Солецком, Новгородском, Боровичском и Старорусском районах.

Сельскохозяйственная деятельность, применение минеральных и органических удобрений приводят к увеличению азотосодержащих соединений в грунтовых водах.

В местах расположения промышленных объектов, вдоль дорог, в районе свалок, в местах применения ядохимикатов наблюдается загрязнение тяжелыми металлами, прежде всего кадмием. Одно из наиболее распространенных проявлений негативного влияния на качество вод в Новгородской

области – наличие самоизливающихся скважин, которые, как правило, выводят на поверхность солоноватые и соленые воды.

В пределах Псковской области основное эксплуатационное значение имеют подземные воды верхнедевонских отложений. Доля водоснабжения из подземных вод в области составляет 40%. На ее территории практически все водозаборы работают в квазистационарном режиме. Истощения запасов и понижения уровней в районе водозаборов не отмечено. Качество подземных вод эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов в основном отвечает требованиям, предъявляемым к водам хозяйственно-питьевого назначения.

Техногенное загрязнение подземных вод верхнедевонского ВК носит точечный локальный характер и в основном связано с сельскохозяйственной деятельностью. Техногенное загрязнение подземных вод на водозаборах хозяйственно-питьевого назначения не зафиксировано. Наиболее распространенными по области источниками загрязнения подземных вод являются свалки бытовых отходов, места складирования минеральных удобрений и ядохимикатов, склады ГСМ и навозохранилища. Наибольшее число потенциальных источников загрязнения отмечено в Великолукском районе.

Наиболее распространенное проявление негативного влияния на качество подземных вод Псковской области – самоизливающиеся скважины, которые выводят солоноватые и соленые воды на поверхность. Это приводит к засолению почв и грунтовых вод. В целом территория Псковской области характеризуется умеренными показателями антропогенного влияния на окружающую среду.

Основную роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении Тверской области играют воды каменноугольных отложений. В целом состав подземных вод, используемых для хоз. - питьевого водоснабжения отвечает нормативным требованиям, за исключением повышенного содержания железа, фтора, марганца, бария, бора, лития, стронция, имеющих природное происхождение. Техногенное загрязнение подземных вод носит точечный (локальный) харак-

тер и влияния на водозаборы хозяйственно-питьевого назначения не оказывает.

В бассейне р. Волхов к инфраструктуре водохозяйственного комплекса относятся системы водоснабжения и водоотведения, гидротехнические сооружения, в том числе энергетические, защитные, гидромелиоративные, водный транспорт, рыбное хозяйство, рекреация, включая водный туризм. В бассейне р. Волхов расположено 13 крупных и средних водохранилищ различного назначения и размера. Часть этих водных объектов может быть объединена в комплексные водохозяйственные системы, такие как Вышневолоцкая и др. Водные ресурсы водохранилищ используются для нужд хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения, рыбного хозяйства, энергетики и водного транспорта, рекреации при обязательном приоритете хозяйственно-питьевого водоснабжения и рыбного хозяйства.

Значительная часть сельскохозяйственных угодий в бассейне имеет осушительную сеть. Однако большинство осушенных земель характеризуется низкой мелиоративной обустроенностью, неудовлетворительным культурно-техническим состоянием и низким почвенным плодородием. Большая часть земель находится в неудовлетворительном мелиоративном состоянии. Состояние сельскохозяйственных угодий с каждым годом ухудшается. Из-за сложной финансово-экономической обстановки культурно-технические работы практически не проводятся. Переувлажненность и заболоченность сельскохозяйственных угодий, связанных с подтоплением земель, являются причиной их низкого плодородия. В плохом состоянии находятся и мелиоративные системы. Многим осушительным сетям более 20 лет, ремонт их не ведется, каналы зарастают. Большая часть объектов требует списания, так как их восстановление уже невозможно.

Река Волхов обслуживается Новгородским районом водных путей и судоходства от истока до верхнего бьефа Волховской ГЭС и Невско-Ладужским районом водных путей от нижнего бьефа Волховской ГЭС до устья реки Волхов. Общая протяженность водных путей 684 км, в том числе

искусственных 10 км. Протяженность водных путей с гарантированными габаритами 229 км. Действие судоходной обстановки определяется сроками навигации и в среднем составляет около 190 суток. В связи с тем, что землечерпательные и дноуглубительные работы на основных путях Новгородской области из-за отсутствия финансирования не проводились более 20 лет, в настоящее время проход транзитных судов с Новой Ладogi в Великий Новгород и другие пункты Новгородской области с осадкой до 2 м возможен только при благоприятных гидрологических условиях.

Объемы землечерпания за последние 20-25 лет упали более чем в 50 раз, при сокращении протяженности водных путей в два раза. Из 7 земснарядов в строю остался только один. Эксплуатационное землечерпание в связи с отсутствием финансирования в последние годы не проводилось. Общий объем перевозок грузов в Новгородской области — около 7 млн. т (2008г), из них большую часть составляют перевозки удобрений (44 %), минерального сырья (11 %) и лесных грузов (28%); основной объем грузов перевозится железнодорожным и автомобильным транспортом. Водным транспортом перевозится не более 15-20% от общего объема грузоперевозок. Государственное регулирование судоходства, поддержание судоходных путей и судоходной обстановки на водных путях Великого Новгорода и Новгородской области обеспечивает Новгородский РВПиС. Протяженность водных путей, обслуживаемых РВПиС в пределах области, в 2008 году составляло 608 км, из которых пути с гарантированными габаритами — 124 км, при гарантированной глубине судового хода — 195 см

(р. Волхов от истока до устья Тигоды). К настоящему времени вследствие 72 невыполнения работ по эксплуатационному землечерпанию водные пути Новгородской области пришли в естественное бытовое состояние. Прекратилась перевозка грузов по р. Мста и в устье р. Шелонь.

Рыбное хозяйство бассейна из-за низкой продуктивности водоёмов в связи с суровыми климатическими условиями широкого развития не получило, несмотря на то, что все реки, озёра и водохранилища являются рыбохозяйст-

венными водоёмами высшей, первой и второй категории рыбохозяйственного водопользования.

Озеро Ильмень является одним из наиболее продуктивных водоёмов Северо-Запада. Озеро имеет обширную пойму. Наибольших размеров она достигает в северо-восточной и юго-восточной частях и в дельтах рек Ловать, Мста, Пола, Ниша. Ежегодно затапливаемая в весенний период пойма является нерестово-выростными угодьями, где обеспечивается естественное воспроизводство рыб. Максимальная площадь затопления её – 113000 га. В маловодные годы площадь затопления снижается до 55000 га.

Эффективность естественного воспроизводства рыбы всецело зависит от продолжительности затопления пойменных угодий: чем выше весенний паводок и чем дольше под водой остаётся пойма, тем лучше условия нагула молоди и выше её промысловый возврат. Озеро Ильмень является доминирующим водоёмом промышленного рыболовства. На его долю приходится 80 – 90% общего улова в бассейне. Промысловое рыболовство в реках, впадающих в оз. Ильмень, ведётся только в устьевых их частях. Зарегулированная плотиной Волховской ГЭС, река имеет особый режим. Половодье имеет плавный характер с относительно медленным подъемом и замедленным спадом. Волна весеннего половодья растягивается с апреля по июль в верхнем течении реки и от апреля до августа – в среднем течении, что более благоприятно сказывается на ходе весеннего нереста и инкубации откладываемой икры.

## 2 Многолетние колебания гидрометеорологических характеристик

### 2.1 Квантильный анализ многолетней изменчивости гидрометеорологических характеристик

При изучении климатической системы часто используется эквидистантная информация – информация, полученная через равные промежутки времени (срочные данные) при анализе гидрохимических, гидробиологических показателей климатической системы часто приходится использовать не эквидистантные ряды наблюдений (сезонные съемки). При неравномерном характере реализации малого объема рекомендуется рассчитывать квантили  $\chi_{min}$ ,  $\chi_{0.25}$ ,  $\chi_{0.5}$ ,  $\chi_{0.75}$ ,  $\chi_{max}$ .

Каждый временной ряд рассматривается как реализация случайного процесса  $x(t)$ , за основную вероятностную характеристику которого принимается функция распределения  $F(x_p)$  и ее квантили  $x_p$ .

Алгоритм оценивания перечисленных характеристик:  $\chi_{min}$  и  $\chi_{max}$  – min и max значения данных в выборке,  $\chi_{0.5}$  – медиана. Если количество членов в выборке нечетное, то медиана – центральное значение выборки, если количество членов в выборке четное, то медиана – среднее между двумя центральными значениями.

$\chi_{0.25}$  и  $\chi_{0.75}$  – характеризуют центр верхней и нижней половины выборки. Анализ крайних членов  $\chi_{min}$  и  $\chi_{max}$  требуют чрезвычайной внимательности, так как они подвержены значительному влиянию выборочной изменчивости, обусловленной ошибками измерений исходных данных. Более высокой устойчивостью обладает размах ( $R$ ), характеризующий ширину выборочного распределения данных:

$$R = \chi_{max} - \chi_{min} \quad (2.1)$$

- где –  $\chi_{max}$  – крайний нижний член ранжированного ряда;  
 –  $\chi_{min}$  – крайний верхний член ранжированного ряда.

Ранжировка ряда идет в порядке возрастания.

Медиана  $X_{0.5}$  – середина ранжированного ряда, характеризующая центр распределения значений в выборке. Квантили,  $\chi_{0.25}$ ,  $\chi_{0.5}$ ,  $\chi_{0.75}$  фиксирует «норму» изменчивости анализируемого параметра,  $\chi_{0.25}$  – нижний, а  $\chi_{0.75}$  – верхний ее пределы.

$Q$  – интерквантильное расстояние, является мерой разброса в пределах «нормы».

Интерквантильное расстояние находится по формуле:

$$Q = \chi_{0.75} - \chi_{0.25} \quad (2.2)$$

Для  $\chi_{0.25}$  и  $\chi_{0.75}$ , – вводятся барьерные значения:

$$\chi_{В} = \chi_{0.75} + 1.5Q \text{ (верхний)} \quad (2.3)$$

- где –  $\chi_{В}$  – расход верхнего барьера, м<sup>3</sup>/с;  
 –  $\chi_{0.75}$  – медиана нижней половины ранжированного ряда;  
 –  $Q$  – интерквантильное расстояние

$$\chi_{Н} = \chi_{0.25} - 1.5Q \text{ (нижний)} \quad (2.4)$$

- где –  $\chi_{Н}$  – расход нижней границы, м<sup>3</sup>/с;  
 –  $\chi_{0.25}$  – медиана верхней половины ранжированного ряда;  
 –  $Q$  – интерквантильное расстояние.

Для оценки центра распределения данных в выборке можно рассматривать математическое ожидание  $m$  и трехсреднее значение  $T^*$ , а в качестве

оценок масштаба распределения – дисперсию  $D$  либо стандарт  $\sigma = \sqrt{D}$ . Оценки математического ожидания и дисперсии обычно вычисляются как среднее арифметическое значение и квадрат отклонений от него, трехсреднее значение – по формуле Тьюки:

$$T^* = 0.25(\chi_{0.25} + 2 \times \chi_{0.5} + \chi_{0.75}) \quad (2.5)$$

Сопоставление среднего  $m$  с медианой  $\chi_{0.5}$  и  $\sigma$  с  $0,74 Q$  дает возможность получить предварительную информацию о типе и параметрах распределения в данной выборке.

Если распределение симметрично, то  $m$  и  $\chi_{0.5}$  равны с точностью до выборочной изменчивости. Сопоставление  $m$  и  $\chi_{0.5}$ ,  $\sigma$  и  $0,74Q$  удобно проводить графически. Для этого на график наносятся точки, абсциссы которых соответствуют  $m$  или  $\sigma$ , а ординаты  $\chi_{0.5}$  или  $0,74Q$ . Если точки группируются около биссектрисы координатного угла, то  $0,74Q$  и  $\sigma$ , а также  $m$  и  $\chi_{0.5}$  такие же, как и у нормального распределения.

В качестве другой характеристики асимметрии полезно использовать следующий параметр:

$$As = [(\chi_{0.75} - \chi_{0.5}) - (\chi_{0.5} - \chi_{0.25})] / (2Q) \quad (2.6)$$

Расчеты доверительных интервалов  $As$  вычисленные по смоделированным нормальным рядам показали, что выборку целесообразно считать симметричной, если  $-0.31 < As < 0.25$ ; имеющий левую асимметрию, если  $As < -0.31$  или правую при  $As > 0.25$ .

Многолетнее изменение стока рек традиционно анализируется по рядам среднегодовых, экстремальных расходов и характеризуется наличием маловодных и многоводных лет. Среднегодовые расходы используются для характеристики «нормы» и изменчивости годового стока. Считается, для того чтобы получить достаточно надежную норму стока необходимо выбирать та-

кой период наблюдений, который включал бы одинаковое количество многоводных и маловодных лет. Экстремальные расходы используются для характеристики максимального стока дождевых паводков, весеннего половодья и минимального стока. В этой работе для анализа многолетних изменений используются данные среднегодовых значений и последовательности ежегодных значений для всех месяцев года.

Гидрологические ряды прошли проверку на однородность. Для чего были использованы две параметрические критерия – критерий Фишера и Стьюдента. Два этих критерия относятся к стандартным критериям, и рекомендуются в большинстве нормативных документов как официальный способ проверки на однородность. Критерий Фишера применяется для того чтобы проверить ряд на однородность по дисперсии. Критерий Стьюдента применяется для проверки ряда на однородность по среднему значению. Проверка рядов исходных данных анализируемой реки на однородность показала, что ряды по критерию Фишера по всем четырем постам однородны, а по критерию Стьюдента однородны ряды только в первых двух створах.

## 2.2 Особенности многолетней изменчивости температуры воздуха

Реализации среднегодовых температур воздуха и их квантильные диаграммы на метеостанциях бассейна озера Ильмень, построены за весь период, приведены на рисунках 2.1 – 2.5. Их анализ показывает, что для температурного режима характерно наличие теплых и холодных групп лет. Холодными и теплыми годами считаются те годы, значения которых выходят за квантили  $T_{0.25}$  и  $T_{0.75}$  соответственно. Годы, когда значения температуры выходят за верхнюю  $T_B$  и за нижнюю  $T_H$  границы – будут экстремальными.

Соответствующие им значения по температуре на метеостанциях приведены в приложение В. В таблице 2.1 приведены статистические характеристики межгодовой изменчивости по температуре на метеостанции.

Таблица 2.1 – Статистические характеристики межгодовой изменчивости

	Новгород	Псков	Валдай	Великие Луки	Волховская ГЭС
$T_{\min}$	0.6	1.6	0.1	1.2	0.7
$T_{0.25}$	3.2	4.0	2.8	3.6	2.9
$T_{0.5}$	4.1	4.8	3.8	4.6	3.9
$T_{0.75}$	5.0	5.6	4.6	5.3	4.3
$T_{\max}$	7.6	8.1	7.3	7.8	6.5
R	1.7	1.6	1.8	1.7	1.5
Q	3.6	3.9	2.5	4.1	3.6
$T^*$	4.1	4.8	3.7	4.6	3.7
$T_{\text{cp}}$	4.2	4.9	3.8	4.6	3.7
As	0.03	0.04	-0.05	-0.10	-0.21

Сведения о теплых и холодных годах на метеостанциях водосбора представлены в таблицах 2.2 и 2.3. Как видно из таблиц теплые и холодные годы на станциях наблюдались как разрозненно, так и группировались в циклы, продолжительностью от двух и более лет. При этом отличаются годы, когда холодные или теплые были характерны для всех станций водосбора. Так 1965-66, 1969, 1976, 1985 и 1987 были холодные для всех станций, а 1961, 1974-75 и 1983 – теплые. Кроме этого следует отметить, что на всех станциях наблюдается незначительный тренд на повышение температуры воздуха за исследуемый период.

Таблица 2.2 Холодные годы

Название станции	Новгород	Псков	Валдай	Великие Луки	Волховская ГЭС
$T^{\circ}\text{C}$	$T^{\circ}\text{C} \leq 3.2$	$T^{\circ}\text{C} \leq 4.0$	$T^{\circ}\text{C} \leq 2.8$	$T^{\circ}\text{C} \leq 3.6$	$T^{\circ}\text{C} \leq 2.9$
Годы	1963	1963	1963	1963	1965-66
	1965-66	1965-66	1965-66	1965	1968-69
	1969	1969	1969	1969	1976-78
	1976	1976	1973	1976	1985
	1985	1985	1976	1981	1987
	1987	1987	1985	1985	
			1987	1987	

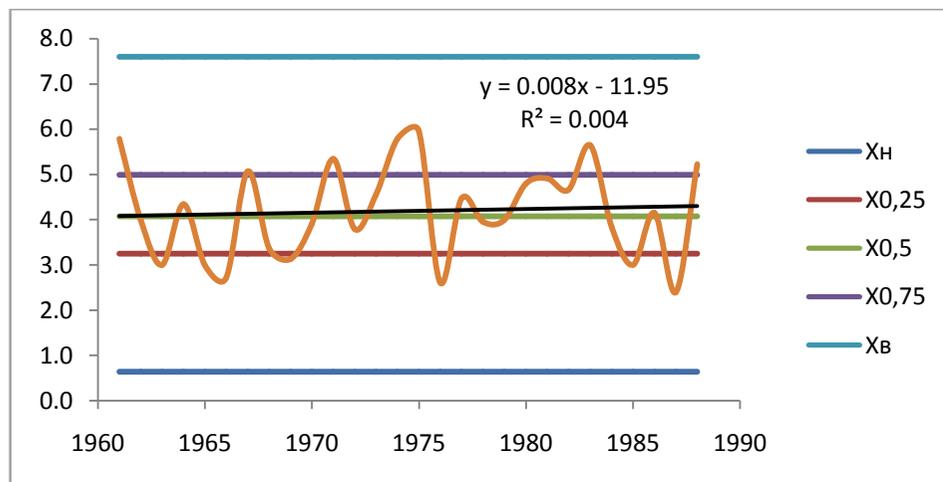


Рисунок 2.1 – Среднегодовые температуры воздуха и их квантильные диаграммы на станции Новгород

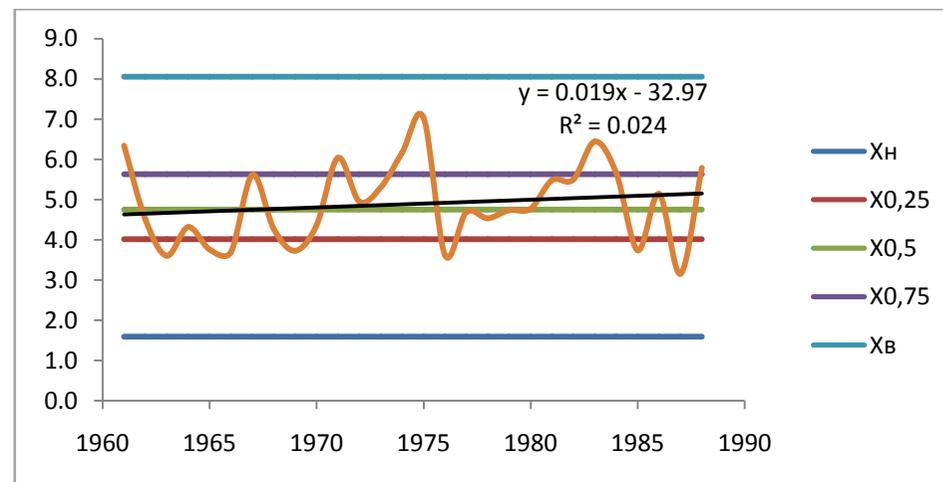


Рисунок 2.2 – Среднегодовые температуры воздуха и их квантильные диаграммы на станции Псков

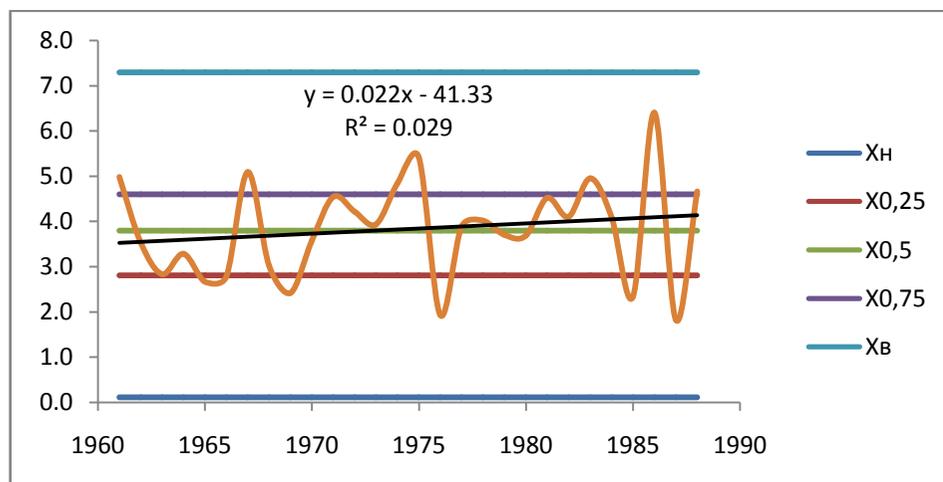


Рисунок 2.3 – Среднегодовые температуры воздуха и их квантильные диаграммы на станции Валдай

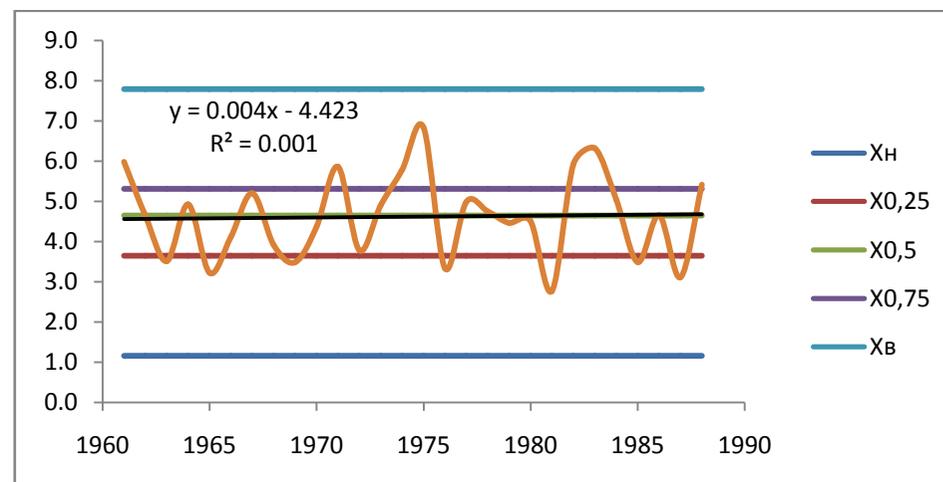


Рисунок 2.4 – Среднегодовые температуры воздуха и их квантильные диаграммы на станции Великие Луки

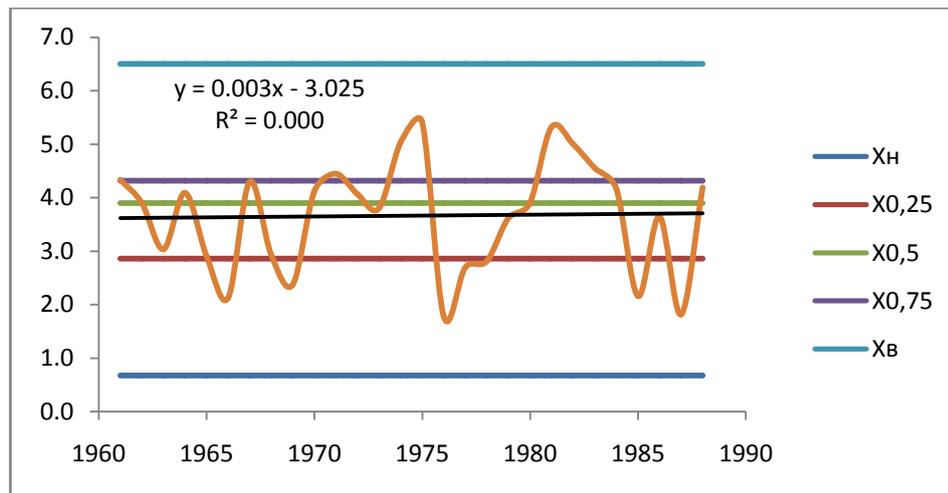


Рисунок 2.5 – Среднегодовые температуры воздуха и их квантильные диаграммы на станции Волховская ГЭС

Таблица 2.3 Теплые годы

Название станции	Новгород	Псков	Валдай	Великие Луки	Волховская ГЭС
T <sup>0</sup> C	T <sup>0</sup> C ≥ 5.0	T <sup>0</sup> C ≥ 5.6	T <sup>0</sup> C ≥ 4.6	T <sup>0</sup> C ≥ 5.3	T <sup>0</sup> C ≥ 4.3
Годы	1961	1961	1961	1961	1961
	1967	1967	1967	1971	1967
	1971	1971	1974-75	1974-75	1971
	1974-75	1974-75	1983	1982-83	1974-75
	1983	1983-84	1986	1988	1981-83
	1988	1988	1988		

### 2.3 Особенности многолетней изменчивости осадков

Реализации среднегодовых осадков и их квантильные диаграммы на метеостанциях бассейна озера Ильмень, построены за весь период, приведены на рисунках 2.6 – 2.10. Их анализ показывает, что для осадкового режима характерно наличие сухих и влажных групп лет.

Влажными и сухими годами считаются те годы, значения которых выходят за квантили  $P_{0.25}$  и  $P_{0.75}$  соответственно. Годы, когда значения осадков выходят за верхнюю  $P_B$  и за нижнюю  $P_H$  границы – будут экстремальными.

Соответствующие им значения по осадкам на метеостанциях приведены в приложение Г. В таблице 2.4 приведены статистические характеристики межгодовой изменчивости по количеству осадков на метеостанции.

Исходя их анализов реализации графиков среднегодового количества осадков на метеостанциях водосбора, наблюдаются сухие и влажные годы. Сведения о них представлены в таблицах 2.5 и 2.6. Как видно из таблиц влажные и сухие годы на станциях наблюдались как разрозненно, так и группировались в циклы, продолжительностью от двух и более лет. При этом отличаются годы, когда влажные или сухие были характерны для всех станций водосбора. Так 1963-65 были сухими для всех станций, а 1977 – влажным для всех станций водосбора. Также следует отметить, что по станции Валдай в 1983 году наблюдался экстремально влажный год. Кроме этого следует отметить, что на всех станциях наблюдается незначительный тренд на повышение количества осадков за исследуемый период.

Таблица 2.4 – Статистические характеристики межгодовой изменчивости

	Новгород	Псков	Валдай	Великие Луки	Волховская ГЭС
$P_{\min}$	24.2	29.8	38.7	24.0	36.1
$P_{0.25}$	40.8	44.5	53.9	42.2	49.2
$P_{0.5}$	45.6	49.4	60.5	47.5	53.8
$P_{0.75}$	51.8	54.2	64.0	54.3	57.9
$P_{\max}$	68.3	68.8	79.1	72.5	71.0
$R$	11.0	9.7	10.1	12.1	8.7
$Q$	23.0	33.2	81.2	31.3	24.4
$T^*$	45.9	49.4	59.7	47.9	53.7
$P_{\text{cp}}$	45.8	49.1	60.4	48.7	53.8
$As$	0.06	-0.01	-0.15	0.06	-0.03

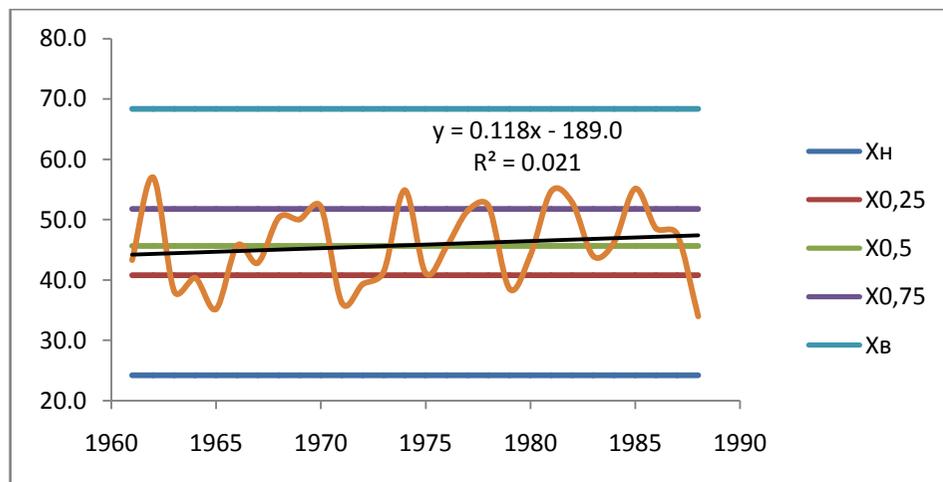


Рисунок 2.6 – Среднегодовые осадки и их квантильные диаграммы на станции Новгород

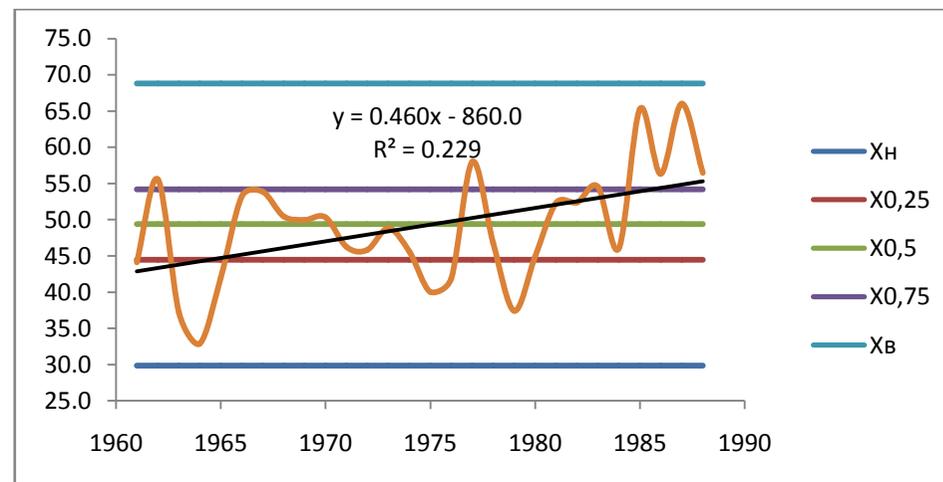


Рисунок 2.7 – Среднегодовые осадки и их квантильные диаграммы на станции Псков

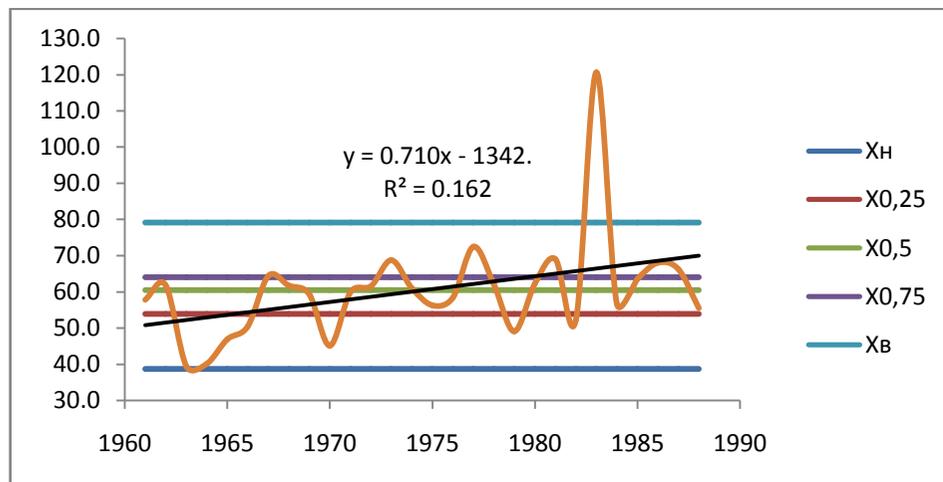


Рисунок 2.8 – Среднегодовые осадки и их квантильные диаграммы на станции Валдай

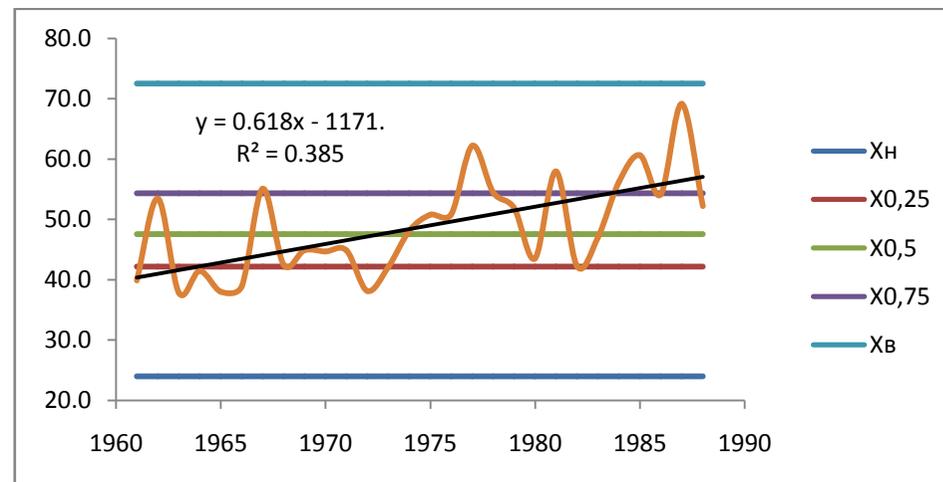


Рисунок 2.9 – Среднегодовые осадки и их квантильные диаграммы на станции Великие Луки

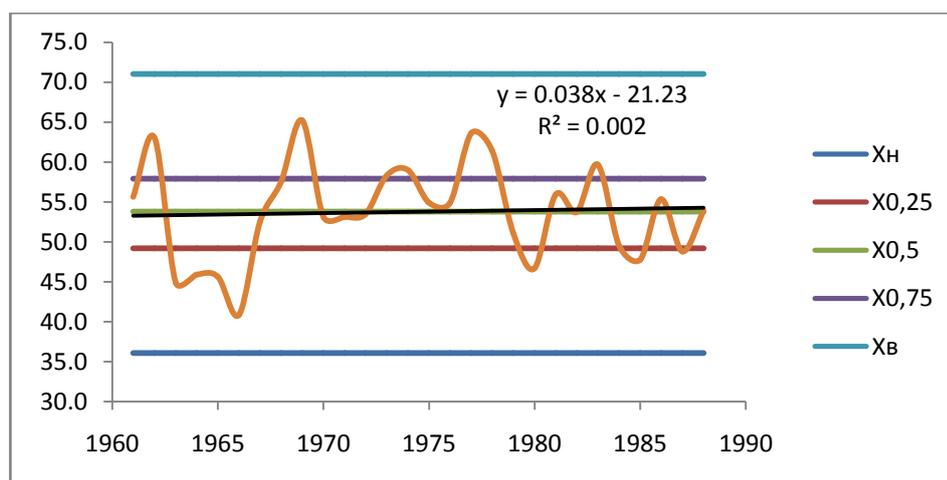


Рисунок 2.10 – Среднегодовые осадки и их квантильные диаграммы на станции Волховская ГЭС

Таблица 2.5 Сухие годы

Название станции	Новгород	Псков	Валдай	Великие Луки	Волховская ГЭС
P	$P \leq 40.8$	$P \leq 44.5$	$P \leq 53.9$	$P \leq 42.2$	$P \leq 49.2$
Годы	1963-65	1961	1963-66	1961	1963-66
	1971-72	1963-65	1970	1963-66	1980
	1979	1975-76	1979	1972-73	1985
	1988	1979	1982	1982	1987

Таблица 2.6 Влажные годы

Название станции	Новгород	Псков	Валдай	Великие Луки	Волховская ГЭС
P	$P \geq 51.8$	$P \geq 54.2$	$P \geq 64.0$	$P \geq 54.3$	$P \geq 57.9$
Годы	1962	1962	1967	1967	1962
	1970	1977	1973	1977-78	1969
	1974	1983	1977	1981	1973-74
	1977	1985-88	1981	1984-85	1977-78
	1971-82		1983	1987	1983
	1985		1986-87		

## 2.4 Квантильный анализ многолетней изменчивости речного притока

Реализации среднегодового притока на реках бассейна озера Ильмень и их квантильные диаграммы, построены за весь период, приведены на рисун-

ках 2.11 – 2.13. Их анализ показывает, что для их приточного режима характерно наличие слабо и сильно приточных групп лет.

Слабо и сильно приточными годами считаются те годы. Значения, которых выходят за квантили  $Q_{0.25}$  и  $Q_{0.75}$  соответственно. Годы, когда значения притока выходят за верхнюю  $Q_V$  и за нижнюю  $Q_H$  границы – будут экстремальными.

Соответствующие им значения по расходам воды приведены в приложение А. В таблице 2.7 приведены статистические характеристики межгодовой изменчивости по притоку, уровню и стоку воды из озера.

Таблица 2.7 – Статистические характеристики межгодовой изменчивости

	Ловать	Мста	Шелонь	Волхов	Ильмень
$Q_{\min}$	14.6	36.9	-3.2	158	–
$Q_{0.25}$	76.8	128	32.8	436	–
$Q_{0.5}$	99.2	160	41.4	512	–
$Q_{0.75}$	118	189	56.8	621	–
$Q_{\max}$	180	280	92.8	898	–
$H_{\min}$	–	–	–	–	84.6
$H_{0.25}$	–	–	–	–	251
$H_{0.5}$	–	–	–	–	318
$H_{0.75}$	–	–	–	–	362
$H_{\max}$	–	–	–	–	528
R	290	279	160	686	304
Q	41.5	60.8	24.0	185	111
$T^*$	98.4	159	43.1	520	312
$H_{\text{ср}}$	–	–	–	–	303
$Q_{\text{ср}}$	104	170	45.3	534	–
As	-0.04	-0.02	0.14	0.09	-0.11

Исходя из реализаций графиков среднегодовых расходов воды на реках водосбора. Видим, что наблюдается многоводные и маловодные годы. Сведения о них представлены в таблицах 2.8 и 2.9. Как видно из таблиц маловодные и многоводные годы на реках водосбора наблюдались, как разрозне-

но. так и группировались в фазы или циклы. продолжительностью от двух и более лет.

При этом отличаются годы. Когда условия для маловодности и многоводности лет были характерны для всех рек водосбора. Так 1953, 1957, 1962, 1978 и 1986 стали многоводными для всех рек бассейна. 1987 стал экстремально многоводным для рек Ловать, Мста и Шелонь, 1953 для Волхова. Маловодными годами для всех рек стали 1963-64 и 1972-73. Кроме отмеченных особенностей следует указать, что на всех реках кроме Мсты наблюдается незначительный тренд на повышение.

Таблица 2.8 – Маловодные годы

Название станции	Волхов	Ловать	Мста	Шелонь	Ильмень
Q (Н)	$Q \leq 436$	$Q \leq 76.8$	$Q \leq 128$	$Q \leq 32.8$	$H \leq 251$
Годы	1947-48	1949	1947-48	1945	1945-52
	1960	1951	1951	1947	1954-55
	1963-65	1954	1960	1954	1972
	1967	1963-64	1963-64	1963-65	
	1969	1967	1970-73	1969-70	
	1971-73	1969-73	1975	1972-73	
				1977	

Таблица 2.9 – Многоводные годы

Название станции	Волхов	Ловать	Мста	Шелонь	Ильмень
Q (Н)	$Q \geq 621$	$Q \geq 118$	$Q \geq 189$	$Q \geq 56.8$	$Q \geq 362$
Годы	1946	1945	1953	1946	1957-59
	1953	1950	1955	1950	1961-62
	1955	1953	1957-58	1953	1978-79
	1957-58	1957-58	1962	1956-57	1981-83
	1962	1962	1966	1962	1986-87
	1966	1978	1977-78	1978	
	1978	1981	1984	1981-82	
	1981-82	1985-87	1986-87	1986-87	
	1986-87				

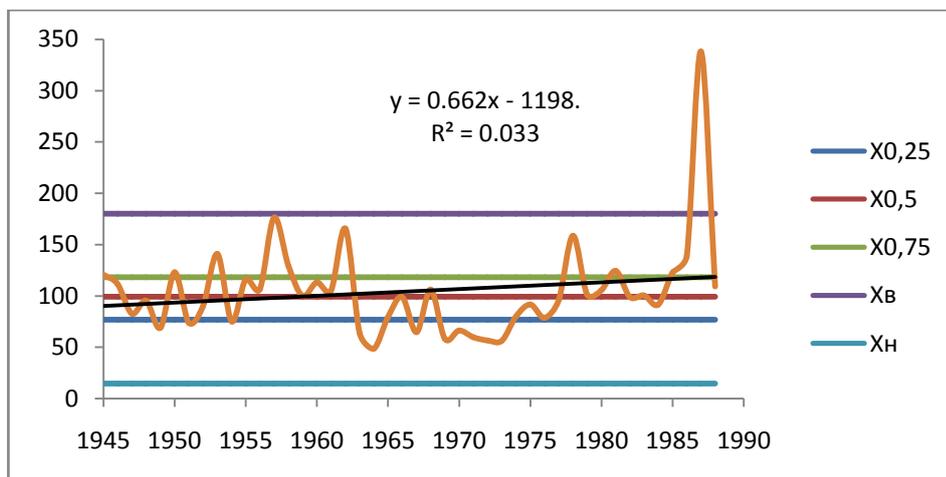


Рисунок 2.11 – Среднегодовые расходы и их квантильные диаграммы на реке Ловать

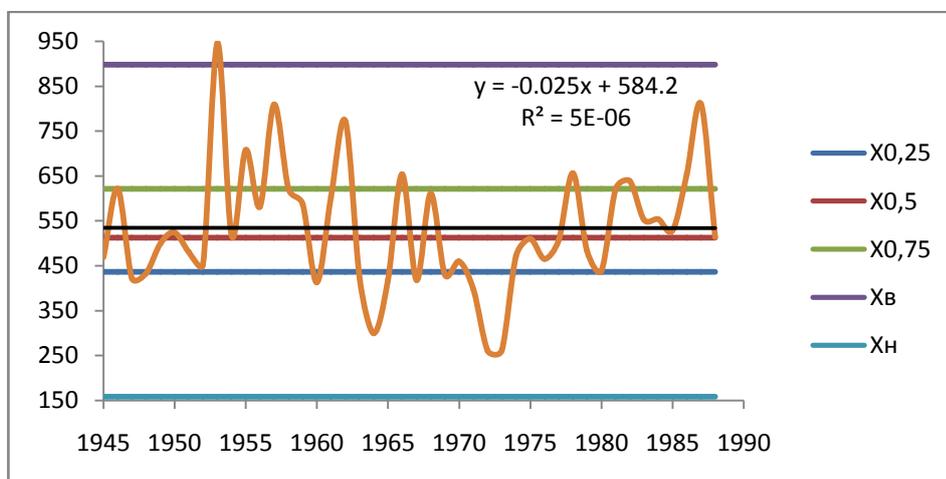


Рисунок 2.12 – Среднегодовые расходы и их квантильные диаграммы на реке Мста

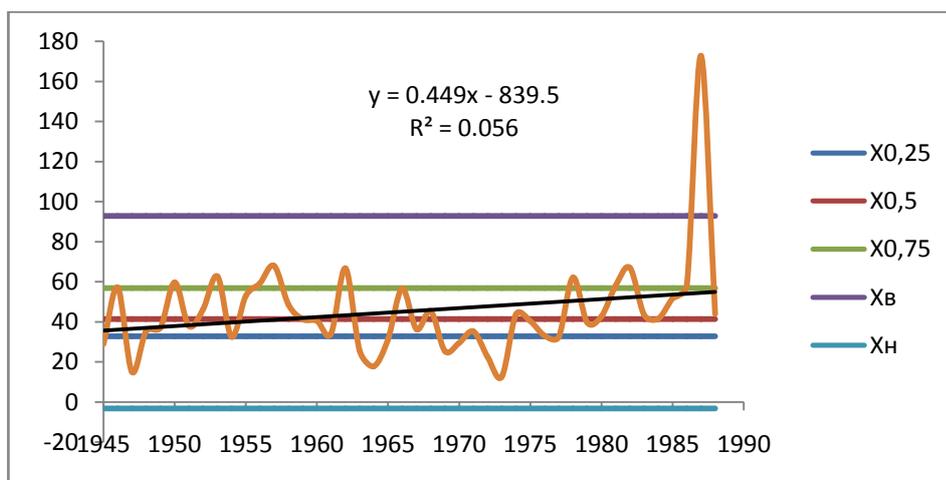


Рисунок 2.13 – Среднегодовые расходы и их квантильные диаграммы на реке Шелонь

## 2.5 Особенности многолетнего изменения уровня и стока из озера

Реализации среднегодового уровня и стока из озера Ильмень и их квантильные диаграммы, построены за весь период, приведены на рисунках 2.14 и 2.15. Их анализ показывает, что для их приточного режима характерно наличие слабо и сильно приточных групп лет.

Слабо и сильно приточными годами считаются те годы. Значения, которых выходят за квантили  $Q_{0.25}$  и  $Q_{0.75}$  соответственно. Годы, когда значения притока выходят за верхнюю  $Q_V$  и за нижнюю  $Q_H$  границы – будут экстремальными.

На рисунке 2.14 приведена реализация и квантильная диаграмма среднегодового стока на реке Волхов, а на рисунке 2.15 – реализация и квантильная диаграмма среднегодового уровня в озере Ильмень.

Соответствующие им значения по уровню в озере Ильмень приведены в приложение Б, а значение по стоку в реке Волхов приведены в приложение А. В таблице 2.7 приведены статистические характеристики межгодовой изменчивости по притоку, уровню и стоку воды из озера.

Следует отметить, что маловодные годы на озере Ильмень наблюдались с 1945 по 52, 1954-55 и 1972, в отличие от многоводных. Кроме того, следует отметить, что на озере Ильмень наблюдается значительный тренд на повышение.

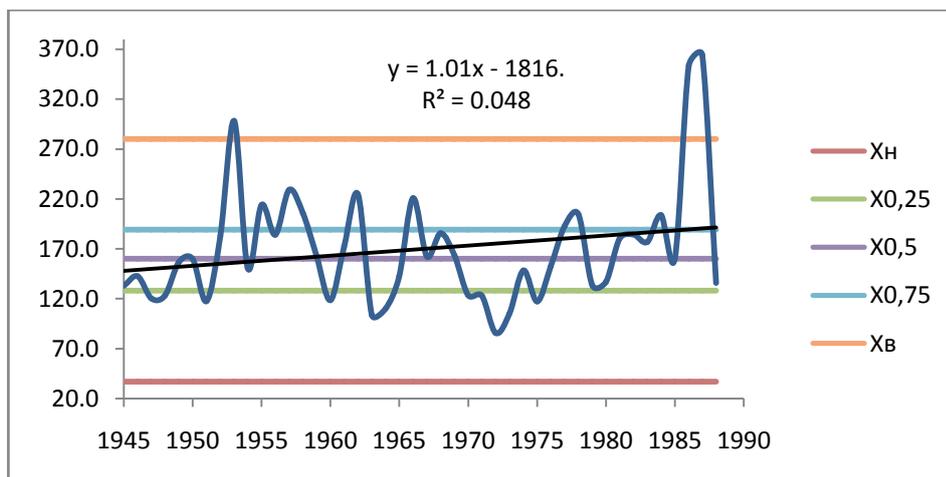


Рисунок 2.14 – Среднегодовые расходы и их квантильные диаграммы на реке  
Волхов

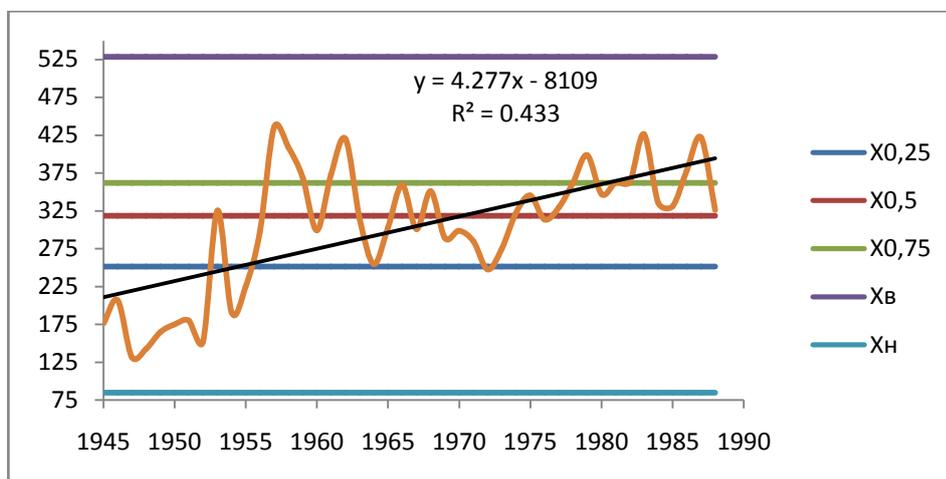


Рисунок 2.15 – Среднегодовые уровни и их квантильные диаграммы на озере  
Ильмень

### 3 Внутригодовые колебания гидрометеорологических характеристик

#### 3.1 Методы теории периодически коррелированных случайных процессов (ПКСП)

Для бассейна озера Ильмень имеются достаточно длительные ряды наблюдений над характеристиками режима рек и озер. Наличие адекватных методов их анализа позволяет получить статистически обоснованные количественные оценки зарегулированности водных объектов. Выполнение подобных исследований может рассматриваться как продолжение работ по оценке антропогенных изменений водности рек с использованием методов, основанных на исследовании временной изменчивости стока. Однако в отличие от традиционно используемой информации годового периода осреднения исходной информации и методов парной и множественной регрессии в настоящей работе применяется информация месячного периода осреднения и методы теории периодически коррелированных случайных процессов (ПКСП). Этот подход дает возможность в единых математических терминах в широком диапазоне частот оценить временную изменчивость климатического, естественного и бытового стока, а тем самым, обоснованно переходя от климатического стока к естественному, а затем фактическому, осуществить прогноз антропогенного воздействия.

В настоящей работе приводится оценка естественной зарегулированности стока в генетической связанной системе рек-притоков озера Ильмень, колебаний уровня самого озера и основного стока из него. Для каждого из звеньев этой системы характерна своя ритмика годовой цикличности, что приводит к необходимости анализировать ее методами теории ПКСП.

Кратко остановимся на сути теории ПКСП

В общем смысле случайный процесс называется периодически коррелированным, если существует такое положительное число  $T$ , при сдвиге

сдвиге на которое характеристики процесса остаются неизменными или инвариантными.

Оценки вероятностных характеристик периодически коррелированных случайных процессов рассчитываются по следующим формулам:

$$m^*_{(t)} = \sum \xi(t+KT) \quad (3.1)$$

где  $m^*_{(t)}$  – математическое ожидание;

$$D^*_{(t)} = \sum [\xi^0(t+KT)]^2 \quad (3.2)$$

где  $D^*_{(t)}$  – дисперсии;

Оценка математического ожидания при этом характеризует регулярную компоненту изменений и позволяет найти средний многолетний образ сезонного или месячного хода (что близко к понятию «норма»); дисперсия – отклонения процесса от среднего многолетней нормы. Оценка коррелированных зависимостей  $K(t,\tau)$  характеризует особенности внутригодовой коррелированности при  $\tau=1$  месяц, и особенности межгодовой коррелированности при  $\tau=1$  год, где  $\tau$  – это сдвиг при расчете коррелированных зависимостей.

При оценке вероятностных характеристик  $m^*(t)$ ,  $D^*(t)$ , по реализациям средних месячных расходов производится выборка ежегодных последовательностей для каждого месяца года и рассмотрение этих последовательностей как стационарных и стационарно связанных.

### 3.2 Особенности внутригодового хода температуры воздуха

На рисунке 3.1 в качестве примера приведен отрезок реализации среднемесячных значений температуры воздуха на станции Валдай за период с 1961 по 1971 годы. Как видно из реализации ежегодно повторяется один ос-

новной максимум в июле и один основной минимум значений температуры воздуха в январе. В отдельные годы наблюдаются незначительные вторичные максимумы и минимумы температуры воздуха. Вторичные максимумы чаще всего приходятся на май-июнь, а минимумы на декабрь.

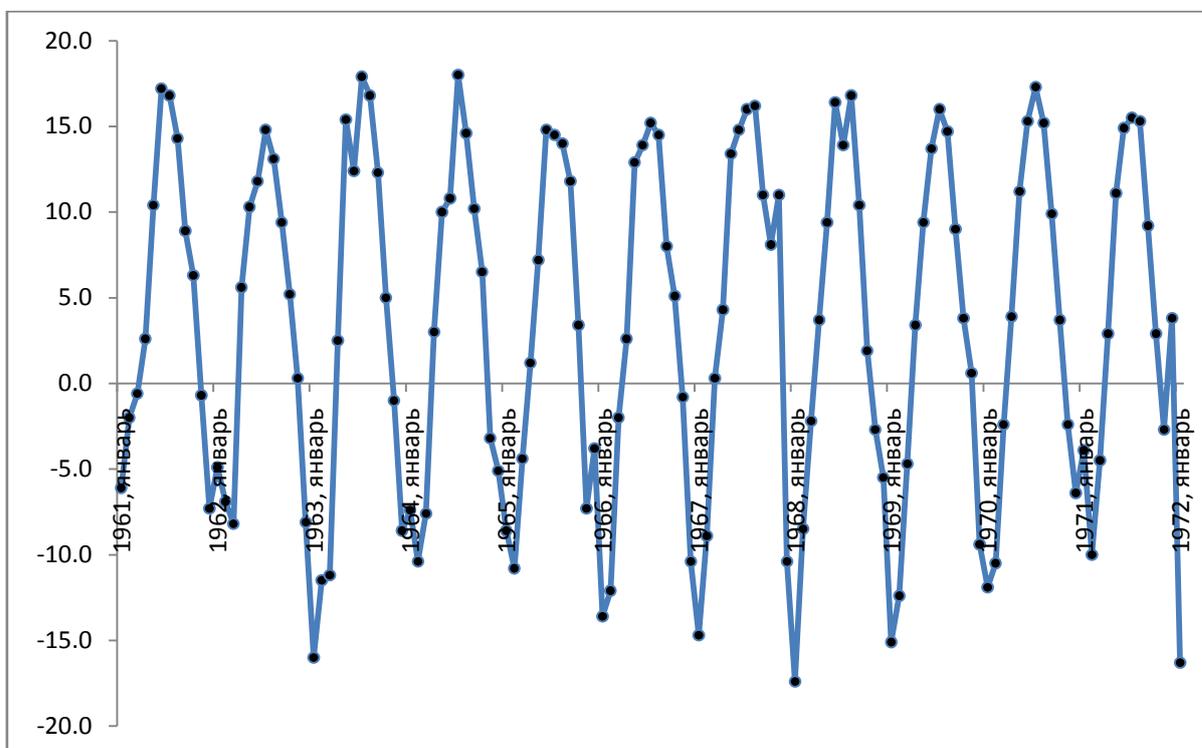


Рисунок 3.1 – Реализация среднемесячных температур воздуха на станции Валдай с 1961 по 1971 годы

От года к году изменяется амплитуда внутригодовых колебаний температуры, то есть межгодовая изменчивость процесса проявляется преимущественно в виде амплитудной модуляции внутригодового хода. При этом в большей степени от года к году меняются минимальные значения. Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на метеостанциях бассейна озера Ильмень приведены в таблице 3.1; их расчет представлен в приложение Д. Графики оценок представлены на рисунках 3.2 – 3.6. Как видно из таблиц максимальные значения температуры воздуха на всех станциях водосбора озера Ильмень наблюдается в июле, и они не существенно отличаются в пре-

делах водосбора. Так на станции Псков (юго-запад бассейна) максимальное значение температуры воздуха в июле составило 17.0 °С, а на станции Волхов (северная часть бассейна) 16.3 °С. Значения температуры воздуха на остальных метеостанциях, находятся в пределах от 16.3 до 17.0 °С. Минимальные значения температуры воздуха наблюдаются в январе на всех станциях бассейна. Самая низкая температура в январе наблюдалась на станции Валдай и составила минус 10.3 °С, а самая высокая зимняя температура минус 7.7 °С на станции Псков. Таким образом амплитуды внутригодового хода составили 24.7 °С на станции Псков и Волхов; на станции Валдай 26.9 °С; на станции Новгород 25.6 °С и на станции Великие Луки 25.5 °С.

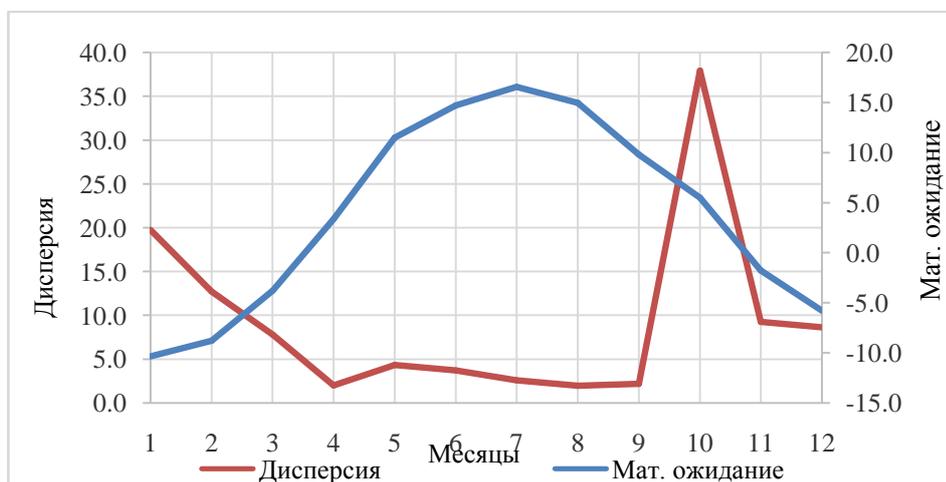


Рисунок 3.2 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на станции Валдай

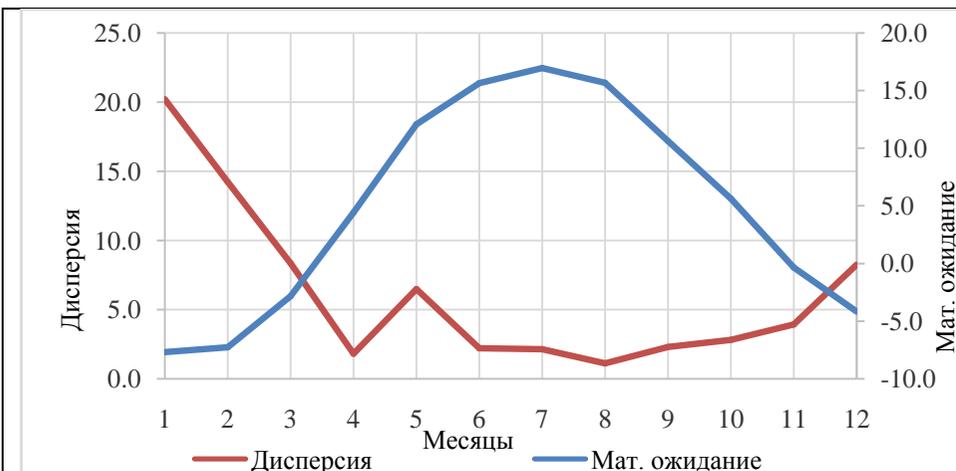


Рисунок 3.6 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на станции Псков

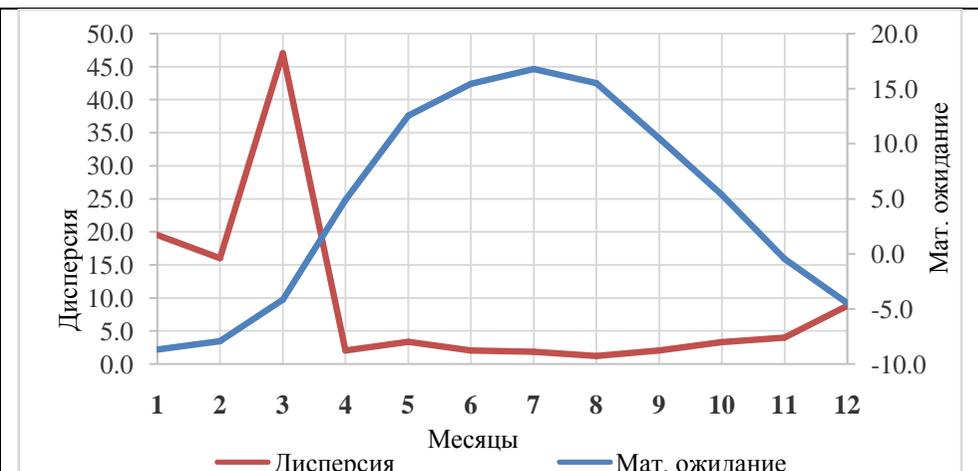


Рисунок 3.5 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на станции Новгород

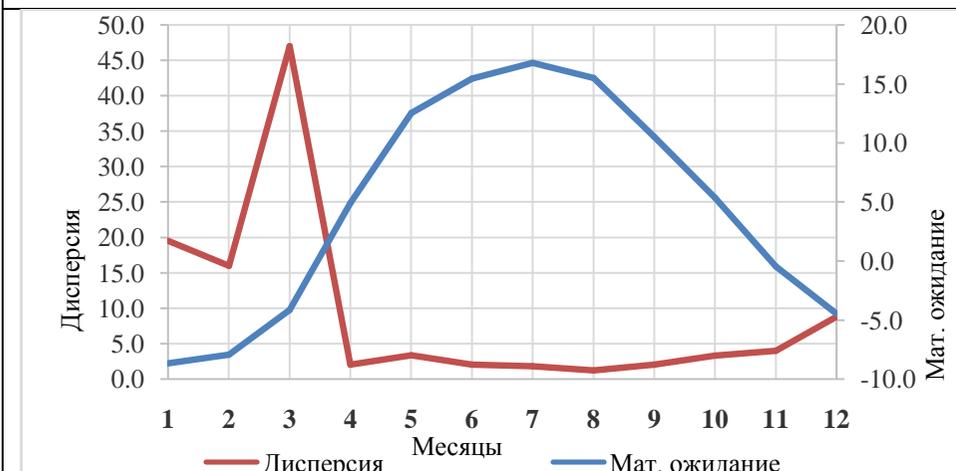


Рисунок 3.4 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на станции Великие Луки

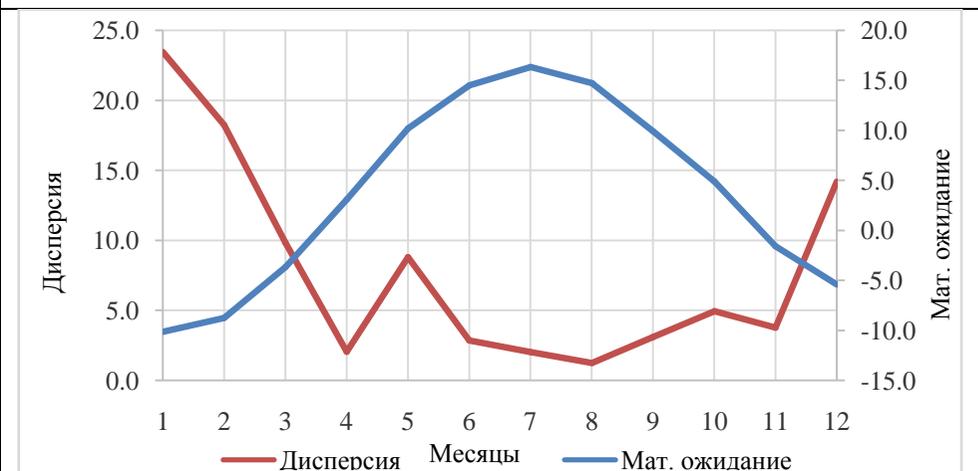


Рисунок 3.3 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на станции Волховская ГЭС

Таблица 3.1 – Численные значения математического ожидания  $m^*(t)$ , дисперсии  $D^*(t)$ , параметров авторегрессии  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  внутригодового хода по температуре воздуха на метеостанциях бассейна озера Ильмень за период с 1961 по 1988 годы

Вероятностные характеристики	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Станция Валдай												
$m^*(t), ^\circ\text{C}$	-10,3	-8,8	-3,8	3,4	11,5	14,7	16,6	15,0	9,8	5,5	-1,8	-5,8
$D^*(t), ^\circ\text{C}^2$	19,7	12,7	7,8	2,0	4,3	3,7	2,6	2,0	2,2	37,9	9,2	8,6
$\varphi_2$	0,19	0,00	0,17	0,36	0,14	0,30	0,27	0,24	-0,31	0,28	-0,34	0,18
$\varphi_1$	-0,14	0,38	0,28	-0,22	-0,05	0,20	-0,04	-0,04	-0,02	0,02	-0,03	0,24
Волховская ГЭС												
$m^*(t), ^\circ\text{C}$	-10,1	-8,8	-3,7	3,1	10,2	14,5	16,3	14,7	9,9	4,9	-1,6	-5,4
$D^*(t), ^\circ\text{C}^2$	23,5	18,2	9,8	2,1	8,8	2,8	2,0	1,2	3,1	4,9	3,8	14,2
$\varphi_2$	0,39	0,24	0,08	0,22	-0,24	0,24	-0,11	0,19	0,40	0,18	-0,13	0,34
$\varphi_1$	-0,01	0,30	0,17	-0,24	-0,04	0,00	-0,07	-0,03	0,34	0,01	0,00	0,26
Станция Великие Луки												
$m^*(t), ^\circ\text{C}$	-8,7	-7,9	-4,2	4,9	12,5	15,4	16,8	15,5	10,5	5,4	-0,5	-4,5
$D^*(t), ^\circ\text{C}^2$	19,5	16,0	47,0	2,1	3,4	2,1	1,8	1,2	2,1	3,3	4,0	8,8
$\varphi_2$	7,14	-2,01	3,57	0,62	-0,06	0,47	0,34	0,06	1,03	0,76	-0,71	2,72
$\varphi_1$	-0,25	3,58	8,67	-0,13	-0,54	0,28	0,05	-0,05	0,48	0,53	0,25	0,79
Станция Новгород												
$m^*(t), ^\circ\text{C}$	-8,7	-7,9	-4,2	4,9	12,5	15,4	16,8	15,5	10,5	5,4	-0,5	-4,5
$D^*(t), ^\circ\text{C}^2$	19,5	16,0	47,0	2,1	3,4	2,1	1,8	1,2	2,1	3,3	4,0	8,8
$\varphi_2$	0,40	-0,07	0,36	0,23	-0,02	0,24	0,23	0,04	0,39	0,21	-0,12	0,21
$\varphi_1$	-0,01	0,22	0,18	-0,06	-0,16	0,14	0,03	-0,04	0,23	0,16	0,06	0,09
Станция Псков												
$m^*(t), ^\circ\text{C}$	-7,7	-7,3	-2,8	4,4	12,1	15,7	17,0	15,7	10,6	5,6	-0,4	-4,2
$D^*(t), ^\circ\text{C}^2$	20,2	14,2	8,3	1,8	6,5	2,2	2,1	1,1	2,3	2,8	3,9	8,3
$\varphi_2$	0,43	0,14	0,13	0,20	-0,04	0,22	0,18	0,21	0,32	0,13	-0,25	0,41
$\varphi_1$	0,12	0,38	0,25	0,02	-0,10	-0,04	0,11	-0,06	0,07	0,17	0,08	0,10

### 3.3 Особенности внутригодового хода осадков

На рисунке 3.7 в качестве примера приведен отрезок реализации среднемесячных значений количества выпавших осадков на станции Валдай за период с 1961 по 1971 годы.

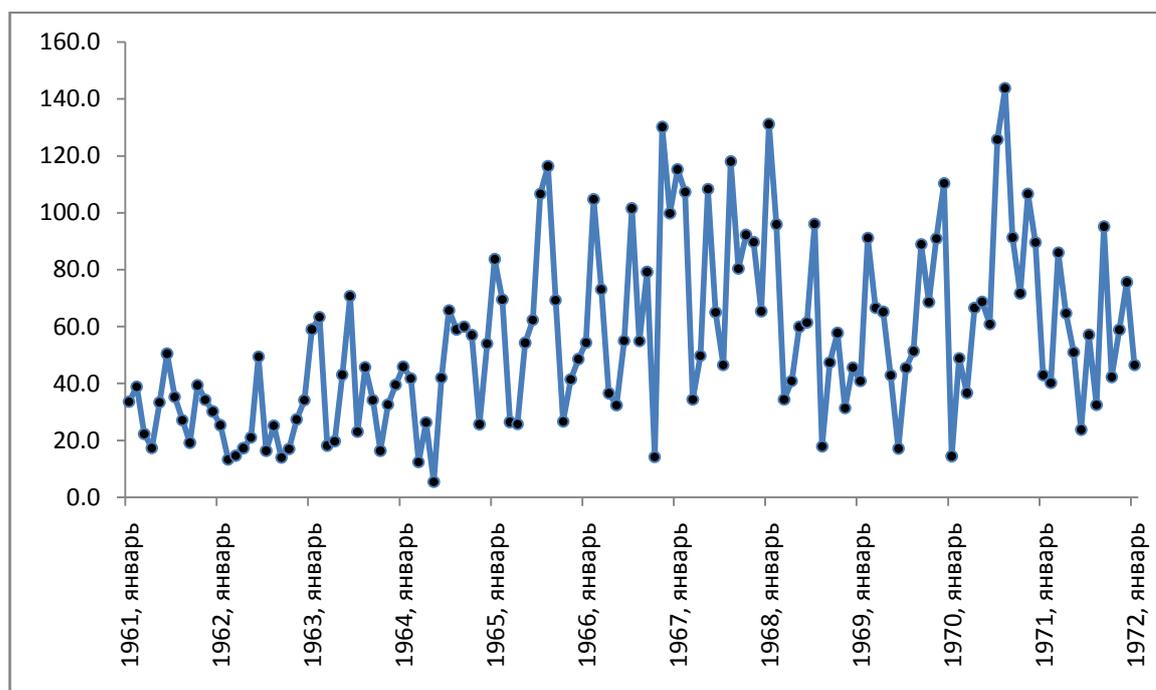


Рисунок 3.7 – Реализация среднемесячных осадков на станции Валдай с 1961 по 1971 годы

Как видно из рисунка кривая внутригодового хода имеет исключительно сложный характер. Ежегодно повторяются несколько максимумов и минимумов значений количества осадков. При этом основные максимальные значения приходятся на (август) летние месяцы, а вторичные максимальные значения - на весенние месяцы (март). Так на станции Псков (юго-запад бассейна) максимальное значение количества осадков в августе составило 76.4 мм, а на станции Новгород (северная часть бассейна) максимальное значение в июле — 68.3 мм. Самый низкий уровень выпавших осадков в феврале наблюдался на станции Новгород и составил 21.7 мм. Таким образом, амплитуда внутригодового хода составили 67.6 мм на станции Валдай, на станции

Волхов - 48.5 мм, на станции Псков-47.8 мм, на станции Великие Луки-58 мм, на станции Новгород- 46.6 мм. Численные значения оценок математического ожидания  $m(t)$  и дисперсии  $D(t)$  для внутригодового хода осадков приведены в таблице № 3.2. Графики оценок представлены на рисунках № 3.8 - 3.12; их расчет приведен в приложении Е. Как видно из таблицы максимальные значения, осадков на всех станциях водосбора озера Ильмень наблюдаются в июле-августе, минимальные значения наблюдаются в феврале.

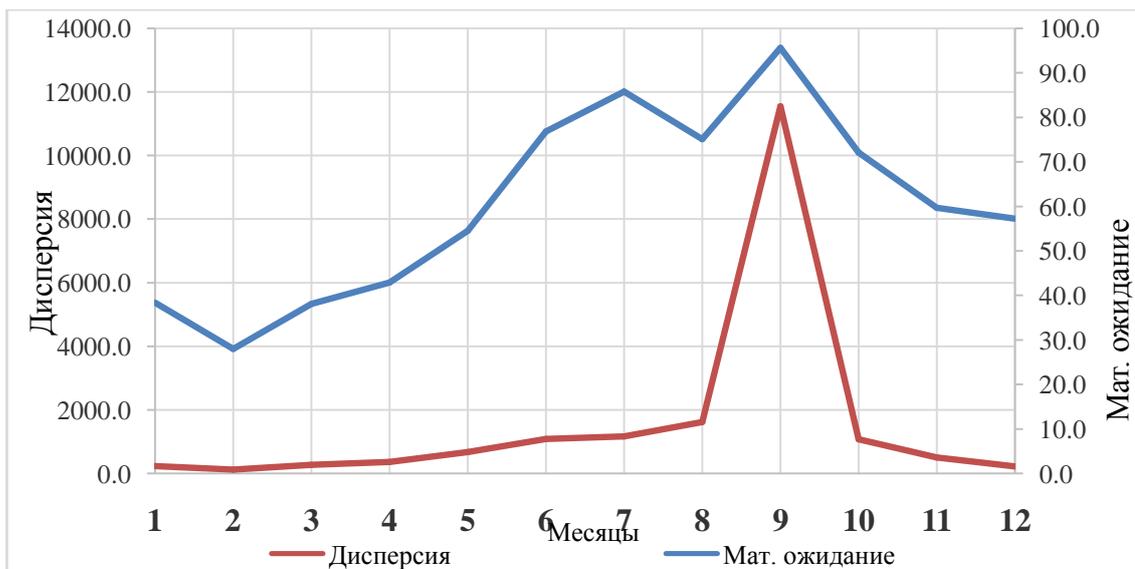


Рисунок 3.8 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на станции Валдай

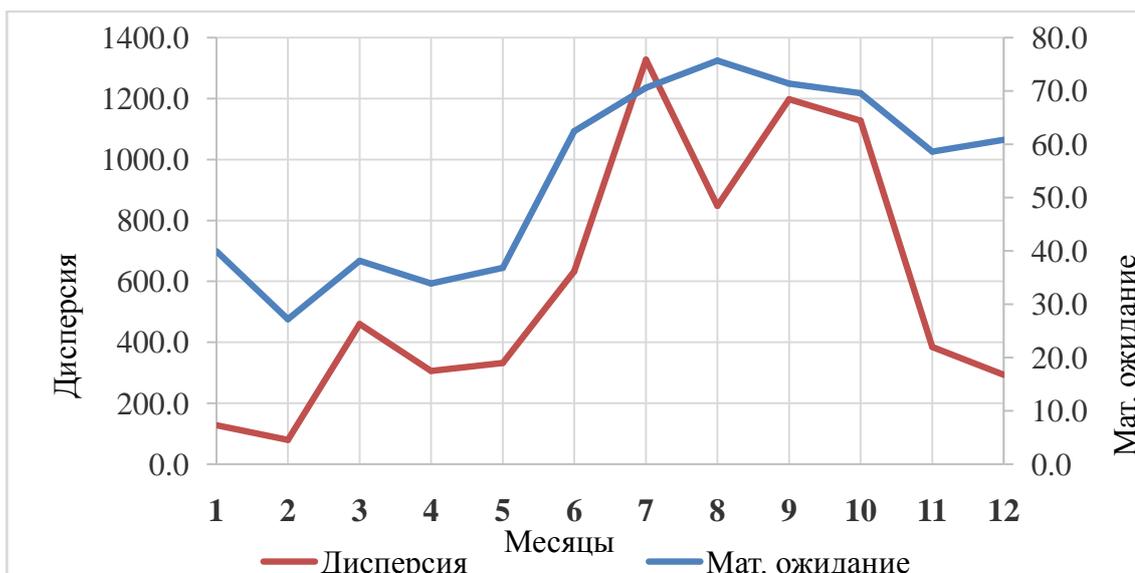


Рисунок 3.9 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на станции Волховская ГЭС

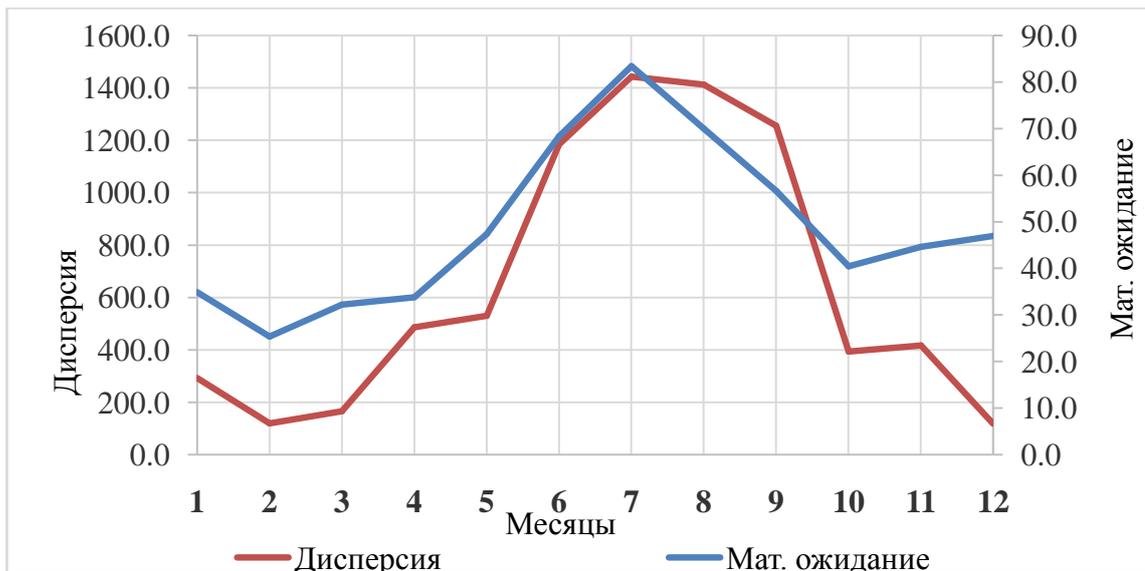


Рисунок 3.10 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на станции Великие Луки

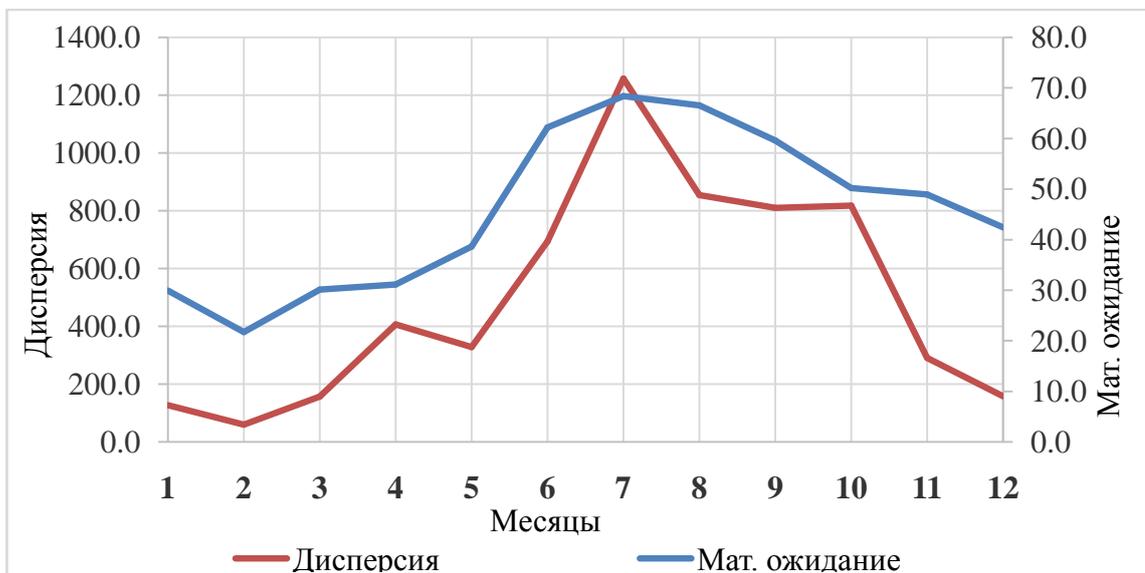


Рисунок 3.11 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на станции Новгород

Таблица 3.1 – Численные значения математического ожидания  $m^*(t)$ , дисперсии  $D^*(t)$ , параметров авторегрессии  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  внутригодового хода по количеству осадков на метеостанциях бассейна озера Ильмень за период с 1961 по 1988 годы

Вероятностные характеристики	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Станция Валдай												
$m^*(t)$ , мм	38,4	28,0	38,1	42,9	54,5	76,9	85,8	75,2	95,6	72,1	59,7	57,2
$D^*(t)$ , мм <sup>2</sup>	236,6	128,2	273,3	369,4	679,6	1088,5	1166,8	1617,4	11548,9	1075,9	504,6	227,5
$\varphi_2$	0,12	0,11	0,32	0,28	0,35	0,02	-0,16	-0,11	0,17	0,18	0,09	0,44
$\varphi_1$	0,24	0,17	-0,02	0,29	0,24	0,10	-0,03	0,19	0,08	0,30	-0,22	0,59
Волховская ГЭС												
$m^*(t)$ , мм	39,9	27,2	38,1	33,9	36,8	62,5	70,6	75,7	71,4	69,5	58,6	60,8
$D^*(t)$ , мм <sup>2</sup>	128,3	79,5	460,4	305,6	332,5	633,0	1327,6	848,1	1197,8	1127,7	384,8	293,7
$\varphi_2$	-0,13	-0,01	-0,08	0,17	0,22	-0,29	-0,14	-0,02	0,10	0,14	0,28	0,19
$\varphi_1$	-0,21	0,55	0,11	0,13	0,15	0,29	0,06	0,25	0,11	0,09	0,24	0,24
Станция Великие Луки												
$m^*(t)$ , мм	34,9	25,4	32,2	33,8	47,4	68,3	83,4	70,0	56,6	40,4	44,6	46,9
$D^*(t)$ , мм <sup>2</sup>	292,2	120,1	165,4	486,9	530,8	1184,2	1442,5	1412,4	1255,1	394,3	417,2	119,0
$\varphi_2$	-0,43	-0,26	0,13	-0,06	0,02	-0,01	0,24	-0,02	0,10	-0,07	-0,22	0,06
$\varphi_1$	0,32	0,20	-0,01	0,00	0,04	-0,09	0,28	0,43	0,36	0,18	-0,19	0,52
Станция Новгород												
$m^*(t)$ , мм	29,9	21,7	30,1	31,1	38,6	62,2	68,3	66,6	59,6	50,2	48,9	42,4
$D^*(t)$ , мм <sup>2</sup>	126,2	59,5	156,7	406,7	328,1	693,2	1257,5	854,0	810,1	817,2	289,8	157,8
$\varphi_2$	-0,06	-0,02	0,11	0,21	0,08	-0,01	0,21	-0,23	0,02	-0,04	-0,02	0,32
$\varphi_1$	0,26	0,13	0,11	0,11	0,24	0,11	-0,28	0,12	0,09	0,23	-0,09	0,51
Станция Псков												
$m^*(t)$ , мм	35,0	28,6	31,7	34,5	40,4	66,5	67,0	76,4	59,4	49,1	52,0	48,4
$D^*(t)$ , мм <sup>2</sup>	191,5	105,4	186,2	387,2	536,6	924,4	1370,3	1795,0	975,6	440,0	246,0	206,2
$\varphi_2$	0,03	0,14	0,21	0,01	0,40	0,27	0,00	-0,12	0,04	-0,17	0,28	0,33
$\varphi_1$	0,39	0,25	-0,17	0,17	0,38	-0,09	0,11	0,47	0,20	-0,02	-0,20	0,14

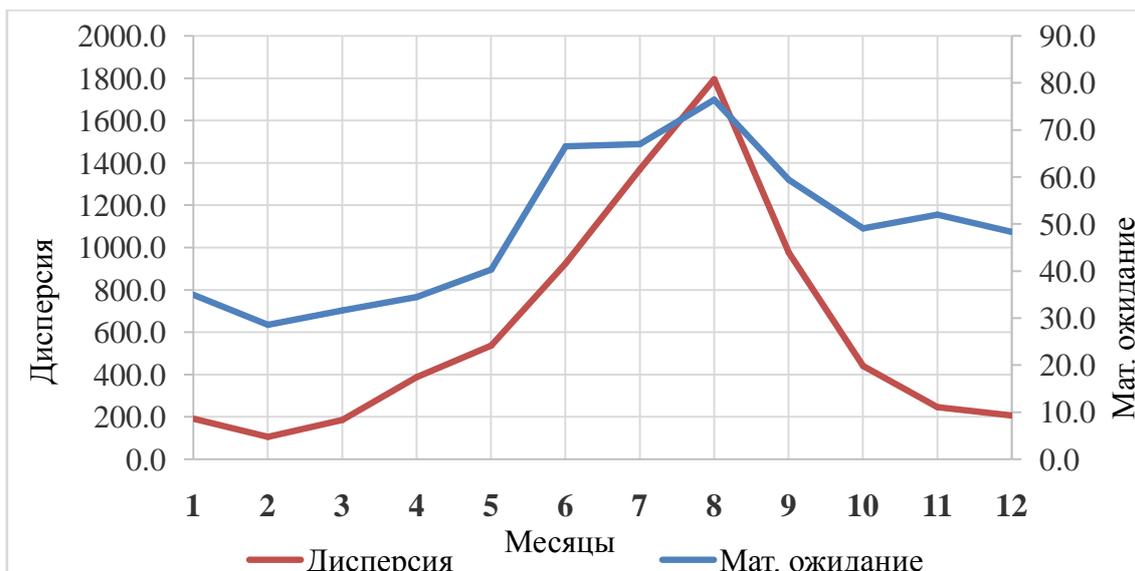


Рисунок 3.12 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на станции Псков

### 3.4 Особенности внутригодового хода речного притока озера

Тип питания рек бассейна озера Ильмень по классификации М.И. Львовича относится к волжскому, по классификации Б.Д. Зайкова – восточноевропейскому. Исходя из анализа реализаций среднемесячных расходов рек бассейна озера Ильмень (рисунки 3.13-3.15) видно, что характерные фазы водного режима выражены четко. Из года в год повторяются весеннее половодье, летняя межень, осенне-дождевой паводок и зимняя межень. В отдельные годы в стоке этих рек наблюдаются и летние дождевые паводки. Половодье и паводки проявляются на фоне низкого меженного стока. Из года в год существенно изменяется объем весеннего половодья, а уровень зимней и летней межени меняется не столь значительно. Численные значения оценок математического ожидания  $m(t)$  и дисперсии  $D(t)$  для внутригодового хода речного притока приведены в таблице № 3.3; их расчет приведен в приложении Ж.

Как видно из таблицы, максимальные значения речного притока на реках наблюдаются в июле-августе, минимальные значения наблюдаются в феврале.

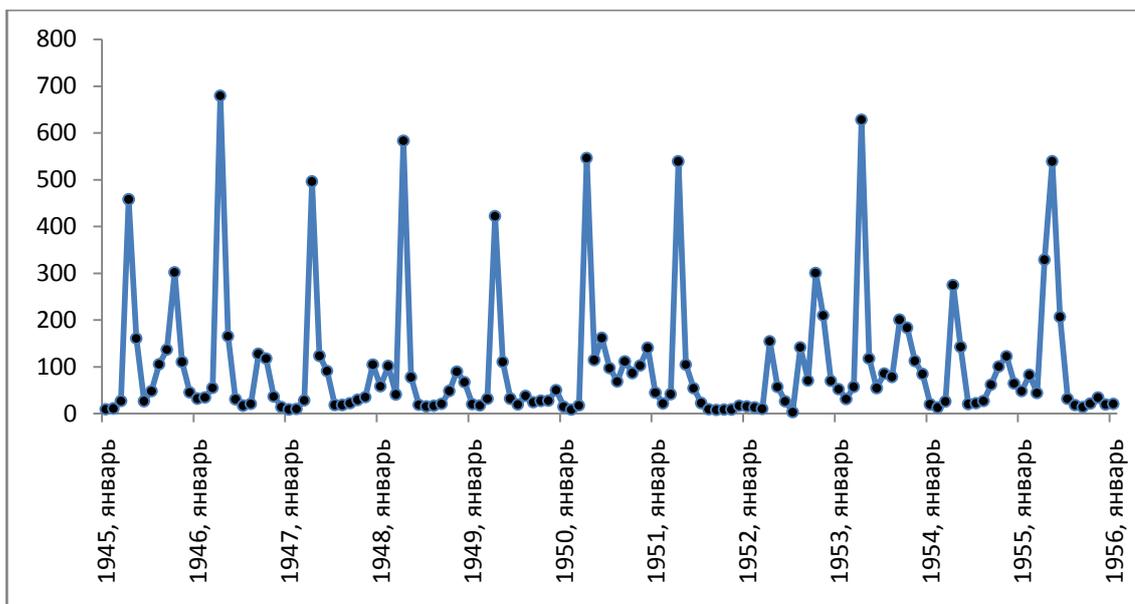


Рисунок 3.13 – Реализация среднемесячных расходов воды на реке Ловать с 1945 по 1955 годы

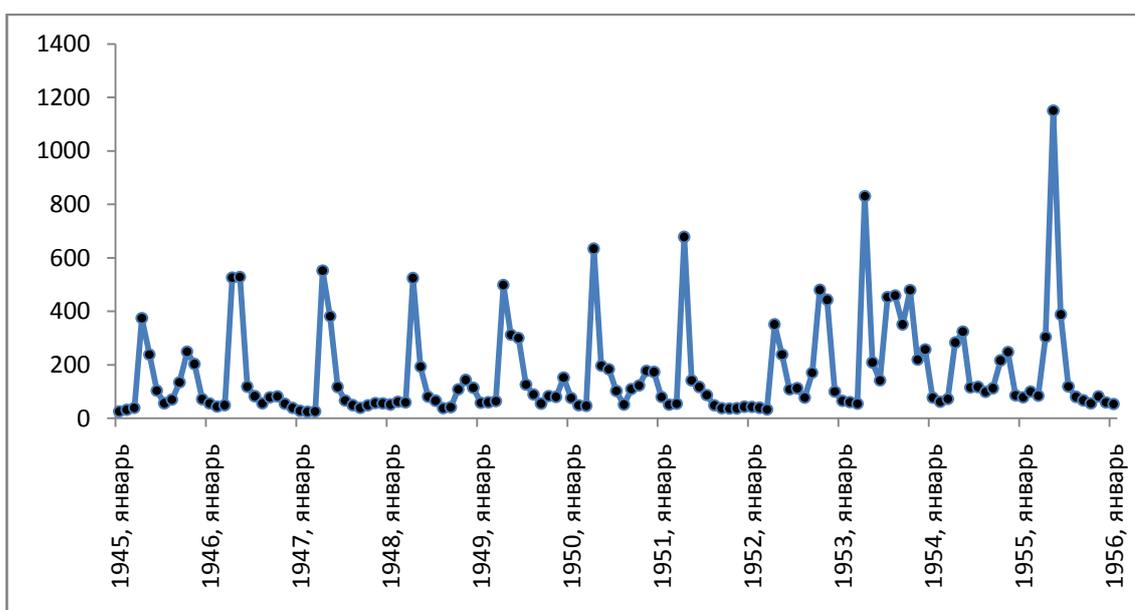


Рисунок 3.14 – Реализация среднемесячных расходов воды на реке Мста с 1945 по 1955 годы

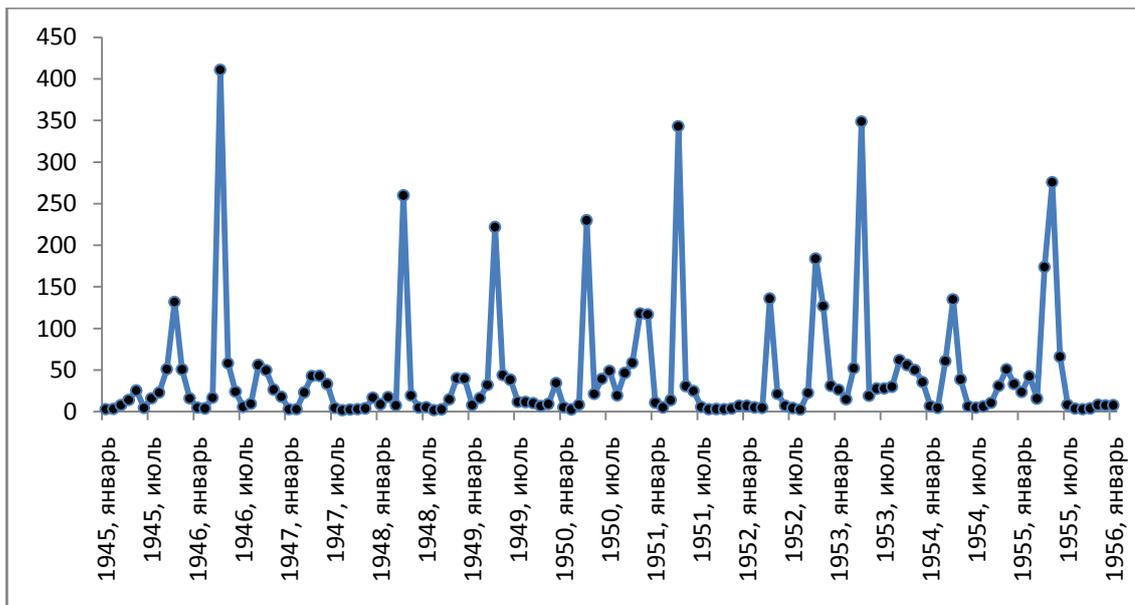


Рисунок 3.15 – Реализация среднемесячных расходов воды на реке Шелонь с 1945 по 1955 годы

Графики оценок вероятностных характеристик ПКСП (математического ожидания  $m(t)$ , дисперсии  $D(t)$ ), анализируемых рек бассейна озера Ильмень приведены на рисунках 3.16-3.18. Они дают количественные оценки тех особенностей внутригодового хода и межгодовой изменчивости речного стока, что были отмечены при анализе исходных реализаций.

Графики оценок математического ожидания  $m(t)$  естественно зарегулируемых рек Шелонь, Ловать, и зарегулированной плотиной реки Меты имеют вид сложных периодических кривых с основным максимумом в период весеннего половодья (апрель) и вторичным - в период осеннего паводка (август), минимумы на кривых  $m(t)$  соответствуют зимней (февраль), и летней (июль) межени. Объем весеннего половодья на реке Ловать составляет 430, Шелонь – 230 и Мста – 580.

Графики оценки дисперсии  $D(t)$  внутригодового хода для рек Ловать и Шелонь имеют двухвершинную форму. Максимумы приходятся в период весеннего половодья (апрель) и летних дождевых паводков (август). При этом значения максимумов соизмеримы. А для реки Мета летне-осенний максимум (август) незначителен.

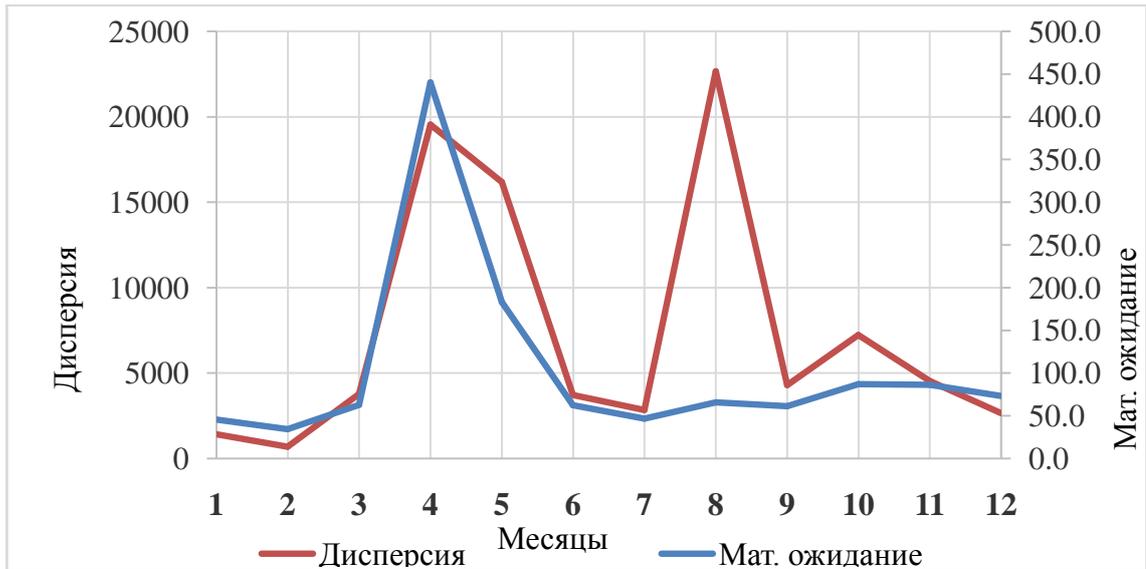


Рисунок 3.16 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода стока реки Ловать

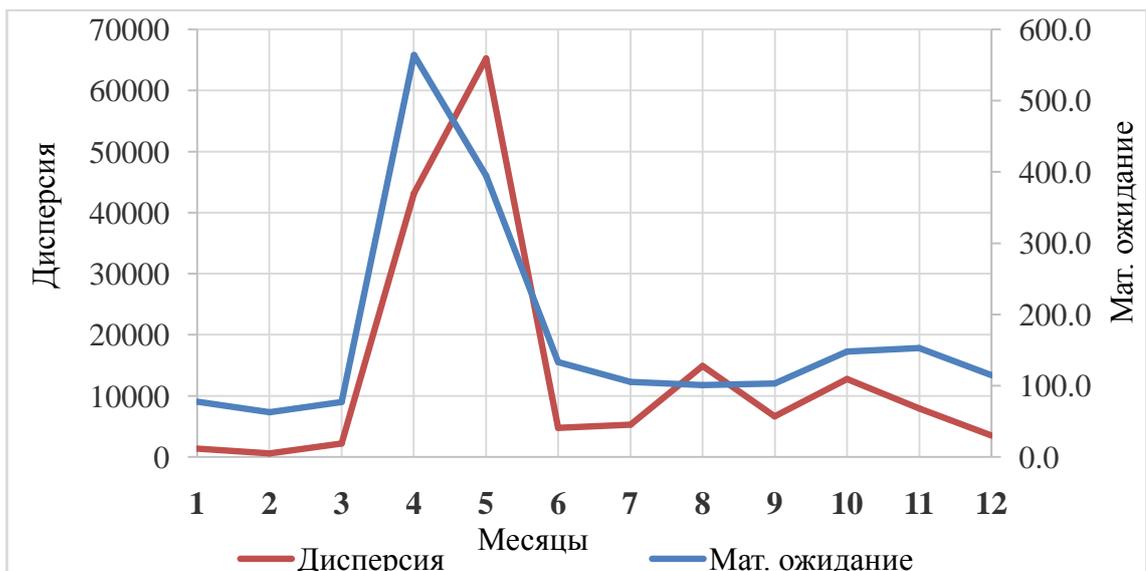


Рисунок 3.17 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода стока реки Мста

Таблица 3.3 – Численные значения математического ожидания  $m^*(t)$ , дисперсии  $D^*(t)$ , параметров авторегрессии  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  внутригодового хода по притоку, уровню и стоку рек бассейна озера Ильмень за период с 1945 по 1988 годы

Вероятностные характеристики	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
река Ловать												
$m^*(t), \text{м}^3/\text{с}$	45,8	34,4	63,0	440,1	183,4	62,4	47,0	65,8	61,4	87,2	86,6	73,1
$D^*(t), (\text{м}^3/\text{с})^2$	1419,7	700,2	3776,2	19554,1	16190,4	3724,3	2836,3	22674,2	4308,0	7235,6	4535,0	2662,9
$\varphi_2$	0,68	0,50	0,04	0,25	0,74	0,61	0,73	0,70	0,72	0,72	0,52	0,77
$\varphi_1$	0,04	-0,03	-0,08	-0,06	0,25	-0,14	0,10	0,00	0,13	0,18	0,03	-0,09
река Мста												
$m^*(t), \text{м}^3/\text{с}$	77,5	62,7	77,0	564	395	133	105	101	103	148	152,9	115,0
$D^*(t), (\text{м}^3/\text{с})^2$	1351	598	2205	43195	65284	4794	5285	14925	6669	12794	7982	3539
$\varphi_2$	0,81	0,57	0,50	0,21	0,50	0,38	0,74	0,72	0,80	0,69	0,37	0,64
$\varphi_1$	0,26	0,12	-0,10	-0,08	0,38	-0,04	0,00	0,01	0,33	0,35	0,08	-0,11
река Шелонь												
$m^*(t), \text{м}^3/\text{с}$	16,8	11,9	34,5	226,7	65,0	19,7	14,9	24,6	21,8	33,2	41,1	33,0
$D^*(t), (\text{м}^3/\text{с})^2$	399,0	138,4	1323,5	8905,7	3469,8	423,8	360,0	6675,3	1013,9	1851,4	1631,7	1180,8
$\varphi_2$	0,50	0,34	0,04	0,27	0,59	0,55	0,61	0,67	0,68	0,83	0,66	0,76
$\varphi_1$	0,15	-0,04	-0,03	-0,17	0,26	-0,19	-0,02	-0,01	0,08	0,07	-0,10	-0,09
озеро Ильмень												
$m^*(t), \text{м}^3/\text{с}$	282,7	228,2	216,0	357,5	496,4	402,0	351,8	267,4	239,3	246,2	264,2	278,8
$D^*(t), (\text{м}^3/\text{с})^2$	37991,1	9654,9	17000,8	14973,9	12216,4	12363,3	29703,8	7666,7	7732,8	8657,3	10332,2	10460,4
$\varphi_2$	0,61	0,71	0,49	0,59	0,68	0,38	0,44	0,94	0,90	0,91	0,91	0,66
$\varphi_1$	0,12	0,51	0,42	0,22	0,50	0,24	0,14	0,42	0,45	0,39	0,46	0,31
река Волхов												
$m^*(t), \text{м}^3/\text{с}$	349,6	291,0	266,3	899,8	1226,0	851,5	588,7	411,8	341,6	372,2	425,5	382,4
$D^*(t), (\text{м}^3/\text{с})^2$	26842,4	21128,5	23010,8	91079,7	129504,2	76875,2	48702,0	48157,6	49939,1	84989,4	67852,6	27390,8
$\varphi_2$	0,95	0,85	0,55	0,23	0,78	0,77	0,87	0,87	0,83	0,83	0,84	0,84
$\varphi_1$	0,09	0,09	-0,06	-0,19	0,18	0,11	0,06	-0,03	0,25	0,25	0,21	0,02

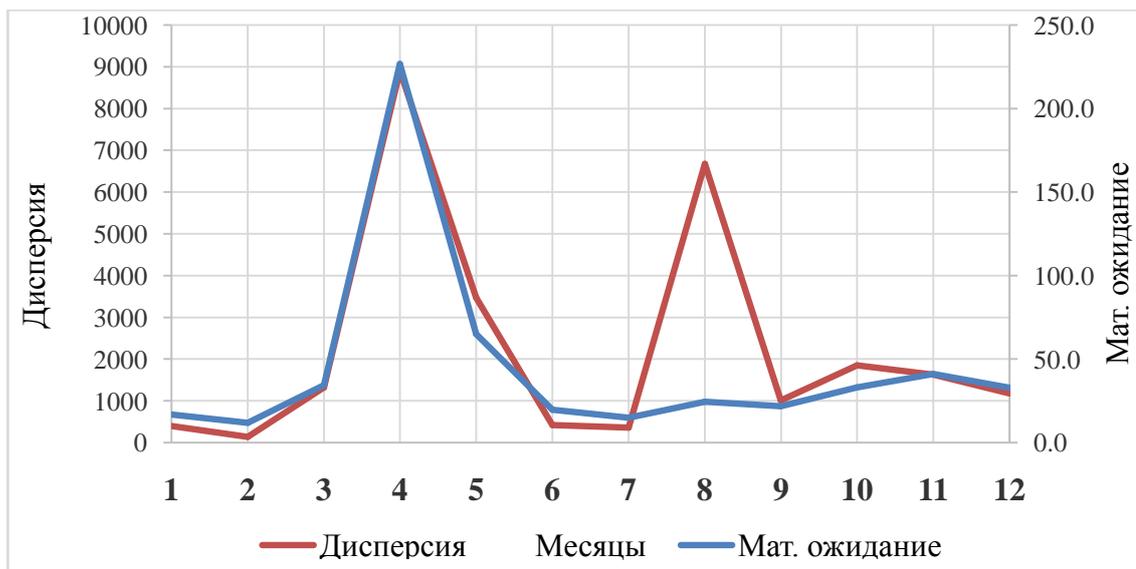


Рисунок 3.18 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода стока реки Шелонь

### 3.5 Особенности внутригодового хода уровня и стока из озера

Водный режим озера своеобразен. Характерным для него являются большие колебания уровня – от максимального при весеннем паводковом разливе к меженному минимальному. Разность между высшим и низшим положениями за годы наблюдений на Ильмене достигает в отдельные годы 7.5 м, что не отмечено ни на одном из водоемов нашей страны. Аналогичные особенности внутригодового хода стока свойственны и для реки Волхов, вследствие малой регулирующей способности питающего реку озера Ильмень и значительного колебания его уровня под влиянием притоков. На реках, вытекающих из озер, характеризующихся значительной регулирующей способностью, основные фазы водного режима заметно преобразованы. Половодье растянуто и распластано, время его наступления запаздывает, паводки сглажены, модули максимального стока занижены, минимального - завышены. Слабо выраженная ритмика годовой цикличности в стоке таких рек проявляется на фоне преобладающего долгопериодного колебания уровня наполнения питающих реки озер. Реализации средних месячных расходов

озера Ильмень и реки Волхов представлены на рисунках 3.19 и 3.20 соответственно.

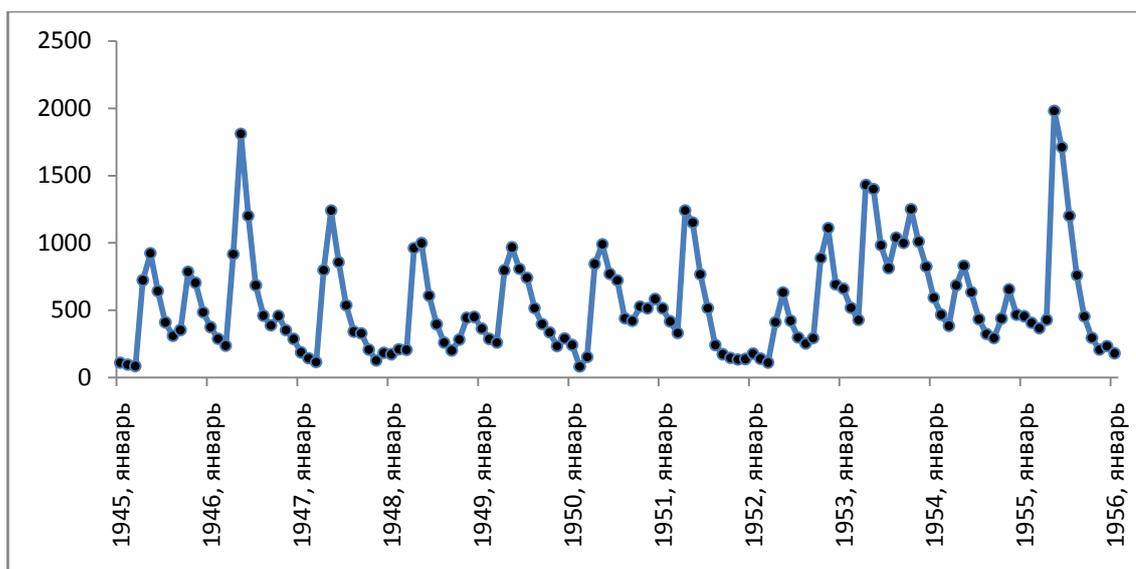


Рисунок 3.19 – Реализация среднемесячных расходов воды на реке Волхов с 1945 по 1955 годы

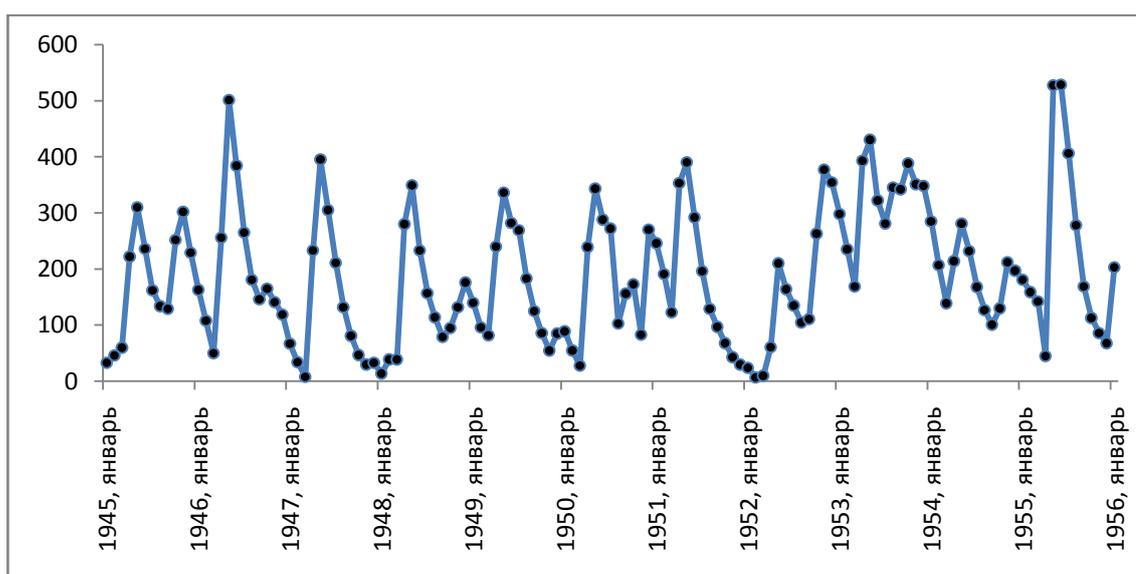


Рисунок 3.20 – Реализация среднемесячных уровней воды на озере Ильмень с 1945 по 1955 годы

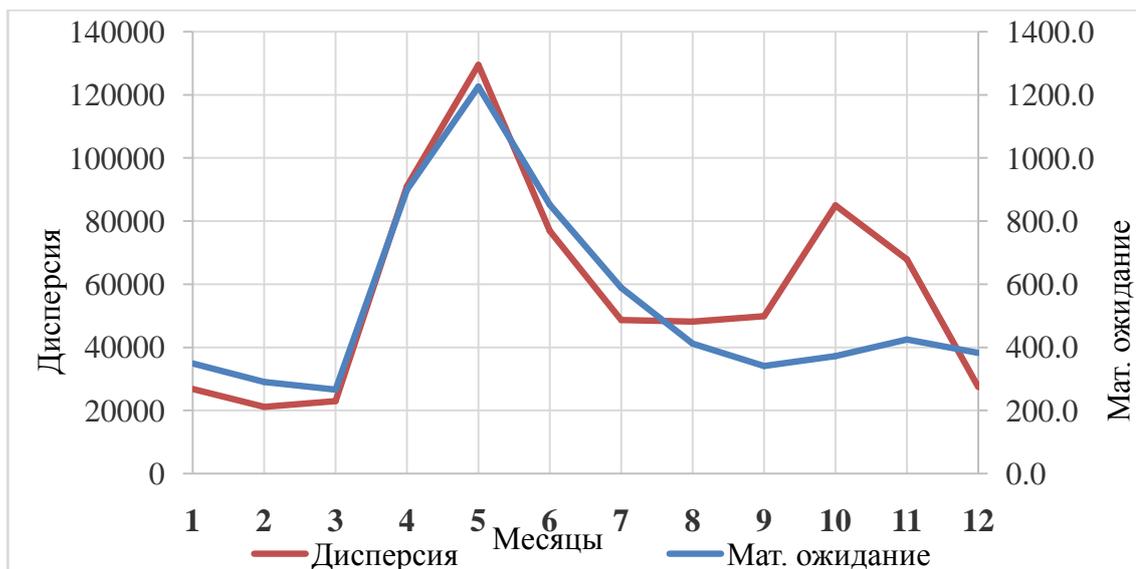


Рисунок 3.21 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода стока реки Волхов

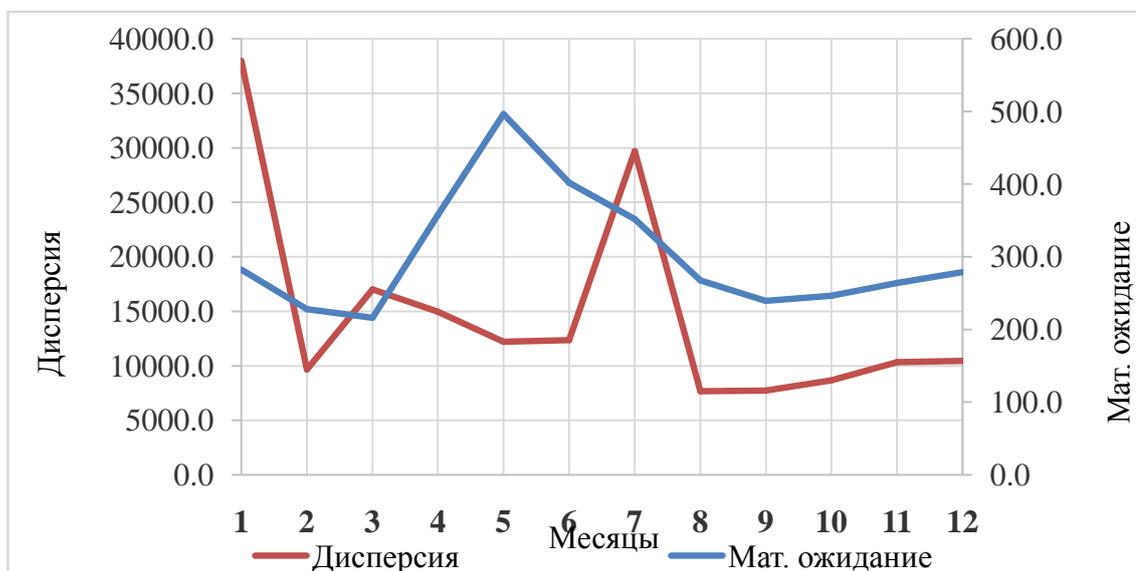


Рисунок 3.22 – Оценка математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода уровня озера Ильмень

Анализируя графики расходов воды в реке Волхов, мы можем так же судить о стоке из озера. Наибольшие расходы в реке наблюдаются в летние месяцы года. Так в апреле – мае расходы реки достигают отметки 1230 – 1090 ,а в зимние месяцы снижаются до отметок 107 (наименьшая отметка – 1975 год), 400 – 1974 год. За весь период наблюдения за расходами воды в реке с 1945 по 1988 гг. наблюдались пере-

ход максимальных расходов воды на осенние месяцы года. Так в 1953 году расход воды достиг максимальной отметки 1250 – в октябре, и в 1987 году достиг отметки 1195 в октябре.

Графики оценок математического ожидания  $m(t)$  и дисперсии  $D(t)$  внутригодового хода для озера Ильмень и реки Волхов представлены на рис. 3.21 и 3.22, а расчет их оценок приведен в приложении Ж и З.

## 4 Оценка регулирующей способности озера Ильмень

### 4.1 Обобщение результатов анализа в терминах вероятностных моделей

Алгоритм анализа исходных реализаций температуры воздуха, осадков, стока рек и колебаний уровня озера, основанный на выделении из последовательностей средних месячных величин 12 ежегодных под последовательностей значений для каждого месяца года, приводит целесообразности рассмотрения внутригодового хода и межгодовой изменчивости анализируемых процессов как многомерного случайного вектора  $\xi_t (\xi_{1t}, \dots, \xi_{12t}) = (\xi_{it})$ . Обобщим полученные в ходе анализа сведения о внутригодовых и межгодовых изменениях рассмотренных процессов путем вероятностного моделирования. Под вероятностной моделью процесса будем понимать параметрически заданную дискретную случайную функцию, позволяющую воспроизводить ряд случайных значений с теми же вероятностными свойствами, что и ряд исходных значений. Опишем каждую компоненту вектора  $\xi_{it}$ , т.е. каждую последовательность ежегодных значений анализируемых процессов, модельным процессом AR(1). В этом случае модель примет вид

$$\xi_{it} = \varphi_i \xi_{it-1} + \varepsilon_i \quad (4.1)$$

$i = 1 - 12$ , где  $\xi_{it}$  – дискретная последовательность белого шума с нулевым средним и дисперсией  $\sigma_i^2$ ;  $\varphi_i$  – параметр авторегрессии

Параметры модели  $\varphi_i$  определяются через компоненты корреляционной матрицы следующими соотношениями:

$$\varphi_i = K_{i, i+1} / K_i, \sigma_i^2 = (1 - \varphi_i^2) K_i, I \quad (4.2)$$

Дополнив модель (1) членами  $m$ , учитывающими среднее каждого месяца года, получим:

$$\xi_t = \varphi \xi_{t-1} + \varepsilon_t + m, \quad (4.3)$$

где  $\xi_t = (\xi_{1t}, \dots, \xi_{12t})$ ;  $\varphi \xi_{t-1} = (\varphi_1 \xi_{1,t-1} \ \varphi_{12} \xi_{12,t-1})$ ;  $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{12t})$  – вектор белого шума с нулевым средним и вектором дисперсии,  $\sigma^2 = (\sigma^2_1, \dots, \sigma^2_{12})$ ;  $m = (m_1, \dots, m_{12})$  – вектор математического ожидания,  $\varphi_1, \dots, \varphi_{12}$  – параметры модели. Для процессов с несущественными внутригодовыми связями, которым соответствует сток со слабой естественной зарегулированностью, запись модели будет задаваться двенадцатью параметрами  $\varphi_1, \dots, \varphi_{12}$ , которые характеризуют корреляционные зависимости межгодовой изменчивости для каждого месяца года в виде (1), средним  $m_i$  и дисперсией  $\sigma_i^2$ . Параметры  $\varphi_1, \dots, \varphi_{12}$  определяются через компоненты матрицы межгодовой изменчивости по соотношению (2). Для процессов с существенными внутригодовыми корреляционными связями, которым соответствует сток рек с существенно зарегулированным стоком, в модели (1) необходимо учитывать взаимную коррелированность компонентов через задание взаимных членов. В этом случае модель (3) примет вид

$$\xi_{it} = \varphi_{i,1} \xi_{i,t-1} + \varphi_{i,2} \xi_{i,i+1} \varphi_{i,2} \xi_{i+1,t-1} + \varepsilon_{it} + m_i, \quad i=1, \dots, 12, \quad t=1, 2, \dots, N \quad (4.4)$$

где параметры  $\varphi_{i,2}$  определяются через компоненты матрицы внутригодовой изменчивости, а параметр  $\varphi_{i,t}$  – по аналогии с первым случаем. Таким образом, аппроксимация ежегодных подпоследовательностей модельным процессом АР (1) позволяет в качестве количественных оценок степени естественной зарегулированности стока использовать параметры модели (4). Согласно определению регулирующей роли озера ее оценка проводится путем сопоставления характеристик рек, впадающих в озеро, с соответствующими харак-

теристиками реки, выпекающей из него. Параметры модели (4) для анализируемых процессов приведены в таблице 4.1.

#### 4.2 Оценка регулирующей способности озера Ильмень и его водосбора

Сопоставление параметров авторегрессии  $AR(1)$  описывающих внутригодовую коррелированность рассмотренных процессов позволяет оценить регулирующую способность водосбора озера Ильмень и самого озера, которая проявляется в результате наличия в пределах водосбора озер, болот, а также регулирующей способности грунтовых вод, и наличия плотин на реках. Сопоставление параметров  $AR(1)$  для осадков, выпадающих на водосбор и зафиксированных по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях водосбора и параметров  $AR(1)$ , рассчитанных для речного стока рек — притоков, позволяет оценить регулирующую способность водосбора озера Ильмень. Так, водосбор реки Ловать увеличил параметры авторегрессии  $\phi$ , рассчитанные для осадков по наблюдениям на станции Великие Луки с незначимых величин (-0.43 в январе, 0.10 в сентябре, -0.07 в октябре, -0.02 в августе, 0.06 в декабре, 0.24 в июле, 0.02 в мае и -0.01 в июне), до превышающих уровень значимости 0.6 во все перечисленные месяцы года (таблица 4.1). Сопоставление параметра авторегрессии  $\phi$ , описывающего внутригодовую коррелированность стока реки Волхов, вытекающей из озера Ильмень, с соответствующим параметром  $AR(1)$  для реки Ловать, впадающей в озеро позволяет оценить регулирующую способность самого озера. Регулирующая роль озера приводит к дальнейшему увеличению параметров авторегрессии  $\phi$ , которое наблюдается для всех месяцев года, кроме апреля — месяца весеннего половодья. Это связано с неустановившимся режимом речного стока при прохождении половодья и паводков. Значения параметра  $AR(1)$  для января, февраля, июля, августа, сентября, октября и ноября превысили 0.8.

Анализ регулирующей способности водосбора реки Шелонь показал, что результаты практически не отличаются от полученных для водосбора ре-

ки Ловать. Для водосбора реки Мета, сток, который дополнительно зарегулирован плотиной, наблюдаются незначительные отличия в отдельные месяцы года от приведенных выше особенностей регулирования. Таким образом, разница между параметрами АР (1), рассчитанными для осадков и рек – притоков позволила оценить регулируемую роль водосбора, а разница между параметрами авторегрессии АР (1), оцененными для рек, впадающих в озеро и вытекающей из него реки Волхов – характеризует регулируемую способность озера Ильмень.

Таблица 4.1 – Параметры авторегрессии гидрометеорологических параметров

Осадки на станции Великие Луки, приток реки Ловать и сток реки Волхов														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
станция	В.Луки	φ	-0,43	-0,26	0,13	-0,06	0,02	-0,01	0,24	-0,02	0,10	-0,07	-0,22	0,06
приток	Ловать	φ	0,68	0,50	0,04	0,25	0,74	0,61	0,73	0,70	0,72	0,72	0,52	0,77
расход	Волхов	φ	0,95	0,85	0,55	0,23	0,78	0,77	0,87	0,87	0,83	0,83	0,84	0,84
Осадки на станции Валдай, приток реки Мста и сток реки Волхов														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
станция	Валдай	φ	0,12	0,11	0,32	0,28	0,35	0,02	-0,16	-0,11	0,17	0,18	0,09	0,44
приток	Мста	φ	0,81	0,57	0,50	0,21	0,50	0,38	0,74	0,72	0,80	0,69	0,37	0,64
расход	Волхов	φ	0,95	0,85	0,55	0,23	0,78	0,77	0,87	0,87	0,83	0,83	0,84	0,84
Осадки на станции Псков, приток реки Шелонь и сток реки Волхов														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
станция	Псков	φ	0,03	0,14	0,21	0,01	0,40	0,27	0,00	-0,12	0,04	-0,17	0,28	0,33
приток	Шелонь	φ	0,50	0,34	0,04	0,27	0,59	0,55	0,61	0,67	0,68	0,83	0,66	0,76
расход	Волхов	φ	0,95	0,85	0,55	0,23	0,78	0,77	0,87	0,87	0,83	0,83	0,84	0,84

## Заключение

Густая сеть рек и озер Северо-Запада России, значительная заболоченность его территории приводит к большой степени естественной зарегулированности стока, как отдельных рек, так и всего района в целом. В результате заметно зарегулирован и сток реки Волхов. Центральное регулирующее звено района – озеро Ильмень. В связи с этим, особый интерес представляет получение количественной оценки его регулирующей способности. Для оценки регулирующей способности озера Ильмень использовались данные среднемесячных и среднегодовых сумм осадков и температур воздуха на водосборе озера Ильмень по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях г. Псков, г. Валдай, г. Великие Луки и г. Новгород, расходах на реках Ловать, Мста и Шелонь, впадающих в озеро, вытекающей реки Волхов, а так же данные об уровне озера Ильмень. Период наблюдений для метеорологических параметров на станциях составил с 1961 по 1988 годы, а период наблюдений на реках и озере Ильмень с 1945 по 1988 годы.

Реализация среднегодовых и среднемесячных значений рассматривались как случайные процессы. Для установления многоводных и маловодных лет по речному стоку, сухих и влажных лет по осадкам, холодных и теплых лет по температуре воздуха использовался квантильный анализ. В качестве основных вероятностных характеристик привлекались квантили  $Q_{\min}$ ,  $Q_{0.25}$ ,  $Q_{0.5}$ ,  $Q_{0.75}$ ,  $Q_{\max}$  и производные от их величины. Реализации среднемесячных значений рассматривалась как периодически коррелированные случайные процессы. В качестве основных вероятностных характеристик внутригодового хода использовались математическое ожидание  $m(t)$ , дисперсия  $D(t)$ , корреляционные зависимости внутригодовой  $K(t,\tau)$  (при  $\tau = 1$  месяц) и межгодовой  $K(t,\tau)$  (при  $\tau = 1$  год) изменчивости.

Анализ среднегодовых значений температуры воздуха показал, что за период наблюдений с 1961 по 1988 годы отмечается незначительный тренд на повышение. Квантильный анализ позволяет выявить, что холодные усло-

вия на всех станциях водосбора наблюдались в 1965-66, 1969, 1976, 1985 и 1987 годах, теплые – в 1961, 1974-75 и 1983. Анализируя внутригодовой ход температуры воздуха видно, что норма (оценка математического ожидания  $m(t)$ ) имеет максимальные значения в июле – августе. Отклонение от нормы (оценка дисперсии  $D(t)$ ) характеризуется максимумом в феврале, а минимумом – в июле–августе. Таким образом, график хода  $D(t)$  зеркально отражает график хода  $m(t)$ . Это связано с тем, что в большей степени от года к году меняются минимальные значения температуры воздуха, а в меньшей степени – максимальные. Анализируя годовые суммы осадков видно, что также отмечается незначительный тренд на их повышение. Квантильный анализ показал, что максимальное количество осадков в пределах всего водосбора выпало в 1977 году, минимальное – в 1963 - 1965. При анализе внутригодового хода осадков видно, что норма (оценка математического ожидания  $m(t)$ ) имеет максимальные значения в летнее-осенние месяцы, а именно: июль на станциях Великие Луки, Псков, Новгород; август – Волхов, сентябрь – Валдай, октябрь – Волхов. График дисперсии  $D(t)$  имеет практически когерентный ход с графиком  $m(t)$ .

Анализ средних годовых расходов показал, что в период с 1945 по 1988 годы на реках–притоках в озеро Ильмень наблюдался незначительный тренд на повышение, кроме реки Мста. Уровень озера имеет незначительный тренд на повышение, а на реке Волхов – тренд практически отсутствует. Маловодные и многоводные годы наблюдались на реках неоднократно. Так 1953, 1957, 1962, 1978 и 1986 стали многоводными для всех рек бассейна. 1987 стал экстремально многоводным для рек Ловать, Мста и Шелонь, 1953 для Волхова. Маловодными годами для всех рек стали 1963-64 и 1972-73.

Анализируя внутригодовой ход притока, уровня и стока из озера, можно сказать, что фазы водного режима выражены четко. Из года в год повторяется весеннее половодье, летняя межень, осеннее-дождевой паводок, и зимняя межень. В отдельные годы наблюдаются и летние дождевые паводки.

При этом максимальные значения наблюдались в июле-августе, а минимальные в феврале.

Анализ оценок математического ожидания ( $m(t)$ ) показал, что выпадающие в озеро Ильмень реки весной дают 40-45 % годового стока, а зимой – 10-12 %. Сток реки Волхов, соединяющий озеро Ильмень с Ладожским озером, внутри года распределен равномерно (весенний – 26 %, зимний – 22%).

Обобщение полученных в результате анализа сведений о внутригодовых и межгодовых изменениях осадков и речного стока по рекам-притокам и вытекающей реке в терминах модельных процессов авторегрессии первого порядка  $AR(1)$  позволяет оценить регулируемую способность озера Ильмень и его водосбора. Так, аппроксимация ежегодных последовательностей количества осадков и расходов воды для каждого месяца года модельным процессом  $AR(1)$  позволяет сопоставлять параметры  $AR(1)$  для осадков, выпадающих на водосбор, рек, выпадающих в озеро и вытекающей реки Волхов. Разница между параметрами  $AR(1)$  для осадков, выпадающих на водосбор и стока рек-притоков, позволяет оценить регулируемую способность водосбора. Сопоставление параметров  $AR(1)$  для выпадающих в озеро рек и вытекающей из него реки характеризует регулируемую способность самого озера.

Регулирующая способность водосбора проявляется преимущественно в диапазоне внутригодового хода – большей степени в период зимней и летне-осенней межени, чем в период весеннего половодья. Параметр  $AR(1)$  в период межени возрастает от минус 0.4 до 0.8.

Регулирующая способность озера Ильмень также проявляется внутри года все месяцы, кроме апреля. Параметр  $AR(1)$  возрастает до 0.8 – 0.97

## Список использованных источников

1. Мякишева Н. В., Трапезников Ю. А. Авторегрессионная модель межгодовой изменчивости гидрометеорологических процессов // Вероятностный анализ и моделирование океанологических процессов. Л., 1984.
2. Давыдов Л. К., Дмитриева А. А., Конкина И. Г. Общая гидрология. Л., 1973.
3. Драган Я. П., Рожков В. А., Яворский И. Н. Методы вероятностного анализа ритмики океанологических процессов, Л., 1987.
4. Алексеева Т. Ю., Мякишева Н. В., Трапезников Ю. А. Специфика вероятностного моделирования межгодовой изменчивости гидрометеорологических процессов. М., 1985. Ч. 2.
5. Сикан, А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. Специальность «Гидрология» направления подготовки «Гидрометеорология» [Текст] / А. В. Сикан – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.
6. Дружинин, В. С., Сикан, А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебное пособие. Направление «Гидрометеорология». Специальность «Гидрология» [Текст] / В. С. Дружинин, А. В. Сикан – СПб.: изд. РГГМУ, 2001.
7. Чеботарев, А. И. Гидрологический словарь [Текст] / А. И. Чеботарев – Л: Гидрометеоздат, 1978. – 308 с.

Приложение А1 Среднемесячные и среднегодовые расходы воды на  
реке Ловать

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1945	9.8	11.5	27.6	458	161	27	48.7	106	137	302	111	45.9	120.5
1946	32.5	35.1	55.2	679	166	31.2	17.5	21.3	128	118	37	14.6	111.3
1947	9.4	10.4	28.7	496	124	91.3	19	18.9	22.8	29.9	35.5	105	82.6
1948	58.9	102	41.4	583	78.3	19.4	16	17.1	21.1	48.9	90.1	67.7	95.3
1949	20.5	17.9	32.4	422	111	32.6	19.8	38.5	24.7	27.8	28.1	50.6	68.8
1950	15.3	9.1	17.8	546	115	162	97.5	69.1	112	87	103	141	122.9
1951	45.2	21.9	42.1	539	105	54.7	23.1	9.7	8.4	9	9.3	17.2	73.7
1952	15.8	14	10.7	155	57.4	26.7	3.7	142	71.1	301	210	70.5	89.8
1953	52.8	31.4	57.7	628	118	55.1	86.2	78.8	201	184	113	85	140.9
1954	20.4	13.4	26.3	275	143	21	22.7	27.6	62.2	101	123	65.1	75.1
1955	48.6	82.9	44.3	329	539	207	32.4	18.5	14.5	21.8	34.7	20	116.1
1956	21.1	15.4	13.9	380	446	57.3	21.6	32.2	37	124	46.8	82.9	106.5
1957	47.1	105	69.8	499	208	112	97	223	258	304	139	53.8	176.3
1958	63	64.5	89.8	531	320	55.3	35.2	33.9	21.5	117	127	89	128.9
1959	101	74.5	109	671	123	29.5	12.8	9	12.7	22.4	23.6	8.7	99.8
1960	13.1	10.1	11	333	117	29.8	67.6	62.9	119	89.1	234	272	113.2
1961	116	63.2	315	251	99.8	24.1	22.7	76.6	84.7	49.9	66.3	90.1	105.0
1962	56.9	41	35.3	683	277	65.5	221	121	111	124	176	73	165.4
1963	43.4	28.9	24.8	298	170	26.4	8.7	18.2	14.2	39.2	66.3	25.6	63.6
1964	20.4	14.4	13.4	276	120	24.3	8.9	6.1	8.7	14.7	23.6	49.2	48.3
1965	36	24.9	26.8	412	222	108	22	15.7	17	21.4	21.3	21.3	79.0
1966	23.4	16.4	96.6	722	185	28.2	15	13.8	16.3	24.5	22.1	21.3	98.7
1967	12.8	12.2	76	331	134	54.3	26.1	13.3	14.9	36.9	12.8	48.7	64.4
1968	25.4	19.6	128	541	256	35.1	92.3	24.4	16.9	40.2	59.6	33.9	106.0
1969	19.5	15.2	12.3	263	136	44.6	15.7	11.2	12.4	15.5	70.6	81.8	58.2
1970	25.9	17	17.9	527	67	30.5	13	11.3	12.2	19.3	28.2	24.9	66.2
1971	25	40.5	49.2	314	72.3	23.9	26	13.4	16.1	38.3	57.3	37.6	59.5
1972	22.2	10.4	37.4	255	91.6	70.6	23.2	10.5	10	13.4	35.6	98.2	56.5
1973	19.2	10.5	36.4	327	118	34.8	13.9	9.4	13	21.7	40.9	29.4	56.2
1974	23.2	21,3	61,2	267	101	53	75,6	63,3	23,1	46,2	87,2	137	79,9
1975	161	73,3	251	401	99,8	35,2	13,3	10,8	12,9	13,5	11,6	14,3	91,5
1976	23,9	12,7	15,4	404	170	140	41,2	22,2	16,2	15,7	30	51,2	78,5
1977	21,7	14	78	397	77,6	25,3	35,7	113	75,3	65	202	47,8	96,0
1978	33,8	25,9	132	509	336	96,8	38	33,3	59,4	300	241	98,7	158,7
1979	35,1	27,4	51	495	266	35,6	29,2	97,5	37,2	32,9	31,9	76,2	101,3
1980	34,4	24,8	22,1	309	218	37,7	61	79,3	128	117	132	106	105,8
1981	119	69,9	123	462	153	36,2	23,5	14,5	56,8	132	206	96,8	124,4
1982	63,4	48,2	123	381	145	51	50,9	23,2	33,3	51,4	71,9	142	98,7
1983	126	94,4	163	395	145	39	22,4	18,3	15,5	17,8	18,2	149	100,3
1984	56,1	26,8	20,7	322	146	91,6	32	21	93,8	141	94,3	51,8	91,4
1985	28	23,8	23,1	491	229	61,4	34,4	34,4	113	167	187	80,3	122,7
1986	53,2	41,2	77,4	678	222	44,5	146	26,5	83,7	104	97,5	94,4	139,0
1987	55,2	33,3	35,3	618	731	369	277	1010	296	224	205	201	337,9
1988	159	42,4	49,9	513	148	46,6	56,8	73,4	60,8	64,8	47,5	47,7	109,2

Приложение А2 Среднемесячные и среднегодовые расходы воды на  
реке Шелонь

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1945	3	3,4	7,9	14	25,5	4,4	16,1	22,9	51,2	132	50,8	16	28,9
1946	4,9	3,9	16,9	411	58,2	24	5,9	9,4	56,1	49,8	26,6	18	57,1
1947	3	2,9	23,2	43	43,1	33,2	4,5	1,9	2,5	2,9	3,9	16,9	15,1
1948	9	17,5	7,5	260	19,6	4,8	5,3	1,9	2,8	15	40,3	39,9	35,3
1949	8,1	16,5	32,1	222	44	38,5	11,9	11,6	10,2	6,7	9,3	34,5	37,1
1950	5,4	2,8	8,3	230	21,4	39,4	49,1	19,4	46,6	58,9	118	117	59,7
1951	10,9	5,1	13,9	343	30,8	24,9	5,8	3,1	3,2	3,1	3,8	7,1	37,9
1952	7	5,1	4,7	136	21,3	7,1	4,3	2,5	22,7	184	127	31,2	46,1
1953	26,3	15	52,3	349	19,1	27,7	27,9	30,1	62,2	56,1	50,1	35,6	62,6
1954	6,8	4,7	60,9	135	38,9	6,5	4,9	6,3	10,7	31	51	33,4	32,5
1955	23,6	42,6	15,9	174	276	66,2	8,4	3,7	2,9	4	8,2	7,5	52,8
1956	7,8	6,5	6,4	323	232	9	7,3	11	12,2	21,7	13	59,6	59,1
1957	23,6	54,4	17,3	268	92,6	16,8	15,1	48,9	145	68	52	13	67,9
1958	16,1	12,2	14	298	136	14,4	9,2	14,3	5,4	21,7	28,8	11,2	48,4
1959	14,5	26,8	81,7	317	23,4	6,8	5,1	2,5	3,2	4,9	7,1	2,7	41,3
1960	3,3	2,4	3,1	217	41,5	7,6	11,6	3,3	9	11,8	59,2	116	40,5
1961	33,1	26,1	144	104	23,8	5,1	3,5	20	13,2	7,3	13	15	34,0
1962	11,4	9,1	6,8	317	79,2	23,2	84,6	30,9	39,3	46,2	104	48,9	66,7
1963	7,8	5,5	4,6	180	46,4	5,4	2,9	4,4	4,8	10,1	26,3	8,7	25,6
1964	6,1	3,6	3	128	36,6	11,5	3,6	3,1	2,3	2,8	4,6	8	17,8
1965	7,5	7	8,9	257	47,7	12,9	5	6,3	5,2	4,2	6,6	5	31,1
1966	5,2	5,5	29,4	483	96,9	14,5	5,1	4,4	4,9	8	9,9	11,8	56,6
1967	4,6	4,5	75,7	176	62,6	25	10,5	4,1	3,4	11,1	40,8	16	36,2
1968	6,6	5,8	120	266	57	10	27,2	5,8	3,3	13,1	18,1	11,9	45,4
1969	4,8	3,7	4,2	148	88	10,5	3,5	2,2	2	2,5	14,5	20,9	25,4
1970	5	3,7	5,5	180	67,8	7,4	3,9	3,9	4,8	10,3	37,8	23,5	29,5
1971	22,9	34,8	39,1	236	28,7	11,4	4,3	3,4	4,4	8,8	17,1	11,5	35,2
1972	4,9	2,7	24,1	141	41,4	19,8	11,2	2,1	1,8	2,2	4,5	13,3	22,4
1973	3,2	1,9	19,2	59,9	39,3	7,3	2,2	1,5	2,1	2,6	5,2	6,8	12,6
1974	8	8,1	24,2	100	42,5	31,1	49,2	81,7	5,9	14	61,3	99,1	43,8
1975	83,1	22,4	125	200	27,7	9,6	3,5	2,6	2,3	2,4	2,4	4	40,4
1976	8,2	3,9	8,3	193	60,7	64,4	15,5	4,6	4,2	4,4	10	19,8	33,1
1977	8	4,6	25	209	27,9	5,2	3,8	8,3	12,1	26	45,8	14,2	32,5
1978	5,9	3,7	65,5	283	78,4	8,7	11,5	9,6	35,7	82,5	121	39,8	62,1
1979	8,3	8,1	35	236	102	6,3	6,3	15	7,4	8,7	13,5	30,2	39,7
1980	12,3	7,6	7,5	194	68,8	12,2	10,3	32,1	32	33,6	62,9	41	42,9
1981	31,6	13,6	57,9	220	48,2	10,2	5	7,4	37,3	89,7	123	52,6	58,0
1982	27,9	24,4	107	300	67	24,9	23,7	6,6	21	49,3	61,4	89,8	66,9
1983	76,2	35,7	83,8	207	45,2	19,7	7	3,5	2,7	4	5,7	32,7	43,6
1984	46,7	17,8	11,2	257	44,2	26,4	6,2	3,7	11,8	26	27,2	19,3	41,5
1985	7,8	5,2	6,3	229	45,6	15,6	16,6	36,7	42	95,6	99,2	20	51,6
1986	15,8	14,7	67,4	320	49,7	12,2	47,8	7,9	26	34,2	47,9	52,5	58,0
1987	17,5	7,8	16,8	359	277	119	82,1	551	147	170	161	164	172,7
1988	86	11,1	25	251	36,9	7,3	7,2	24,7	34,8	18	12,6	11,6	43,9

Приложение А3 Среднемесячные и среднегодовые расходы воды на  
реке Мста

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1945	25,2	31,3	38,9	374	238	103	56	70,1	134	249	203	71,5	132,8
1946	55,2	43,4	48,9	526	528	118	82,2	55,4	78,3	82	54,3	38,5	142,5
1947	27,7	24,6	25,6	552	381	117	65,8	48,9	39	48,4	56,5	55,3	120,2
1948	51,1	61,7	58,8	524	193	80,5	65,4	37,3	41	108	143	114	123,2
1949	58,2	59,8	64,1	498	312	300	126	88,6	54,9	83,2	80,1	152	156,4
1950	75,5	48	46,3	634	196	183	102	51,3	109	122	177	173	159,8
1951	79	50,6	54,3	678	141	117	86,3	47,9	37,6	36,3	36,8	43	117,3
1952	42,6	39,3	32,4	351	238	108	112	77,2	170	480	443	100	182,8
1953	65,2	60,6	54,3	830	209	141	453	459	351	479	219	257	298,2
1954	76,8	61,4	72,4	283	324	115	117	98,5	112	216	248	85,2	150,8
1955	78,4	99,8	83,8	304	1150	388	119	80,1	66,7	55,6	81,6	59,4	213,9
1956	53	46,4	56,2	409	878	114	95,4	92,5	80,8	120	88,5	173	183,9
1957	95	119	75,4	704	370	194	129	115	217	400	244	86,2	229,1
1958	102	79,4	99,1	525	702	121	104	108	78	198	220	127	205,3
1959	102	111	129	827	311	71,3	90,8	49,8	64,6	76,3	76,6	44,1	162,8
1960	44	38,7	41,1	546	192	80,3	64,2	37,8	50,5	48	64,7	214	118,4
1961	131	85	212	525	354	119	80,2	149	148	92,1	91,9	82,8	172,5
1962	78,5	74,9	72,4	868	329	151	273	130	267	162	201	87	224,5
1963	76,7	70	62,4	362	191	75,9	70,1	39,2	38,3	71	123	62,7	103,5
1964	55,3	45,4	45,9	382	261	106	55,9	37,8	39,7	70,6	125	94,9	110,0
1965	64,5	56,8	67,2	493	416	142	86,8	88,8	60,2	80,7	89,8	61,5	142,3
1966	53,8	48,3	70	1080	785	120	68,5	68,9	82,8	130	87,4	53,4	220,7
1967	46,4	42,8	77,2	555	355	182	96,3	65	77,1	156	205	90,7	162,4
1968	64,4	46,4	156	930	400	108	83,2	63,3	40,3	91	158	85,8	185,5
1969	55,5	40,2	40,7	450	476	152	76,9	57,3	52,2	92,5	245	220	163,2
1970	81,3	54,6	53,9	546	279	90,1	54,6	40,9	45,1	70	98,3	68,4	123,5
1971	70,7	92,9	75,9	501	162	96,5	62,8	42,3	57,5	121	114	78,2	122,9
1972	46,7	38,6	48,9	338	164	88,8	43,7	31	28,3	35,9	60,1	103	85,6
1973	40,4	31,9	40,8	512	194	76,4	44,9	35,9	42,4	60,5	112	70,9	105,2
1974	63,1	57,7	63	329	441	99,3	137	116	44,9	62,7	137	229	148,3
1975	182	105	191	516	123	73,8	41,8	37,6	36,7	36,7	26,7	36,8	117,3
1976	39,8	33,8	36,2	424	430	335	181	94,3	67,8	47	56,7	81,3	152,2
1977	61	48,2	57,9	650	324	162	136	163	132	214	255	107	192,5
1978	70,1	54,6	82,5	789	305	154	90,3	88,3	95,9	199	363	162	204,5
1979	71	52,6	63,9	375	347	66,5	61	109	58,1	174	87,1	136	133,4
1980	69,5	52,3	50,1	296	312	73,8	155	89,6	126	101	146	173	137,0
1981	129	104	100	502	406	95,1	52	39,8	67,5	232	302	131	180,0
1982	104	71,1	87,6	652	409	104	74,5	81,8	118	116	187	205	184,2
1983	193	114	129	619	181	90,4	88,4	75,4	174	154	166	137	176,8
1984	165	103	74,8	696	340	143	81,3	160	116	205	185	176	203,8
1985	54,8	52	54,7	416	491	139	127	71,4	69,7	107	230	112	160,4
1986	99,5	81,6	258	1280	1010	116	114	78,9	320	362	262	257	353,3
1987	108	63,3	68,6	646	1250	277	280	775	354	370	90,9	87,5	364,2
1988	104	61,1	67,3	526	284	78,9	56,6	98,6	97,5	90,6	86,6	76,9	135,7

Приложение А4 Среднемесячные и среднегодовые расходы воды на  
реке Волхов

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1945	110	96	85	723	923	642	410	309	353	785	704	485	469
1946	374	288	237	916	1810	1200	685	460	388	457	352	287	621
1947	187	144	115	798	1240	856	536	341	328	207	126	184	422
1948	173	210	206	961	998	608	396	260	201	282	443	450	432
1949	363	287	259	796	967	807	741	516	397	335	234	290	499
1950	242	82	153	844	989	770	722	439	421	528	514	583	524
1951	514	417	330	1240	1150	767	516	242	173	146	134	137	481
1952	178	140	111	411	632	422	297	252	293	888	1110	691	452
1953	660	518	428	1430	1400	983	813	1040	999	1250	1010	824	946
1954	594	467	384	685	830	634	434	323	294	438	654	467	517
1955	455	407	366	429	1980	1710	1200	760	454	295	208	233	708
1956	180	144	126	338	1980	1400	848	573	399	315	311	359	581
1957	377	378	371	1040	1430	1070	772	620	759	1160	1090	643	809
1958	570	434	370	806	1800	270	824	623	393	298	604	459	621
1959	414	441	413	1390	1590	975	631	377	200	151	237	223	587
1960	160	133	107	615	1020	688	457	253	252	308	278	678	412
1961	598	465	737	1230	1090	827	481	416	513	319	286	280	604
1962	267	265	207	1150	1570	1090	966	817	823	732	736	634	771
1963	510	387	290	613	984	654	353	151	420	128	291	284	422
1964	230	168	136	485	823	625	330	235	131	135	137	157	299
1965	216	191	174	594	1272	848	618	377	218	170	187	150	418
1966	89	150	147	1170	2320	1520	872	519	258	290	277	230	654
1967	81	35	230	924	1030	770	519	244	165	195	427	397	418
1968	309	235	246	1480	1570	1100	726	468	219	236	424	317	611
1969	242	90	159	596	1300	910	503	246	152	132	377	450	430
1970	342	271	235	885	1350	829	446	215	131	183	337	290	460
1971	291	318	262	1150	940	535	288	203	135	108	241	287	397
1972	222	164	144	688	661	426	219	116	64	44	97	279	260
1973	167	137	160	642	648	470	194	77	73	108	223	238	261
1974	310	281	260	707	879	712	620	585	338	151	423	385	471
1975	661	639	705	1390	1130	730	369	138	98	82	73	107	510
1976	155	141	40	697	1140	994	969	581	325	163	134	241	465
1977	259	218	205	920	1160	767	464	356	328	447	594	372	508
1978	340	258	271	1218	1424	1052	637	471	395	493	717	595	656
1979	489	350	301	837	1166	810	514	410	277	189	181	269	483
1980	264	221	188	535	928	701	428	342	408	393	374	493	440
1981	568	485	403	1074	1236	883	525	280	194	441	817	546	621
1982	531	485	484	1287	1312	1007	672	422	291	317	504	350	639
1983	573	543	513	1295	1103	761	490	310	162	191	250	437	552
1984	542	444	352	1046	1047	780	525	347	248	460	521	330	554
1985	267	196	190	652	1220	898	666	454	369	369	601	465	529
1986	406	336	16	1175	1465	1005	676	493	522	619	634	496	654
1987	381	309	240	611	1276	1215	1062	1144	1152	1195	626	511	810
1988	520	435	360	1117	1160	747	490	315	316	244	222	241	514

Приложение Б Среднемесячные и среднегодовые уровни воды на озере

Ильмень

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1945	33	46	60	222	310	236	162	134	129	252	302	229	176
1946	163	108	50	256	501	384	265	181	146	165	141	119	207
1947	67	34	8	233	395	305	211	132	81	47	30	33	131
1948	14	39	39	280	349	233	157	114	79	95	132	176	142
1949	140	96	82	240	336	282	269	183	125	86	55	85	165
1950	89	55	28	239	343	288	272	103	156	173	83	270	175
1951	246	191	123	353	390	292	196	129	97	68	43	30	180
1952	24	7	10	61	210	164	135	105	111	263	377	354	152
1953	298	235	169	393	430	322	281	345	342	388	351	348	325
1954	285	207	139	214	281	232	168	127	101	130	212	197	191
1955	181	159	142	45	527	528	406	278	169	113	86	68	225
1956	203	183	163	229	700	60	472	374	314	283	295	290	297
1957	305	295	301	465	593	531	447	384	414	522	519	449	435
1958	408	361	332	403	659	572	456	366	299	291	379	378	409
1959	355	346	328	546	640	508	397	309	254	247	265	233	369
1960	201	177	156	297	503	406	337	284	277	264	296	391	299
1961	418	377	417	519	521	448	344	301	313	278	264	276	373
1962	263	252	233	457	628	533	502	462	432	414	402	464	420
1963	408	343	288	328	479	377	285	247	235	237	274	276	315
1964	242	210	181	255	433	383	296	239	201	187	204	224	255
1965	239	220	204	296	552	478	376	299	262	238	242	228	303
1966	220	201	203	492	741	606	454	333	274	267	267	252	359
1967	222	194	200	396	491	412	326	262	239	242	305	318	301
1968	274	231	206	562	609	508	400	325	266	252	298	282	351
1969	250	218	184	258	497	446	332	264	229	224	243	323	289
1970	303	258	213	350	535	421	309	249	224	227	241	254	299
1971	233	244	226	427	436	342	296	248	217	227	262	256	285
1972	225	185	153	287	365	321	277	242	220	220	234	242	248
1973	230	202	178	329	389	342	284	258	253	256	280	296	275
1974	289	239	308	349	442	398	340	326	275	252	300	347	322
1975	429	414	393	548	522	402	304	251	230	220	216	215	345
1976	211	188	163	317	522	479	462	359	280	253	249	277	313
1977	268	233	208	399	520	413	319	296	281	300	332	383	329
1978	297	251	228	473	584	491	379	295	250	297	363	433	362
1979	1366	301	252	398	533	438	320	276	229	209	209	255	399
1980	255	226	790	266	472	399	297	256	280	265	301	357	347
1981	375	333	295	474	545	441	324	240	217	275	398	431	362
1982	408	354	310	516	573	482	378	285	243	241	269	306	364
1983	374	379	331	539	527	422	1319	248	214	219	252	291	426
1984	347	324	268	432	511	428	336	262	234	279	315	291	336
1985	260	225	192	318	543	468	385	305	266	289	357	363	331
1986	324	285	244	494	623	503	397	322	301	343	340	364	378
1987	329	278	233	323	561	554	496	508	514	492	402	376	422
1988	366	335	274	454	519	410	313	261	257	244	240	239	326

Приложение В1 Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха на метеостанции Великие Луки

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1961	-5,0	-1,2	1,0	5,0	11,4	17,3	17,0	15,0	10,0	6,1	0,8	-5,6	6,0
1962	-3,0	-5,8	-7,7	6,8	11,6	13,0	15,3	14,3	10,2	6,8	1,5	-7,4	4,6
1963	-15,0	-11,7	-9,5	2,8	16,0	13,6	18,4	17,6	12,4	5,9	0,0	-8,4	3,5
1964	-5,7	-10,0	-6,6	4,6	11,1	18,4	18,1	14,5	11,4	7,2	-0,9	-3,0	4,9
1965	-7,4	-9,8	-8,9	2,6	8,4	15,5	15,4	14,6	12,2	4,3	-5,9	-2,4	3,2
1966	-10,5	-9,6	-0,4	3,8	14,2	14,3	15,7	15,2	9,4	6,0	-0,9	-7,8	4,1
1967	-14,2	-7,6	1,3	5,4	14,7	15,3	16,6	15,8	12,0	9,3	2,6	-8,8	5,2
1968	-15,5	-8,4	-2,3	5,7	11,0	15,7	14,8	17,0	10,6	3,7	-1,6	-3,8	3,9
1969	-14,5	-10,0	-4,4	5,4	11,3	14,6	16,6	15,3	9,9	4,7	2,1	-9,2	3,5
1970	-11,7	-11,0	-1,7	5,2	12,7	15,7	17,6	15,5	10,8	4,6	-0,2	-5,1	4,4
1971	-3,2	-6,5	-4,1	4,2	12,4	15,8	16,3	16,5	10,2	4,9	-1,4	5,2	5,9
1972	-14,3	-15,1	-2,8	5,0	11,4	17,5	20,2	18,2	10,3	4,1	-3,5	-5,6	3,8
1973	-8,2	-2,8	-1,1	5,8	11,5	16,6	17,9	15,2	7,9	3,4	-1,5	-5,9	4,9
1974	-8,1	-1,4	-1,0	2,9	8,8	15,5	16,5	15,1	12,4	7,5	1,7	-0,5	5,8
1975	-1,9	-4,2	0,6	7,2	14,8	15,4	17,9	15,6	12,9	4,9	1,2	-2,4	6,8
1976	-10,8	-10,8	-3,5	4,6	10,3	13,0	16,3	13,6	10,1	-0,3	0,7	-3,2	3,3
1977	-8,9	-6,5	-1,4	6,3	12,8	15,6	16,7	14,7	9,1	4,6	-1,0	-2,2	5,0
1978	-7,8	-9,5	0,6	4,5	13,8	16,8	15,3	15,3	8,6	4,2	-1,4	-3,4	4,8
1979	-9,4	-10,3	-0,9	3,9	14,3	17,0	14,6	16,2	7,9	4,0	0,0	-3,8	4,5
1980	-10,5	-8,2	-7,0	5,5	14,4	17,4	16,6	14,7	10,9	6,2	-2,1	-3,8	4,5
1981	-6,0	-5,3	-36,0	2,9	13,7	17,0	18,7	15,2	10,9	7,7	-0,2	-5,4	2,8
1982	-4,5	0,5	-6,4	5,0	11,3	13,0	16,9	15,7	11,2	5,4	3,0	-0,2	5,9
1983	-2,0	-7,6	-1,7	8,4	15,0	14,3	16,9	15,6	12,8	6,6	-0,1	-2,4	6,3
1984	-3,6	-9,1	-3,0	7,3	12,5	13,9	15,7	15,0	11,5	7,7	-1,1	-6,4	5,0
1985	-12,6	-16,4	-2,4	3,8	12,6	14,4	15,7	18,0	9,4	7,3	-2,3	-5,7	3,5
1986	-5,5	-13,8	-0,1	5,3	13,1	16,0	17,2	15,2	7,8	4,8	2,1	-6,3	4,7
1987	-17,6	-4,9	-7,1	2,9	11,4	15,3	15,7	13,9	9,7	4,2	-0,6	-5,6	3,1
1988	-5,6	-4,8	0,2	4,4	14,7	14,7	19,6	15,4	11,6	4,6	-3,9	-6,0	5,4

Приложение В2 Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха на метеостанции Новгород

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ГОД
1961	-4,6	-1,2	0,4	3,2	11,1	18,1	17,2	14,8	9,3	6,6	0,6	-6,1	5,8
1962	-3,9	-6,0	-9,3	5,1	10,4	12,4	15,7	14,0	10,0	5,9	0,6	-7,0	4,0
1963	-15,6	-12,3	-10,7	1,7	15,0	13,6	18,4	17,3	12,2	5,3	-0,8	-8,1	3,0
1964	-5,0	-11,0	-6,0	3,3	11,0	17,0	18,1	14,8	10,0	7,0	-2,4	-4,7	4,3
1965	-7,9	-11,2	-5,2	1,2	7,9	15,8	15,1	14,6	12,3	4,2	-7,0	-3,9	3,0
1966	-14,6	-12,8	-2,0	2,7	12,9	13,0	14,0	14,5	8,9	5,5	-0,8	-8,7	2,7
1967	-15,0	-8,4	0,1	4,4	18,4	15,0	16,4	16,6	12,0	8,5	2,7	-9,9	5,1
1968	-17,3	-8,9	-3,1	4,3	9,8	16,7	14,5	17,2	10,5	2,7	-2,1	-3,9	3,4
1969	-14,7	-10,8	-4,7	3,7	10,2	14,8	16,8	15,7	9,6	5,0	0,4	-8,5	3,1
1970	-12,0	-11,3	-2,3	3,8	11,8	16,2	17,8	15,7	10,2	4,4	-1,4	-6,0	3,9
1971	-3,3	-7,9	-4,5	3,2	11,7	15,6	16,8	16,1	9,8	4,1	-2,1	4,6	5,3
1972	-14,3	-6,6	-3,0	3,3	11,0	18,2	2,0	4,0	19,2	11,0	-3,5	4,2	3,8
1973	-7,9	-5,0	-2,1	4,9	11,8	16,9	19,5	15,4	7,5	3,0	-2,3	-7,0	4,6
1974	-8,7	-1,6	-1,1	2,7	8,3	16,1	17,6	15,3	12,8	7,1	1,7	-0,8	5,8
1975	-2,5	-5,6	0,1	5,6	14,1	14,8	18,5	15,6	12,5	4,4	-2,6	-3,4	6,0
1976	-11,5	-11,6	-4,5	3,0	10,4	12,4	16,4	13,9	9,1	-0,7	-0,8	-4,8	2,6
1977	-9,3	-8,2	-3,5	4,4	12,2	15,8	17,3	14,6	8,6	4,0	1,2	-3,5	4,5
1978	-8,8	-11,4	-1,4	2,5	12,0	13,4	16,8	14,6	7,5	3,8	1,0	-2,6	4,0
1979	-10,6	-12,5	-2,1	2,5	13,6	16,5	16,0	16,7	8,4	3,5	0,0	-4,1	4,0
1980	-4,0	-8,6	-7,2	4,9	13,4	18,5	16,6	14,6	10,5	5,5	-2,6	-4,1	4,8
1981	-5,6	-5,8	-6,1	1,8	13,1	16,7	19,0	15,1	10,3	7,4	-0,4	-6,6	4,9
1982	-5,1	-1,3	-8,2	3,4	10,8	12,5	17,3	15,6	10,5	3,2	-1,2	-1,6	4,7
1983	-2,7	-9,2	-3,0	6,9	14,7	14,4	17,7	15,9	11,8	5,6	-0,8	-3,6	5,6
1984	-4,4	-9,0	-4,0	5,7	11,4	4,6	16,4	14,8	11,3	6,9	-1,8	-5,9	3,8
1985	-14,0	-16,6	-2,6	2,5	11,8	13,9	16,0	18,2	9,9	7,0	-2,3	-7,8	3,0
1986	-6,6	-13,4	-1,8	4,5	12,2	17,5	16,4	15,2	7,6	4,5	1,9	-8,2	4,2
1987	-19,2	-5,8	-7,5	1,4	9,8	15,2	15,9	13,8	9,3	4,9	-2,5	-6,6	2,4
1988	-5,9	-5,2	-1,2	3,2	14,1	18,4	20,6	15,2	11,5	4,7	-5,5	-7,2	5,2

Приложение В3 Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха на метеостанции Псков

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1961	-3,4	-0,6	1,0	4,6	11,3	18,0	16,6	14,6	10,1	7,0	1,3	-4,4	6,3
1962	-2,8	-5,3	-8,8	6,4	10,2	12,8	15,7	13,9	10,2	6,6	1,1	-6,0	4,5
1963	-13,8	-12,8	-10,2	2,5	15,6	14,8	18,8	17,8	12,8	6,0	-0,5	-7,8	3,6
1964	-4,3	-10,3	-5,9	4,3	4,5	17,6	17,8	14,6	10,6	6,8	-0,7	-3,2	4,3
1965	-5,9	-10,0	-4,4	3,2	8,4	15,6	15,1	14,7	12,7	4,8	-5,8	-3,3	3,8
1966	-12,1	-10,9	-1,2	2,8	12,9	15,2	14,6	14,5	9,5	6,2	-0,3	-6,9	3,7
1967	-13,4	-6,4	1,3	5,0	18,0	14,8	17,3	15,9	12,4	8,9	3,0	-9,5	5,6
1968	-14,8	-7,2	-1,8	5,3	10,0	16,8	15,2	17,4	11,0	3,7	-1,2	-3,2	4,3
1969	-13,2	-8,9	-4,1	4,6	10,7	15,5	17,0	15,6	10,3	5,2	1,0	-9,0	3,7
1970	-11,9	-10,7	-1,5	4,8	12,3	16,4	17,4	15,8	10,5	4,7	-0,1	-5,4	4,4
1971	-2,4	-5,9	-4,2	4,1	12,6	15,6	17,0	16,8	10,0	5,0	-1,6	5,4	6,0
1972	-5,9	-4,5	-3,6	3,8	10,0	14,6	18,0	15,6	12,0	4,8	-2,4	-3,0	5,0
1973	-6,0	-3,4	-0,5	4,9	11,9	16,9	19,4	15,8	8,2	3,6	-1,5	-5,7	5,3
1974	-5,7	-0,8	-0,2	3,3	8,5	15,4	16,6	15,4	12,8	6,9	1,9	-0,1	6,2
1975	-1,2	-3,8	1,0	5,8	14,2	14,9	18,7	16,7	13,4	5,3	1,2	-1,8	7,0
1976	-9,6	-9,6	-3,7	3,8	11,2	13,1	16,9	14,8	9,8	0,2	0,7	-4,2	3,6
1977	-8,0	-6,3	-1,6	2,9	10,9	14,9	16,5	15,1	9,2	5,3	1,2	-3,9	4,7
1978	-7,0	-10,0	0,0	3,8	12,9	15,2	13,9	15,3	8,1	4,0	1,6	-3,4	4,5
1979	-9,3	-10,0	-0,7	3,8	13,6	17,4	14,5	16,9	8,0	4,6	1,0	-3,0	4,7
1980	-9,6	-8,6	-6,1	5,5	13,2	18,1	17,2	15,1	10,7	6,1	-1,7	-2,7	4,8
1981	-4,7	-4,7	-4,2	2,6	13,7	16,2	18,4	15,4	11,3	7,6	-0,3	-5,6	5,5
1982	-4,2	0,1	-5,3	4,7	11,4	13,1	16,9	16,2	10,9	5,9	-3,2	-0,6	5,5
1983	-1,0	-8,0	-2,4	8,0	14,8	14,9	17,9	16,6	12,3	6,6	0,2	-2,6	6,4
1984	-3,4	-7,6	-2,7	7,3	14,0	14,7	16,5	16,0	10,8	8,1	-1,5	-4,4	5,7
1985	-13,3	-16,0	-1,7	3,4	12,5	14,7	16,5	17,9	10,1	7,9	-1,6	-5,6	3,7
1986	-5,5	-12,0	-0,1	5,4	13,2	17,7	17,9	15,3	8,0	5,7	2,8	-6,7	5,1
1987	-17,8	-5,1	-7,1	2,9	11,0	15,0	16,1	13,8	9,8	4,8	-0,8	-4,8	3,2
1988	-5,0	-4,4	-1,1	4,3	14,7	18,3	20,2	15,5	12,0	5,1	-4,1	-6,0	5,8

Приложение В4 Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха на метеостанции Валдай

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ГОД
1961	-6,1	-2,0	-0,6	2,6	10,4	17,2	16,8	14,3	8,9	6,3	-0,7	-7,3	5,0
1962	-4,9	-6,9	-8,2	5,6	10,3	11,8	14,8	13,1	9,4	5,2	0,3	-8,1	3,5
1963	-16,0	-11,5	-11,2	2,5	15,4	12,4	17,9	16,8	12,3	5,0	-1,0	-8,6	2,8
1964	-7,4	-10,4	-7,6	3,0	10,0	10,8	18,0	14,6	10,2	6,5	-3,2	-5,1	3,3
1965	-8,6	-10,8	-4,4	1,2	7,2	14,8	14,5	14,0	11,8	3,4	-7,3	-3,8	2,7
1966	-13,6	-12,1	-2,0	2,6	12,9	13,9	15,2	14,5	8,0	5,1	-0,8	-10,4	2,8
1967	-14,7	-8,9	0,3	4,3	13,4	14,8	16,0	16,2	11,0	8,1	11,0	-10,4	5,1
1968	-17,4	-8,5	-2,2	3,7	9,4	16,4	13,9	16,8	10,4	1,9	-2,7	-5,5	3,0
1969	-15,1	-12,4	-4,7	3,4	9,4	13,7	16,0	14,7	9,0	3,8	0,6	-9,4	2,4
1970	-11,9	-10,5	-2,4	3,9	11,2	15,3	17,3	15,2	9,9	3,7	-2,4	-6,4	3,6
1971	-3,9	-10,0	-4,5	2,9	11,1	14,9	15,5	15,3	9,2	2,9	-2,7	3,8	4,5
1972	-16,3	-6,7	-4,2	3,4	10,4	17,4	20,7	19,2	10,3	3,3	-2,9	-4,0	4,2
1973	-9,7	-4,7	-2,1	4,7	10,9	16,5	18,2	14,8	6,6	2,3	-3,2	-7,1	3,9
1974	-10,8	-1,8	-1,9	1,4	7,1	15,1	16,8	14,5	12,1	6,7	0,8	-1,9	4,8
1975	-3,7	-6,6	-0,2	6,1	13,9	14,4	17,8	14,7	12,3	3,8	-3,4	-4,1	5,4
1976	-13,6	-11,9	-4,6	2,6	9,3	11,5	15,7	13,0	8,7	-1,4	-1,4	-4,7	1,9
1977	-9,9	-8,1	-2,8	4,4	11,9	15,6	17,0	14,0	8,6	2,9	-3,1	-3,9	3,9
1978	-8,5	-11,3	-0,7	3,9	13,0	16,3	16,0	14,1	9,0	3,6	-2,7	-4,5	4,0
1979	-11,2	-11,1	-2,0	1,5	13,8	15,6	15,0	16,4	9,9	3,0	-1,0	-5,5	3,7
1980	-11,6	-8,5	-7,7	4,0	15,0	17,1	15,8	14,0	9,7	4,6	-3,2	-5,0	3,7
1981	-6,3	-6,6	-5,7	1,1	12,4	16,2	18,9	15,0	9,8	7,0	-1,5	-6,1	4,5
1982	-9,5	-1,3	-6,9	3,4	9,8	11,6	16,5	15,0	10,1	4,3	-2,2	-1,6	4,1
1983	-4,1	-9,6	-2,9	6,4	13,7	13,1	16,5	15,0	11,4	5,2	-1,8	-3,5	5,0
1984	-5,0	-9,9	-4,3	5,4	13,4	13,5	15,9	13,9	10,8	6,4	-2,9	-8,2	4,1
1985	-14,8	-16,7	-2,7	2,3	11,2	12,8	15,2	18,0	9,2	6,1	-4,1	-8,4	2,3
1986	-7,5	-14,3	-1,1	3,7	11,5	16,5	16,9	14,5	6,6	36,0	0,9	-6,9	6,4
1987	-20,2	-6,4	-7,5	1,3	10,6	14,7	15,0	13,0	8,1	4,1	-3,3	-7,5	1,8
1988	-7,4	-6,5	-1,2	3,1	13,3	17,8	20,3	14,5	10,8	4,4	-5,5	-7,7	4,7

Приложение В5 Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха на метеостанции Волховская ГЭС

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ГОД
1961	-6,4	-1,4	-0,4	1,9	1,4	17,4	16,8	14,6	8,9	6,8	-0,6	-7,0	4,3
1962	-3,2	-6,4	-8,4	5,5	9,7	11,8	15,4	13,2	9,8	5,6	0,6	-6,8	3,9
1963	-15,4	-12,5	-12,1	2,4	19,9	12,7	17,2	16,5	12,6	5,2	-1,4	-8,7	3,0
1964	-5,6	-10,1	-7,4	2,7	9,8	15,4	16,6	14,4	14,3	6,9	-2,9	-5,0	4,1
1965	-7,5	-11,2	-4,4	2,2	6,3	15,1	14,6	14,4	12,0	4,2	-7,0	-3,8	2,9
1966	-17,1	-14,9	-3,8	2,8	11,4	14,2	15,0	14,5	8,3	5,0	-0,1	-9,8	2,1
1967	-14,1	-7,9	1,0	4,0	11,4	13,8	16,3	16,5	11,4	7,8	1,8	-10,4	4,3
1968	-18,7	-7,6	-1,5	2,9	9,3	16,1	13,6	16,3	10,0	1,9	-2,8	-4,3	2,9
1969	-15,6	-12,2	-5,5	3,4	8,4	13,4	15,8	15,0	9,3	4,7	-0,2	-8,0	2,4
1970	-11,8	-10,8	-1,7	3,6	9,4	15,2	17,6	15,3	9,9	11,1	-2,2	-6,2	4,1
1971	-2,9	-9,3	-5,2	2,1	10,2	13,9	16,2	15,2	8,9	3,3	-2,7	3,7	4,5
1972	-6,2	-0,8	-4,5	2,3	12,0	14,3	15,6	14,5	7,2	2,4	-3,0	-5,0	4,1
1973	-8,2	-6,3	-3,0	4,6	11,0	16,2	18,4	14,7	6,8	2,1	-2,9	-7,8	3,8
1974	-10,4	-0,8	-1,3	1,4	6,2	13,7	17,6	14,6	12,4	6,7	1,1	-0,8	5,0
1975	-3,2	-5,5	0,0	5,2	12,6	13,7	17,3	14,7	12,4	3,8	-1,9	-4,1	5,4
1976	-13,5	-11,7	-4,8	2,1	9,3	11,4	15,3	13,0	8,3	-1,2	-1,5	-5,3	1,8
1977	-12,6	-11,4	-5,3	2,5	8,3	13,6	17,0	14,5	8,6	3,1	-2,0	-4,0	2,7
1978	-9,5	-13,1	-2,3	1,4	9,0	14,2	13,3	13,8	9,4	5,5	-1,0	-7,0	2,8
1979	-11,3	-12,1	-1,9	1,2	12,9	15,3	15,5	15,9	9,3	3,7	0,0	-5,1	3,6
1980	-11,0	-8,8	-6,9	4,3	12,0	17,5	15,6	14,2	9,6	4,8	0,4	-4,9	3,9
1981	-6,0	-7,0	-6,7	0,9	11,2	15,7	18,7	14,7	9,8	7,0	-1,0	6,5	5,3
1982	-8,4	-1,4	3,3	3,3	10,2	11,1	16,5	14,9	10,1	4,1	-2,0	-1,7	5,0
1983	-8,2	-10,7	-3,3	6,4	12,8	13,9	17,2	15,2	11,4	5,1	-1,4	-3,8	4,6
1984	-4,8	-7,9	-4,8	5,3	10,5	14,0	16,2	14,1	10,3	6,4	-2,5	-6,9	4,2
1985	-16,4	-17,9	-2,2	1,7	10,1	12,9	15,4	17,7	9,4	6,5	-2,8	-8,5	2,2
1986	-8,2	-13,5	-0,3	4,2	10,6	17,0	17,3	13,8	6,8	4,1	2,0	-10,0	3,7
1987	-21,1	-6,3	-6,6	1,5	9,7	15,0	15,2	13,2	8,9	5,2	-3,9	-9,0	1,8
1988	-6,4	-5,6	-3,5	4,0	9,0	17,2	19,8	12,7	10,8	5,0	-4,9	-7,8	4,2

Приложение Г1 Среднемесячное и среднегодовое количество осадков  
на метеостанции Валдай

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1961	33,6	25,4	59,0	45,9	83,7	54,4	115,2	131,1	40,9	14,5	43,0	46,5	57,8
1962	38,9	13,3	63,3	41,8	69,5	104,7	107,3	95,9	91,1	48,9	40,2	26,8	61,8
1963	22,3	14,7	18,2	12,4	26,5	73,1	34,4	34,4	66,6	36,7	86,0	47,2	39,4
1964	17,4	17,3	19,7	26,3	25,8	36,6	49,8	40,9	65,2	66,6	64,7	51,2	40,1
1965	33,4	21,1	43,1	5,5	54,3	32,4	108,3	59,9	42,9	68,7	51,0	41,6	46,9
1966	50,5	49,4	70,7	42,0	62,3	55,0	65,0	61,4	17,2	60,9	23,8	46,7	50,4
1967	35,3	16,4	23,1	65,7	106,6	101,5	46,5	96,1	45,5	125,7	57,1	53,3	64,4
1968	27,1	25,2	45,7	59,0	116,3	54,9	118,0	17,9	51,4	143,7	32,5	48,5	61,7
1969	19,2	14,0	34,2	60,0	69,3	79,2	80,4	47,4	88,9	91,3	95,1	32,6	59,3
1970	39,4	17,0	16,4	57,0	26,7	14,2	92,2	57,8	68,6	71,7	42,3	38,0	45,1
1971	34,3	27,4	32,6	25,7	41,5	130,1	89,7	31,4	90,9	106,6	58,9	50,2	59,9
1972	30,2	34,2	39,6	54,0	48,6	99,8	65,4	45,6	110,3	89,6	75,6	45,3	61,5
1973	20,7	48,4	44,7	78,5	56,2	93,7	53,2	64,0	130,0	83,1	102,3	49,4	68,7
1974	28,2	30,9	11,4	25,6	53,6	106,1	169,8	55,1	48,6	72,5	69,2	61,1	61,0
1975	69,1	38,2	29,4	50,9	25,5	74,7	99,0	62,2	23,3	52,1	65,3	85,5	56,3
1976	38,0	26,7	52,7	76,8	55,8	140,6	65,5	55,4	24,0	49,0	52,7	63,8	58,4
1977	32,1	28,3	58,3	64,5	53,2	115,3	133,0	91,7	99,4	84,8	49,6	59,3	72,5
1978	27,3	32,8	63,6	51,8	46,3	79,3	125,3	53,5	85,6	69,3	45,6	64,5	62,1
1979	41,9	36,9	40,0	16,5	24,1	17,8	118,6	59,4	79,2	38,1	43,9	72,0	49,0
1980	52,3	39,0	11,1	19,3	25,0	27,7	86,0	216,8	44,8	75,3	62,2	88,3	62,3
1981	55,9	34,3	60,3	30,2	39,3	77,5	70,8	93,1	90,7	138,4	85,7	52,0	69,0
1982	38,8	30,0	31,4	32,9	74,8	59,1	30,7	101,1	65,4	44,2	50,2	68,0	52,2
1983	78,1	30,6	36,2	42,3	61,6	100,6	115,0	57,1	624,0	98,1	116,9	86,9	120,6
1984	39,8	5,3	35,1	39,7	44,0	59,5	66,9	87,6	123,3	91,3	16,2	72,1	56,7
1985	60,2	25,8	28,1	31,1	49,7	96,9	76,5	59,5	118,1	93,0	61,3	62,4	63,6
1986	63,1	16,5	45,7	73,7	25,6	73,1	124,0	66,6	163,3	47,6	49,3	68,0	68,0
1987	28,3	52,2	17,9	38,6	118,1	126,4	70,9	111,0	115,3	0,9	55,5	59,4	66,2
1988	20,0	33,5	36,3	33,9	42,8	67,8	26,0	150,5	62,5	55,7	74,9	62,2	55,5

Приложение Г2 Среднемесячное и среднегодовое количество осадков  
на метеостанции Псков

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1961	20,8	26,4	35,0	29,5	62,0	50,6	102,0	119,9	19,8	18,9	22,7	21,6	44,1
1962	35,1	19,6	42,9	32,2	68,8	107,6	64,9	114,1	67,0	33,5	51,7	29,3	55,6
1963	17,5	30,4	17,0	14,0	19,7	22,5	20,7	132,5	22,6	68,8	41,5	38,7	37,2
1964	8,5	18,7	10,0	29,3	34,7	61,7	14,2	35,9	30,3	36,1	53,9	60,9	32,9
1965	43,1	17,6	40,7	6,6	26,6	65,5	67,9	58,8	18,4	45,0	56,8	56,7	42,0
1966	57,1	45,0	54,9	28,5	102,7	74,6	43,9	95,3	11,8	26,4	40,2	58,1	53,2
1967	46,2	31,4	37,3	42,4	84,5	85,8	15,4	58,0	39,2	88,3	66,1	51,8	53,9
1968	37,1	28,6	24,5	41,8	58,0	64,4	106,6	30,4	81,9	76,6	24,2	31,4	50,5
1969	12,6	26,7	39,4	81,2	53,4	75,2	65,4	45,5	34,7	45,1	79,2	40,9	49,9
1970	32,9	24,7	16,0	77,8	20,8	13,9	74,2	57,3	88,3	46,6	88,6	62,6	50,3
1971	40,7	50,6	36,3	13,5	7,4	76,5	47,2	52,0	58,9	76,6	42,6	52,6	46,2
1972	26,1	48,6	29,0	33,1	36,0	55,4	53,5	44,9	62,6	54,9	61,2	44,6	45,8
1973	13,1	42,1	24,9	44,9	68,9	50,5	77,7	41,2	80,8	43,2	63,4	35,1	48,8
1974	23,6	26,2	11,4	9,6	38,3	96,0	84,2	74,8	19,5	63,0	62,3	37,9	45,6
1975	37,6	16,5	29,6	60,2	28,3	53,2	34,1	44,5	19,0	38,1	57,8	61,2	40,0
1976	36,3	13,0	24,1	42,7	15,3	91,3	31,3	43,2	76,7	27,3	51,5	49,8	41,9
1977	29,0	16,3	29,5	49,6	19,3	90,6	139,5	45,2	109,5	65,7	47,9	53,9	58,0
1978	23,4	18,5	51,0	67,7	16,8	10,9	55,6	88,4	88,6	44,6	59,3	36,9	46,8
1979	42,2	35,6	25,2	24,2	17,0	10,6	15,0	100,8	68,3	13,9	63,6	32,3	37,4
1980	44,0	27,8	15,8	15,9	23,0	34,9	60,8	121,4	40,0	89,2	26,5	38,4	44,8
1981	23,5	39,9	46,8	15,3	20,0	67,9	81,8	58,1	81,3	61,0	53,4	78,4	52,3
1982	37,3	21,2	28,2	32,7	38,4	98,7	78,2	63,1	76,2	62,2	42,6	49,6	52,4
1983	61,8	32,4	58,1	41,2	52,9	94,2	61,1	32,9	35,2	38,3	60,9	85,3	54,5
1984	51,0	25,0	14,8	13,6	40,2	78,2	45,5	43,9	127,6	48,7	17,9	45,9	46,0
1985	46,3	28,3	25,0	21,1	44,3	118,4	173,2	88,0	70,8	78,8	55,6	33,5	65,3
1986	61,0	16,6	36,8	46,6	35,1	28,3	128,6	73,5	101,4	39,4	51,1	57,2	56,3
1987	38,4	43,7	22,6	12,1	72,2	118,1	67,7	202,5	92,5	14,1	59,2	49,0	66,0
1988	33,5	29,4	59,7	38,5	25,4	67,1	65,6	174,0	39,8	29,8	54,3	60,4	56,5

Приложение Г3 Среднемесячное и среднегодовое количество осадков  
на метеостанции Новгород

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1961	25,6	19,6	48,4	33,8	44,5	45,5	56,9	141,7	32,4	19,0	23,3	28,7	43,3
1962	23,9	15,1	54,0	41,2	38,2	128,6	116,2	72,0	64,1	33,7	71,0	25,6	57,0
1963	21,5	30,1	21,1	4,9	22,7	37,8	60,0	79,3	25,3	82,8	35,5	36,0	38,1
1964	13,0	21,8	6,6	34,8	32,5	49,9	67,4	55,6	48,6	59,3	52,3	42,3	40,3
1965	35,3	19,8	37,7	1,6	29,9	18,3	101,2	43,2	33,6	24,3	36,1	40,9	35,2
1966	59,2	37,3	46,0	25,3	49,0	36,0	64,0	114,3	12,7	38,4	28,2	38,0	45,7
1967	37,5	19,3	33,9	34,3	44,1	49,6	53,6	64,4	38,6	51,6	51,2	35,9	42,8
1968	35,7	15,7	24,4	54,8	71,1	71,3	81,1	42,8	51,2	78,6	38,8	38,7	50,4
1969	16,7	18,6	45,0	69,7	88,8	30,6	58,7	31,0	63,7	41,2	88,3	48,1	50,0
1970	36,1	18,8	20,9	89,7	8,5	48,0	87,6	62,3	84,8	53,1	60,4	55,2	52,1
1971	38,2	34,2	42,3	12,3	19,5	79,3	34,1	35,9	40,2	29,4	34,5	34,5	36,2
1972	30,2	35,2	36,1	40,2	25,6	66,4	20,0	35,7	69,5	30,2	50,4	32,1	39,3
1973	6,6	33,1	27,7	45,8	47,0	54,7	23,5	36,3	83,9	36,3	70,6	30,8	41,4
1974	14,5	21,7	5,8	13,6	45,5	59,3	203,0	86,1	35,3	60,3	76,1	37,2	54,9
1975	30,1	14,4	24,0	47,3	41,7	100,3	27,5	40,7	30,6	27,9	58,0	51,5	41,2
1976	36,4	11,3	38,1	59,0	45,3	91,2	44,5	53,2	45,0	33,0	43,7	45,8	45,5
1977	29,2	15,2	40,0	6,0	58,6	82,1	110,6	45,5	65,0	61,7	45,6	58,0	51,5
1978	23,9	21,8	45,5	44,0	36,9	65,3	83,5	101,1	68,1	54,0	44,3	39,1	52,3
1979	23,3	16,2	18,0	18,7	20,6	13,6	75,8	80,7	74,0	45,0	44,7	31,8	38,5
1980	32,8	28,3	8,0	23,7	24,2	43,6	74,1	109,2	26,2	78,3	32,8	47,4	44,1
1981	29,9	21,3	38,3	12,7	23,0	70,5	39,2	67,6	83,0	151,6	42,9	76,4	54,7
1982	24,1	23,5	25,0	29,1	59,3	67,9	66,3	61,7	94,7	48,1	70,2	63,3	52,8
1983	40,5	11,0	32,0	20,6	67,0	61,9	31,8	32,9	53,1	68,5	61,3	46,8	44,0
1984	34,7	9,0	20,3	13,7	33,2	57,2	74,0	41,0	140,5	59,0	8,4	64,2	46,3
1985	32,3	29,0	20,4	28,1	34,3	115,1	75,6	75,6	50,8	90,7	59,4	50,2	55,1
1986	56,4	14,1	28,4	28,1	24,6	76,1	70,3	59,4	111,5	24,5	48,5	40,5	48,5
1987	29,3	31,8	23,7	11,5	35,7	83,2	45,9	126,9	93,9	9,8	54,7	24,6	47,6
1988	21,3	20,5	31,2	27,0	10,4	38,1	67,3	67,5	47,9	14,6	37,6	23,7	33,9

Приложение Г4 Среднемесячное и среднегодовое количество осадков  
на метеостанции Великие Луки

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1961	21,7	20,3	43,1	19,6	53,4	45,9	32,3	108,0	44,6	27,1	27,9	34,4	39,9
1962	26,7	11,0	60,7	27,8	76,5	102,3	85,4	73,0	55,5	30,4	53,7	38,6	53,5
1963	11,7	26,3	13,0	5,7	57,0	31,8	89,4	67,8	22,5	51,5	40,5	36,5	37,8
1964	48,0	31,8	22,4	13,3	40,5	50,4	53,3	48,4	59,8	46,3	43,4	39,7	41,4
1965	30,9	21,7	39,6	2,4	79,1	32,4	42,3	71,3	26,8	28,5	39,2	41,8	38,0
1966	45,0	52,6	40,0	29,8	47,9	51,9	39,0	43,1	6,9	36,4	27,2	47,3	38,9
1967	35,3	22,3	18,2	46,2	97,1	77,8	45,0	74,2	38,5	61,4	108,4	36,2	55,1
1968	32,5	19,4	25,7	42,0	14,0	50,4	117,6	26,9	42,4	82,2	21,1	35,7	42,5
1969	22,3	20,1	36,4	25,8	43,9	75,2	64,3	44,0	54,1	30,7	94,3	27,3	44,9
1970	43,6	30,0	21,7	82,3	24,9	6,9	82,6	49,6	69,8	26,8	62,2	35,8	44,7
1971	12,5	35,8	35,1	21,0	8,9	98,2	95,6	44,6	59,1	49,5	38,9	38,9	44,8
1972	16,5	28,0	24,3	27,0	14,0	55,5	52,9	29,6	63,4	39,7	58,4	48,1	38,1
1973	12,0	54,0	21,9	33,6	56,9	45,8	48,7	20,7	65,7	42,3	57,2	46,7	42,1
1974	17,4	40,3	4,3	8,6	65,9	73,2	93,0	62,3	31,3	63,4	51,8	66,1	48,1
1975	29,9	28,5	32,6	95,8	54,5	92,6	59,2	45,6	37,9	31,6	39,8	61,2	50,8
1976	51,6	13,9	48,1	50,7	44,0	86,9	57,2	66,8	19,8	38,4	64,8	67,8	50,8
1977	29,3	33,5	42,9	44,6	40,1	66,3	213,4	95,1	48,6	32,0	39,5	61,2	62,2
1978	27,4	22,1	39,8	42,7	46,5	49,2	140,2	118,3	54,9	27,0	33,9	52,0	54,5
1979	64,6	12,2	46,5	23,4	52,7	41,5	139,1	81,7	66,5	14,7	30,6	48,6	51,8
1980	41,6	25,8	14,2	15,2	29,4	41,8	87,0	109,3	39,6	62,2	25,2	30,5	43,5
1981	38,1	27,4	37,4	19,8	26,6	121,6	43,6	88,9	98,4	103,9	27,7	61,8	57,9
1982	23,0	11,9	27,6	24,3	63,0	55,8	87,6	59,0	54,1	31,9	18,1	50,5	42,2
1983	47,6	23,4	53,8	62,3	98,2	34,4	76,7	29,8	14,6	24,9	47,3	50,4	47,0
1984	48,1	13,1	28,8	18,7	38,2	103,7	90,3	58,1	158,7	41,2	16,2	59,3	56,2
1985	62,2	17,5	32,3	38,2	31,8	101,8	91,9	50,3	168,1	44,8	47,2	41,4	60,6
1986	83,6	10,6	21,7	72,0	21,6	69,1	118,5	63,0	75,6	28,0	34,8	50,9	54,1
1987	36,6	23,8	25,3	23,5	72,1	183,3	91,0	204,3	59,7	4,7	46,1	59,1	69,1
1988	18,3	33,6	44,9	30,4	28,1	67,8	98,1	126,6	47,7	30,2	53,7	46,7	52,2

Приложение Г5 Среднемесячное и среднегодовое количество осадков  
на метеостанции Волховская ГЭС

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
1961	38,5	25,5	65,0	19,5	52,1	90,4	46,8	161,1	53,9	12,3	43,5	58,8	55,6
1962	58,5	23,5	41,6	40,0	73,7	92,0	54,0	130,0	102,8	55,5	56,0	28,9	63,0
1963	26,6	28,0	27,3	9,0	23,2	42,9	45,8	81,4	31,4	124,0	60,8	38,2	44,9
1964	42,3	28,4	16,2	25,1	41,4	30,8	126,0	51,8	35,4	47,0	57,5	48,7	45,9
1965	35,7	34,6	51,1	7,7	25,1	44,7	68,5	41,6	48,4	87,1	45,1	57,9	45,6
1966	62,7	30,3	75,5	28,0	43,1	48,0	45,5	53,6	21,1	27,3	14,6	40,6	40,9
1967	36,2	23,7	36,8	39,6	38,9	52,6	33,6	82,1	39,7	111,5	51,3	84,2	52,5
1968	29,5	30,8	40,9	55,3	53,3	50,5	57,8	42,3	96,6	131,7	46,1	55,5	57,5
1969	25,3	20,8	89,0	58,6	73,5	18,7	89,0	37,2	134,6	88,0	81,9	66,1	65,2
1970	41,7	16,7	25,9	70,3	17,9	13,0	103,9	54,9	121,8	57,1	62,9	51,4	53,1
1971	45,6	31,7	88,6	14,4	20,5	75,3	35,9	94,1	22,2	68,4	70,3	70,3	53,1
1972	42,3	37,6	54,0	26,0	39,0	66,3	31,2	75,6	42,6	88,5	73,2	65,3	53,5
1973	38,1	46,8	38,4	42,9	41,6	62,8	29,4	63,5	97,1	107,0	76,9	54,9	58,3
1974	28,6	39,0	12,8	41,2	37,4	67,0	157,3	63,4	60,8	52,5	95,3	52,5	59,0
1975	62,1	37,7	31,3	48,3	54,8	74,2	44,0	58,6	32,5	44,0	80,5	91,0	54,9
1976	38,2	19,4	36,1	47,3	16,2	113,9	83,1	116,5	79,5	13,6	34,2	60,7	54,9
1977	35,3	21,3	47,5	39,2	19,0	80,3	157,4	53,8	113,3	87,7	40,5	68,1	63,6
1978	40,1	25,1	52,3	34,0	14,9	64,6	99,3	134,7	87,3	75,3	67,3	41,5	61,4
1979	32,8	31,0	14,8	38,2	15,9	25,0	137,7	83,9	74,2	55,6	67,3	35,9	51,0
1980	37,5	37,4	13,3	18,3	19,9	87,9	50,4	61,5	32,8	54,7	64,3	82,1	46,7
1981	54,5	33,0	31,4	28,2	48,7	79,0	49,5	59,9	45,4	93,9	70,9	76,5	55,9
1982	34,7	27,3	24,2	30,9	30,2	83,6	37,8	69,9	99,8	52,1	74,0	80,4	53,7
1983	52,1	15,7	47,1	15,4	26,5	51,4	46,8	86,0	65,3	114,0	93,9	101,9	59,7
1984	53,0	9,5	11,8	5,6	25,0	44,6	84,4	72,9	83,7	114,7	14,3	75,1	49,6
1985	30,1	13,6	15,6	78,1	31,8	64,4	62,9	46,3	64,0	68,1	48,8	49,4	47,8
1986	51,6	11,6	42,2	32,4	15,6	37,9	78,0	80,6	142,2	58,8	50,2	62,8	55,3
1987	20,1	36,0	17,8	26,6	75,9	109,2	47,6	83,7	54,1	2,1	57,7	54,6	48,8
1988	23,8	25,9	19,3	29,4	55,7	78,2	73,6	77,5	115,8	54,6	42,4	50,1	53,9

Приложение Д1 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на метеостанции Валдай

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m^*$	-10,3	-8,8	-3,8	3,4	11,5	14,7	16,6	15,0	9,8	5,5	-1,8	-5,8
$D$	19,7	12,7	7,8	2,0	4,3	3,7	2,6	2,0	2,2	37,9	9,2	8,6
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,19	0,00	0,17	0,36	0,14	0,30	0,27	0,24	-0,31	0,28	-0,34	0,18
2	0,17	0,03	-0,01	-0,10	0,20	0,16	0,12	-0,03	-0,01	-0,17	-0,28	0,14
3	0,41	-0,23	0,50	0,07	0,13	-0,18	0,08	0,10	0,18	-0,39	0,15	0,07
4	0,13	0,23	0,03	-0,10	0,10	0,16	-0,11	-0,01	0,21	0,12	-0,11	0,21
5	-0,02	0,31	0,10	0,05	0,06	-0,09	0,01	0,03	-0,36	-0,28	0,20	0,11
6	0,16	-0,18	-0,12	0,04	0,13	0,03	0,26	0,02	-0,05	-0,26	-0,06	0,15
7	-0,37	0,17	0,17	0,13	-0,27	-0,08	0,42	0,04	0,26	-0,11	0,04	0,35
8	0,12	-0,24	0,21	-0,05	-0,08	0,44	-0,02	0,22	0,04	-0,08	-0,24	0,11
9	0,18	0,02	-0,04	-0,21	-0,05	0,00	0,01	-0,28	-0,42	-0,26	0,19	0,03
10	-0,17	0,27	-0,24	-0,31	-0,26	-0,12	-0,43	0,12	-0,10	-0,22	0,27	-0,25
11	0,37	0,40	0,00	-0,14	-0,29	-0,11	-0,19	0,01	0,02	-0,14	-0,20	-0,31
12	-0,14	0,38	0,28	-0,22	-0,05	0,20	-0,04	-0,04	-0,02	0,02	-0,03	0,24
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	-0,14	0,38	0,28	-0,22	-0,05	0,20	-0,04	-0,04	-0,02	0,02	-0,03	0,24
24	0,14	-0,12	-0,03	0,04	-0,20	0,10	0,02	-0,16	-0,23	0,02	-0,23	-0,17
36	-0,09	-0,38	-0,21	-0,19	0,20	-0,27	0,09	-0,05	-0,23	0,06	-0,10	0,33

Приложение Д2 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на метеостанции Псков

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mх	-7,7	-7,3	-2,8	4,4	12,1	15,7	17,0	15,7	10,6	5,6	-0,4	-4,2
D	20,2	14,2	8,3	1,8	6,5	2,2	2,1	1,1	2,3	2,8	3,9	8,3
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,43	0,14	0,13	0,20	-0,04	0,22	0,18	0,21	0,32	0,13	-0,25	0,41
2	0,14	0,13	0,25	-0,01	0,24	-0,01	0,38	0,09	-0,26	-0,18	-0,22	0,14
3	0,44	-0,10	0,31	0,15	0,41	-0,20	0,09	-0,07	0,07	0,00	0,04	0,07
4	-0,10	-0,05	-0,05	0,10	0,09	0,05	-0,13	0,15	0,21	-0,18	-0,23	0,11
5	0,02	0,23	0,13	0,09	0,23	-0,06	-0,13	0,12	-0,09	-0,14	0,04	0,10
6	0,26	-0,26	-0,15	0,18	0,22	-0,03	0,31	-0,18	0,07	0,32	-0,04	-0,25
7	-0,10	0,24	0,03	0,12	-0,30	0,02	0,34	0,03	0,22	0,08	-0,05	0,16
8	0,14	0,05	0,35	0,05	-0,16	0,32	-0,10	0,35	-0,17	-0,11	-0,16	-0,05
9	0,14	-0,03	-0,01	-0,24	0,04	-0,26	-0,02	-0,41	-0,21	0,01	0,09	0,15
10	-0,08	0,34	-0,18	-0,28	-0,07	-0,13	-0,56	0,20	0,16	0,29	-0,01	-0,11
11	0,49	0,35	0,16	-0,30	0,20	-0,27	-0,23	0,06	0,11	0,22	-0,30	-0,12
12	0,12	0,38	0,25	0,02	-0,10	-0,04	0,11	-0,06	0,07	0,17	0,08	0,10
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,12	0,38	0,25	0,02	-0,10	-0,04	0,11	-0,06	0,07	0,17	0,08	0,10
24	0,16	-0,13	-0,04	-0,07	-0,14	-0,14	0,00	-0,23	-0,02	0,04	-0,23	-0,21
36	-0,06	-0,35	-0,16	-0,08	-0,09	-0,23	-0,11	-0,04	-0,25	0,31	-0,02	0,36

Приложение Д3 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на метеостанции Новгород

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mх	-8,7	-7,9	-4,2	4,9	12,5	15,4	16,8	15,5	10,5	5,4	-0,5	-4,5
D	19,5	16,0	47,0	2,1	3,4	2,1	1,8	1,2	2,1	3,3	4,0	8,8
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,40	-0,07	0,36	0,23	-0,02	0,24	0,23	0,04	0,39	0,21	-0,12	0,21
2	-0,04	0,09	0,01	-0,15	0,22	0,06	0,27	0,14	-0,01	-0,19	-0,02	-0,15
3	0,41	-0,15	-0,08	0,00	0,28	-0,25	0,04	-0,18	0,13	0,07	0,06	0,03
4	0,06	-0,05	-0,21	-0,09	0,05	0,06	-0,10	-0,03	0,28	-0,15	0,04	0,26
5	-0,03	0,03	0,09	0,09	0,26	-0,29	-0,13	0,00	-0,17	-0,17	0,33	0,06
6	0,07	-0,42	-0,16	0,06	0,11	0,14	0,32	-0,17	-0,06	0,00	0,04	0,08
7	-0,29	0,23	-0,21	0,24	-0,27	0,10	0,44	0,14	0,29	-0,03	-0,20	0,21
8	0,18	0,12	0,06	-0,03	-0,10	0,40	-0,05	0,26	-0,11	-0,20	-0,05	0,10
9	0,19	0,32	0,03	-0,22	-0,10	-0,34	0,01	-0,25	-0,29	-0,10	-0,02	0,00
10	0,10	0,31	-0,24	-0,28	-0,28	-0,32	-0,57	0,38	0,02	0,33	0,44	-0,22
11	0,44	0,33	-0,32	-0,13	-0,09	-0,44	0,00	0,16	0,05	0,30	-0,14	-0,24
12	-0,01	0,22	0,18	-0,06	-0,16	0,14	0,03	-0,04	0,23	0,16	0,06	0,09
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	-0,01	0,22	0,18	-0,06	-0,16	0,14	0,03	-0,04	0,23	0,16	0,06	0,09
24	0,17	-0,21	-0,11	0,01	-0,21	-0,27	-0,06	-0,23	-0,19	-0,10	-0,37	-0,26
36	-0,11	-0,41	-0,15	-0,21	0,22	-0,06	0,00	0,06	-0,35	0,30	-0,22	0,36

Приложение Д4 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на метеостанции Великие Луки

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m^*$	-8,7	-7,9	-4,2	4,9	12,5	15,4	16,8	15,5	10,5	5,4	-0,5	-4,5
$D$	19,5	16,0	47,0	2,1	3,4	2,1	1,8	1,2	2,1	3,3	4,0	8,8
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	7,14	-2,01	3,57	0,62	-0,06	0,47	0,34	0,06	1,03	0,76	-0,71	2,72
2	-1,07	0,52	0,17	-0,31	0,55	0,09	0,53	0,28	-0,02	-1,05	-0,15	-1,81
3	2,61	-1,12	-0,83	0,00	0,57	-0,51	0,11	-0,40	0,57	0,57	0,44	0,70
4	0,47	-0,31	-1,94	-0,14	0,13	0,16	-0,27	-0,11	1,76	-1,12	0,48	1,10
5	-0,20	0,14	0,67	0,19	0,86	-0,83	-0,51	0,00	-1,00	-2,09	0,94	0,34
6	0,43	-1,83	-1,56	0,17	0,40	0,58	1,92	-0,72	-0,61	0,01	0,15	0,33
7	-1,40	1,30	-2,62	0,69	-1,50	0,66	2,40	1,02	0,59	-0,11	-0,58	0,83
8	1,14	0,88	0,78	-0,14	-0,85	2,27	-0,46	0,40	-0,28	-0,53	-0,14	0,32
9	1,56	2,51	0,58	-1,38	-0,71	-3,30	0,01	-0,50	-0,61	-0,24	-0,05	0,00
10	0,87	3,69	-7,20	-1,63	-3,53	-0,65	-1,41	0,60	0,04	0,66	1,26	-1,21
11	5,74	5,79	-8,90	-1,32	-0,23	-1,17	0,01	0,24	0,09	0,78	-0,49	-1,44
12	-0,25	3,58	8,67	-0,13	-0,54	0,28	0,05	-0,05	0,48	0,53	0,25	0,79
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,37	0,43	0,51	-0,03	-0,08	-0,13	0,16	0,38	0,27	0,05	0,01	0,21
24	0,12	0,15	0,24	0,01	-0,13	-0,08	0,25	0,22	0,10	-0,11	-0,05	0,06
36	0,21	0,23	0,26	0,15	0,19	0,05	0,08	0,25	0,14	0,02	-0,10	0,15

Приложение Д5 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода температуры воздуха на метеостанции Волховская ГЭС

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m^*$	-10,1	-8,8	-3,7	3,1	10,2	14,5	16,3	14,7	9,9	4,9	-1,6	-5,4
$D$	23,5	18,2	9,8	2,1	8,8	2,8	2,0	1,2	3,1	4,9	3,8	14,2
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,39	0,24	0,08	0,22	-0,24	0,24	-0,11	0,19	0,40	0,18	-0,13	0,34
2	0,05	0,07	-0,38	-0,01	0,09	-0,14	0,12	0,22	-0,15	-0,07	-0,12	0,32
3	0,32	-0,30	0,06	0,25	0,31	-0,15	0,25	0,11	0,15	0,29	0,21	0,24
4	-0,13	0,09	0,02	-0,15	0,13	0,17	0,02	0,01	0,15	-0,01	-0,11	0,14
5	0,09	0,30	0,18	0,09	-0,11	-0,08	0,19	0,12	-0,33	0,12	0,01	0,12
6	0,38	-0,29	-0,14	0,04	0,12	-0,07	0,30	-0,03	-0,05	0,07	0,22	-0,42
7	-0,34	0,07	0,05	0,12	-0,09	0,04	0,41	0,16	0,08	0,13	-0,01	-0,03
8	0,14	-0,01	0,16	-0,28	-0,05	0,36	0,14	0,25	-0,01	-0,02	-0,07	-0,08
9	0,05	-0,04	-0,04	-0,30	0,05	-0,04	0,01	-0,14	-0,11	-0,15	0,18	-0,16
10	-0,07	0,31	-0,18	-0,18	-0,04	-0,22	-0,21	0,25	-0,30	0,22	0,27	-0,29
11	0,43	0,27	0,01	-0,32	-0,20	-0,31	-0,32	-0,20	0,06	0,18	0,11	-0,09
12	-0,01	0,30	0,17	-0,24	-0,04	0,00	-0,07	-0,03	0,34	0,01	0,00	0,26
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	-0,01	0,30	0,17	-0,24	-0,04	0,00	-0,07	-0,03	0,34	0,01	0,00	0,26
24	0,165	-0,020	-0,281	0,04	-0,61	-0,13	0,11	0,04	-0,287	-0,357	-0,35	-0,01
36	-0,08	-0,30	0,02	-0,048	0,09	-0,181	-0,12	-0,20	-0,171	0,34	-0,09	0,125

Приложение Е1 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодичного хода осадков на метеостанции Валдай

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_x$	38,4	28,0	38,1	42,9	54,5	76,9	85,8	75,2	95,6	72,1	59,7	57,2
$D$	236,6	128,2	273,3	369,4	679,6	1088,5	1166,8	1617,4	11548,9	1075,9	504,6	227,5
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодичной изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,12	0,11	0,32	0,28	0,35	0,02	-0,16	-0,11	0,17	0,18	0,09	0,44
2	0,09	-0,01	0,13	0,37	-0,02	-0,16	0,16	-0,25	0,51	-0,08	-0,12	0,12
3	0,00	0,12	0,13	0,04	0,03	0,21	0,03	-0,07	0,34	-0,04	-0,12	0,20
4	-0,23	0,13	0,18	-0,15	0,02	0,08	-0,18	0,33	-0,03	-0,12	-0,15	0,08
5	-0,02	-0,02	-0,10	0,07	0,09	0,27	0,11	0,26	-0,28	0,00	0,02	-0,02
6	0,24	0,22	-0,01	0,16	-0,14	-0,03	0,11	0,05	-0,16	0,28	-0,23	0,16
7	0,11	0,00	0,05	0,01	-0,27	-0,31	0,19	0,32	-0,11	0,18	-0,27	0,09
8	0,47	-0,19	-0,26	-0,09	-0,22	-0,03	0,10	-0,19	-0,10	-0,13	0,08	0,37
9	0,10	0,18	-0,25	-0,43	-0,32	0,05	-0,01	0,07	-0,11	0,09	-0,07	0,19
10	0,04	0,30	-0,24	-0,04	0,08	0,39	-0,19	0,11	-0,10	-0,42	-0,08	0,09
11	0,57	-0,01	-0,08	-0,08	0,25	-0,06	0,00	-0,06	0,10	-0,09	-0,09	-0,07
12	0,24	0,17	-0,02	0,29	0,24	0,10	-0,03	0,19	0,08	0,30	-0,22	0,59
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,24	0,17	-0,02	0,29	0,24	0,10	-0,03	0,19	0,08	0,30	-0,22	0,59
24	0,02	0,20	-0,30	-0,04	-0,11	0,12	-0,32	0,04	0,08	0,01	0,19	0,36
36	0,06	-0,34	-0,14	0,01	-0,35	-0,28	0,25	0,05	0,05	0,09	-0,31	0,53

Приложение Е2 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на метеостанции Волховская ГЭС

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m^*$	39,9	27,2	38,1	33,9	36,8	62,5	70,6	75,7	71,4	69,5	58,6	60,8
$D$	128,3	79,5	460,4	305,6	332,5	633,0	1327,6	848,1	1197,8	1127,7	384,8	293,7
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	-0,13	-0,01	-0,08	0,17	0,22	-0,29	-0,14	-0,02	0,10	0,14	0,28	0,19
2	0,22	-0,16	0,13	-0,14	-0,29	0,46	0,34	-0,34	-0,02	0,23	0,29	-0,34
3	-0,17	0,26	-0,08	0,22	-0,02	-0,19	-0,12	-0,07	-0,14	-0,11	0,22	-0,02
4	-0,08	0,25	-0,26	-0,26	0,03	-0,44	-0,01	-0,18	-0,27	-0,06	-0,23	0,18
5	-0,03	-0,21	0,16	0,44	-0,17	-0,07	-0,31	-0,09	-0,16	-0,02	-0,25	0,01
6	-0,23	-0,14	-0,01	-0,09	0,09	0,14	0,13	0,08	0,04	0,28	-0,15	0,25
7	0,13	-0,46	0,05	0,13	-0,10	0,01	0,13	-0,32	0,08	-0,01	0,01	-0,10
8	-0,20	-0,09	0,00	-0,18	-0,24	-0,09	0,08	-0,17	-0,10	-0,50	0,03	0,07
9	-0,03	0,39	0,05	-0,13	-0,19	-0,11	-0,02	0,13	-0,10	0,19	-0,01	0,29
10	-0,12	-0,06	0,01	-0,16	-0,07	-0,06	-0,28	0,18	0,24	-0,36	-0,06	0,12
11	0,24	0,11	0,02	0,30	0,22	0,08	0,03	0,14	0,13	0,06	-0,10	-0,20
12	-0,21	0,55	0,11	0,13	0,15	0,29	0,06	0,25	0,11	0,09	0,24	0,24
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	-0,21	0,55	0,11	0,13	0,15	0,29	0,06	0,25	0,11	0,09	0,24	0,24
24	-0,05	0,173	0,076	0,01	-0,03	-0,04	-0,03	0,01	-0,130	-0,157	0,04	0,12
36	-0,13	-0,31	0,14	-0,07	-0,10	-0,18	-0,17	-0,21	-0,216	-0,28	-0,16	-0,03

Приложение ЕЗ Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на метеостанции Новгород

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$	29,9	21,7	30,1	31,1	38,6	62,2	68,3	66,6	59,6	50,2	48,9	42,4
$D$	126,2	59,5	156,7	406,7	328,1	693,2	1257,5	854,0	810,1	817,2	289,8	157,8
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	-0,06	-0,02	0,11	0,21	0,08	-0,01	0,21	-0,23	0,02	-0,04	-0,02	0,32
2	0,24	-0,18	0,24	0,11	0,03	-0,10	-0,08	-0,06	0,06	0,64	0,07	-0,13
3	-0,08	-0,23	0,17	-0,16	-0,21	0,15	0,08	-0,27	0,33	-0,01	-0,27	0,13
4	-0,08	-0,11	-0,23	-0,19	-0,07	0,06	0,16	-0,31	-0,14	-0,19	-0,28	0,00
5	0,10	-0,23	-0,01	0,07	0,02	0,25	-0,02	-0,07	0,30	-0,17	0,12	0,19
6	-0,16	0,30	-0,08	-0,15	0,40	0,11	0,20	-0,22	-0,30	0,00	-0,16	0,26
7	0,06	-0,28	-0,25	0,40	0,14	-0,12	0,05	0,12	-0,24	0,21	-0,22	-0,16
8	-0,02	-0,04	-0,06	0,01	0,01	-0,17	0,08	-0,19	-0,12	-0,04	0,06	-0,11
9	-0,05	0,00	-0,14	-0,06	-0,59	0,11	0,00	-0,26	0,10	-0,07	-0,17	0,31
10	-0,43	-0,32	-0,13	-0,09	0,06	-0,14	-0,08	0,09	0,08	-0,19	0,04	0,15
11	0,15	-0,19	0,13	0,13	0,51	0,03	0,06	-0,04	0,23	0,38	-0,20	0,06
12	0,26	0,13	0,11	0,11	0,24	0,11	-0,28	0,12	0,09	0,23	-0,09	0,51
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,26	0,13	0,11	0,11	0,24	0,11	-0,28	0,12	0,09	0,23	-0,09	0,51
24	-0,26	0,04	-0,39	0,18	-0,20	0,02	-0,26	0,13	0,32	-0,06	-0,14	0,02
36	-0,24	-0,24	-0,29	0,18	-0,38	-0,25	0,11	-0,19	0,32	-0,05	-0,14	-0,09

Приложение Е4 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода осадков на метеостанции Псков

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$	35,0	28,6	31,7	34,5	40,4	66,5	67,0	76,4	59,4	49,1	52,0	48,4
$D$	191,5	105,4	186,2	387,2	536,6	924,4	1370,3	1795,0	975,6	440,0	246,0	206,2
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,03	0,14	0,21	0,01	0,40	0,27	0,00	-0,12	0,04	-0,17	0,28	0,33
2	0,29	-0,33	0,21	-0,29	0,04	0,01	0,35	-0,30	-0,07	-0,06	0,16	0,10
3	-0,18	0,28	0,08	0,05	0,13	0,03	0,22	-0,11	-0,04	-0,18	0,12	0,05
4	0,18	0,05	0,04	-0,32	-0,20	0,09	-0,10	-0,26	-0,05	0,11	-0,27	-0,19
5	0,18	-0,15	0,11	0,14	-0,16	-0,07	-0,15	-0,09	0,21	0,06	-0,04	0,06
6	0,11	0,18	-0,18	-0,13	-0,05	0,10	0,13	0,02	0,07	0,29	-0,31	0,31
7	0,03	-0,07	-0,24	0,50	-0,15	0,20	-0,03	0,22	-0,06	-0,01	-0,39	-0,06
8	0,13	0,06	0,11	0,09	0,04	-0,35	0,33	-0,16	-0,26	-0,17	-0,21	-0,19
9	0,02	0,03	0,36	-0,06	-0,13	0,32	0,30	-0,06	0,03	0,16	-0,04	0,32
10	-0,21	0,04	0,19	0,04	0,01	0,41	0,11	-0,11	0,45	-0,52	0,06	0,04
11	0,30	-0,22	0,16	-0,27	0,12	0,04	-0,07	-0,23	0,39	0,14	0,01	-0,34
12	0,39	0,25	-0,17	0,17	0,38	-0,09	0,11	0,47	0,20	-0,02	-0,20	0,14
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,39	0,25	-0,17	0,17	0,38	-0,09	0,11	0,47	0,20	-0,02	-0,20	0,14
24	-0,12	0,10	-0,14	0,00	0,05	0,15	-0,31	0,10	0,17	-0,32	0,08	-0,08
36	0,06	-0,29	-0,12	0,12	-0,20	-0,12	0,10	-0,06	0,15	0,12	0,08	-0,39

Приложение Е5 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодичного хода осадков на метеостанции Великие Луки

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m^*$	34,9	25,4	32,2	33,8	47,4	68,3	83,4	70,0	56,6	40,4	44,6	46,9
$D$	292,2	120,1	165,4	486,9	530,8	1184,2	1442,5	1412,4	1255,1	394,3	417,2	119,0
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодичной изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	-0,43	-0,26	0,13	-0,06	0,02	-0,01	0,24	-0,02	0,10	-0,07	-0,22	0,06
2	0,11	-0,08	0,16	-0,07	-0,22	0,46	0,13	-0,28	-0,17	-0,04	-0,20	-0,10
3	0,35	-0,08	0,09	0,13	0,15	0,37	-0,18	-0,10	0,07	-0,13	0,28	0,20
4	-0,08	-0,16	0,08	-0,22	-0,37	0,04	-0,26	0,18	0,37	-0,20	-0,31	0,25
5	0,06	-0,18	0,08	-0,03	-0,29	0,05	0,21	-0,04	-0,26	-0,14	0,25	0,21
6	0,15	-0,17	-0,08	-0,22	0,30	0,42	0,14	-0,10	-0,17	0,06	-0,44	0,15
7	-0,01	-0,29	-0,37	0,19	0,08	-0,04	-0,19	0,42	0,10	0,01	-0,31	0,40
8	0,33	0,17	-0,06	0,18	0,14	-0,19	0,04	-0,10	-0,23	0,00	0,29	0,29
9	-0,14	0,08	0,09	0,03	-0,04	0,03	0,00	-0,11	0,08	-0,17	-0,22	0,02
10	-0,16	0,05	0,04	-0,26	0,04	0,23	-0,21	0,00	0,14	-0,37	-0,13	-0,36
11	0,15	-0,32	-0,22	0,10	0,04	-0,16	0,02	0,22	0,03	0,03	0,18	-0,13
12	0,32	0,20	-0,01	0,00	0,04	-0,09	0,28	0,43	0,36	0,18	-0,19	0,52
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,32	0,20	-0,01	0,00	0,04	-0,09	0,28	0,43	0,36	0,18	-0,19	0,52
24	0,13	0,09	-0,16	0,07	0,01	0,07	0,08	0,14	-0,03	-0,45	0,44	0,47
36	-0,01	0,09	-0,21	0,11	-0,27	0,15	0,03	0,02	0,15	-0,11	0,21	0,27

Приложение Ж1 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодичного хода расходов воды на реке Волхов

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_x$	349,6	291,0	266,3	899,8	1226,0	851,5	588,7	411,8	341,6	372,2	425,5	382,4
$D$	26842	21128	23011	91080	129504	76875	48702	48158	49939	84989	67853	27391
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодичной изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,95	0,85	0,55	0,23	0,78	0,77	0,87	0,87	0,83	0,83	0,84	0,84
2	0,82	0,55	0,06	0,11	0,73	0,58	0,63	0,66	0,55	0,74	0,70	0,72
3	0,47	0,13	0,01	0,04	0,51	0,40	0,38	0,40	0,55	0,57	0,60	0,60
4	0,08	0,04	-0,02	0,06	0,28	0,22	0,18	0,40	0,42	0,45	0,41	0,31
5	-0,02	0,07	0,04	0,04	0,11	0,01	0,16	0,31	0,35	0,29	0,26	0,09
6	0,06	0,15	0,05	0,06	0,03	-0,04	0,07	0,27	0,20	0,10	0,28	-0,02
7	0,16	0,16	-0,03	0,09	-0,05	-0,14	0,05	0,19	0,00	0,20	0,07	0,06
8	0,20	0,08	-0,02	0,00	-0,22	-0,18	0,04	0,02	0,11	-0,02	0,25	0,19
9	0,10	0,06	-0,13	-0,06	-0,19	-0,13	0,00	0,16	-0,07	0,20	0,35	0,28
10	0,09	-0,07	0,01	-0,14	-0,11	-0,20	0,25	0,01	0,06	0,30	0,33	0,16
11	-0,02	0,06	0,05	-0,14	-0,09	0,19	0,10	0,02	0,09	0,36	0,22	0,13
12	0,09	0,09	-0,06	-0,19	0,18	0,11	0,06	-0,03	0,25	0,25	0,21	0,02
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,09	0,09	-0,06	-0,19	0,18	0,11	0,06	-0,03	0,25	0,25	0,21	0,02
24	0,18	0,21	0,07	-0,01	0,11	0,03	0,17	0,15	0,06	-0,02	-0,22	0,03
36	0,03	-0,01	-0,15	-0,19	0,08	-0,26	-0,02	0,09	0,04	0,12	-0,05	-0,02

Приложение Ж2 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода расходов воды на реке Мста

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_x$	77,5	62,7	77,0	564	395	133	105	101	103	148	152,9	115,0
$D$	1351	598	2205	43195	65284	4794	5285	14925	6669	12794	7982	3539
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,81	0,57	0,50	0,21	0,50	0,38	0,74	0,72	0,80	0,69	0,37	0,64
2	0,62	0,22	0,21	-0,03	0,22	0,35	0,75	0,54	0,37	0,31	0,24	0,45
3	0,21	0,09	-0,12	0,23	0,44	0,20	0,54	0,03	0,33	0,14	0,23	0,37
4	0,01	0,04	-0,09	0,17	0,35	0,09	0,17	0,16	0,27	0,12	0,18	0,00
5	-0,11	0,02	-0,02	0,47	0,21	-0,05	0,31	0,15	0,17	-0,02	0,20	0,02
6	-0,04	0,05	0,25	0,30	-0,03	-0,05	0,15	0,06	-0,03	0,02	0,22	-0,04
7	0,15	0,23	0,09	0,14	0,09	-0,09	0,11	-0,01	-0,03	0,22	0,01	0,06
8	0,23	0,18	0,03	0,16	0,13	-0,18	0,07	-0,08	0,21	0,07	0,36	0,32
9	0,09	0,07	0,07	-0,02	0,15	-0,07	-0,10	-0,04	0,03	0,45	0,39	0,26
10	-0,01	-0,03	0,10	-0,17	0,08	0,11	0,00	-0,13	0,27	0,50	0,31	0,16
11	0,03	0,18	0,01	-0,13	0,17	0,15	-0,10	-0,03	0,47	0,37	0,30	0,00
12	0,26	0,12	-0,10	-0,08	0,38	-0,04	0,00	0,01	0,33	0,35	0,08	-0,11
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,26	0,12	-0,10	-0,08	0,38	-0,04	0,00	0,01	0,33	0,35	0,08	-0,11
24	0,17	0,29	0,01	0,07	0,03	0,09	0,01	-0,05	-0,11	-0,11	-0,11	0,02
36	0,16	0,05	0,14	-0,10	0,01	-0,18	-0,01	0,08	0,09	-0,04	-0,14	0,03

Приложение ЖЗ Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодичного хода расходов воды на реке Ловать

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$	45,8	34,4	63,0	440,1	183,4	62,4	47,0	65,8	61,4	87,2	86,6	73,1
$D$	1420	700	3776	19554	16190	3724	2836	22674	4308	7236	4535	2663
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодичной изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,68	0,50	0,04	0,25	0,74	0,61	0,73	0,70	0,72	0,72	0,52	0,77
2	0,66	0,21	-0,08	0,16	0,55	0,74	0,67	0,42	0,58	0,21	0,47	0,48
3	0,16	0,12	-0,17	0,43	0,63	0,48	0,35	0,40	0,39	0,26	0,28	0,58
4	-0,01	0,05	-0,09	0,19	0,37	0,22	0,43	0,41	0,40	0,23	0,40	0,05
5	-0,05	0,03	-0,08	0,29	0,29	0,18	0,44	0,52	0,17	0,08	0,21	-0,06
6	0,02	0,03	-0,10	0,12	0,22	0,30	0,49	0,10	0,11	0,41	0,16	-0,06
7	0,02	0,09	-0,11	0,02	0,20	0,33	0,10	0,02	0,25	0,18	-0,06	0,05
8	-0,01	0,04	-0,10	-0,10	0,32	0,02	0,07	0,15	0,17	-0,03	0,05	0,08
9	-0,11	-0,03	-0,03	-0,14	0,18	-0,07	0,02	0,00	0,00	0,08	0,03	0,11
10	-0,10	-0,06	0,02	-0,16	-0,09	0,17	0,18	-0,07	0,10	0,06	0,10	-0,07
11	-0,05	0,05	-0,06	-0,24	0,15	0,06	0,10	0,04	0,06	0,28	0,09	-0,12
12	0,04	-0,03	-0,08	-0,06	0,25	-0,14	0,10	0,00	0,13	0,18	0,03	-0,09
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,04	-0,03	-0,08	-0,06	0,25	-0,14	0,10	0,00	0,13	0,18	0,03	-0,09
24	0,18	0,29	0,01	0,07	0,12	0,05	-0,03	-0,02	-0,04	-0,02	0,06	0,16
36	-0,02	-0,10	0,01	0,03	-0,02	0,05	-0,07	-0,02	0,18	0,03	0,07	-0,04

Приложение Ж4 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода расходов воды на реке Шелонь

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m^*$	16,8	11,9	34,5	226,7	65,0	19,7	14,9	24,6	21,8	33,2	41,1	33,0
$D^*$	399	138	1324	8906	3470	424	360	6675	1014	1851	1632	1181
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,50	0,34	0,04	0,27	0,59	0,55	0,61	0,67	0,68	0,83	0,66	0,76
2	0,42	0,12	-0,19	0,17	0,28	0,73	0,51	0,51	0,59	0,41	0,46	0,35
3	0,08	0,17	-0,16	0,25	0,54	0,44	0,38	0,50	0,43	0,35	0,16	0,37
4	-0,07	0,08	-0,05	0,20	0,31	0,26	0,58	0,62	0,33	0,07	0,34	0,02
5	-0,02	-0,07	-0,09	0,29	0,16	0,28	0,67	0,60	-0,04	0,14	0,23	-0,10
6	-0,09	-0,03	-0,13	0,06	0,14	0,49	0,46	0,00	-0,02	0,33	-0,03	0,00
7	0,01	0,23	-0,15	0,12	0,30	0,42	-0,06	0,01	0,15	-0,04	-0,04	-0,08
8	0,05	-0,09	-0,13	0,16	0,31	-0,13	0,03	0,05	0,06	0,01	0,00	0,10
9	-0,10	-0,17	-0,09	0,02	0,27	-0,07	0,06	-0,08	-0,04	0,04	0,02	0,16
10	-0,16	-0,14	0,09	-0,04	-0,07	0,04	0,03	-0,12	-0,04	0,02	0,08	-0,06
11	-0,10	0,08	-0,02	0,05	0,12	-0,05	0,04	-0,06	0,03	0,24	-0,02	-0,15
12	0,15	-0,04	-0,03	-0,17	0,26	-0,19	-0,02	-0,01	0,08	0,07	-0,10	-0,09
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,15	-0,04	-0,03	-0,17	0,26	-0,19	-0,02	-0,01	0,08	0,07	-0,10	-0,09
24	0,05	0,36	-0,14	0,14	0,06	0,08	-0,07	0,04	-0,03	0,12	0,16	0,02
36	-0,07	-0,21	-0,13	0,05	-0,04	-0,02	-0,13	-0,02	-0,01	-0,03	-0,06	-0,15

Приложение 3 Численные значения оценок математического ожидания  $m^*(t)$  и дисперсии  $D^*(t)$  для внутригодового хода уровня на озере Ильмень

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_x$	283	228	216	358	496	402	352	267	239	246	264	279
$D$	37991	9655	17001	14974	12216	12363	29704	7667	7733	8657	10332	10460
Нормированные значения корреляционных зависимостей внутригодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,61	0,71	0,49	0,59	0,68	0,38	0,44	0,94	0,90	0,91	0,91	0,66
2	0,40	0,76	0,42	0,54	0,49	0,63	0,38	0,78	0,72	0,83	0,53	0,84
3	0,42	0,59	0,42	0,41	0,76	0,56	0,28	0,63	0,70	0,45	0,73	0,55
4	0,34	0,56	0,30	0,43	0,65	0,43	0,23	0,58	0,38	0,67	0,44	0,63
5	0,33	0,46	0,41	0,44	0,47	0,35	0,26	0,36	0,68	0,40	0,52	0,40
6	0,18	0,54	0,47	0,39	0,40	0,34	0,22	0,63	0,48	0,45	0,46	0,58
7	0,29	0,54	0,36	0,37	0,36	0,30	0,42	0,48	0,49	0,38	0,60	0,19
8	0,26	0,42	0,39	0,36	0,30	0,41	0,27	0,46	0,41	0,49	0,21	0,42
9	0,16	0,42	0,40	0,27	0,45	0,33	0,33	0,46	0,45	0,16	0,49	0,41
10	0,14	0,38	0,27	0,32	0,39	0,34	0,30	0,39	0,19	0,42	0,46	0,36
11	0,16	0,27	0,53	0,26	0,43	0,46	0,22	0,23	0,41	0,43	0,43	0,38
12	0,12	0,51	0,42	0,22	0,50	0,24	0,14	0,42	0,45	0,39	0,46	0,31
Нормированные значения корреляционных зависимостей межгодовой изменчивости для каждого месяца года												
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,12	0,51	0,42	0,22	0,50	0,24	0,14	0,42	0,45	0,39	0,46	0,31
24	0,20	0,56	0,40	0,24	0,43	0,40	0,12	0,42	0,25	-0,01	0,04	0,16
36	0,15	0,39	0,31	0,19	0,33	0,25	0,08	0,33	0,29	0,10	0,10	0,11