



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

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Влияние изменений климата
на изменение испарения и стока
в бассейне Верхней Волги**

Исполнитель Коломоец Анна Павловна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Постников Александр Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

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

Гайдукова Екатерина Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«27» мая 2025г.

Санкт-Петербург
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ.....	6
1.1 Рельеф.....	6
1.2 Геологическое строение	9
1.3 Климат	11
1.4 Почвы	14
1.5 Растительность	17
1.6 Характеристика гидрографической сети	19
2 МЕТОДЫ РАСЧЕТА СРЕДНЕМНОГОЛЕТНЕГО ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ СУШИ.....	23
2.1 Способы определения испарения	23
2.2 Уравнения связи	25
3 РАСЧЕТ И АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ.....	38
3.1 Исходные данные	38
3.2 Нормы годовых осадков и температуры воздуха за теплый период	44
3.3 Нормы испарения и стока.....	46
3.4 Вклады в изменения норм испарения и стока.....	48
3.5 Анализ расчета норм испарения и стока по разным уравнениям связи.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	54

ВВЕДЕНИЕ

В качестве объекта исследования в данной работе выбран бассейн Верхней Волги. Для гидрологов и географов существует как бы три Волги: верхняя, средняя, нижняя. Место впадения Оки в Волгу принято считать границей между её верхним и средним течением. Регион Верхней Волги, охватывающий территории от истока Волги в Тверской области до устья реки Ока в Нижегородской области, представляет собой исторически и экономически значимую часть Европейской России с уникальными природными и социально-экономическими характеристиками. Географически регион включает Тверскую, Ярославскую, Костромскую, Ивановскую, Нижегородскую области, а также частично Московскую область, формируя бассейн верхнего течения Волги, крупнейшей реки Европы с длиной около 3531 км и площадью бассейна 1,36 млн км². Регион с населением 10-12 млн человек (на 2024 год) отличается высокой урбанизацией: плотность населения варьируется от 30-50 чел./км² в сельских районах до 200-300 чел./км² у городов.

Изучение изменений в распределении водных ресурсов какой-либо страны или региона стало актуальной задачей, так как в результате изменения глобального климата происходят заметные изменения этих характеристик [8]. Оценка этих изменений интересна и важна как с научной, так и практической точек зрения.

Современный период характеризуется значительными климатическими изменениями, наиболее выраженный тренд которых наблюдается с середины 1970-х годов [9]. Хотя прогнозирование климата не входит в задачи гидрологии, гидрологические исследования должны обеспечивать оценку возможных изменений ключевых воднобалансовых компонентов, в частности нормы испарения с поверхности водосборных территорий.

Целью данного исследования является оценка пространственно-временной динамики испарения и стока в бассейне Верхней Волги под влиянием современных климатических изменений.

Испарение представляет собой физический процесс фазового перехода вещества из жидкой или твёрдой фазы в газообразное состояние, который является ключевым компонентом глобального гидрологического цикла. Данный процесс осуществляется с разнотипных поверхностей, включая акватории океанов, морей, континентальных водоёмов и рек, почвенный покров, транспирацию, а также сублимацию снежного и ледового покровов.

Изменение климата представляет собой трансформацию среднемноголетних значений (норм) гидрометеорологических элементов, таких как осадки, температура воздуха и испарение. На примере бассейна Верхней Волги проведен комплексный анализ многолетней изменчивости испарения и сопутствующих метеорологических параметров за 65-летний период наблюдений, включающий сравнительную оценку двух климатических периодов: 1950–1980 гг., характеризующегося стационарным климатом, и 1986–2015 гг., отражающего современные климатические условия. В настоящей работе предпринята попытка оценки изменений средних многолетних значений испарения (далее просто «испарение») с поверхности суши, произошедших в конце прошлого и в начале настоящего столетий в бассейне Верхней Волги.

Для достижения поставленной цели в рамках исследования были сформулированы следующие задачи:

- 1) проведение комплексного анализа природных условий исследуемой территории;
- 2) изучение и оценка существующих методик определения нормы годового испарения;
- 3) выбор наиболее применимого метода для конкретных условий бассейна Верхней Волги;
- 4) сбор, систематизация и обработка необходимых исходных гидрометеорологических данных;

- 5) расчет и детальный анализ компонентов водного баланса региона;
- 6) оценка вклада различных факторов в изменения норм испарения и стока;
- 7) обобщение и представление результатов исследования в сжатой и структурированной форме.

1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Бассейн Верхней Волги охватывает обширную территорию Центральной России, простираясь от Валдайской возвышенности, где река берёт своё начало, до слияния с Окой в районе Нижнего Новгорода. Волга – исключительное явление природы, связавшее воедино несколько географических зон: леса, лесостепи, степи [8].

1.1 Рельеф

Рельеф территории бассейна Верхней Волги характеризуется разнообразием форм, обусловленных геологическим строением и длительными процессами эрозии и аккумуляции.

Основу рельефа составляет пологоволнистая равнина с абсолютными высотами от 100 до 300 метров над уровнем моря. Наиболее возвышенные участки находятся на северо-западе бассейна, где располагается Валдайская возвышенность. Она представляет собой холмисто-моренный рельеф с высотами до 300–340 м (например, высшая точка — гора Камула, 346 м. Здесь преобладают холмисто-моренные ландшафты с чередованием гряд, озов и камов, сформированных ледниковыми отложениями, а также глубокими озерными котловинами, такими как Селигер, созданными в результате гляциальной эрозии. Склоны возвышенности, особенно вдоль правых берегов Волги, часто имеют крутые уступы и обрывы, где чередование песчаных и глинистых пород способствует оползневым процессам, особенно при насыщении грунта талыми или ливневыми водами.

На территории бассейна также встречаются отдельные возвышенности, такие как Клиньско-Дмитровская гряда и Галичская возвышенность, которые вносят разнообразие в рельеф. Эти участки характеризуются холмистыми

ландшафтами с высотами 200–250 м. В то же время низинные участки, например, в районе Рыбинского водохранилища, отличаются плоским рельефом с преобладанием песчаных и глинистых равнин.

К югу и востоку рельеф постепенно понижается, переходя в обширные низменности, такие как Верхневолжская низменность. Эти равнины сложены зандровыми песчаными отложениями, сформированными талыми ледниковыми водами, и отличаются плоским или слабоволнистым рельефом, местами заболоченным, с многочисленными озерами и старицами. В районе Твери и Ярославля долина Волги расширяется, формируя четко выраженные пойменные и надпойменные террасы, часто заболоченные, образованные в результате эрозионной деятельности реки. Долина Волги включает три террасы: пойменную на высоте 8–9 м над уровнем моря, сложенную речными отложениями, с шириной от 3,5 до 15 км, где преобладают луга, кустарники, озера и старицы; вторую надпойменную террасу на высоте 12–13 м, также образованную речными наносами, охватывающую заречную часть города и сужающуюся в нагорной; и третью надпойменную террасу на высоте 25–30 м, сформированную отложениями талых вод, которая прослеживается только в нагорной части с плавным переходом к окружающему рельефу [8].

Северная часть Мордовской возвышенности, являющейся структурным элементом Приволжской возвышенности, характеризуется постепенным понижением рельефа в направлении правобережья Волги, где склоны приобретают выраженную крутизну с формированием уступов и обрывов. В пределах речных долин Волги и её основных притоков (Клязьмы, Оки, Которосли) широко развиты эрозионные формы рельефа, представленные овражно-балочными системами. Наиболее интенсивно эти процессы проявляются на правобережных участках, где амплитуда относительных высот между водораздельными пространствами и днищами эрозионных форм достигает 50–100 метров, что обусловлено литологическими особенностями пород и значительными градиентами высот.

Левобережные участки бассейна, такие как Балахнинская низина, представляют собой обширные песчаные равнины, покрытые сосновыми борами и болотами, с высотами 70–100 м. Эти низины сформированы флювиогляциальными отложениями и отличаются слабой расчлененностью рельефа.

Антропогенная трансформация рельефа долины Волги, обусловленная созданием каскада водохранилищ (Иваньковского, Угличского, Рыбинского), привела к значительным изменениям морфодинамических процессов в русловой и пойменной зонах. Формирование водохранилищных систем вызвало подтопление аккумулятивных равнин, интенсификацию процессов заиления русловых отложений и модификацию баланса эрозионно-аккумулятивных явлений.

В структуре современного речного ландшафта сохраняются реликтовые песчаные острова (Гребневские и Печерские пески) с кустарниковой растительностью, а также антропогенные элементы гидрографической сети, включая искусственный гребной канал в районе бывшей Печерской воложки [4]. При этом склоновые процессы, в частности линейная эрозия и гравитационное смещение масс, сохраняют высокую активность, особенно на правобережных участках, где сочетание литолого-гидрогеологических условий (чередование водоупорных и водоносных горизонтов) и техногенного воздействия создаёт предпосылки для активизации оползневых явлений, что обуславливает необходимость системного мониторинга геодинамических процессов с целью минимизации рисков разрушения береговых массивов.

Рельеф бассейна Верхней Волги оказывает значительное влияние на гидрологический режим реки, определяя направления стока, характер эрозии и накопления осадков. Ледниковые формы, такие как озы, камы и моренные гряды, придают ландшафту уникальный облик, а сочетание возвышенностей и низменностей создаёт живописные природные комплексы, характерные для этого региона.

1.2 Геологическое строение

Геологическое строение бассейна Верхней Волги сформировано длительными процессами, связанными с тектоническими, осадочными и гляциальными событиями. Основу региона составляет древний кристаллический фундамент Восточно-Европейской платформы, сложенный метаморфическими и магматическими породами архейско-протерозойского возраста, залегающими на глубинах более 800 метров [5]. Поверх фундамента располагается осадочный чехол, который включает породы от девона до четвертичного периода. В палеозое, в девонский и каменноугольный периоды, территория Верхней Волги представляла собой морской бассейн, где накапливались карбонатные отложения – известняки и доломиты, а также глинистые и песчаные породы. Эти отложения, особенно девонские и каменноугольные известняки, широко распространены в Тверской и Ярославской областях и содержат залежи строительных материалов.

Возраст самых старых породообразующих материалов бассейна превышает 540 миллионов лет. Их представляют собой кристаллические сланцы и гнейсы, которые формировали древнюю платформу. Налагающиеся на них более молодые осадочные формы, такие как глины, песчаники и мергели, были образованы в результате эрозионных процессов и осадкообразования на протяжении более поздних геологических эпох. Топография здесь разнообразная – от равнинных участков до холмистых и горных регионов, что связано с разным уровнем эрозии и накопления осадков.

В начале раннего неоплейстоцена произошло значительное углубление долины Волги на 70 метров, с базисом эрозии на уровне 10 метров над уровнем моря. Плейстоценовые оледенения существенно повлияли на регион: ледники покрывали почти всю верхнюю часть бассейна, а также северные участки бассейнов средней Волги и Камы, приводя к попеременным врезаниям и заполнениям долины осадками в ледниковые и межледниковые эпохи.

Важную роль в структуре бассейна играют известняки и доломиты, которые формировались в условиях морской среды. Элементы таких пород называют фоссилифицированные остатки организмов, что позволяет изучать историю развития жизни на Земле. В некоторых участках встречаются также остатки вулканической активности, что свидетельствует о колебаниях геологической активности региона в прошлом.

Недра бассейна Верхней Волги содержат запасы полезных ископаемых. Так, здесь имеются месторождения известняков, глин и песчаников, которые активно используются в строительной отрасли [6]. Процесс добычи и переработки этих ресурсов оказывает влияние на окружающую среду, что требует тщательной оценки и мониторинга.

Территория характеризуется разнообразием геологических процессов, включая тектонические движения, которые привели к образованию разломов и структурных аномалий. Это разнообразие причиняет и химические изменения в почвах, что, в свою очередь, определяет типы растительности, которые могут произрастать в данном регионе. Растительность формируется как под прямым влиянием геологического строения, так и в результате климата, который контролирует уровень увлажненности и теплообмен.

Современные отложения включают аллювиальные пески, суглинки и глины, формирующие пойменные террасы и русла рек, с мощностью от 6 до 35 метров. Геологическое строение осложнено асимметрией речных долин, обусловленной эрозионными процессами и влиянием ледников, а также наличием водоносных горизонтов, связанных с четвертичными и более древними отложениями, что определяет гидрогеологические особенности региона.

Гидрогеологические условия бассейна сложны из-за чередования водоносных и водоупорных горизонтов. С геологической точки зрения, высокие правые берега Волги подвержены обвалам и оползням из-за чередования водоупорных глинистых и водоносных песчаных слоев, где насыщение грунта

талыми или ливневыми водами вызывает скольжение верхних песчано-глинистых горизонтов по глинистому основанию.

В результате взаимодействия всех этих факторов бассейн Верхней Волги представляет собой уникальную геологическую систему, где породы различных возрастов и происхождения создают разнообразные геологические формации. Это многообразие не только делает регион интересным для геологического изучения, но и служит основой для его экономической ценности, поскольку полезные ископаемые играют важную роль в местной экономике и обеспечивают ресурсы для будущих поколений.

1.3 Климат

Климат бассейна Верхней Волги, охватывающего центральную часть Европейской России, представляет собой классический пример умеренно-континентального типа с ярко выраженной сезонностью и значительными межгодовыми колебаниями погодных условий. Основную роль играют влажные атлантические воздушные массы, приносящие осадки и смягчающие температурные колебания, особенно в западной части региона. Однако значительное влияние оказывают и холодные арктические воздушные потоки, которые зимой приводят к резким похолоданиям, а летом могут вызывать кратковременные понижения температуры. Кроме того, с востока и юго-востока периодически поступают континентальные воздушные массы из внутренних районов Евразии, способствующие усилению засушливости в теплый период года. Такое сочетание циркуляционных процессов обуславливает четкую сезонность климата с умеренно теплым летом, холодной снежной зимой и переходными периодами с переменной погодой [9]. Годовое количество осадков уменьшается с северо-запада на юго-восток, отражая ослабление влияния атлантических воздушных масс и усиление континентальности климата. На территории региона выделяются четыре сезона, каждый из которых имеет свои климатические особенности.

Зимы в бассейне Верхней Волги продолжительные и холодные, обычно длятся с ноября по март, с устойчивыми отрицательными температурами. Средняя температура января, самого холодного месяца, колеблется в диапазоне от -10 до -15°C , но в отдельные годы, особенно при вторжении арктических воздушных масс, могут фиксироваться морозы до -30°C и ниже. Снежный покров устанавливается в конце ноября или начале декабря и сохраняется до конца марта или начала апреля, достигая толщины 30–50 см в среднем, что играет ключевую роль в формировании весеннего половодья на Волге и ее притоках. Обильный снег обеспечивает значительный запас влаги, который питает реки региона в период таяния.

Лето в бассейне Верхней Волги теплое, но редко экстремально жаркое, с средней температурой июля около $+18...+22^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы, особенно в последние десятилетия, фиксируются аномально жаркие периоды, когда температура может превышать $+30^{\circ}\text{C}$ в течение нескольких дней или даже недель. Такие эпизоды часто сопровождаются засухами, которые оказывают влияние на сельское хозяйство и водный баланс региона. Осадки в бассейне распределяются относительно равномерно в течение года, с годовой нормой в диапазоне 500–700 мм, хотя в некоторых районах, ближе к возвышенностям, она может достигать 800 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в летние месяцы, преимущественно в виде ливневых дождей, что связано с активной циклонической деятельностью. Зимой осадки чаще выпадают в виде снега, а в переходные сезоны — весной и осенью — характерны дожди, иногда с мокрым снегом. Высокая влажность воздуха, особенно в осенне-зимний период, способствует частым туманам, которые наиболее типичны для низменных участков вдоль русла Волги и ее притоков.

Весна в регионе наступает поздно, обычно в апреле, и характеризуется нестабильной погодой с резкими перепадами температур, от дневного тепла до ночных заморозков. Период активного снеготаяния приводит к пиковым уровням воды в реках, что делает весеннее половодье ключевым гидрологическим событием года. Осень, напротив, затяжная, с постепенным

понижением температур и увеличением облачности. Сентябрь часто бывает теплым, с так называемым «бабьим летом», но уже в октябре начинаются затяжные дожди, а к ноябрю возможен первый снег.

Ветер, как один из климатических факторов, часто приводит к резким колебаниям температур. В большинстве случаев преобладают западные и юго-западные ветра, что нередко вызывает затруднения в определении микроклимата отдельных областей. Скорость ветра редко превышает 5–7 м/с, хотя в период прохождения циклонов возможны порывы до 15–20 м/с. В то же время, наличие крупных водоемов, таких как река Волга, может оказывать смягчающее влияние на температуру и уровень влажности в близлежащих территориях. Кроме того, высокая влажность и значительное количество осадков создают условия для развития болотистых и водно-болотных угодий, которые являются важной частью экосистемы и служат естественными фильтрами для водоемов [1].

Рельеф региона, характеризующийся равнинами и холмами, также влияет на климатические условия. В горных и возвышенных участках наблюдаются низкие температуры и больше осадков, чем в пониженных местах, поэтому для каждой местности могут существовать специфические микроклиматические условия. Это разнообразие способствует формированию различных экосистем и зеленых насаждений, которые прекрасно адаптированы к условиям региона.

Фактор антропогенного воздействия также все более явно проявляется в данной климатической системе: изменение использования земель, индустриализация, вырубка лесов и другие виды деятельности человека приводят к увеличению уровня загрязнения и изменению естественных процессов. Систематический мониторинг климатических условий и изменение распространенности погодных явлений требуются для предсказания изменений и адаптации природных и экономических систем.

В последние десятилетия климат бассейна Верхней Волги демонстрирует признаки изменений, связанных с глобальным потеплением. Зимы становятся мягче, с увеличением числа оттепелей и сокращением продолжительности устойчивого снежного покрова. Летние засухи и аномальная жара, как,

например, в 2010 году, становятся более частыми, что приводит к снижению уровня воды в реках и создает риски для сельского хозяйства и водоснабжения. Увеличение интенсивности ливневых осадков также усиливает вероятность локальных подтоплений. Эти изменения оказывают влияние на экосистемы региона, включая лесные массивы, водно-болотные угодья и сельскохозяйственные угодья, а также требуют адаптации в управлении водными ресурсами и планировании хозяйственной деятельности [17].

В целом, климат бассейна Верхней Волги благоприятен для сельского хозяйства, особенно для выращивания зерновых, картофеля и льна, но требует учета сезонных рисков, таких как весенние паводки, летние засухи и нестабильная погода в переходные сезоны. Гидрологический режим реки тесно связан с климатическими особенностями, что делает регион чувствительным к любым изменениям в характере осадков и температурного режима.

1.4 Почвы

Почвы бассейна Верхней Волги отличаются большим разнообразием, что обусловлено сложным рельефом, умеренно-континентальным климатом и историей формирования региона. В этом регионе преобладают несколькими типами почв, каждый из которых имеет свои особенности и распределение. Основной тип почв в этой зоне – дерново-подзолистые, которые преобладают на равнинных участках и в лесных массивах, занимающих значительную часть бассейна. Эти почвы формируются под хвойными и смешанными лесами в условиях достаточного увлажнения и характеризуются кислой реакцией, низким содержанием гумуса (обычно 1–3%) и четко выраженным подзолистым горизонтом, где происходит вымывание минеральных веществ. Дерново-подзолистые почвы часто имеют песчаную или супесчаную текстуру, что делает их относительно легкими для обработки, но требует внесения удобрений для повышения плодородия, особенно в сельском хозяйстве. В районах с более тяжелыми суглинистыми грунтами, особенно в низинах и на моренных

отложениях, встречаются глинисто-подзолистые почвы, которые обладают большей влагоемкостью, но хуже дренируются, что может приводить к заболачиванию.

В поймах Волги и ее притоков, таких как Тверца, Молога или Клязьма, распространены аллювиальные почвы, которые отличаются высоким плодородием благодаря регулярному накоплению органических и минеральных веществ во время весенних половодий [2]. Эти почвы, как правило, имеют нейтральную или слабокислую реакцию и содержат больше гумуса, что делает их ценными для выращивания овощных культур и кормовых трав. Однако их использование осложняется риском подтопления и необходимостью мелиоративных мероприятий. На заболоченных участках, особенно в низменных частях бассейна, встречаются торфяно-болотные и болотные почвы, которые формируются в условиях избыточного увлажнения. Такие почвы богаты органическим веществом, но их кислотность и низкая аэрация ограничивают возможности сельскохозяйственного использования без осушения и известкования.

Глинистые почвы также имеют распространение в данном регионе, особенно вблизи рек. Они способны удерживать большое количество влаги, что делает их полезными для определенных культур, хотя их плотная структура иногда затрудняет аэрацию и корнеобеспечение растений.

На возвышенных участках, таких как Валдайская или Смоленско-Московская возвышенности, встречаются серые лесные почвы, которые формируются под широколиственными лесами. Они отличаются более высоким содержанием гумуса (до 4–6%) и менее выраженным подзолистым процессом по сравнению с дерново-подзолистыми почвами, что делает их более плодородными. Эти почвы часто используются для выращивания зерновых, картофеля и льна, хотя их плодородие также требует поддержания через внесение органических и минеральных удобрений. В некоторых районах, особенно на юге бассейна, встречаются небольшие участки черноземов, преимущественно выщелоченных, которые характеризуются высоким

содержанием гумуса и хорошей структурой, но их распространение ограничено из-за преобладания лесной зоны.

Природные ландшафты бассейна Верхней Волги способствуют разнообразию почвенных условий. На пространствах с бедными песчаными или супесчаными почвами часто можно встретить травянистую растительность и низкорослые леса. Более глинистые и суглинистые участки обычно покрыты более густыми лесными массивами.

Формирование почвенного покрова в бассейне Верхней Волги тесно связано с геологической историей региона, где ледниковые и водно-ледниковые отложения создали основу для разнообразия почвенных типов. Моренные суглинки, песчаники и глины, оставленные древними ледниками, определяют текстуру почв и их водно-физические свойства. Климатические условия, включая умеренные температуры и достаточное количество осадков (500–700 мм в год), способствуют активным процессам вымывания и подзолообразования, но в то же время поддерживают накопление органики в пойменных и болотных почвах. Антропогенное влияние, особенно вырубка лесов и распашка земель, привело к деградации некоторых почв, включая эрозию и снижение содержания гумуса. В последние десятилетия изменения климата, такие как увеличение числа засушливых периодов и интенсивных осадков, также оказывают воздействие на почвенные процессы, усиливая эрозию на склонах и способствуя заболачиванию в низинах [4].

Несмотря на разнообразие, почвы бассейна Верхней Волги в целом обладают умеренным плодородием, что требует комплексного подхода к их использованию. Сельскохозяйственная деятельность, традиционно важная для региона, включает выращивание зерновых, кормовых культур и овощей, но успех зависит от мелиорации, внесения удобрений и защиты от эрозии. В то же время лесные и болотные экосистемы, связанные с преобладающими типами почв, играют ключевую роль в поддержании биоразнообразия и водного баланса региона, что делает их важным объектом для экологического мониторинга и сохранения.

1.5 Растительность

Растительность бассейна Верхней Волги характеризуется богатым разнообразием, обусловленным умеренно-континентальным климатом, сложным рельефом и разнообразием почв, таких как дерново-подзолистые, аллювиальные и торфяно-болотные. Регион находится в зоне смешанных лесов, переходящей на юге к лесостепи, что определяет преобладание лесной растительности с элементами луговых и болотных экосистем [4]. Основу растительного покрова составляют хвойно-широколиственные леса, где доминируют такие виды, как сосна обыкновенная, ель европейская, дуб черешчатый, липа мелколистная, клен остролистный и береза повислая. Сосна и ель чаще встречаются на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах, особенно на возвышенных участках, таких как Валдайская возвышенность, где формируются густые хвойные массивы с подлеском из черники, брусники и мхов. Широколиственные породы, такие как дуб и липа, более характерны для южных районов бассейна, где серые лесные почвы обеспечивают более высокое плодородие. Эти леса отличаются богатым травяным ярусом, включающим такие виды, как сныть обыкновенная, медуница неясная, копытень европейский и ландыш майский, которые хорошо приспособлены к затененным условиям.

Леса пониженных и низменных участков, где почвы более влажные, образуют смешанные леса с преобладанием хвойных деревьев, таких как ель и сосна, наряду с лиственными видами. В этих лесах можно встретить различные подлески, в том числе кустарники, такие как рябина, черемуха и калина. На более сухих склонах встречаются сосновые леса, в которых доминируют хвойные деревья, создавая своеобразные ландшафты, защищающие от ветров и оберегающие живую природу.

Долины рек и прибрежные участки часто заселены водно-болотной растительностью. Такие растения, как тростник, осока и рдест, выполняют важные экологические функции, связывая грунт и обеспечивая среду обитания для птиц и других животных. Пойменные луга отличаются высоким

биоразнообразием и включают злаковые виды, такие как тимopheевка луговая, мятлик луговой, а также разнотравье, представленное клевером, тысячелистником, ромашкой и лютиком. Эти территории, регулярно затопливаемые во время весеннего половодья, служат важными кормовыми угодьями для сельского хозяйства, хотя их использование ограничено из-за избыточного увлажнения [2]. Болотные экосистемы, характерные для низменных участков, представлены осоковыми и тростниковыми сообществами, где доминируют осока острая, тростник обыкновенный, рогоз узколистный и хвощ болотный. На торфяниках встречаются сфагновые мхи, багульник болотный, клюква и пушица, которые хорошо приспособлены к кислым и переувлажненным условиям. Эти экосистемы играют важную роль в поддержании водного баланса региона, выступая естественными резервуарами влаги.

На южных окраинах бассейна, где влияние лесостепной зоны становится заметнее, встречаются участки луговых степей с преобладанием злаков, таких как ковыль перистый, типчак и овсяница луговая, а также разнотравья, включая шалфей, зверобой и полынь. Эти сообщества формируются на выщелоченных черноземах и серых лесных почвах и часто используются как пастбища или сенокосы. Антропогенное воздействие, связанное с вырубкой лесов, распашкой земель и развитием сельского хозяйства, существенно изменило естественный растительный покров. Значительная часть лесов была заменена сельскохозяйственными угодьями, где выращиваются зерновые культуры, картофель, лен и кормовые травы. Вторичные леса, возникшие на месте вырубок, часто состоят из мелколиственных пород, таких как береза и осина, с примесью кустарников, включая иву, малину и шиповник. Вблизи населенных пунктов и вдоль дорог распространены рудеральные сообщества, представленные крапивой двудомной, лопухом большим, полынью обыкновенной и другими видами, устойчивыми к антропогенному воздействию.

Привлекают внимание и редкие виды, занесенные в Красную книгу, такие как любка двулистная и орхидея. Их присутствие указывает на относительное благополучие экосистемы и здоровье природной среды.

Периоды смены сезона также оказывают своё влияние на растительность. Весной расцветают первоцветы, заполняя лесные поляны, летом наряду с обилием зелени начинается активное размножение различных видов. Осень окрашивает листву в яркие оттенки, создавая живописные пейзажи. Зимой многие растения остаются в спячке, но некоторые виды, такие как хвойные деревья, сохраняют свою зелень, позволяя сохранить экосистему активной даже в холодное время года.

Климатические изменения, наблюдаемые в последние десятилетия, оказывают влияние на растительность бассейна Верхней Волги. Увеличение числа засушливых периодов и аномально жарких лет приводит к сокращению площади болотных экосистем и деградации некоторых луговых сообществ, в то время как мягкие зимы способствуют расширению ареала теплолюбивых видов. Эрозия почв на склонах, вызванная интенсивными осадками, также угрожает лесным и луговым экосистемам. Несмотря на эти вызовы, растительность региона остается важным компонентом его экосистем, поддерживая биоразнообразие, регулируя водный режим и обеспечивая ресурсы для сельского хозяйства. Лесные массивы выполняют почвозащитные и водоохранные функции, а пойменные луга и болота служат местами обитания для многих видов флоры и фауны, включая редкие и охраняемые, такие как венерин башмачок и кубышка желтая. Сохранение этого растительного разнообразия требует сбалансированного подхода к хозяйственной деятельности и экологическому мониторингу, особенно в условиях изменяющегося климата.

1.6 Характеристика гидрографической сети

Гидрографическая сеть бассейна Верхней Волги представляет собой сложную и разветвленную систему водотоков и водоемов, формирующуюся под

влиянием умеренно-континентального климата, рельефа и геологической истории региона. Основу гидрографической сети составляет река Волга, которая на участке Верхней Волги начинается от истока на Валдайской возвышенности и протекает до устья Оки, включая такие крупные водохранилища, как Верхневолжское, Ивановское, Угличское и Рыбинское. Волга в этом регионе имеет преимущественно равнинный характер течения, с умеренным уклоном, что обеспечивает относительно спокойный режим течения, но с выраженными сезонными колебаниями уровня воды [2]. Ее русло, сформированное ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями, часто извилистое, с многочисленными меандрами, особенно в нижней части бассейна. Ширина реки варьируется от нескольких десятков метров в верховьях до сотен метров ниже Рыбинского водохранилища, а глубина в естественных условиях составляет 2–5 метров, увеличиваясь в водохранилищах до 10–20 метров.

Ключевую роль в гидрографической сети играют притоки Волги, среди которых наиболее крупные – Тверца, Молога, Которосль, Шексна и Медведица. Тверца, берущая начало на Валдайской возвышенности, отличается быстрым течением в верховьях и значительным вкладом в водосбор Волги, особенно в период весеннего половодья. Молога и Шексна, впадающие в Рыбинское водохранилище, имеют более спокойное течение и широкие поймы, что делает их важными для сельского хозяйства и водоснабжения. Меньшие притоки, такие как Нерль, Дубна и Кашинка, дополняют сеть, формируя густую систему водотоков, особенно в низменных частях бассейна. Общая длина рек в бассейне Верхней Волги превышает десятки тысяч километров, а плотность речной сети достигает 0,3–0,5 км/км², что выше среднего для равнинных регионов России благодаря достаточному увлажнению (500–700 мм осадков в год) и наличию многочисленных моренных возвышенностей.

Значительная часть гидрографической сети изменена антропогенной деятельностью, в первую очередь строительством водохранилищ, которые существенно изменили естественный гидрологический режим. Верхневолжское водохранилище, расположенное близ истока Волги, регулирует сток в верховьях,

обеспечивая стабильное водоснабжение. Иваньковское водохранилище, известное как Московское море, играет ключевую роль в водоснабжении Москвы и области, а Угличское и Рыбинское водохранилища, помимо регулирования стока, используются для гидроэнергетики и судоходства. Эти водохранилища, занимающие площадь более 5 тысяч км², существенно замедляют течение Волги, способствуют аккумуляции наносов и изменяют микроклимат прилегающих территорий. Однако их создание привело к затоплению обширных пойменных лугов и лесов, что сказалось на экосистемах региона.

Малые реки и ручьи, составляющие значительную часть гидрографической сети, играют важную роль в локальном водообеспечении и поддержании болотных экосистем. Многие из них, особенно в низинах, имеют заболоченные поймы, что связано с высоким уровнем грунтовых вод и слабым дренажом на глинистых и суглинистых почвах.

Озера, такие как Селигер, Плещеево и Неро, дополняют гидрографическую сеть, выступая естественными резервуарами воды и важными центрами биоразнообразия. Озеро Селигер, расположенное в верховьях бассейна, представляет собой сложную систему плесов и проток, связанных с Волгой через реку Селижаровку, и характеризуется высокой экологической ценностью. Плещеево озеро, питаемое подземными источниками и малыми реками, является примером реликтового водоема, сохранившего уникальную флору и фауну.

Гидрологический режим бассейна Верхней Волги определяется выраженным весенним половодьем, которое формируется за счет таяния снежного покрова, обеспечивающего до 60–70% годового стока. Пик половодья приходится на апрель-май, когда уровень воды в Волге и ее притоках может подниматься на 5–10 метров, особенно в районах с узкими руслами. Летняя межень характеризуется снижением уровня воды, особенно в засушливые годы, хотя водохранилища сглаживают эти колебания. Осенние паводки, вызванные затяжными дождями, менее выражены, но могут быть значительными в годы с высокой циклонической активностью. Зимой реки покрываются льдом с ноября

по март, с толщиной льда 30–60 см, что ограничивает судоходство, но поддерживает стабильный подземный сток.

Климатические изменения, включая учащение засушливых периодов и неравномерное распределение осадков, оказывают влияние на гидрографическую сеть, усиливая сезонные колебания стока и увеличивая риск обмеления малых рек [1]. Антропогенное воздействие, включая загрязнение сточными водами, сельскохозяйственными удобрениями и промышленными выбросами, ухудшает качество воды, особенно в нижней части бассейна, где плотность населения и хозяйственная активность выше. Несмотря на эти вызовы, гидрографическая сеть Верхней Волги остается важнейшим ресурсом региона, обеспечивая водоснабжение, гидроэнергетику, судоходство и поддерживая экосистемы, что требует комплексного подхода к управлению водными ресурсами и их сохранению.

2 МЕТОДЫ РАСЧЕТА СРЕДНЕМНОГОЛЕТНЕГО ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ СУШИ

2.1 Способы определения испарения

Для проведения расчетов в рамках этой работы необходим метод, позволяющий определить среднегодовое многолетнее испарение с учетом изменяющихся климатических факторов. Рассматриваются методы определения среднего многолетнего годового испарения с поверхности суши, которое для краткости названо «испарением». Для оценки испарения на территории России применяются три основных подхода [16]. Первый метод основан на использовании карты изолиний испарения (Рисунок 2.1), разработанной в Государственном гидрологическом институте (ГГИ) во времена СССР. Эта карта, опубликованная в 1976 году в «Рекомендациях по расчету испарения с поверхности суши», предназначена для оценки испарения на больших территориях площадью около 6000-7000 км². Она построена на основе уравнения водного баланса, учитывающего разность между осадками и стоком. Точность значений, полученных с карты, составляет около 15% для равнинных территорий бывшего СССР, но в горных районах и на Крайнем Севере погрешность возрастает до 20%, а в некоторых слабоизученных районах может достигать 40%.

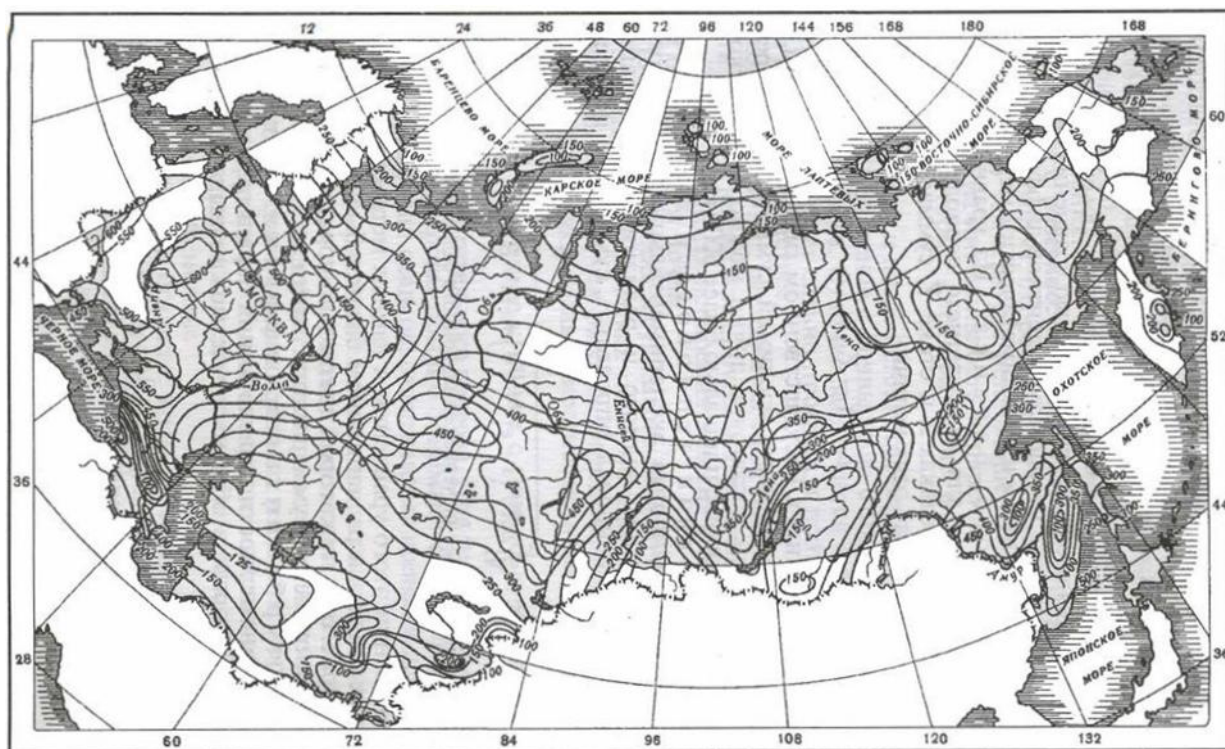


Рисунок 2.1 – Карта изолиний испарения с поверхности суши (мм).

Второй метод предполагает расчет испарения на основе данных о температуре и влажности воздуха с использованием номограммы (Рисунок 2.2), предложенного А.Р. Константиновым. Для этого выбираются метеорологические станции, данные которых репрезентативны для данной испаряющей поверхности, то есть отражают средний сезонный ход температуры и влажности на обширной территории, включающей различные типы угодий и водоемов. Станции, расположенные на лесных полянах, считаются подходящими для расчетов испарения в лесистой местности. Однако данные метеостанций, находящихся вблизи водоемов, нерепрезентативны. Для корректных расчетов метеостанции должны быть удалены от водных объектов: от реки – на расстояние, превышающее ее ширину не менее чем в пять раз; от водоема шириной до 1 км – на расстояние, превышающее его ширину; от водоема шириной в несколько километров – на расстояние, превышающее половину его ширины; от крупных водоемов – на расстояние, составляющее около трети их ширины. Влияние крупных морей, таких как Азовское, Каспийское и Черное, распространяется на прибрежную зону шириной до 150

км. В зонах избыточного увлажнения, где испарение с почвы близко к испарению с водной поверхности, влияние водоемов на данные метеостанций ослабевает, а зона их воздействия сокращается в 2-4 раза. Этот метод не рекомендуется для сухих степей, полупустынь и пустынь, а погрешность расчетов, по оценке Константинова, составляет около 13%.

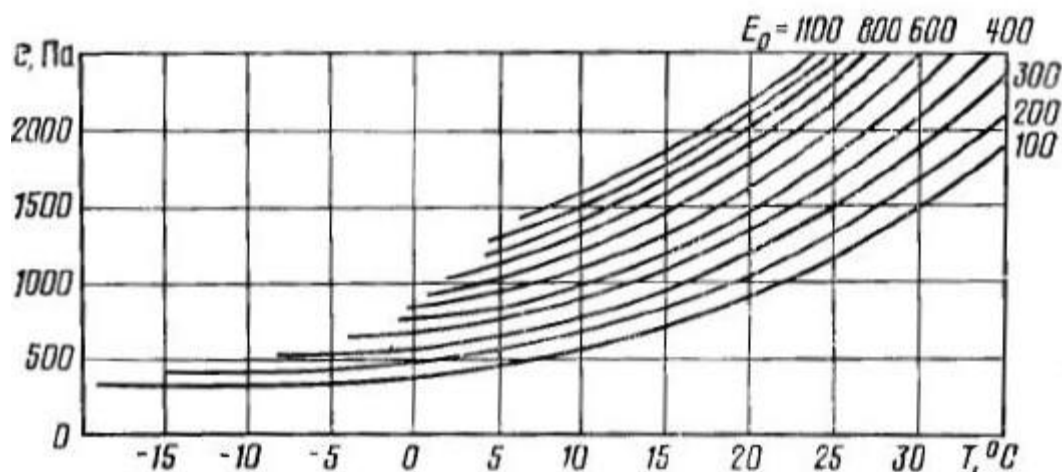


Рисунок 2.2 – Номограмма для вычисления среднегодового годового испарения E_0 (мм) по среднегодовой температуре T и влажности воздуха e (Па).

Третий метод заключается в расчете испарения с использованием уравнений связи, которые в гидрометеорологической практике связывают нормы годового испарения с нормами годовых осадков и испаряемостью.

2.2 Уравнения связи

С давних времён учёные стремятся разработать методы и уравнения для описания процесса испарения, связанного с атмосферными осадками, с целью установления зависимости между количеством выпадающих осадков, испаряемостью и фактическим испарением с поверхности суши, учитывая при этом влияние метеорологических условий и радиационного баланса [10].

Уравнения связи связывают нормы годового испарения (E) с нормами годовых осадков (X) и испаряемостью (E_0), то есть максимально возможным

испарением с предельно увлажненной поверхности при заданных метеорологических условиях. Уравнения связи имеют общий вид:

$$E = f(x, E_0), \quad (2.1)$$

и выражаются в миллиметрах в год.

Графически УС представлено кривой, начинающейся из начала координат под углом 45° (при $x=0$ испарение равно осадкам, так как сток отсутствует), но с увеличением осадков наклон кривой уменьшается, так как часть осадков идет на сток, а испарение приближается к своему пределу – испаряемости (E_0).

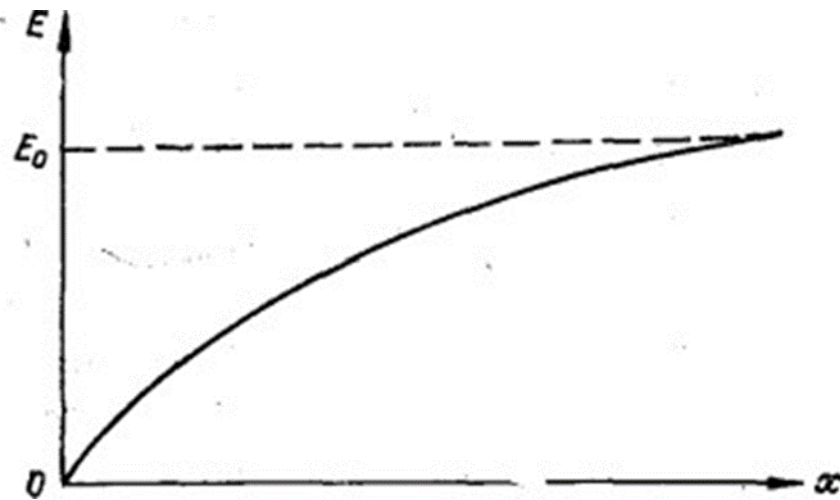


Рисунок 2.3 – Зависимость годовых норм испарения от осадков.

Исторически первым уравнением связи считается уравнение *Шрейбера*, предложенное в начале XX века:

$$E = x \left[1 - e^{-\frac{E_0}{x}} \right], \quad (2.2)$$

Позже *Э.М. Ольдекоп* разработал уравнение:

$$E = E_0 \tanh\left(\frac{x}{E_0}\right), \quad (2.3)$$

где $\tanh$ – гиперболический тангенс.

В.С. Мезенцев разработал и предложил уравнение:

$$E = E_0 \left[1 - \left(\frac{kx}{E_0} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (2.4)$$

где n – параметр, значение которого для равнинных территорий равно 3, а для территорий с расчлененным рельефом равно 2.

За рубежом для расчета испарения широко используется уравнение Л.Тюрка:

$$E = x \left[A + \left(\frac{x}{E_0} \right)^2 \right]^{-0,5}, \quad (2.5)$$

где A – параметр «аридности», изменяющийся, по данным Тюрка, от 0,77 до 1,22 и принимаемый в среднем равным 0,9.

В середине XX века советский ученый *М.И. Будыко*, анализируя уравнения (2.2) и (2.3), отметил, что уравнение Шрейбера недооценивает, а уравнение Ольдекопа переоценивает значения испарения [3]. Для повышения точности Будыко предложил использовать среднее геометрическое этих двух уравнений:

$$E = \sqrt{E_{(1)} E_{(2)}}, \quad (2.6)$$

$$E = \sqrt{E_0 x \left[1 - e^{-\frac{E_0}{x}} \right] \tanh \left(\frac{x}{E_0} \right)}. \quad (2.7)$$

Где E , E_0 и x – годовые нормы испарения, испаряемости и осадков соответственно;

$E_{(1)}$ и $E_{(2)}$ – испарение, рассчитанное по формулам (2.2) и (2.3) соответственно;

k , n и A – параметры, определенные опытным путем.

Испаряемость, определяемая как максимально возможное испарение при заданных метеорологических условиях с достаточно увлажненной подстилающей поверхности, то есть при неограниченном запасе влаги, является ключевым понятием в изучении водного баланса. Впервые теоретическое обоснование общих свойств зависимостей, связанных с испаряемостью, было предложено Э.М. Ольдекопом. В уравнениях (2.2), (2.3) и (2.6) используется единственный параметр – испаряемость E_0 , которая определяется

исключительно метеорологическими факторами, как указано в приведенном определении.

Это означает, что для среднемноголетних условий формула водного баланса принимает упрощенный вид, где осадки распределяются между двумя основными процессами: стоком и испарением. Таким образом, единственным фактором, определяющим распределение осадков между этими процессами, является совокупность метеорологических условий, которые являются внешними по отношению к характеристикам водосбора. При этом свойства самого водосбора, такие как тип почвогрунтов, рельеф и другие физико-географические особенности, в данных уравнениях не учитываются, что представляет собой их принципиальный недостаток, ограничивающий применимость в более сложных условиях.

В то же время уравнения (2.4) и (2.5), включающие несколько параметров, обладают большей гибкостью в аппроксимации зависимости испарения E от осадков x , что позволяет лучше описывать реальные процессы. Однако существенным недостатком этих уравнений является нечетко определенный физический смысл параметров n и A , что затрудняет их интерпретацию и применение в практических расчетах.

Н.А. Багров в своей работе подчеркивал, что первая производная стока по осадкам, которая характеризует изменение стока в зависимости от количества осадков, определяется соотношением между фактическим испарением и испаряемостью [10].

Согласно Багрову, эта зависимость может быть выражена в самом общем виде через математическую формулу, которая связывает сток, осадки и соотношение испарения с испаряемостью, подчеркивая их взаимосвязь как ключевой фактор в распределении водного баланса. Такой подход позволяет описать, как метеорологические условия влияют на разделение осадков между стоком и испарением, предоставляя основу для анализа гидрологических процессов в различных природных условиях.

$$\frac{dy}{dx} = \left(\frac{E}{E_0}\right)^m. \quad (2.8)$$

Если для среднемноголетних условий уравнение водного баланса замкнутого речного водосбора принимает упрощенную форму:

$$y = x - E, \quad (2.9)$$

в которой осадки распределяются между двумя основными составляющими: стоком и испарением.

То

$$\frac{dy}{dx} = 1 - \frac{dE}{dx}, \quad (2.10)$$

откуда

$$\frac{dE}{dx} = \frac{1}{1 - \left(\frac{E}{E_0}\right)^m}. \quad (2.11)$$

Первая производная испарения по осадкам, согласно рассматриваемой модели, пропорциональна выражению $1 - \left(\frac{E}{E_0}\right)^m$.

Однако физический смысл этой разности остается неясным, что затрудняет интерпретацию данной зависимости в общем случае. Только при значении параметра $m = 1$ указанную разность можно интерпретировать как дефицит испарения, который имеет четкий физический смысл, отражающий разницу между максимально возможным и фактическим испарением.

В этом случае после математической обработки получается уравнение вида

$$E = E_0 \left[1 - e^{-\frac{x}{E_0}} \right], \quad (2.12)$$

которое имеет сходство с уравнением (2.2). Это уравнение описывает зависимость испарения от осадков с учетом испаряемости и экспоненциального затухания.

Однако при $m = 1$ производная стока по осадкам $\left(\frac{dy}{dx}\right)$ в уравнении (2.8) становится в точности равной отношению фактического испарения к испаряемости, что, по мнению исследователей, является избыточной

конкретизацией смысла и величины этой производной при построении дифференциального уравнения. Такая жесткая привязка может ограничивать гибкость модели.

В случае, когда параметр $m = 2$, после проведения интегрирования и определения постоянной интегрирования выводится уравнение вида

$$E = x \tanh\left(\frac{E_0}{x}\right). \quad (2.13)$$

которое схоже с уравнением (2.3). Это уравнение описывает нелинейную зависимость испарения от осадков, используя гиперболический тангенс, и позволяет учитывать более сложные соотношения между осадками и испарением в гидрологических расчетах.

Недостатки рассмотренных уравнений водного баланса, такие как их ограниченная способность учитывать характеристики конкретного водосбора, побуждают исследователей к поиску альтернативных форм уравнений связи, которые могли бы более полно описывать гидрологические процессы. В существующих формулах испарение определяется исключительно внешними факторами, такими как осадки и испаряемость, которые не зависят от свойств самого водосбора. В попытке преодолеть этот недостаток *А.Н. Постников* предложил новую форму уравнения связи [15], включающую параметры, характеризующие особенности конкретного водосбора. Далее приводятся выдержки из этой работы, поясняющие ход рассуждений её автора.

Его рассуждения основываются на предположении, что норма осадков для данного водосбора может варьироваться в широком диапазоне – от крайне малых до очень больших значений, что, соответственно, влияет на нормы речного стока и испарения.

При минимальных осадках вся поступающая вода аккумулируется на поверхности и полностью расходуется на испарение, при этом сток отсутствует. Такая ситуация сохраняется до тех пор, пока количество осадков не достигнет определенного порогового значения x_1 , после превышения которого начинается формирование стока. С дальнейшим увеличением осадков увеличиваются как

сток, так и испарение, однако рост испарения имеет предел: при достижении осадками значения x_0 испарение становится равным испаряемости ($E = E_0$), и при дальнейшем увеличении осадков ($x \geq x_0$) испарение перестает расти, оставаясь на уровне испаряемости. Важно отметить, что в точке x_1 производная стока по осадкам $\left(\frac{dy}{dx}\right)$ равна нулю, затем она начинает возрастать и достигает максимального и постоянного значения, равного единице, в точке x_0 . Исходя из этой зависимости, предполагается, что каждому значению производной $\frac{dy}{dx}$ соответствует определенное значение испарения E . На основании этого А.Н. Постников предложил уравнение связи вида

$$1 - \frac{dy}{dx} = a(E_0 - E)^n, \quad (2.14)$$

где параметры a и n характеризуют свойства водосбора, позволяя учесть его индивидуальные особенности в моделировании процессов стока и испарения.

С учетом выражения (2.10) уравнение (2.14) имеет вид

$$\frac{dE}{dx} = a(E_0 - E)^n, \quad (2.15)$$

Интегрирование уравнения (2.15) дает

$$\frac{(E_0 - E)^{1-n}}{1-n} = ax + C, \quad (2.16)$$

где C – постоянная интегрирования.

Используя условия $E = x_1$ при $x = x_1$, $E = E_0$ при $x = x_0$, из уравнения (2.16) получаем

$$E = E_0 - (E_0 - x_1) \left(\frac{x_0 - x}{x_0 - x_1} \right)^{\frac{1}{1-n}} = v, \quad (2.17)$$

Выше отмечалось, что $\frac{dy}{dx} = 0$ при $x = x_1$, это условие позволяет из равенства (2.14) установить, что

$$n = \frac{x_0 - E_0}{x_0 - x_1}. \quad (2.18)$$

$(x_0 - x_1)$ – это стокообразующие осадки, то есть часть осадков, которая дает сток. Поэтому n представляет собой коэффициент стока стокообразующих осадков, когда $x = x_0$. Таков физический смысл параметра n . Отсюда $0 \leq n \leq 1$.

Таким образом, зависимость испарения от осадков представляется системой уравнений:

$$\begin{aligned} E &= x \text{ при } x \leq x_1, \\ E &= v \text{ при } x_1 < x < x_0, \\ E &= E_0 \text{ при } x \geq x_0. \end{aligned} \quad (2.19)$$

Параметры x_1 и x_0 , определяющие пороговые значения осадков в моделях водного баланса, зависят от ряда факторов, связанных с характеристиками водосбора и режимом осадков. Значение x_0 , при котором испарение достигает уровня испаряемости, варьируется в зависимости от уклонов склонов водосбора: при одинаковой испаряемости E_0 на водосборах с более крутыми склонами x_0 будет выше, чем на территориях с пологими склонами, из-за ускоренного стекания воды. Кроме того, тип почвы существенно влияет на x_0 : в бассейнах с песчаными почвами, обладающими высокой водопроницаемостью, вода быстро фильтруется вглубь, что уменьшает ее доступность для испарения и способствует стоку, тогда как в бассейнах с суглинистыми почвами, где фильтрация замедлена, создаются более благоприятные условия для испарения. Физические свойства почвы, такие как их объемный вес, могут служить характеристикой этих процессов.

Еще одним важным фактором является распределение осадков во времени: в регионах, где основная часть годовых осадков выпадает в холодный период, условия для формирования стока более благоприятны, и x_0 будет выше, чем в регионах, где осадки приходятся на теплый период, способствующий испарению. Также, если сравнивать выпадение одинакового количества осадков, например, в виде двух интенсивных дождей или десяти равномерно распределенных во времени, то в первом случае условия благоприятствуют стоку, а во втором – испарению, что приводит к меньшему значению x_0 во втором случае.

Что касается x_1 , значения осадков, при котором начинается сток, оно также зависит от распределения осадков во времени: чем чаще выпадает одно и то же количество осадков, тем больше x_1 , так как вода дольше задерживается на

поверхности. Условия стекания, такие как крутизна склонов или густота речной сети, также влияют на x_1 : на водосборах с крутыми склонами или плотной речной сетью вода быстрее уходит в сток, что уменьшает x_1 . Кроме того, x_1 зависит от общего уровня увлажнения почвы: на влажных почвах x_1 будет ниже, чем на пересушенных, что может приводить к увеличению x_1 при переходе от лесных зон к лесостепным и степным. Многовариантная зависимость x_1 и x_0 от этих факторов усложняет практическое применение уравнения (2.18), требуя учета сложных взаимодействий природных характеристик водосбора и климатических условий.

Интересно отметить, что из формулы (2.15) при $n = 1$ получаем

$$E = E_0 - (E_0 - x_1)e^{-\frac{x-x_1}{E_0-x_1}}, \quad (2.20)$$

где E_0 и x_1 имеют тот же смысл, что и в уравнении (2.19), но уже другие численные значения.

При допущении, что параметр x_1 равен нулю из-за отсутствия соответствующих данных, уравнение (2.20) преобразуется в уравнение (2.12).

Функция $-z = f\left(\frac{x}{E_0}\right)$ в зависимости от отношения x/E_0 , показывает, что максимальное отклонение значения z от единицы составляет 12%, что свидетельствует о близости результатов, получаемых с использованием уравнений (2.2) и (2.12). Однако уравнения (2.2)–(2.6) и (2.12) предполагают, что сток начинается сразу при появлении любых, даже минимальных осадков, что не соответствует реальным гидрологическим процессам.

Анализ различных уравнений связи демонстрирует, что при превышении осадков над испаряемостью в два раза испарение становится практически равным испаряемости. Если в уравнение (2.19) подставить $x_1 = 0$ и $x_0 = 2E_0$, получается упрощенное уравнение

$$E = x \left(1 - \frac{x}{4E_0}\right). \quad (2.21)$$

которое описывает зависимость испарения от осадков.

Испаряемость, определяемая как максимальное возможное испарение при данных климатических условиях и избыточном увлажнении поверхности,

зависит исключительно от тепловых ресурсов территории и не связана с уровнем ее увлажнения. Таким образом, уравнения (2.2)–(2.6) выражаются в общей форме

$$E = f(x, E_0). \quad (2.22)$$

и устанавливают связь между тепловыми и водными характеристиками территории. При наличии метода расчета испаряемости E_0 эти уравнения позволяют оценить не только величину испарения, но и сток с данной территории, поскольку для среднемноголетних условий водный баланс описывается уравнением (2.9). Кроме того, задавая значения осадков и переменных, определяющих E_0 , можно прогнозировать сток и испарение в изменяющихся гидрометеорологических условиях, что делает эти уравнения полезным инструментом для гидрологических расчетов.

За рубежом для расчета испарения широко используется уравнение (2.5) при

$$E_0 = 300 + 25t + 0,05t^3, \quad (2.23)$$

где t – норма среднегодовой температуры воздуха.

По данному уравнению при $t < -10^\circ\text{C}$ испаряемость принимает отрицательные значения, то есть уравнение Л. Тюрка не подходит для территорий с такими значениями t , например, для некоторой части Крайнего Севера.

А.Н. Постниковым было предложено еще одного уравнение связи:

$$E = E_0(1 - e^{-z}), \quad (2.24)$$

где

$$z = \frac{x}{E_0} + 0,5 \left(\frac{x}{E_0} \right)^2, \quad (2.25)$$

и было предложено уравнение для расчета испаряемости:

$$E_0 = 16,8(0,8 + 0,011t_n)(90 - 52e^{0,11(6-t_n)}). \quad (2.26)$$

Параметр t_n представляет собой норму среднегодовой температуры воздуха за теплый период года, который играет ключевую роль в процессах

испарения, поскольку основная часть испарения с поверхности суши на территории Российской Федерации происходит именно в это время. Учитывая, что испаряемость зависит от температуры воздуха, логично предположить, что эта зависимость будет более выраженной для температуры теплого периода, нежели для среднегодовой температуры. Для характеристики температуры теплого периода предлагается использовать сумму среднемесячных значений температуры воздуха за месяцы с неотрицательными температурами, разделенную на 12. К теплому периоду относятся месяцы, в которых норма температуры воздуха не опускается ниже нуля. Деление на 12, а не на количество месяцев с положительной температурой, обеспечивает большую сопоставимость значений t_n между различными регионами, а в случаях, когда температура остается положительной в течение всего года, t_n совпадает со средней годовой температурой воздуха.

Если разделить каждое из уравнений связи на величину осадков x , то левая часть уравнений преобразуется в коэффициент испарения $\left(\frac{E}{x}\right)$, а правая часть становится функцией от отношения $\left(\frac{E_0}{x}\right)$, где E_0 – испаряемость.

Задавая различные значения $\left(\frac{E_0}{x}\right)$, в пределах их возможного диапазона, можно вычислить соответствующие коэффициенты испарения для каждого уравнения, сравнить полученные результаты и оценить различия в расчетах испарения, основанных на разных уравнениях связи, что представлено в таблице 2.1. Такой подход позволяет систематизировать и анализировать расхождения в оценках испарения, обусловленные выбором той или иной модели.

Таблица 2.1 – Коэффициенты испарения, определенные по различным уравнениям связи

E_0/x	(2.2)	(2.3)	(2.6)	(2.12)	(2.13)	(2.21)	(2.24)
0,4	0,33	0,39	0,36	0,37	0,38	0,38	0,40
0,5	0,39	0,48	0,44	0,43	0,46	0,50	0,49
0,6	0,45	0,56	0,50	0,49	0,54	0,58	0,57
0,7	0,50	0,62	0,56	0,53	0,60	0,64	0,64
0,8	0,55	0,68	0,61	0,57	0,66	0,69	0,70
1	0,63	0,76	0,69	0,63	0,76	0,75	0,78
1,2	0,70	0,82	0,76	0,68	0,83	0,79	0,83

1,4	0,75	0,86	0,80	0,71	0,89	0,82	0,87
1,6	0,80	0,89	0,84	0,74	0,92	0,84	0,90
1,8	0,83	0,91	0,87	0,77	0,95	0,86	0,91
2	0,86	0,93	0,89	0,79	0,96	0,88	0,93
2,2	0,89	0,94	0,91	0,80	0,98	0,89	0,94
2,5	0,92	0,95	0,93	0,82	0,99	0,90	0,95
2,8	0,94	0,96	0,95	0,84	0,99	0,91	0,96
3,0	0,95	0,96	0,96	0,85	1,00	0,92	0,97
E_0/x	(2.1)	(2.2)	(2.5)	(2.10)	(2.11)	(2.20)	(2.23)
3,2	0,96	0,97	0,96	0,86	1,00	0,92	0,97
3,5	0,97	0,97	0,97	0,87	1,00	0,93	0,98
4,0	0,98	0,98	0,98	0,88	1,00	0,94	0,98

Примечание. В верхней строке таблицы указаны номера уравнений по тексту данной работы.

Анализ данных, представленных в таблице 2.1, показывает, что в определенных диапазонах отношения испаряемости к осадкам $\left(\frac{E_0}{x}\right)$, значения коэффициента испарения, рассчитанные по различным уравнениям связи, демонстрируют близость, тогда как в других диапазонах наблюдаются заметные расхождения. Наибольшая согласованность оценок $\left(\frac{E_0}{x}\right)$ отмечается между уравнениями (2.3), (2.6) и (2.24), разработанными Ольдекопом, Багровым и Постниковым соответственно. На основе уравнений (2.3), (2.6), (2.21) и (2.24) проводились расчеты испарения [12] для отдельных регионов Советского Союза, а полученные результаты сравнивались с данными карты среднего годового испарения, созданной в Государственном гидрологическом институте с использованием уравнения водного баланса речного бассейна [16]. Погрешности расчетов испарения по этим уравнениям оказались сопоставимыми и в среднем составили 6–8% по сравнению с данными упомянутой карты.

В заключение главы можно отметить, что методика расчета норм годового испарения, основанная на применении уравнений (2.24) и (2.26), обеспечивает приемлемую точность для территории Российской Федерации, особенно в регионах с преимущественно равнинным рельефом. Погрешность расчетов по этой методике не превышает погрешностей, получаемых при использовании других уравнений связи. В связи с этим в данной работе для оценки испарения

предпочтение отдается уравнению (2.24), что дополнительно обосновывается тем, что оно было разработано на кафедре инженерной гидрологии университета, проводившего исследование.

3 РАСЧЕТ И АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

3.1 Исходные данные

Для оценки влияния климатических изменений на испарение с поверхности суши и речной сток в бассейне Верхней Волги было проведено исследование, в рамках которого анализировались ключевые гидрометеорологические параметры за два периода: 1950–1980 годы, характеризующиеся как эпоха стационарного климата, и 1986–2015 годы, соответствующие эпохе нестационарного климата. Основное внимание уделялось сравнению средних многолетних значений атмосферных осадков, испарения и речного стока за указанные периоды, чтобы выявить изменения, вызванные климатическими факторами. Главными факторами, определяющими эти процессы, были выбраны средняя температура воздуха за теплый период года и годовые суммы атмосферных осадков.

Исходные данные для расчетов климатических норм, включающие среднемесячные температуры воздуха и месячные суммы осадков, были получены из базы данных электронного ресурса Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации (*meteo.ru*) [7]. При этом данные по осадкам учитывали поправки на смачивание и ветровой недоучет, что обеспечивало более высокую точность расчетов. Для анализа были использованы данные с девяти метеостанций, расположенных в бассейне Верхней Волги (таблица 3.1), что позволило охарактеризовать климатические и гидрологические изменения в регионе за выбранные тридцатилетние периоды, соответствующие принятым в метеорологии стандартам для определения климатических характеристик.

Таблица 3.1 – Метеостанции, по данным наблюдений которых проводились
расчеты

Станция	Индекс станции	Долгота, °	Широта, °	Высота над уровнем моря, м
Тверская область				
Бологое	26298	57,9	34,1	188
Торопец	26479	56,5	31,6	187
Старица	26499	56,5	34,9	181
Костромская область				
Кологрив	27164	58,8	44,3	150
Кострома	27333	57,7	40,8	126
Вологодская область				
Вытегра	22837	61,0	36,4	56
Великий Устюг	22981	60,8	46,3	99
Нижегородская область				
Ветлуга	27277	57,9	45,8	136
Нижний Новгород	27459	56,3	44,0	157



Рисунок 3.1 – Расположение метеостанций в бассейне Верхней Волги, использованных для расчета гидрометеорологических параметров: красные точки обозначают метеостанции с отсутствующими данными, зеленые точки – метеостанции с доступными данными, по которым проводились расчеты.

При изучении расположения метеостанций в бассейне Верхней Волги, представленного на рисунке 1, и анализе данных из таблицы 3.1, выявлено, что значительное число метеостанций, изначально запланированных для использования в исследовании, столкнулось с проблемой отсутствия необходимых гидрометеорологических данных. Это ограничение существенно затруднило сбор информации, что потребовало пересмотра подхода к исследованию для получения более полной картины климатических изменений в регионе. Для восполнения пробелов в данных и обеспечения более репрезентативного анализа было принято решение расширить водосборную территорию, включив дополнительные регионы, где доступ к данным был возможен. Такой подход позволил охватить более широкий спектр

климатических и гидрологических вариаций, характерных для бассейна Верхней Волги, и минимизировать влияние отсутствия данных на итоговые выводы исследования.

Ниже приведены таблицы (3.2) – (3.5), содержащие исходные данные, собранные на метеостанции Бологое, расположенной в Тверской области, которые включают среднемесячные температуры воздуха и месячные суммы атмосферных осадков за два исследуемых периода – 1950-1980 годы, соответствующие эпохе стационарного климата, и 1986-2015 годы, относящиеся к эпохе нестационарного климата, причем в таблицах температуры за теплый период года, охватывающий месяцы с мая по сентябрь, выделены зеленым цветом для удобства анализа изменений климатических условий в бассейне Верхней Волги и их влияния на испарение и речной сток.

Таблица 3.2 – Нормы t_n для метеостанции Бологое за период с 1950 по 1980 гг.

26298 ст.Бологое с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1950	-17,0	-7,0	-2,6	7,7	9,9	14,0	14,5	13,0	10,7	4,5	-0,7	-4,5	6,2
1951	-11,3	-10,2	-5,0	6,4	7,6	15,1	15,8	17,3	11,0	2,4	-4,4	-2,2	6,3
1952	-4,0	-7,4	-10,8	5,5	8,6	14,6	16,2	14,9	9,6	2,5	-2,0	-5,0	6,0
1953	-10,4	-15,2	-3,1	5,8	9,8	17,2	17,3	15,5	8,7	5,4	-2,7	-5,5	6,6
1954	-12,6	-13,6	-2,2	1,7	11,5	16,8	18,5	16,0	10,8	4,5	-2,2	-4,0	6,7
1955	-7,2	-7,8	-7,1	-0,6	8,4	13,0	16,7	17,2	13,0	6,6	-3,6	-15,8	6,2
1956	-11,4	-18,2	-4,6	0,8	9,6	19,0	14,0	13,2	7,6	3,3	-5,0	-4,1	5,6
1957	-4,8	-2,5	-7,4	4,6	11,8	13,6	17,7	15,1	9,7	4,8	-0,7	-5,0	6,4
1958	-8,4	-8,7	-7,2	1,8	10,7	13,1	16,0	13,8	8,5	5,2	-0,2	-9,2	5,8
1959	-5,0	-5,0	-1,9	4,2	9,8	16,1	18,6	16,0	7,4	1,7	-4,6	-10,4	6,2
1960	-12,6	-9,9	-6,4	3,6	11,2	16,6	19,7	15,1	8,2	1,2	-3,5	0,0	6,3
1961	-6,2	-2,1	-0,6	2,8	10,7	17,3	16,8	14,4	8,8	6,0	-1,1	-7,8	6,4
1962	-4,8	-7,0	-2,3	5,8	10,8	11,9	15,0	13,2	9,5	5,2	-0,2	-8,1	6,0
1963	-16,0	-11,4	-10,9	3,0	15,6	12,4	18,0	16,8	12,3	4,9	-1,2	-8,4	6,9
1964	-7,4	-10,4	-7,1	3,0	10,3	17,0	17,8	14,6	10,0	6,4	-3,4	-5,1	6,6
1965	-9,1	-11,1	-4,6	1,4	7,5	15,1	14,7	14,1	11,8	3,4	-7,5	-3,5	5,7
1966	-13,9	-11,9	-1,6	3,6	13,1	16,4	17,5	14,6	7,9	4,9	-0,9	-10,8	6,5
1967	-14,9	-9,0	0,5	4,6	14,0	14,9	16,3	16,3	10,7	7,9	0,6	-10,6	7,2
1968	-17,4	-8,6	-2,0	3,8	9,8	16,6	14,0	16,7	10,0	1,8	-2,9	-5,6	6,1
1969	-15,9	-13,5	-7,6	3,6	9,5	13,6	16,2	14,8	9,0	3,8	0,4	-9,4	5,9
1970	-11,8	-10,2	-2,8	4,0	11,2	15,2	17,6	15,2	9,8	3,9	-2,8	-6,8	6,4
1971	-3,9	-10,1	-4,6	3,0	11,8	15,2	15,6	15,3	9,0	2,7	-2,8	-5,9	6,1
1972	-16,2	-7,0	-3,9	4,0	10,7	17,5	20,6	19,1	10,3	3,3	-1,3	-0,9	7,1

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1973	-10,2	-4,7	-2,0	5,2	11,2	16,6	18,0	13,5	6,5	2,4	-3,4	-7,1	6,1
1974	-10,9	-1,9	-1,5	1,8	7,5	15,4	17,2	14,8	12,0	6,6	0,7	-2,0	6,3
1975	-4,0	-6,8	0,1	6,6	14,2	14,9	17,8	14,6	12,3	3,4	-3,2	-4,4	7,0
1976	-13,6	-11,2	-4,3	3,2	9,5	11,8	15,5	12,9	8,6	-2,0	-1,9	-4,9	5,1
1977	-10,9	-7,8	-2,6	4,8	12,2	15,4	17,2	14,3	8,2	2,8	0,8	-9,1	6,3
1978	-8,4	-11,5	-0,4	2,7	9,2	13,4	15,5	14,2	8,2	2,3	1,4	-17,4	5,6
1979	-11,4	-10,5	-1,9	1,9	14,5	15,7	15,1	16,0	9,8	2,9	-1,2	-6,0	6,3
1980	-11,3	-8,3	-7,4	4,7	6,8	17,4	15,9	13,9	9,6	4,2	-3,2	-5,2	6,0
													6,3

Таблица 3.3 – Нормы t_n для метеостанции Бологое за период с 1986 по 2015 гг.

<i>26298 ст.Бологое с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-7,7	-14,3	-0,7	4,2	11,9	16,8	17,1	14,8	6,8	3,4	0,6	-9,2	6,3
1987	-20,2	-6,4	-6,8	1,5	11,5	15,4	15,2	13,4	8,3	3,7	-3,6	-7,7	5,8
1988	-7,7	-6,6	-1,2	3,0	13,6	17,8	20,2	14,7	10,9	4,3	-5,7	-7,9	7,0
1989	-2,3	-1,0	1,3	6,9	12,1	18,7	17,5	15,2	11,6	4,6	-3,0	-6,5	7,3
1994	-4,8	-13,2	-3,5	6,1	9,0	13,6	17,7	14,7	12,4	4,0	-3,6	-7,4	6,5
1995	-6,6	-1,6	0,1	6,0	12,0	18,4	15,8	15,5	11,4	6,3	-3,7	-11,2	7,1
1996	-10,2	-11,1	-4,0	4,8	12,6	15,3	16,5	16,4	7,8	4,8	3,0	-7,7	6,8
1997	-7,2	-5,0	-2,0	3,1	8,5	16,8	17,9	16,8	8,0	2,3	-1,7	-8,0	6,1
1998	-4,1	-8,8	-3,2	3,8	12,1	17,9	16,6	13,8	9,8	4,9	-9,1	-6,6	6,6
1999	-7,2	-8,2	-1,5	8,3	7,1	21,2	20,3	14,6	11,1	6,1	-3,9	-2,4	7,4
2000	-6,6	-3,9	-1,8	8,6	10,0	14,9	17,5	15,2	8,8	6,7	0,2	-3,4	6,8
2001	-4,4	-9,3	-4,0	8,9	10,4	15,1	21,2	15,2	10,9	5,0	-2,3	-12,7	7,2
2002	-6,0	-1,7	0,8	5,8	11,4	15,5	20,5	16,6	10,1	0,5	-2,9	-13,6	6,8
2003	-9,5	-8,1	-2,7	2,7	13,3	11,8	20,0	15,4	10,5	4,2	0,5	-2,3	6,5
2004	-9,5	-7,8	-0,4	3,4	10,1	14,2	17,6	16,9	11,8	4,5	-2,3	-2,8	6,5
2005	-3,5	-9,1	-7,3	5,7	12,0	14,5	18,5	16,3	12,0	5,3	1,2	-5,8	7,1
2006	-10,0	-14,8	-5,2	4,7	10,8	16,6	17,1	16,2	12,6	6,2	0,1	1,1	7,0
2007	-4,4	-13,7	3,5	4,4	13,1	15,4	17,0	18,1	10,8	5,9	-3,0	-2,1	7,4
2008	-4,9	-2,0	-0,2	6,8	10,3	14,1	17,1	15,9	9,4	7,2	1,2	-3,2	6,8
2009	-5,6	-5,1	-1,9	3,6	12,0	15,3	17,2	14,9	12,3	3,7	1,6	-7,0	6,7
2010	-15,7	-9,3	-2,8	5,7	14,8	16,7	23,9	19,2	10,3	2,9	-0,5	-10,7	7,8
2011	-8,1	-11,6	-2,7	5,2	11,6	16,9	21,2	16,6	11,1	5,6	0,7	-0,2	7,4
2012	-7,6	-13,0	-3,2	5,2	12,6	15,0	19,0	15,1	11,2	4,9	0,8	-10,7	7,0
2013	-9,6	-5,4	-8,9	3,9	15,1	18,5	17,2	16,3	9,3	5,4	2,6	-1,9	7,4
2014	-9,9	-2,4	0,7	5,5	13,7	14,2	19,1	17,0	11,0	2,3	-2,4	-4,3	7,0
2015	-5,0	-3,1	1,0	4,2	11,9	15,7	16,0	16,0	12,6	3,0	0,5	0,0	6,7
													6,8

Таблица 3.4 – Нормы х для метеостанции Бологое за период с 1950 по 1980 гг.

26298 ст.Бологое с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1950	30,1	64,8	29,5	33,0	93,8	87,4	99,4	72,0	131,6	20,6	64,9	37,2	764,3
1951	31,1	9,9	37,3	50,1	31,7	80,0	111,5	37,3	39,3	20,7	50,3	63,4	562,6
1952	33,4	45,5	18,1	22,3	78,9	105,1	52,8	61,3	125,4	135,9	70,9	50,8	800,4
1953	35,1	13,6	35,3	80,2	28,9	66,5	285,9	98,5	95,1	72,3	53,3	21,4	886,1
1954	31,5	16,7	21,8	45,0	44,8	49,4	110,8	54,6	59,4	90,4	51,6	35,6	611,6
1955	49,4	62,7	67,4	51,5	116,4	90,7	56,4	8,6	55,4	67,1	54,2	80,0	759,8
1956	67,6	25,9	19,4	85,9	56,5	50,7	112,3	117,2	29,8	75,2	67,2	35,5	743,2
1957	71,4	61,8	57,6	27,1	69,3	114,4	100,5	80,5	85,4	73,0	27,3	65,8	834,1
1958	77,9	88,9	28,0	26,1	73,3	95,2	106,6	70,0	58,3	98,2	53,3	68,7	844,5
1959	75,1	54,4	52,9	45,6	16,5	93,4	111,2	65,6	57,0	90,7	21,7	48,2	732,3
1960	50,4	49,6	34,5	9,7	39,7	67,4	53,0	104,8	40,9	50,1	59,0	81,7	640,8
1961	45,4	26,2	62,2	42,4	91,3	67,3	99,6	187,4	28,8	10,5	41,9	57,9	760,9
1962	37,1	21,4	61,6	50,6	80,1	90,6	134,7	71,9	68,2	37,7	41,5	29,3	724,7
1963	36,1	22,9	14,1	18,4	43,7	78,3	37,0	85,6	27,6	66,9	35,3	32,8	498,7
1964		42,7	31,6	24,2	41,0	33,4		56,5	70,1	61,5	75,6	92,6	529,2
1965	64,5	36,0	50,7	12,2	70,1	43,8	79,9	67,4	50,9	48,7	64,5	73,6	662,3
1966	57,3	73,1	73,4	61,7	96,2	42,3	85,5	63,1	74,3	53,8	27,3	85,5	793,5
1967	46,8	32,2	31,7	73,2	61,4	66,5	70,9	75,6	29,8	91,7	66,8	77,8	724,4
1968	54,0	36,1	46,0	51,5	95,1	39,4	115,6	50,4	43,2	100,8	43,8	51,1	727,0
1969	48,9	18,9	22,3	58,3	50,3	75,0	108,7	65,1	66,2	68,6	104,4	53,1	739,8
1970	62,4	28,1	29,1	72,5	30,2	28,6	62,5	49,8	69,7	79,4	46,7	46,1	605,1
1971	37,7	44,6	36,1	20,2	30,1	88,9	115,4	50,5	105,7	91,0	56,7	39,0	715,9
1972	6,0	9,8	27,6	18,9	61,7	31,5	90,7	21,7	64,4	89,7	74,4	24,0	520,4
1973	24,9	56,2	50,9	67,2	54,2	59,6	56,7	33,6	100,0	62,5	102,1	55,4	723,3
1974	34,2	35,4	13,4	24,1	59,7	104,0	133,1	43,4	20,3	45,6	69,0	66,1	648,3
1975	49,5	41,1	20,6	66,4	24,8	56,3	35,8	26,3	27,2	36,4	48,8	51,5	484,7
1976	41,2	29,6	49,4	47,6	72,2	115,2	73,7	84,8	26,8	28,0	61,8	66,1	696,4
1977	23,9	64,7	33,4	59,7	71,5	40,5	175,5	117,4	64,8	68,4	78,4	60,8	859,0
1978	32,3	34,6	53,2	30,6	58,9	98,5	46,6	72,9	54,9	78,2	87,0	36,6	684,3
1979	73,2	35,7	38,8	25,2	55,3	29,9	140,2	58,0	58,8	33,6	48,8	47,2	644,7
1980	53,1	38,2	19,9	22,1	49,1	102,0	86,9	165,3	41,4	82,7	38,6	51,9	751,2
													702

Таблица 3.5 – Нормы х для метеостанции Бологое за период с 1986 по 2015 гг.

26298 ст.Бологое с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	75,3	21,0	31,9	93,5	26,5	66,4	100,9	56,9	118,6	32,5	29,9	58,1	711,5
1987	26,4	39,7	26,6	31,3	73,2	88,9	91,6	77,6	101,1	1,4	47,5	55,5	660,8
1988	17,4	41,7	40,8	44,1	55,7	66,9	94,3	177,7	39,3	43,4	75,9	76,7	773,9
1989	59,4	42,6	51,5	21,6	68,6	73,1	77,6	158,7	38,2	108,4	37,9	60,4	798,0
1990	65,5	69,2	75,2	13,1	47,5	49,8	83,0	131,3	125,5	81,7	53,9	35,7	831,4
1991	59,3	61,9	53,2	23,7	89,9	152,7	66,4	72,2	45,2	18,2	28,4	58,7	729,8
1992	77,2	39,8	26,7	54,5	42,5	37,3	19,5	72,5	69,5	136,3	43,3	60,9	680,0
1993	77,3	33,8	43,9	41,9	31,1	32,8	100,9	110,2	61,4	46,3	4,4	77,1	661,1
1994	51,3	16,9	64,7	17,2	72,1	76,6	87,6	67,2	67,6	36,8	56,2	30,3	644,5

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1995	54,7	49,8	34,2	27,2	89,5	54,2	75,4	69,6	76,2	39,6	35,7	52,4	658,5
1996	23,1	31,0	11,4	24,5	31,4	59,2	62,2	5,9	65,4	31,1	47,0	39,1	431,3
1997	55,3	53,9	31,6	31,2	62,4	112,5	22,0	32,7	74,9	99,7	70,3	32,5	679,0
1998	43,9	44,1	44,6	26,0	50,7	75,4	293,3	101,4	74,2	50,2	32,2	72,2	908,2
1999	79,7	50,0	38,9	23,6	50,1	34,0	30,7	95,7	43,4	60,6	38,7	69,4	614,8
2000	44,4	41,5	38,9	50,7	22,1	69,1	182,5	83,3	61,6	41,4	31,5	55,8	722,8
2001	38,4	55,4	50,4	37,1	41,1	96,8	74,9	49,2	37,1	65,9	91,1	63,1	700,5
2002	57,4	54,6	44,2	22,5	24,8	71,4	28,6	6,6	44,3	85,3	55,9	53,0	548,6
2003	46,6	13,8	19,2	38,7	84,5	113,8	69,2	160,1	17,2	102,2	67,4	73,8	806,5
2004	60,7	55,0	33,0	26,6	53,6	89,0	181,5	94,1	64,1	103,7	62,0	60,7	884,0
2005	61,9	22,9	56,3	27,0	48,2	131,0	80,1	57,4	29,4	19,0	62,6	93,8	689,6
2006	31,5	20,7	26,7	39,8	84,9	141,3	24,0	157,4	68,1	99,2	47,0	59,0	799,6
2007	88,7	29,8	20,1	41,7	107,3	40,1	118,3	69,3	28,5	67,4	61,2	21,0	693,4
2008	40,9	55,2	51,8	38,5	25,0	49,7	115,3	84,6	73,3	57,0	50,9	54,2	696,4
2009	64,6	41,4	43,1	53,7	78,0	103,5	99,4	64,4	35,2	99,6	63,4	64,5	810,8
2010	18,0	56,3	48,7	49,8	91,8	87,9	24,1	144,8	68,8	55,9	114,8	78,4	839,3
2011	56,4	39,8	34,1	58,1	87,9	66,4	76,2	116,9	70,8	45,2	38,3	63,2	753,3
2012	45,9	45,8	46,6	46,2	38,6	94,7	37,7	60,0	67,8	96,8	105,4	57,8	743,3
2013	35,7	28,5	62,6	50,2	67,7	87,3	125,3	73,4	34,3	40,9	83,7	35,8	725,4
2014	29,0	34,9	46,3	17,3	53,1	108,7	57,2	62,7	28,5	70,1	31,3	54,2	593,3
2015	59,7	30,7	17,8	53,4	72,4	19,8	108,5	22,5	70,9	14,3	40,2	59,6	569,8
													712

Данные по среднемесячным температурам воздуха и месячным суммам атмосферных осадков для остальных метеостанций, использованных в исследовании бассейна Верхней Волги, включая станции Торопец, Старица, Кологрив, Кострома, Ветлуга и Нижний Новгород, представлены в приложениях 1–32, где подробно отражены гидрометеорологические параметры за периоды 1950-1980 и 1986-2015 годов.

3.2 Нормы годовых осадков и температуры воздуха за теплый период

Результаты расчетов климатических норм, включающих среднегодовые значения атмосферных осадков и средние температуры воздуха за теплый период года, были систематизированы и представлены в таблице 3.6, где отражены данные, полученные на основе многолетних наблюдений с метеостанций бассейна Верхней Волги за два исследуемых периода – 1950-1980 годы, относящиеся к эпохе стационарного климата, и 1986-2015 годы, характеризующие эпоху нестационарного климата, что позволяет наглядно

сравнить изменения этих ключевых гидрометеорологических параметров под воздействием климатических изменений.

Таблица 3.6 – Полученные нормы t_n и x

Метеостанция	1950-1980		1986-2015		Изменение	
	t_n , °C	x , мм	t_n , °C	x , мм	Δt_n , °C	Δx , мм
Бологое	6,3	702	6,8	712	0,5	10
Торопец	6,6	753	7,1	807	0,5	54
Старица	6,5	683	6,9	750	0,4	67
Кологрив	5,9	591	6,2	595	0,3	4
Кострома	6,4	672	7,0	672	0,6	0
Вытегра	5,6	751	6,3	729	0,7	-22
Великий Устюг	5,6	571	6,0	612	0,4	41
Ветлуга	6,3	674	6,8	720	0,5	46
Нижний Новгород	7,0	632	7,5	693	0,5	61

Результаты расчетов климатических норм для бассейна Верхней Волги, представленные в таблице, показывают, что норма годовых осадков в среднем по региону за первый период (1950–1980 годы) составила 644 мм, тогда как за второй период (1986–2015 годы) она увеличилась до 662 мм, что отражает общее возрастание количества осадков на 18 мм, или примерно на 3% от среднего значения первого периода, однако это изменение оказалось неравномерным по территории региона. Так, на некоторых метеостанциях, таких как Торопец, осадки выросли значительно – с 753 мм до 807 мм, что составляет увеличение на 54 мм (около 7%), а на станции Нижний Новгород рост составил 61 мм (с 632 мм до 693 мм, или около 10%), в то время как на других станциях, например, в Ветлуге, наблюдалось снижение осадков с 751 мм до 729 мм, то есть на 22 мм (примерно 3%), а наибольшее уменьшение зафиксировано в Старице, где осадки сократились с 683 мм до 616 мм, что равно 67 мм или около 10% от значения первого периода. Эта неравномерность изменения осадков может быть

объяснена неоднородностью атмосферной циркуляции, которая влияет на распределение осадков в зависимости от географического положения метеостанций, а также усилением частоты экстремальных значений осадков в условиях изменения климата, вызванного увеличением содержания водяного пара в атмосфере, что является глобальной тенденцией.

Что касается температуры воздуха за теплый период года, то среднегодовая норма по региону за первый период составила $7,3^{\circ}\text{C}$, а за второй период увеличилась до $7,7^{\circ}\text{C}$, что указывает на общее повышение температуры на $0,4^{\circ}\text{C}$ в среднем по всем станциям. При этом на всех метеостанциях зафиксировано увеличение температуры: максимальное изменение отмечено в Костроме, где температура выросла с $6,4^{\circ}\text{C}$ до $7,0^{\circ}\text{C}$, то есть на $0,6^{\circ}\text{C}$, а минимальное – в Кологриве, с $5,9^{\circ}\text{C}$ до $6,2^{\circ}\text{C}$, что составляет $0,3^{\circ}\text{C}$. При условном разделении региона на южную и северную части среднее повышение температуры в южной части, где расположены станции вроде Нижнего Новгорода и Ветлуги, составило $0,5^{\circ}\text{C}$, тогда как в северной части, включая станции Торопец и Бологое, изменение составило $0,4^{\circ}\text{C}$, что может быть связано с различной интенсивностью климатических изменений в зависимости от географического положения и особенностей атмосферной циркуляции в этих зонах.

3.3 Нормы испарения и стока

Нормы годового испарения для бассейна Верхней Волги были рассчитаны с использованием формул (2.9), (2.24) – (2.26), а результаты этих расчетов, отражающие значения испарения за периоды 1950–1980 и 1986–2015 годов, представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Результаты расчета норм годового испарения и стока

Станция	1950-1980				1986-2015				Изменение, мм	
	E_0 , мм	z	E , мм	Y , мм	E_0 , мм	z	E , мм	Y , мм	ΔE	ΔY
Бологое	580	1,94	497	205	623	1,80	520	193	23	-12
Торопец	606	2,02	525	228	681	1,53	534	159	9	-69
Старица	597	1,80	498	185	634	1,80	520	192	21	8
Кострома	588	1,79	491	181	623	1,82	522	198	32	16
Вытегра	516	2,51	474	277	580	2,05	505	224	31	-53
Ветлуга	580	1,84	487	187	631	1,89	536	214	49	27
Нижний Новгород	640	1,48	493	139	632	1,54	527	199	34	60

Средняя норма годового испарения по округу за первый период (1950-1980 годы) составила 495 мм, а за второй период (1986-2015 годы) увеличилась до 515 мм, что указывает на общее возрастание испарения на 20 мм, или примерно на 4% от среднего значения первого периода, при этом среднее увеличение по округу составило 23 мм, что соответствует 5%.

На большинстве метеостанций наблюдалось увеличение испарения: например, на станции Кострома норма испарения выросла с 491 мм до 522 мм (на 31 мм, или около 6%), в Нижнем Новгороде – с 493 мм до 527 мм (на 34 мм, или около 7%), а наибольшее увеличение зафиксировано в Ветлуге, где испарение увеличилось с 487 мм до 536 мм (на 49 мм, или около 10%). Однако на двух станциях – Торопец и Кологрив – испарение снизилось: в Торопце с 525 мм до 534 мм (на 9 мм, или около 2%), а в Кологриве с 522 мм до 520 мм (на 2 мм), что может быть связано с минимальным увеличением температуры за теплый период (0,3°C в Кологриве) и значительным снижением осадков (на 22 мм в Кологриве). Эти станции расположены на значительном удалении друг от друга и находятся у границы округа, что подчеркивает влияние локальных климатических условий.

Что касается нормы годового стока, то в среднем по округу за первый период она составила 140 мм, а за второй период практически не изменилась, составив 139 мм, что соответствует среднему изменению всего в -1 мм, указывая

на то, что сток в бассейне Верхней Волги к 2015 году под воздействием климатических изменений остался практически стабильным. Однако на локальном уровне изменения стока были более выраженными: на станции Нижний Новгород сток увеличился с 139 мм до 199 мм (на 60 мм, или около 43%), тогда как в Торопце наблюдалось значительное снижение с 228 мм до 159 мм (на 69 мм, или около 30%), а в Ветлуге сток уменьшился с 187 мм до 214 мм (на 27 мм). Такая неравномерность изменений стока, где максимальное увеличение составило 30 мм (5% от значения первого периода), а максимальное снижение – 60 мм (9% от значения первого периода), может быть обусловлена различной динамикой осадков и испарения в разных частях бассейна, а также влиянием атмосферной циркуляции и географических особенностей региона.

3.4 Вклады в изменения норм испарения и стока

Значительный интерес вызывает определение вклада изменений в количестве осадков и температуры за теплый период (t_n) в процентное изменение норм испарения и речного стока в бассейне Верхней Волги, что позволяет количественно оценить влияние этих климатических факторов на гидрометеорологические процессы в регионе. Из уравнений (2.24) – (2.26) видно, что испарение зависит только от P и t_n . Изменение испарения приближенно можно представить в виде [14]:

$$\Delta E = \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n + \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x, \quad (3.1)$$

$$\Delta Y = \Delta x - \Delta E = \Delta x - \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n - \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x = \left(1 - \frac{\partial E}{\partial x}\right) \Delta x - \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n$$

Вклады в процентах можно определить по формулам:

$$V_{t_n, E} = \frac{\left| \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n \right| \times 100\%}{\left| \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n \right| + \left| \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x \right|},$$

$$V_{x,E} = \frac{\left| \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x \right| \times 100\%}{\left| \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n \right| + \left| \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x \right|}, \quad (3.2)$$

$$V_{t_n,Y} = \frac{\left| \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n \right| \times 100\%}{\left| \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n \right| + \left| 1 - \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x \right|},$$

$$V_{x,Y} = \frac{\left(1 + \left| \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x \right| \right) \times 100\%}{\left(1 + \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x + \left| \frac{\partial E}{\partial t_n} \Delta t_n \right| \right)}.$$

где $V_{t_n,E}$ – вклад Δt_n в ΔE ; $V_{x,E}$, $V_{t_n,Y}$, $V_{x,Y}$ – аналогично.

При этом

$$\frac{\partial E}{\partial x} = \left(1 + \frac{x}{E_0} \right) e^{-z},$$

$$\frac{\partial E}{\partial t_n} = \frac{dE_0}{dt_n} (1 - e^{-z}) + E_0 e^{-z} \frac{dz}{dt_n}, \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial E_0}{\partial t_n} = 16,8 [0,99 + (4,01 + 0,06 t_n) e^{0,11(6-t_n)}],$$

$$\frac{dz}{dt_n} = - \frac{dE_0}{dt_n} \frac{x}{E_0^2} \left(1 + \frac{x}{E_0} \right).$$

Результаты расчетов вкладов изменений количества осадков и температуры за теплый период в процентное изменение норм испарения и речного стока, выполненные на основе соответствующих формул, были систематизированы и представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Вклады в изменение испарения и стока

Станция	Вклады, %			
	$V_{тп,E}$, %	$V_{x,E}$, %	$V_{тп,Y}$, %	$V_{x,Y}$, %
Бологое	90	10	70	30
Торопец	100	0	100	0
Старица	55	45	39	61
Кострома	38	62	26	74
Вытегра	57	43	36	64
Ветлуга	87	13	75	25
Нижний Новгород	33	67	29	71
<i>Среднее</i>	66	34	49	51

Анализ данных, представленных в таблице 3.8, позволяет оценить вклады изменений температуры за теплый период (t_n) и количества осадков в изменение

норм испарения и стока в бассейне Верхней Волги за периоды 1950-1980 и 1986-2015 годов, при этом результаты расчетов показывают значительную вариабельность этих вкладов в зависимости от метеостанции, что подчеркивает неоднородность климатических процессов в регионе. Например, на станции Бологое вклад изменения температуры в изменение испарения ($V_{tn,E}$) составил 90%, а вклад осадков ($V_{x,E}$) – всего 10%, тогда как в изменении стока ($V_{tn,Y}$ и $V_{x,Y}$) эти показатели составили 70% и 30% соответственно, что указывает на преобладающее влияние температуры. На станции Торопец вклад температуры в изменение испарения достиг 100%, а осадков – 0%, и аналогичная картина наблюдается для стока (100% и 0%), что свидетельствует о том, что изменение стока и испарения здесь полностью обусловлено температурой. В то же время на станции Старица вклады температуры и осадков в изменение испарения составили 55% и 45%, а в изменение стока – 39% и 61%, что демонстрирует более сбалансированное влияние этих факторов. На станции Кострома вклад температуры в изменение испарения оказался ниже – 38%, тогда как осадки внесли 62%, а для стока эти показатели составили 26% и 74%, подчеркивая доминирующую роль осадков. На станции Ветлуга вклад температуры в изменение испарения составил 57%, а осадков – 43%, тогда как для стока эти значения были 36% и 64%, что также указывает на преобладание влияния осадков на сток. В Нижнем Новгороде вклад температуры в изменение испарения оказался всего 33%, а осадков – 67%, при этом для стока эти показатели составили 29% и 71%, что вновь подчеркивает значимость осадков.

В среднем по округу вклад температуры в изменение испарения ($V_{tn,E}$) составил 52%, а осадков ($V_{x,E}$) – 48%, тогда как для стока вклад температуры ($V_{tn,Y}$) составил 49%, а осадков ($V_{x,Y}$) – 51%, что свидетельствует о практически равном влиянии этих двух факторов на изменение испарения и стока в бассейне Верхней Волги, хотя локальные различия между станциями остаются значительными и зависят от географического положения и особенностей атмосферной циркуляции.

3.5 Анализ расчета норм испарения и стока по разным уравнениям связи

Итоги проведенного анализа, включающего расчеты норм испарения и речного стока в бассейне Верхней Волги, выполненные с использованием уравнений связи, а именно формул (2.3), (2.7), (2.13) и (2.24), были тщательно обобщены, структурированы и представлены в таблице 3.9:

Таблица 3.9 – Анализ расчета норм испарения и стока по разным уравнениям связи

Уравнение связи	1950-1980				Изменение, мм	
	$t_n, ^\circ\text{C}$	$x, \text{мм}$	$E, \text{мм}$	$Y, \text{мм}$	ΔE	ΔY
	6,4	695				
Ольдекоп			487	209		
Будыко			475	220		
Багров			479	217		
Постников			495	200		
Уравнение связи	1986-2015				Изменение, мм	
	$t_n, ^\circ\text{C}$	$x, \text{мм}$	$E, \text{мм}$	$Y, \text{мм}$	ΔE	ΔY
	6,9	726				
Ольдекоп			516	210	29	1
Будыко			502	224	27	4
Багров			509	217	30	0
Постников			527	199	32	-1
Среднее					30	1

Анализ расчетов норм испарения и речного стока для бассейна Верхней Волги, выполненный с использованием различных уравнений связи и представленный в таблице, позволяет оценить изменения гидрометеорологических параметров, а также выявить различия в результатах, обусловленные применением разных подходов к расчетам.

Для уравнения связи Ольдекопа за первый период средняя температура за теплый период составила $6,4^\circ\text{C}$, а годовые осадки – 695 мм, что привело к норме испарения в 487 мм и стока в 209 мм, тогда как за второй период температура увеличилась до $6,9^\circ\text{C}$, осадки выросли до 726 мм, испарение достигло 516 мм (увеличение на 29 мм), а сток составил 210 мм (рост на 1 мм), что указывает на

незначительное влияние роста температуры и осадков на сток при заметном увеличении испарения. Для уравнения связи Будько за первый период при тех же климатических условиях норма испарения составила 475 мм, а стока – 220 мм, тогда как за второй период испарение увеличилось до 502 мм (на 27 мм), а сток уменьшился до 224 мм (рост на 4 мм), демонстрируя схожую с первым уравнением тенденцию роста испарения, но с более выраженным изменением стока. Для уравнения связи Багрова за первый период испарение составило 479 мм, а сток – 217 мм, а за второй период испарение выросло до 509 мм (на 30 мм), тогда как сток сократился до 217 мм (без изменений), что подчеркивает стабильность стока при данном подходе. Наконец, для уравнения связи Постникова за первый период испарение составило 495 мм, а сток – 200 мм, а за второй период испарение увеличилось до 527 мм (на 32 мм), а сток сократился до 199 мм (снижение на 1 мм), что также указывает на рост испарения при практически неизменном стоке.

В среднем по всем уравнениям связи за второй период испарение увеличилось на 29,5 мм, а сток вырос всего на 1 мм, что свидетельствует о более значительном влиянии климатических изменений, таких как рост температуры на 0,5°C и осадков на 31 мм, на испарение, тогда как сток остается относительно стабильным, с небольшими колебаниями в зависимости от используемого уравнения, что может быть связано с различной чувствительностью методов к изменениям температуры и осадков, а также с локальными особенностями гидрологического режима в бассейне Верхней Волги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование, посвященное оценке влияния климатических изменений на гидрологический режим бассейна Верхней Волги, проведено для двух периодов: 1950–1980 гг. (стационарный климат) и 1986–2015 гг. (нестационарный климат).

Установлено увеличение средней температуры теплого периода на 0,4–0,7°C в зависимости от метеостанции, что соответствует глобальным тенденциям потепления. Годовые осадки увеличились в среднем на 18 мм (3%), с неравномерным распределением: в ряде районов (Торопец, Нижний Новгород) прирост составил до 10%, тогда как в других (Старица) отмечено снижение на 10%. Средняя норма годового испарения возросла на 20 мм (4%), достигнув 515 мм во втором периоде, с максимальным увеличением в Ветлуге (49 мм), обусловленным повышением температуры и осадков. Норма годового стока осталась стабильной (140 мм в первом периоде и 139 мм во втором), однако локально варьировалась от снижения на 69 мм (Торопец) до роста на 60 мм (Нижний Новгород). Вклад температуры и осадков в изменение испарения составил 52% и 48%, а для стока – 49% и 51% соответственно, с локальными различиями (преобладание температуры в Торопце и осадков в Костроме). Был проведен сравнительный анализ методов расчета (Ольдекопа, Будыко, Багрова, Постникова), который показал среднее увеличение испарения на 29,5 мм и стока на 1 мм, подтверждая устойчивость стока к климатическим изменениям.

Результаты исследования имеют практическую значимость для прогнозирования водного баланса, планирования водохозяйственных мероприятий и адаптации к климатическим изменениям, особенно в районах с выраженными изменениями стока и испарения (Торопец, Нижний Новгород).

В заключение, климатические изменения существенно влияют на гидрологический режим бассейна Верхней Волги, преимущественно через увеличение испарения, при относительной стабильности стока, что подчеркивает сложность взаимодействия климатических и гидрологических процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акименко, Т. А. Реакция стока рек Верхне-Волжского бассейна на изменение климата в последней четверти XX века / Т. А. Акименко, В. М. Евстигнеев // Вестник МГУ. – 2002. – С. 50-55.
2. Бабкин, В. И. Речные бассейны России: география и экология / В. И. Бабкин. – СПб.: РГО, 2002. – С. 50-70.
3. Будыко, М. И. Климат и жизнь / М. И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 472 с.
4. Волга: География, гидрология, экология / под ред. А. И. Спиридонова. – М.: Наука, 1983. – С. 30-50.
5. Гвоздецкий, Н. А. Геоморфология Европейской части России / Н. А. Гвоздецкий. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – С. 120-150.
6. Геологическое строение и полезные ископаемые Европейской части СССР / под ред. В. В. Меннера. – М.: Недра, 1975. – С. 100-130.
7. Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении [Электронный ресурс] / Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеоинформации – Мировой центр данных. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://meteo.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 25.02.2024.
8. Климат Нижнего Новгорода / под ред. Ц. А. Швер, С. В. Рязановой; Верхне-Волжское территориальное управление по гидрометеорологии, Комитет гидрометеорологии при Кабинете Министров СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 5-23.
9. Костин, С. И. Климатология / С. И. Костин, Т. В. Покровская. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 485 с.
10. Методы изучения и расчета водного баланса. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 396 с.

11. Постников, А. Н. К оценке среднемноголетнего суммарного испарения с поверхности суши на основе уравнений связи / А. Н. Постников // Труды РГГМУ. – 1999. – № 123. – С. 141–152.
12. Постников, А. Н. Об использовании различных уравнений связи для определения норм годового испарения / А. Н. Постников // Ученые записки РГГМУ. – 2017. – № 50. – С. 126-137.
13. Постников, А. Н. Ориентировочные оценки изменений норм речного стока на территории России под влиянием изменения климата / А. Н. Постников // Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции “Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации” / РГГМУ. – СПб.: РГГМУ, 2019. – С. 268-269.
14. Постников, А. Н. О влиянии изменений климата на речной сток и испарение в Арктической зоне России / А. Н. Постников // Заметки ученого. – 2023. – С. 343-347.
15. Постников, А. Н. Оценка годовых норм испарения с поверхности суши для отдельных регионов России / А. Н. Постников // Ученые записки РГГМУ. – 2000. – С. 56-57.
16. Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 96 с.
17. Шумова, Н. А. Об испарении в Волжском районе / Н. А. Шумова // Тезисы докладов международной конференции, Тольятти, 1998. – С. 172-173.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Нормы t_n для метеостанции Великий Устюг за период с 1950 по 1980 гг.

22981 ст. Великий Устюг с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1950	-21,7	-11,3	-5,1	7,0	7,5	13,4	13,5	12,6	9,6	4,2	-4,5	-8,0	5,7
1951	-14,4	-15,5	-7,3	5,9	5,0	14,8	15,5	17,3	9,9	2,0	-7,6	-4,6	5,9
1952	-8,2	-10,4	-10,5	-1,4	5,8	16,4	17,9	13,3	9,4	-0,3	-5,1	-10,2	5,2
1953	-13,0	-19,2	-5,2	5,9	8,4	17,7	17,5	16,5	5,7	1,3	-6,7	-8,2	6,1
1954	-15,1	-16,4	-5,7	1,6	9,8	16,0	20,7	14,5	10,1	3,7	-4,6	-7,2	6,4
1955	-9,8	-13,7	-10,0	-1,0	8,7	12,6	15,4	13,7	10,0	4,4	-5,9	-23,9	5,4
1956	-16,6	-19,4	-4,7	-1,0	8,9	18,0	13,7	12,9	5,1	0,2	-11,1	-6,7	4,9
1957	-12,7	-5,2	-11,8	0,6	12,2	12,9	18,1	16,7	11,6	2,6	-5,8	-6,8	6,2
1958	-10,5	-13,5	-10,7	1,0	7,6	13,1	15,5	14,7	5,0	2,8	-3,7	-17,4	5,0
1959	-8,0	-8,9	-2,8	0,0	8,1	16,3	17,8	14,5	6,0	-2,4	-6,2	-11,6	5,2
1960	-17,9	-14,7	-8,4	2,6	8,8	16,3	20,3	14,1	7,9	-1,3	-8,0	-5,8	5,8
1961	-10,9	-6,2	-3,2	-1,5	7,8	17,7	19,2	14,6	6,8	5,0	-7,8	-11,7	5,9
1962	-8,6	-8,1	-7,7	4,2	11,6	11,5	16,8	12,5	9,0	2,2	-0,6	-10,4	5,7
1963	-20,5	-14,9	-15,3	1,7	12,6	12,8	16,7	14,5	11,7	2,5	-3,1	-12,5	6,0
1964	-13,1	-10,2	-9,4	0,6	10,2	14,5	19,0	14,9	8,0	2,4	-6,6	-8,6	5,8
1965	-15,4	-15,6	-4,3	0,4	5,9	14,2	15,4	13,2	9,8	1,0	-9,1	-4,2	5,0
1966	-20,3	-22,9	-7,2	2,4	10,6	14,8	18,0	14,6	7,5	0,2	-2,1	-18,1	5,7
1967	-18,4	-12,2	-0,7	6,1	10,4	13,9	16,4	18,4	8,6	5,1	-0,8	-13,5	6,6
1968	-21,0	-10,7	-3,7	-0,9	9,1	14,7	13,6	14,8	6,6	-1,4	-7,3	-14,4	4,9
1969	-22,6	-19,6	-9,7	2,5	4,6	10,6	15,8	14,0	9,1	0,2	-1,8	-13,6	4,7
1970	-14,5	-11,8	-4,1	2,6	8,3	14,3	18,4	14,3	10,0	3,3	-8,2	-10,8	5,9
1971	-7,6	-16,5	-8,1	-0,5	6,6	12,8	16,4	13,7	8,0	-1,0	-3,4	-12,1	4,8
1972	-20,3	-10,3	-6,6	2,0	6,9	15,4	20,2	19,0	6,4	2,7	-6,0	-3,7	6,1
1973	-16,7	-9,0	-4,2	5,0	10,4	17,3	15,5	14,0	4,3	-0,3	-6,0	-12,4	5,5
1974	-15,0	-7,8	-1,8	0,7	6,8	16,5	20,4	14,7	11,2	4,2	-5,8	-5,2	6,2
1975	-8,9	-14,0	-1,7	4,4	11,6	13,9	17,2	12,7	10,7	-0,4	-4,8	-8,3	5,9
1976	-17,2	-15,3	-6,1	2,0	8,5	13,1	16,1	13,3	7,5	-3,5	-6,4	-9,1	5,0
1977	-14,4	-13,5	-5,1	3,9	11,4	16,1	18,0	13,9	7,1	-0,9	-1,1	-12,2	5,9
1978	-9,9	-16,5	-2,0	-0,8	7,0	11,2	14,6	12,4	7,4	0,8	-3,6	-23,1	4,5
1979	-18,0	-14,5	-3,9	-2,2	13,1	10,4	16,8	14,7	8,2	-0,4	-3,8	-9,6	5,3
1980	-14,9	-10,0	-8,9	2,8	6,2	16,9	14,3	11,3	8,7	2,4	-7,0	-8,0	5,2
													5,6

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Нормы t_n для метеостанции Великий Устюг за период с 1986 по 2015 гг.

22981 ст. Великий Устюг с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-13,4	-17,8	-2,8	4,1	7,7	15,3	15,2	12,1	5,4	2,1	-2,6	-15,2	5,2
1987	-22,5	-8,7	-5,8	0,7	11,3	17,1	14,8	13,5	7,9	2,2	-11,3	-14,1	5,6
1988	-15,5	-9,0	-2,8	0,7	9,3	16,7	21,5	15,9	8,2	3,3	-9,4	-12,4	6,3
1989	-10,7	-6,7	-1,6	3,4	10,7	20,1	18,3	13,5	9,1	1,7	-5,6	-10,8	6,4
1990	-14,6	-2,1	-1,9	5,3	6,6	13,9	17,9	14,6	6,7	0,2	-7,8	-6,4	5,4
1991	-6,5	-7,0	-1,9	5,3	10,2	16,3	16,8	15,5	9,9	5,9	1,2	-3,9	6,8
1992	-5,7	-3,9	1,1	3,1	11,6	15,1	17,9	16,7	11,7	-0,1	-4,4	-3,5	6,4
1993	-5,2	-4,7	-2,7	4,0	13,4	12,8	16,1	13,8	5,7	3,4	-8,8	-4,7	5,8
1994	-9,2	-16,2	-4,1	4,4	6,9	13,9	15,6	13,9	9,7	3,5	-8,7	-9,3	5,7
1995	-10,6	-3,8	-0,6	4,7	11,5	17,2	15,8	15,0	10,6	3,6	-7,4	-14,8	6,5
1996	-12,7	-12,8	-5,8	0,2	8,1	15,0	17,3	14,2	6,2	2,2	0,2	-11,4	5,3
1997	-17,8	-9,0	-4,2	2,1	7,8	16,5	16,0	14,2	8,1	1,3	-6,5	-13,2	5,5
1998	-9,8	-20,0	-4,6	-2,9	10,1	17,0	18,4	14,1	8,1	3,4	-8,8	-11,3	5,9
1999	-17,5	-10,3	-6,5	4,5	4,8	18,0	18,7	13,6	8,9	5,7	-10,1	-6,0	6,2
2000	-11,6	-6,8	-2,9	5,8	8,7	16,0	20,6	13,6	8,0	4,8	-5,9	-13,2	6,5
2001	-9,8	-15,1	-6,2	6,2	8,9	15,2	18,9	13,3	10,9	0,6	-5,7	-15,3	6,2
2002	-11,1	-5,4	-3,1	3,7	7,4	14,9	18,9	10,9	8,0	-0,2	-8,2	-17,9	5,3
2003	-15,8	-12,7	-4,8	2,6	11,2	11,1	19,7	17,1	9,1	3,9	-2,0	-5,2	6,2
2004	-11,1	-10,9	-2,5	-0,6	10,5	13,2	19,3	14,5	10,1	2,9	-5,3	-8,6	5,9
2005	-7,4	-12,2	-9,1	3,3	12,8	14,8	17,6	15,6	10,2	4,8	1,0	-10,1	6,7
2006	-16,2	-16,5	-8,0	3,0	10,1	18,3	15,4	14,5	9,6	1,4	-5,2	-2,6	6,0
2007	-8,3	-18,4	0,3	3,1	11,3	11,7	18,0	17,2	9,1	3,5	-5,9	-5,4	6,2
2008	-11,1	-7,5	-2,9	2,8	7,4	13,7	18,3	14,3	7,1	5,2	0,4	-4,2	5,8
2009	-12,4	-9,3	-4,0	-0,1	10,4	15,4	16,4	13,9	11,9	1,6	-1,3	-13,5	5,8
2010	-18,6	-15,0	-6,1	4,8	14,1	14,9	21,9	16,3	9,1	1,8	-4,6	-16,7	6,9
2011	-13,2	-18,7	-4,1	3,4	11,0	15,8	21,0	13,8	9,5	4,3	-3,6	-4,0	6,6
2012	-11,8	-16,4	-7,7	3,4	11,4	15,3	17,6	14,4	10,1	3,5	-2,0	-15,9	6,3
2013	-13,0	-6,5	-12,9	2,6	10,7	17,8	18,8	16,6	9,3	2,5	0,9	-5,9	6,6
2014	-13,6	-8,6	-1,3	1,6	12,4	13,7	16,4	16,7	9,9	-1,7	-4,3	-7,4	5,9
2015	-12,4	-5,9	-1,1	2,9	13,6	16,5	14,7	13,2	11,7	1,2	-3,9	-4,6	6,2
													6,0

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Нормы х для метеостанции Великий Устюг за период с 1950 по 1980 гг.

<i>22981 ст.Великий Устюг с 1950г. по 1980г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1960	67,7	44,7	38,7	31,3	18,3	49,9	83,8	24,7	87,2	64,9	48,9	77,9	638,0
1961	36,6	43,8	50,3	72,9	41,9	59,8	50,7	129,2	45,6	36,9	56,7	75,4	699,8
1962	49,1	32,6	39,7	42,2	68,8	58,6	95,2	72,3	59,1	46,0	26,9	59,5	650,0
1963	15,9	24,5	26,2	26,2	22,3	77,2	79,9	22,1	29,6	58,1	61,0	35,9	478,9
1964	47,9	42,9	18,7	13,4	35,5	33,3	105,1	19,5	85,4	53,1	65,2	33,3	553,3
1965	17,3	14,5	21,0	1,7	33,6	77,0	41,0	48,7	24,0	57,2	16,7	40,8	393,5
1966	40,4	49,3	56,9	78,8	61,6	28,3	47,4	38,4	91,0	80,5	22,8	17,1	612,5
1967	43,1	23,0	20,4	34,8	21,7	69,2	64,9	23,4	26,5	94,4	63,2	86,8	571,4
1968	48,3	47,4	52,3	77,0	71,4	44,2	114,1	72,6	32,3	68,5	48,7	40,8	717,6
1969	19,8	10,2	21,5	30,4	62,3	42,6	57,2	64,1	27,8	69,4	62,2	23,2	490,7
1970	28,8	50,9	22,9	35,2	44,6	43,7	97,3	36,8	44,8	74,9	47,7	39,5	567,1
1971	50,2	18,9	57,9	81,0	54,5	26,2	75,7	39,6	33,6	82,3	32,6	43,3	595,8
1972	31,9	23,2	33,5	54,2	77,8	36,4	24,4	27,4	45,2	46,0	70,4	40,6	511,0
1973	42,9	38,7	30,0	18,3	35,3	19,3	20,5	76,0	64,0	81,2	77,0	56,2	559,4
1974	22,4	36,2	16,2	52,6	53,6	14,0	24,8	99,3	29,3	51,7	67,8	54,0	521,9
1975	55,0	27,2	25,9	57,4	28,3	45,3	57,1	62,7	37,2	80,8	27,7	55,9	560,5
1976	34,2	9,1	20,8	39,8	63,2	69,9	125,7	84,0	34,3	30,7	21,5	30,1	563,3
1977	28,8	42,5	41,9	26,2	44,0	25,1	19,0	58,5	60,8	73,2	59,6	26,2	505,8
1978	47,3	29,3	61,4	31,4	35,5	154,8	89,8	57,3	49,4	46,9	60,2	40,2	703,5
1979	51,5	25,2	31,4	13,4	29,4	42,7	25,9	48,5	55,1	50,5	44,3	44,8	462,7
1980	47,5	39,7	10,9	17,5	100,0	43,5	83,1	43,5	42,2	53,1	56,6	95,9	633,5
													571

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Нормы х для метеостанции Великий Устюг за период с 1986 по 2015 гг.

<i>22981 ст.Великий Устюг с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	53,6	34,0	26,9	39,1	28,2	71,1	68,5	70,3	62,8	41,4	52,5	41,5	589,9
1987	29,4	69,8	11,8	26,6	51,5	88,8	82,2	43,7	65,6	4,2	25,0	55,3	553,9
1988	35,7	38,7	29,8	66,5	13,6	57,7	56,1	49,9	40,4	57,1	58,6	47,6	551,7
1989	58,9	35,8	19,7	19,1	47,7	57,1	98,5	109,4	70,1	89,3	46,4	70,1	722,1
1990	54,6	45,5	43,2	15,4	57,5	64,8	27,1	62,9	55,7	47,4	67,3	53,5	594,9
1991	38,3	18,1	59,1	58,0	38,9	19,6	55,6	49,0	68,9	70,6	40,6	60,0	576,7
1992	66,2	34,0	39,1	62,6	35,4	35,6	30,5	41,4	18,3	127,1	47,9	47,3	585,4
1993	57,7	40,3	23,0	86,9	24,7	125,0	71,5	77,2	46,3	41,3	20,1	61,7	675,7
1994	92,3	28,3	50,6	32,2	56,7	120,3	41,8	36,6	39,5	36,9	57,5	29,7	622,4
1995	36,5	79,4	30,3	59,9	45,8	56,1	62,1	81,0	47,9	36,6	81,7	49,1	666,4
1996	33,0	18,8	3,8	26,7	51,4	61,2	38,0	17,6	45,4	52,4	38,3	57,9	444,5
1997	38,3	48,5	43,5	57,9	48,9	65,9	13,6	28,0	72,2	100,4	78,8	34,0	630,0
1998	31,2	66,0	61,6	11,3	36,9	108,2	111,9	105,1	23,2	66,8	43,8	47,9	713,9
1999	67,4	31,2	26,5	26,7	49,6	25,5	60,2	91,7	67,1	25,9	42,7	56,6	571,1
2000	45,8	64,6	45,3	54,6	34,8	53,4	81,2	80,0	39,9	24,4	53,2	38,0	615,2
2001	30,1	53,2	66,4	45,8	89,5	31,4	53,5	55,1	32,0	59,6	60,0	27,4	604,0
2002	51,3	85,5	28,4	2,6	43,2	21,9	65,0	52,2	55,4	93,6	103,4	37,7	640,2
2003	69,8	16,5	23,8	17,1	49,8	68,4	84,3	62,8	75,7	22,2	48,5	57,6	596,5
2004	33,9	37,7	56,8	35,7	75,3	93,6	89,0	119,0	48,2	40,0	50,3	59,5	739,0
2005	36,9	8,3	89,0	46,2	34,8	32,3	101,3	60,3	35,5	15,4	30,2	56,3	546,5
2006	38,9	20,4	36,6	17,8	36,1	25,1	80,8	45,1	131,0	64,9	72,0	65,5	634,2
2007	75,2	39,0	20,9	23,7	77,8	48,5	90,9	83,9	40,6	28,3	54,2	57,1	640,1
2008	34,7	47,8	76,5	15,2	75,8	75,3	67,8	46,1	36,6	50,3	43,0	40,4	609,5
2009	52,1	33,6	41,2	16,9	54,0	63,9	43,9	48,8	58,3	82,7	52,4	49,2	597,0
2010	23,4	15,8	42,7	14,7	51,7	109,7	22,2	91,3	28,7	43,9	69,0	65,4	578,5
2011	56,2	7,2	35,3	29,9	41,1	51,4	4,5	27,7	66,7	94,0	69,4	61,2	544,6
2012	44,9	27,5	40,5	56,3	46,6	82,0	80,0	64,5	51,5	107,4	64,9	47,2	713,3
2013	19,7	24,4	42,6	22,2	70,3	35,9	80,1	19,4	39,1	72,5	87,4	70,4	584,0
2014	44,0	50,6	19,5	36,5	32,0	102,8	77,2	74,7	18,3	24,7	17,6	58,6	556,5
2015	58,5	30,5	18,7	30,5	56,0	53,7	96,6	83,5	34,7	70,0	55,1	72,2	660,0
													612

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Нормы t_n для метеостанции Ветлуга за период с 1950 по 1980 гг.

27277 ст. Ветлуга с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1950	-20,2	-10,0	-4,1	7,7	9,9	14,7	14,2	13,0	10,7	4,1	-3,4	-7,2	6,19
1951	-13,6	-14,4	-4,5	8,5	8,1	16,6	17,0	18,3	10,9	1,9	-8,1	-4,0	6,78
1952	-7,3	-9,5	-9,1	1,8	9,1	17,9	18,8	14,8	11,1	2,0	-3,4	-9,9	6,29
1953	-12,8	-17,5	-4,2	6,7	10,5	17,7	17,9	17,1	7,4	2,3	-7,1	-9,0	6,63
1954	-17,4	-17,2	-5,9	2,9	11,5	17,3	20,5	15,8	10,5	4,4	-3,4	-8,3	6,91
1955	-8,7	-10,2	-7,3	0,7	9,8	14,6	15,5	14,9	11,0	5,7	-5,6	-22,2	6,02
1956	-15,6	-19,4	-4,8	1,6	10,9	19,4	14,4	14,1	6,4	2,3	-9,6	-7,0	5,76
1957	-10,9	-5,2	-9,8	3,0	14,7	14,4	17,8	17,1	12,7	3,3	-5,1	-5,7	6,92
1958	-8,6	-11,4	-8,5	2,3	10,3	14,4	16,6	15,7	6,3	4,0	-3,6	-13,5	5,80
1959	-7,5	-9,5	-3,1	3,3	9,9	16,7	19,8	15,7	6,8	-1,3	-7,2	-11,2	6,02
1960	-13,1	-11,9	-6,5	3,7	9,8	17,3	20,5	15,6	9,3	0,1	-6,8	-2,9	6,36
1961	-9,5	-6,0	-3,3	0,3	11,0	18,8	19,4	15,8	7,8	5,8	-6,9	-10,6	6,58
1962	-7,5	-7,4	-6,4	5,3	14,0	12,4	17,1	13,6	10,0	3,3	-0,5	-9,8	6,31
1963	-19,5	-12,9	-13,3	2,4	14,6	14,0	17,9	15,5	12,7	4,1	-2,0	-11,6	6,77
1964	-12,1	-11,0	-8,8	1,8	11,1	16,0	19,5	15,9	9,7	3,6	-4,9	-7,0	6,47
1965	-14,9	-13,7	-4,5	0,6	8,3	15,6	16,1	14,1	11,2	1,8	-7,8	-3,7	5,64
1966	-14,6	-17,2	-3,1	6,1	13,2	15,9	18,7	16,6	8,6	2,1	-2,1	-16,6	6,77
1967	-17,7	-13,1	-2,0	6,1	13,9	15,5	16,8	18,4	8,9	6,0	-1,2	-11,7	7,13
1968	-18,8	-10,6	-3,1	2,1	11,5	16,3	14,9	16,3	9,0	0,3	-4,2	-12,8	5,87
1969	-21,0	-18,1	-9,5	4,3	6,5	12,7	16,7	15,2	10,1	1,5	-1,9	-13,4	5,58
1970	-13,9	-10,2	-4,3	4,2	11,1	15,0	19,0	15,7	10,2	4,0	-5,9	-12,2	6,60
1971	-6,0	-13,3	-6,9	1,5	9,8	14,8	18,0	14,8	9,9	0,4	-1,8	-10,2	5,77
1972	-20,0	-10,6	-6,1	4,0	10,5	16,2	20,9	20,7	7,7	3,7	-4,2	-3,0	6,98
1973	-15,7	-8,3	-4,0	7,4	11,9	17,6	15,4	14,9	5,9	1,1	-4,1	-9,1	6,18
1974	-15,8	-5,6	-1,7	1,2	9,2	16,4	20,0	14,6	11,8	6,4	-1,8	-6,6	6,63
1975	-6,8	-12,0	-1,0	8,5	13,4	15,8	18,5	14,2	12,4	1,0	-4,9	-7,9	6,98
1976	-14,9	-16,5	-6,6	3,7	10,0	14,3	16,0	14,2	8,1	-2,9	-5,5	-9,2	5,53
1977	-15,2	-11,4	-3,2	5,7	13,8	16,8	18,6	14,9	8,7	0,0	-0,5	-11,2	6,54
1978	-8,2	-12,4	-0,8	2,0	8,0	13,4	15,3	13,6	8,8	1,4	-2,3	-18,9	5,21
1979	-14,9	-11,6	-3,1	-0,8	15,1	12,5	17,7	16,5	9,3	0,9	-3,1	-8,6	6,00
1980	-13,3	-10,1	-8,0	4,6	8,7	16,6	16,0	11,8	9,5	3,1	-5,0	-6,7	5,86
													6,3

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Нормы t_n для метеостанции Ветлуга за период с 1986 по 2015 гг.

<i>27277 ст. Ветлуга с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-11,0	-16,1	-2,5	6,1	9,5	16,7	16,1	13,7	6,9	2,2	-3,5	-11,8	5,93
1987	-23,4	-7,2	-5,8	1,2	12,8	19,0	15,4	14,3	8,2	1,4	-9,9	-11,3	6,03
1988	-13,5	-8,7	-2,7	3,7	11,7	18,6	21,7	16,7	8,9	4,0	-8,7	-11,2	7,11
1989	-8,5	-5,2	-1,8	4,1	11,6	20,2	19,0	14,8	10,0	3,3	-4,8	-8,6	6,92
1990	-12,0	-2,5	-0,9	6,2	8,1	14,2	17,9	15,4	8,2	1,6	-4,8	-5,9	5,97
1991	-11,9	-9,6	-4,5	6,7	13,9	19,2	17,5	14,0	8,8	5,6	-1,4	-8,9	7,14
1992	-10,3	-10,3	-1,7	3,7	9,9	14,5	16,8	15,6	13,0	0,7	-5,1	-6,4	6,18
1993	-7,5	-9,1	-5,4	4,2	12,4	14,8	18,0	14,1	5,6	2,5	-10,6	-7,7	5,97
1994	-7,4	-15,9	-5,1	4,5	8,7	14,3	15,7	14,1	11,7	3,7	-5,7	-9,8	6,06
1995	-9,5	-3,3	-1,4	8,4	14,0	19,2	17,6	16,0	12,8	5,0	-5,5	-13,7	7,75
1996	-14,0	-12,2	-4,6	2,3	12,4	16,5	18,4	15,3	8,2	2,9	1,3	-11,1	6,44
1997	-15,8	-8,8	-3,5	3,8	10,0	17,9	17,4	15,1	8,9	2,8	-4,5	-11,4	6,33
1998	-10,0	-15,8	-2,5	-0,2	12,3	19,4	18,7	14,6	9,4	4,0	-9,0	-7,6	6,52
1999	-11,1	-8,4	-4,9	6,7	6,8	18,9	20,0	14,6	9,5	6,1	-9,1	-4,9	6,88
2000	-9,1	-5,3	-2,4	8,5	8,7	16,2	20,5	15,2	9,0	4,8	-5,3	-10,1	6,91
2001	-7,1	-10,5	-4,1	8,3	10,6	15,9	20,7	14,7	11,6	2,3	-2,9	-13,9	7,01
2002	-8,5	-3,0	-0,6	4,6	9,3	15,8	21,6	13,5	9,8	1,1	-3,9	-18,0	6,31
2003	-11,7	-12,1	-4,6	4,2	12,5	12,0	20,3	17,1	10,1	4,7	-0,7	-4,2	6,74
2004	-10,6	-10,1	-0,6	1,4	11,7	14,9	19,3	16,7	11,5	3,6	-3,4	-7,6	6,59
2005	-6,5	-11,7	-8,6	4,6	14,7	15,3	18,0	16,6	11,2	4,7	0,9	-7,3	7,17
2006	-14,8	-15,1	-5,3	4,2	11,9	19,0	16,7	16,4	11,7	2,6	-3,4	-2,1	6,88
2007	-5,1	-15,2	0,9	4,7	13,8	14,2	18,4	19,6	10,0	4,8	-4,6	-6,6	7,20
2008	-10,7	-5,0	-0,4	6,2	10,3	14,8	19,3	16,5	8,7	7,2	0,7	-3,9	6,98
2009	-9,5	-8,3	-3,1	2,3	13,0	17,2	18,0	15,5	12,6	3,9	-1,0	-11,3	6,88
2010	-17,7	-13,2	-3,8	6,5	15,8	17,8	23,4	18,8	10,5	2,5	-0,7	-12,4	7,94
2011	-11,6	-16,0	-4,3	4,1	12,8	16,3	21,4	16,7	10,6	5,4	-3,7	-4,3	7,28
2012	-10,0	-14,9	-5,3	7,0	13,6	17,1	19,5	16,7	11,2	5,0	-0,9	-14,0	7,51
2013	-12,9	-6,2	-9,4	4,4	13,2	18,9	19,3	17,8	10,4	4,1	1,9	-4,3	7,50
2014	-11,3	-7,0	0,2	3,9	15,0	15,2	17,9	18,3	10,9	-0,2	-4,0	-5,7	6,77
2015	-8,8	-4,8	-1,0	3,9	15,1	18,1	16,2	14,6	13,2	1,7	-2,6	-3,4	6,90
													6,8

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Нормы х для метеостанции Ветлуга за период с 1950 по 1980 гг.

<i>27277 см. Ветлуга с 1950г. по 1980г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1959	66,7	23,4	7,2	61,7	92,8	88,1	37,3	33,4	74,3	112,1	22,6	51,5	671,1
1960	85,1	55,7	46,6	16,1	7,0	74,1	64,2	47,5	87,6	21,7	20,7	79,1	605,4
1961	44,4	53,7	60,8	48,5	42,1	34,3	78,8	99,9	80,7	16,7	61,2	49,8	670,9
1962	73,8	26,2	86,2	18,9	70,4	95,2	209,1	78,2	37,2	70,3	54,0	74,4	893,9
1963	37,5	44,9	35,1	14,5	11,8	78,2	75,1	22,0	55,5	55,3	54,1	39,3	523,3
1964	67,4	48,3	15,8	15,1	50,6	29,9	48,2	12,4	71,8	30,3	56,9	96,2	542,9
1965	58,5	48,3	21,3	16,8	118,2	58,0	98,5	62,7	53,2	63,2	77,4	93,9	770,0
1966	50,9	99,8	83,4	27,2	21,4	28,3	40,2	48,0	59,3	41,4	29,6	69,4	598,9
1967	51,8	19,4	31,7	47,4	36,2		157,3	39,0	55,4	88,7	42,8	85,4	655,1
1968	54,9	73,7	51,9	73,6	63,6	37,5	194,2	72,8	70,3	90,6	62,3	52,3	897,7
1969	23,3	20,8	28,0	39,5	56,8	71,6	90,8	47,0	30,7	93,3	98,7	33,5	634,0
1970	86,1	63,5	23,7	64,5	44,9	105,6	26,5	25,6	36,8	84,9	61,5	22,0	645,6
1971	75,5	22,5	15,5	73,4	49,4	36,8	163,9	28,0	60,2	86,0	98,5	45,3	755,0
1972	10,9	14,4	36,6	64,0	39,3	90,6	10,5	4,1	89,4	55,1	68,9	43,8	527,6
1973	38,3	43,2	24,6	21,9	39,6	81,4	38,3	104,7	112,9	100,1	94,9	80,9	780,8
1974	30,6	53,8	20,7	80,6	105,9	48,5	101,8	85,6	22,4	54,1	54,8	59,9	718,7
1975	36,4	24,6	18,9	25,4	22,4	27,0	54,6	43,8	15,9	30,2	15,6	50,0	364,8
1976													0
1977	18,8	34,8	38,4	14,4	30,6	97,3	85,2	89,8	39,5	107,4	76,0	59,4	691,6
1978	22,5	49,7	71,6	9,3	82,4	111,2	154,8	119,9	54,4	82,1		43,1	801,0
1979	59,1	46,0	38,4	20,9	23,4	59,7	55,9	14,8	106,9	68,3	70,0	72,7	636,1
1980	44,1	34,7	17,1	39,8	107,7	66,8	193,8	87,2	54,7	39,3	82,2	84,2	851,6
													674

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Нормы х для метеостанции Ветлуга за период с 1986 по 2015 гг.

<i>27277 ст. Ветлуга с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	45,5	34,2	18,9	68,3	21,2	117,8	65,9	114,7	101,3	48,9	43,7	55,6	736,0
1987	18,2	43,5	8,0	52,8	77,6	38,4	87,3	111,6	86,5	1,3	46,2	78,4	649,8
1988	25,5	42,2	45,0	51,3	15,8	66,5	102,3	66,2	83,6	61,9	56,9	60,3	677,5
1989	61,3	40,9	49,3	40,3	57,9	27,2	149,7	80,9	27,5	93,4	60,3	99,6	788,3
1990	56,5	47,1	38,6	21,5	92,0	89,7	102,5	62,4	87,6	71,5	81,5	19,4	770,3
1991	43,8	44,2	35,5	39,2	38,7	111,0	133,5	65,0	78,7	66,9	37,6	85,5	779,6
1992	85,4	26,6	49,9	110,0		13,6	49,1	16,9	73,9	209,9	105,3	32,0	772,6
1993	50,0	35,4	29,0	31,4	27,8	77,8	68,2	69,5	83,2	64,9	8,1	80,4	625,7
1994	76,2	20,8	63,9	16,9	125,4	124,5	85,7	96,2	30,4	52,2	73,5	46,3	812,0
1995	50,6	58,6	23,3	32,5	59,2	52,6	25,9	94,0	18,7	66,1	69,0	56,1	606,6
1996	26,4	35,4	12,3	7,2	52,0	49,8	102,8	35,1	48,1	24,2	47,3	27,6	468,2
1997	46,1	67,9	41,8	68,6	47,3	108,8	24,6	75,9	74,9	82,9	47,1	74,0	759,9
1998	29,5	50,6	40,9	39,8	71,2	79,1	151,3	139,2	38,5	70,1	38,3	79,5	828,0
1999	81,5	46,0	26,4	24,2	43,4	35,8	20,9	90,4	37,0	32,6	24,2	60,5	522,9
2000	64,1	46,7	34,8	19,6	106,2	136,9	116,4	106,8	57,0	17,9	33,8	42,8	783,0
2001	62,5	59,8	69,8	29,6	101,0	59,6	18,8	44,9	49,5	71,9	82,2	60,5	710,1
2002	70,7	76,5	66,3	15,2	26,8	28,3	22,9	33,5	77,6	111,1	90,8	60,4	680,1
2003	64,7	16,3	13,2	21,7	50,9	121,3	70,8	125,3	73,3	43,4	40,7	59,6	701,2
2004	57,6	22,5	63,8	59,3	67,3	123,3	159,0	91,0	55,5	76,8	62,8	69,9	908,8
2005	50,9	28,8	79,7	85,9	43,5	80,7	68,8	37,9	21,5	44,3	32,3	87,4	661,7
2006	32,3	28,6	33,0	33,6	27,6	81,4	112,0	72,3	51,9	59,1	83,2	65,1	680,1
2007	72,5	55,6	23,3	32,4	33,8	69,5	173,5	56,8	80,1	50,0	75,4	54,7	777,6
2008	51,4	65,3	62,0	17,5	29,3	124,0	70,3	138,7	32,0	54,6	62,9	43,4	751,4
2009	55,8	19,0	55,6	32,7	43,3	110,8	66,0	35,0	25,9	105,5	69,2	81,2	700,0
2010	37,1	17,2	38,0	21,3	28,4	82,9	62,4	103,1	66,8	59,3	108,7	78,4	703,6
2011	62,9	17,5	50,3	44,6	36,7	92,3	145,1	1,9	71,8	73,2	71,9	96,9	765,1
2012	47,5	25,2	44,4	61,8	53,4	57,0	102,3	120,0	73,8	144,4	64,7	50,9	845,4
2013	35,2	20,3	118,3	17,0	85,5	35,8	105,0	34,8	99,9	58,2	64,8	71,1	745,9
2014	49,7	48,1	21,2	23,1	16,6	126,4	29,8	76,6	59,4	92,6	30,1	65,1	638,7
2015	60,0	42,3	11,9	43,2	45,4	70,3	193,6	78,6	22,3	50,0	56,3	47,8	721,7
													720

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Нормы t_n для метеостанции Вытегра за период с 1950 по 1980 гг.

22837 ст. Вытегра с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1950	-17,7	-8,6	-3,9	6,6	7,7	13,4	14,0	12,9	10,2	4,6	-1,9	-6,1	5,78
1951	-11,9	-10,6	-7,7	5,1	4,7	13,0	14,6	16,7	10,2	3,4	-5,3	-3,2	5,64
1952	-4,2	-7,5	-10,7	2,2	5,8	13,5	16,4	13,3	8,8	0,4	-3,3	-5,5	5,03
1953	-10,8	-17,1	-4,3	4,2	7,7	16,7	16,7	15,3	7,1	3,7	-2,5	-4,4	5,95
1954	-12,0	-13,4	-3,2	0,6	8,8	14,7	19,1	14,7	10,0	3,9	-3,1	-3,8	5,98
1955	-8,9	-11,3	-8,9	-1,4	6,9	11,2	15,4	15,8	12,8	5,2	-5,3	-21,1	5,61
1956	-12,9	-18,1	-6,9	-1,3	7,8	17,2	12,8	12,2	7,3	2,1	-8,6	-4,8	4,95
1957	-6,4	-3,3	-10,7	1,4	10,4	12,4	17,8	15,5	9,8	4,2	-1,6	-4,1	5,96
1958	-10,5	-9,8	-10,1	0,2	7,5	12,5	15,6	13,4	7,5	4,3	-0,1	-13,2	5,08
1959	-7,1	-5,7	-2,2	1,9	8,2	14,9	16,8	15,5	7,0	0,3	-4,3	-11,6	5,38
1960	-14,6	-12,4	-7,0	2,2	9,0	14,9	19,9	14,8	8,5	0,4	-4,7	-3,0	5,81
1961	-6,8	-2,8	-1,7	-0,8	8,7	17,0	16,8	14,5	8,4	6,6	-3,9	-9,7	6,00
1962	-6,0	-7,7	-8,8	4,7	9,7	11,0	15,4	12,5	9,3	4,3	0,5	-8,2	5,62
1963	-18,1	-13,7	-14,5	1,9	13,0	11,0	16,4	16,0	12,7	4,5	-1,5	-9,0	6,29
1964	-7,8	-10,2	-9,1	1,7	8,6	14,6	16,5	14,6	9,1	6,1	-4,8	-5,9	5,93
1965	-10,6	-13,6	-4,9	0,8	5,0	14,6	14,3	14,1	11,7	3,5	-8,1	-3,9	5,33
1966	-20,2	-18,3	-6,6	0,2	10,3	14,7	17,1	14,1	7,5	3,0	0,0	-11,9	5,58
1967	-14,4	-9,5	0,4	3,7	10,1	13,4	16,0	17,5	10,4	6,7	0,8	-12,3	6,58
1968	-20,5	-8,3	-1,8	1,2	8,3	15,3	13,3	15,4	8,5	0,2	-3,5	-6,2	5,18
1969	-17,9	-15,1	-8,8	1,8	6,2	11,4	15,3	15,0	9,1	4,0	-0,4	-9,1	5,23
1970	-11,4	-12,0	-2,4	3,2	8,1	14,0	18,1	15,0	10,2	4,0	-4,6	-7,7	6,05
1971	-3,8	-13,6	-6,1	0,3	7,3	12,2	14,9	15,0	8,4	1,8	-3,6	-8,1	4,99
1972	-15,5	-8,2	-7,1	1,6	7,6	16,0	20,9	18,7	9,2	3,6	-2,8	-0,1	6,47
1973	-10,2	-7,2	-4,3	4,2	10,5	16,0	17,5	14,0	5,8	1,3	-4,4	-10,4	5,78
1974	-13,4	-1,4	-2,3	-0,1	5,3	15,7	19,2	14,7	12,1	5,9	-0,2	-1,9	6,08
1975	-5,2	-9,1	-0,7	4,6	11,8	13,3	17,0	13,1	11,9	2,6	-2,2	-5,4	6,19
1976	-16,5	-13,0	-5,6	1,5	8,1	11,3	14,8	11,9	8,2	-1,5	-3,2	-6,2	4,65
1977	-11,6	-9,6	-4,7	3,0	9,4	14,1	17,5	14,2	7,8	1,7	-0,1	-9,7	5,64
1978	-10,0	-15,7	-2,8	-0,2	7,9	12,6	15,2	13,1	8,1	2,3	-0,2	-20,4	4,93
1979	-13,5	-12,7	-2,6	-0,9	12,8	13,4	16,4	15,1	8,9	1,9	-1,1	-6,8	5,71
1980	-12,2	-9,1	-8,9	2,8	6,4	17,2	15,3	13,4	8,8	4,0	-3,9	-6,7	5,66
													5,6

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Нормы t_n для метеостанции Вытегра за период с 1986 по 2015 гг.

22837 ст. Вытегра с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-10,9	-16,5	-1,4	3,0	9,3	16,4	16,2	13,2	6,7	3,8	1,1	-12,8	5,81
1987	-23,8	-9,2	-6,8	0,6	9,4	15,5	14,8	13,0	8,4	4,6	-7,2	-10,6	5,53
1988	-9,6	-8,1	-2,0	1,2	10,4	17,0	19,9	15,1	9,7	4,7	-6,4	-9,5	6,50
1989	-4,4	-2,1	0,8	5,3	10,9	18,7	17,3	15,2	11,4	3,7	-2,5	-8,5	6,94
1990	-10,6	0,2	-1,0	5,6	7,2	12,3	16,4	14,6	7,1	3,4	-4,6	-4,0	5,55
1991	-9,8	-9,5	-4,7	3,6	9,2	15,8	16,1	14,5	8,7	5,8	1,7	-5,5	6,28
1992	-8,1	-5,5	0,6	1,7	9,7	13,9	16,4	15,0	12,4	-1,0	-6,5	-2,8	5,81
1993	-6,1	-5,7	-3,6	1,8	11,2	11,7	16,2	13,8	5,5	2,1	-9,3	-7,2	5,19
1994	-8,0	-16,3	-4,0	5,0	6,2	13,8	15,9	13,9	11,5	4,2	-5,3	-7,1	5,88
1995	-6,5	-2,4	-0,5	4,4	10,7	17,8	14,9	14,6	11,0	6,2	-5,0	-12,1	6,63
1996	-9,8	-13,5	-5,6	1,7	8,6	13,5	15,8	15,7	7,5	4,4	2,5	-8,1	5,81
1997	-11,1	-6,8	-3,3	1,3	7,3	14,9	17,4	16,1	8,1	1,8	-3,8	-10,0	5,58
1998	-6,7	-15,2	-6,4	-1,6	9,7	16,4	17,6	13,4	9,9	4,9	-7,5	-7,3	5,99
1999	-12,0	-10,7	-3,0	5,7	4,4	19,6	19,0	14,0	10,6	6,0	-6,0	-3,4	6,61
2000	-8,7	-5,7	-2,0	6,8	8,7	15,0	18,8	14,2	8,9	6,9	-1,8	-6,3	6,61
2001	-5,5	-12,0	-7,6	8,0	8,1	14,8	20,6	14,4	11,3	3,3	-3,5	-12,0	6,71
2002	-7,7	-3,0	-1,5	4,4	9,0	14,8	19,4	14,4	9,4	0,4	-6,3	-13,9	5,98
2003	-14,7	-8,1	-3,1	1,2	11,8	10,8	20,6	15,9	10,5	4,3	-0,3	-3,3	6,26
2004	-11,9	-9,1	-2,7	1,4	9,5	13,4	17,6	15,5	11,6	4,2	-2,7	-4,6	6,10
2005	-4,6	-10,0	-8,2	3,2	11,3	14,5	18,1	16,7	11,7	5,8	2,4	-7,5	6,98
2006	-11,5	-17,3	-10,1	3,2	9,8	16,4	16,2	16,0	12,2	4,6	-1,7	1,1	6,53
2007	-5,9	-18,7	2,0	3,6	11,2	12,7	17,0	17,8	10,4	5,6	-3,2	-1,6	6,69
2008	-5,4	-3,5	-2,0	4,3	7,8	12,5	16,4	14,4	8,2	7,0	1,3	-2,3	5,99
2009	-7,9	-6,1	-3,3	0,7	10,0	14,4	16,6	14,9	12,3	2,6	0,3	-9,0	5,98
2010	-16,3	-12,0	-5,8	4,7	13,5	14,2	23,0	17,2	10,2	3,3	-3,0	-14,4	7,18
2011	-10,4	-15,9	-4,6	3,7	9,9	15,3	21,5	15,1	10,3	5,6	0,0	-0,4	6,78
2012	-8,1	-13,9	-6,5	3,2	10,5	14,4	18,1	14,4	10,8	4,4	0,1	-12,1	6,33
2013	-10,8	-5,7	-11,9	2,8	12,5	17,5	17,4	16,3	8,8	5,0	2,5	-2,4	6,90
2014	-10,8	-2,3	-0,3	3,7	11,8	13,0	18,2	16,8	11,1	1,7	-1,8	-4,2	6,36
2015	-7,3	-3,3	-0,2	2,7	11,7	14,9	15,1	15,0	12,0	3,7	-0,4	-1,2	6,26
													6,3

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Нормы х для метеостанции Вытегра за период с 1950 по 1980 гг.

22837 ст.Вытегра с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1950	37,3	40,1	45,3	43,9	58,8	50,6	57,5	38,6	72,3	23,7	50,4	68,3	586,8
1951	59,8	40,4	34,6	70,2	74,6	95,0	116,0	21,4	77,6	33,2	47,3	48,4	718,5
1952	57,4	43,2	38,9	24,3	75,7	110,2	44,9	103,6	157,8	50,4	87,9	72,6	866,9
1953	52,2	8,5	50,7	69,4	97,7	108,5	86,9	118,6	55,4	77,6	54,9	39,8	820,2
1954	63,4	20,0	31,8	28,6	31,7	80,0	155,3	54,4	78,3	54,2	72,1	30,1	699,9
1955	65,5	72,0	86,4	60,8	92,8	68,5	61,2	3,6	41,0	62,7	94,4	25,4	734,3
1956	61,5	22,1	41,4	57,9	28,1	55,6	103,6	177,5	76,0	91,3	111,7	56,9	883,6
1957	73,6	53,9	17,9	35,2	60,6	94,5	53,7	119,1	105,5	145,7	91,7	108,7	960,1
1958	95,3	89,0	34,2	28,2	109,2	66,4	100,5	112,5	83,5	78,1	87,7	87,4	972,0
1959	76,4	54,2	7,4	36,3	23,1	94,9	64,7	54,8	216,1	89,2	41,7	31,4	790,2
1960	63,8	57,3	18,9	21,6	46,0	125,9	92,0	119,3	82,1	53,0	35,5	40,7	756,1
1961	45,9	76,5	98,3	32,9	41,8	65,3	170,8	223,2	69,6	20,9	51,5	81,5	978,2
1962	60,8	12,0	52,4	55,2	33,2	100,8	76,6	80,2	105,8	57,4	42,8	65,2	742,4
1963	48,3	34,9	20,4	34,2	36,3	47,0	50,2	90,8	98,3	86,1	54,1	42,9	643,5
1964	54,6	19,3	28,9	36,1	75,1	41,0	94,1	58,9	81,2	80,6	76,2	51,7	697,7
1965	45,9	36,1	55,1	14,7	28,0	38,8	93,4	77,5	60,0	73,5	68,6	83,0	674,6
1966	48,0	40,8	77,0	107,9	47,5	31,3	60,4	45,4	129,5	76,1	29,2	36,3	729,4
1967	34,1	32,5	29,3	44,1	61,8	125,3	23,9	85,6	53,6	75,3	59,0	95,0	719,5
1968	39,1	36,8	53,1	62,5	84,9	53,5	52,2	47,6	64,7	114,7	42,9	53,6	705,6
1969	50,5	13,6	30,9	48,1	103,3	18,0	45,1	24,9	138,7	150,1	68,0	41,5	732,7
1970	34,2	22,1	19,3	42,1	40,8	62,9	42,1	87,2	133,5	74,9	98,0	63,4	720,5
1971	72,9	57,4	53,0	10,9	32,9	84,8	61,7	93,7	55,5	99,9	71,9	65,4	760,0
1972	14,6	36,1	26,0	81,8	34,1	36,9	24,8	40,2	87,2	69,5	88,6	29,6	569,4
1973	44,3	48,3	34,9	71,4	43,9	73,4	19,4	109,4	88,6	104,9	65,7	45,4	749,6
1974	34,8	44,1	13,0	22,6	67,6	65,9	80,9	57,9	36,5	49,0	84,3	63,5	620,1
1975	53,0	40,3	24,7	65,2	79,1	101,7	46,3	53,6	45,0	70,5	75,1	88,3	742,8
1976	45,4	18,7	38,7	60,5	29,0	118,0	83,8	106,9	79,9	27,3	29,4	37,7	675,3
1977	40,9	49,0	70,2	48,4	82,1	74,5	44,9	104,5	118,6	99,1	84,2	53,0	869,4
1978	59,0	30,0	50,5	32,8	4,8	63,1	111,7	146,1	75,1	84,3	125,8	62,3	845,5
1979	60,3	29,7	10,1	49,9	45,5	89,0	58,7	131,0	50,4	107,2	63,0	35,5	730,3
1980	49,2	63,6	16,1	22,7	42,3	10,2	40,8	56,7	30,9	45,5	103,1	106,0	587,1
													751

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Нормы х для метеостанции Вытегра за период с 1968 по 2015 гг.

22837 ст.Вытегра с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	33,1	31,7	28,8	54,4	26,7	66,6	106,3	90,5	90,3	56,5	33,3	61,9	680,1
1987	22,6	55,1	10,5	37,5	96,8	97,7	70,0	110,2	34,9	1,2	91,4	75,2	703,1
1988	26,4	35,8	27,2	58,1	23,1	27,3	78,2	130,5	72,7	71,9	73,3	58,8	683,3
1989	74,5	26,5	20,6	12,1	24,4	64,8	57,3	137,6	76,0	167,3	40,5	74,9	776,5
1990	52,0	44,4	64,3	25,7	76,0	65,9	119,7	57,2	37,3	67,1	97,6	54,7	761,9
1991	73,4	26,2	30,9	46,3	73,7	102,2	89,6	67,8	91,5	34,1	81,3	59,5	776,5
1992	64,6	31,7	27,1	71,0	51,6	48,4	35,5	71,0	71,3	66,3	56,1	51,4	646,0
1993	38,2	43,6	63,7	42,9	30,8		94,2	145,8	73,8	151,0	15,0	59,8	758,8
1994	35,4	26,3	35,4	55,0	74,6	57,3	56,2	41,8	83,6	74,0	99,8	42,0	681,4
1995	57,8	45,0	53,6	40,7	60,7	62,3	99,5	87,7	67,0	87,7	92,6	55,4	810,0
1996	28,7	27,3	3,6	10,3	33,5	116,6	97,9	18,2	33,4	38,9	86,2	83,7	578,3
1997	69,9	35,5	43,7	26,4	64,1	86,0	113,1	121,7	54,1	71,9	70,3	53,8	810,5
1998	51,5	73,3	38,3	13,4	44,2	98,3	62,5	87,7	57,4	75,6	28,6	66,4	697,2
1999	55,6	36,2	21,0	36,6	45,1	16,9	41,6	64,1	59,1	83,9	46,0	81,1	587,2
2000	54,6	36,9	48,1	18,7	35,7	91,3	153,5	58,6	80,3	60,6	57,9	35,1	731,3
2001	24,9	49,6	48,8	21,6	82,6	48,0	53,1	62,2	49,9	101,9	96,2	48,9	687,7
2002	54,0	58,7	30,9	4,8	50,3	100,2	103,4	40,6	61,4	132,7	105,0	42,9	784,9
2003	44,7	14,3	31,6	31,6	51,3	38,3	63,5	206,5	28,5	113,7	65,6	117,9	807,5
2004	33,8	65,1	44,0	14,4	66,6	65,8	193,0	101,4	76,4	59,5	120,7	43,6	884,3
2005	60,4	16,7	70,8	22,5	63,2	68,3	74,4	89,0	53,0	32,9	54,2	70,9	676,3
2006	48,4	18,8	30,6	54,7	40,5	54,6	39,0	38,8	72,4	135,7	66,2	72,6	672,3
2007	63,2	36,5	37,3	58,4	37,4	39,8	138,0	93,0	61,4	35,8	86,7	27,2	714,7
2008	31,6	62,1	41,7	20,4	19,8	83,1	121,4	124,8	50,4	71,1	66,3	40,9	733,6
2009	54,3	42,8	48,9	21,3	49,7	102,6	158,4	111,6	43,3	67,7	92,3	97,2	890,1
2010	15,2	51,5	45,9	23,8	57,8	67,1	54,3	60,5	55,4	99,1	77,8	39,7	648,1
2011	66,8	31,4	45,7	37,3	55,6	65,0	57,8	161,8	87,5	68,5	68,3	55,3	801,0
2012	34,5	22,6	58,0	24,4	37,7	112,4	86,2	73,5	87,2	114,4	56,5	60,1	767,5
2013	48,4	37,8	24,1	42,4	33,8	16,0	132,2	70,6	17,0	91,0	87,4	63,0	663,7
2014	33,8	63,5	37,4	20,6	77,8	149,9	61,9	123,1	37,0	38,1	31,6	47,5	722,2
2015	66,6	38,8	27,8	50,4	49,7	39,5	55,7	76,0	53,4	56,2	40,1	121,6	675,8
													729

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Нормы t_n для метеостанции Кологрив за период с 1950 по 1980 гг.

27164 ст. Кологрив с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1950	-21,1	-10,2	-3,6	7,6	8,9	14,2	13,4	12,5	10,1	3,9	-3,6	-7,6	5,9
1951	-13,6	-14,0	-5,3	7,3	6,8	15,6	16,4	17,3	10,2	1,9	-8,2	-3,9	6,3
1952	-6,6	-9,6	-10,1	1,5	7,8	16,6	17,8	14,3	10,3	1,1	-4,0	-9,8	5,8
1953	-12,6	-17,1	-4,0	6,5	9,4	17,5	17,4	16,4	6,4	2,2	-6,8	-8,4	6,3
1954	-16,3	-16,3	-5,3	2,3	10,6	17,1	20,1	15,2	9,9	4,4	-3,4	-7,4	6,6
1955	-9,0	-11,3	-8,1	0,0	8,9	13,6	15,5	14,6	11,1	5,1	-5,8	-23,0	5,7
1956	-15,0	-19,7	-4,2	0,8	10,0	18,6	14,1	13,6	6,1	1,9	-9,6	-6,8	5,4
1957	-10,2	-4,9	-9,5	2,6	13,7	13,2	17,6	16,8	11,8	3,3	-4,8	-5,8	6,6
1958	-9,4	-12,3	-9,1	1,9	9,6	13,6	16,5	15,2	6,0	3,7	-3,7	-14,4	5,5
1959	-8,0	-8,4	-2,8	2,4	9,1	16,4	19,1	15,1	6,3	-1,5	-6,8	-10,8	5,7
1960	-14,1	-12,5	-6,5	3,9	9,2	16,6	20,0	15,1	8,7	-0,3	-6,9	-3,6	6,1
1961	-9,3	-5,2	-3,1	0,0	10,4	18,3	18,6	15,2	7,3	5,8	-7,1	-11,1	6,3
1962	-7,5	-7,8	-7,2	4,8	12,8	12,2	16,4	13,0	9,4	3,2	-0,5	-7,5	6,0
1963	-19,9	-13,4	-13,4	2,1	13,0	12,8	17,0	14,9	12,0	3,4	-2,2	-11,4	6,3
1964	-11,9	-10,4	-8,8	1,9	10,8	15,7	19,0	15,1	9,0	3,8	-5,6	-7,4	6,3
1965	-14,7	-13,6	-4,1	0,4	7,3	14,8	15,5	13,9	10,6	1,7	-8,3	-4,0	5,4
1966	-16,9	-18,8	-3,7	4,4	12,4	15,7	18,1	15,3	7,9	2,0	-1,9	-17,0	6,3
1967	-18,0	-12,6	-1,2	5,5	12,6	14,7	16,2	18,0	9,1	5,8	-1,1	-13,1	6,8
1968	-20,3	-10,5	-2,9	1,3	10,9	16,2	14,1	15,7	8,3	-0,5	-4,5	-12,4	5,5
1969	-20,8	-18,8	-10,0	3,2	5,6	11,9	15,7	14,3	9,3	1,3	-1,6	-13,5	5,1
1970	-14,0	-11,0	-4,7	3,6	9,7	13,9	18,1	14,8	9,7	3,7	-6,6	-11,5	6,1
1971	-6,0	-14,1	-7,0	0,7	8,8	13,3	16,8	13,9	8,6	-0,1	-2,7	-10,8	5,2
1972	-20,0	-10,9	-6,6	2,6	9,1	15,4	20,2	19,5	7,5	2,9	-4,3	-2,8	6,4
1973	-15,4	-8,0	-4,0	6,4	11,3	16,7	15,2	13,9	5,1	0,4	-5,0	-10,6	5,8
1974	-15,5	-5,3	-1,8	0,5	7,4	15,7	19,6	14,2	11,4	5,6	-2,1	-5,7	6,2
1975	-7,4	-12,5	-1,2	6,6	12,3	14,6	17,6	13,2	11,2	0,6	-4,9		6,3
1976	-15,8	-15,8	-6,2	2,5	9,1	13,0	15,4	13,4	7,5	-3,5	-5,8	-8,6	5,1
1977	-14,2	-11,9	-3,8	4,8	12,6	16,1	18,0	14,1	7,5	-0,5	-0,6	-11,4	6,1
1978	-8,4	-13,8	-1,0	0,7	7,4	12,5	14,2	12,8	8,0	1,1	-2,2	-20,6	4,7
1979	-15,3	-12,0	-3,6	-1,4	14,3	11,7	16,7	15,1	8,6	0,4	-3,0	-9,2	5,6
1980	-13,4	-9,6	-8,6	3,8	7,6	16,3	15,2	11,4	8,8	2,7	-5,7	-7,2	5,5
													5,9

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Нормы t_n для метеостанции Кологрив за период с 1986 по 2015 гг.

27164 ст. Кологрив с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-11,6	-16,8	-3,0	5,4	8,6	13,6	15,1	12,5	6,1	2,1	-2,8	-12,3	5,3
1987	-24,2	-7,7	-5,8	0,9	11,4	18,0	14,8	13,3	7,7	1,2	-9,9	-11,8	5,6
1988	-14,2	-8,0	-2,6	1,9	10,7	17,3	21,1	15,6	8,2	3,4	-9,3	-11,3	6,5
1989	-8,1	-5,4	-1,8	3,8	11,0	19,4	18,3	14,2	9,3	2,8	-5,4	-9,3	6,6
1990	-12,7	-2,2	-1,5	5,2	7,6	13,6	17,7	14,7	7,5	0,7	-5,9	-5,9	5,6
1991	-12,7	-10,4	-5,1	5,6	12,6	18,2	16,4	13,4	8,0	4,7	-1,3	-8,9	6,6
1992	-11,0	-9,7	-1,2	2,9	9,1	13,6	16,5	14,8	11,9	-0,6	-6,5	-6,4	5,7
1993	-8,1	-8,6	-5,6	3,1	11,4	13,6	16,8	13,3	4,9	2,1	-10,8	-8,0	5,4
1994	-8,1	-16,5	-5,4	3,7	7,5	13,5	15,2	13,4	10,8	3,4	-6,4	-9,7	5,6
1995	-9,7	-3,4	-1,8	7,0	13,1	18,0	15,7	15,0	11,7	4,1	-6,9	-14,6	7,1
1996	-14,0	-12,8	-5,1	1,2	10,3	14,7	17,1	14,0	7,3	2,3	0,6	-11,1	5,6
1997	-16,2	-8,6	-4,0	2,9	8,4	16,4	16,1	13,8	7,9	1,9	-5,0	-12,2	5,6
1998	-9,6	-16,8	-3,3	-1,1	11,0	17,7	18,0	14,4	8,9	3,8	-9,2	-8,6	6,2
1999	-12,8	-9,0	-5,8	5,2	5,8	18,2	18,5	13,5	8,6	5,7	-9,1	-5,2	6,3
2000	-9,8	-5,3	-3,1	7,3	8,3	15,9	20,0	14,4	8,3	4,6	-5,1	-10,4	6,6
2001	-8,1	-11,5	-5,0	7,4	9,4	15,1	19,4	13,4	10,8	1,9	-3,1	-15,1	6,5
2002	-8,9	-3,8	-1,5	3,8	8,8	14,7	20,3	12,8	8,6	0,0	-4,8	-18,0	5,8
2003	-13,1	-12,3	-4,8	3,1	11,5	11,1	19,4	16,1	9,1	4,1	-1,0	-4,3	6,2
2004	-11,9	-10,5	-0,9	0,8	10,5	13,7	18,1	15,5	10,6	3,3	-4,2	-7,1	6,0
2005	-6,2	-12,0	-9,1	3,5	13,5	14,6	17,3	15,0	10,2	4,1	0,8	-8,3	6,6
2006	-14,4	-16,2	-6,7	3,3	10,2	17,8	15,7	15,0	10,7	2,0	-3,5	-2,0	6,2
2007	-6,4	-15,8	1,4	3,8	12,3	12,7	18,0	17,5	9,3	4,2	-4,9	-5,1	6,6
2008	-10,3	-5,1	-1,5	4,6	9,0	13,5	17,7	15,5	7,7	6,3	0,4	-3,6	6,2
2009	-9,4	-8,1	-3,9	1,0	11,6	15,7	16,8	14,4	11,3	2,9	-0,5	-11,4	6,1
2010	-18,4	-13,2	-4,9	5,0	14,5	16,0	22,0	17,1	9,3	1,5	-2,4	-13,9	7,1
2011	-11,7	-16,7	-4,2	3,3	11,4	15,1	20,4	15,2	9,9	4,8	-3,6	-3,7	6,7
2012	-10,9	-15,7	-6,8	5,3	12,4	15,4	17,9	14,9	10,6	3,9	-1,5	-15,0	6,7
2013	-13,2	-6,5	-11,2	3,0	12,1	17,7	18,3	16,0	9,8	3,4	1,5	-4,7	6,8
2014	-12,2	-6,4	-0,8	2,9	13,6	14,3	16,7	17,3	10,1	-0,7	-4,2	-6,0	6,2
2015	-9,5	-5,2	-1,3	3,3	13,5	16,2	15,0	13,5	11,9	1,4	-3,1	-3,9	6,2
													6,2

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Нормы х для метеостанции Кологрив за период с 1950 по 1980 гг.

27164 ст. Кологрив с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1959	80,0	27,0	12,4	56,8	68,1	92,1	88,1	38,7	36,9	38,1	9,7	22,9	570,8
1960	43,8	51,6	36,7	12,0	45,0	54,5	77,2	34,6	115,5	36,9	33,4	66,9	608,1
1961	34,6	56,8	57,8	62,4	42,4	60,2	112,0	98,0	72,0	25,4	37,6	65,6	724,8
1962	58,5	24,5	38,3	13,8	63,8	55,0	98,4	76,1	63,0	58,2	8,9	71,0	629,5
1963	24,2	41,2	28,1	19,0	27,8	103,2	114,1	59,5	64,8	58,9	40,5	42,5	623,8
1964	66,9	32,4	15,5	18,0	76,3	28,5	92,5	55,5	79,9	34,4	54,8	63,8	618,5
1965	50,1	38,1	28,2	4,8	115,3	150,0	121,3	73,9	50,0	69,2	98,0	74,4	873,3
1969		18,3	25,4	47,0	78,4	33,6	80,1	46,3		123,9	62,2	23,6	538,8
1970	56,9	37,8	21,0	41,4	66,3	93,6	61,9	24,1	53,9	71,5	51,3	19,8	599,5
1971	58,5	19,3	23,4	59,7	51,1	43,9	78,6	42,5	57,7	60,0	45,4	37,3	577,4
1972	15,8	10,0	45,3	84,2	64,2	75,5	11,5	8,5	45,6	63,3	66,8	30,8	521,5
1973	46,3	45,6	37,0	27,1	25,7	77,0	28,9	57,8	60,7	107,6	96,9	48,7	659,3
1974	21,6	36,1	13,7	66,9	119,7	26,1	73,7	115,3	32,7				505,8
1975	36,1	30,5	15,1	31,3	60,8	13,5	33,8	135,1	20,8	53,4	38,7	61,5	530,6
1976													0,0
1977	23,1	69,7	33,0	39,0	37,4	54,4	96,5	52,0	119,1	107,3	82,1	56,2	769,8
1978	37,8	37,1	57,0	25,2	63,3	172,1	104,2	216,1	33,4	80,8		44,0	871,0
1979	42,1	24,4	37,1	21,5	14,7	62,6	60,0	71,3	56,1	60,5	36,3	59,0	545,6
1980	48,7	40,1	21,8	43,6	94,3	57,0	152,4	48,5	54,6	47,9	55,5	104,5	768,9
													591

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Нормы х для метеостанции Кологрив за период с 1986 по 2015 гг.

27164 ст.Кологрив с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	57,4	31,6	23,1	61,9	30,1	104,6	99,1	103,5	74,7	38,4	36,8	54,3	715,5
1987	18,7	42,3	10,9	37,6	81,2	37,7	102,1	75,2	76,1	0,6	38,0	54,4	574,8
1988	22,8	49,0	31,1	79,0	35,0	57,0	44,8	69,3	45,3	57,2	48,4	40,3	579,2
1989	56,1	27,4	30,0	24,9	43,3	28,4	82,6	90,3	29,3	109,6	42,1	60,8	624,8
1990	49,4	34,5	37,1	13,9	49,7	80,4	110,0	72,4	63,5	71,0	49,7	21,6	653,2
1991	38,2	24,7	27,1	45,9	44,2	106,9	52,3	32,0	45,8	75,2	30,3	71,1	593,7
1992	74,9	25,1	49,7	70,2		27,8	39,9	42,7	37,9	120,0	83,1	17,5	588,8
1993	47,4	27,5	20,5	57,1	28,4	94,4	97,4	118,6	60,5	56,1	8,5	86,4	702,8
1994	89,5	14,1	66,0	25,2	79,6	188,9	68,0	69,7	27,9	28,4	41,5	35,6	734,4
1995	57,6	50,7	9,4	59,9	40,5	39,3	159,6	61,3	31,5	78,8	73,6	49,7	711,9
1996	24,3	21,1	3,0	19,3	44,8	97,1	29,8	55,6	72,0	28,3	33,1	27,7	456,1
1997	26,6	40,8	40,4	31,8	43,8	156,8	14,9	89,9	83,1	97,6	60,9	36,7	723,3
1998	23,0	47,4	41,7	13,5	61,7	104,5	83,5	117,8	29,8	61,2	25,3	44,9	654,3
1999	59,0	49,6	20,1	22,9	104,5	42,8	37,8	76,8	53,6	33,2	18,0	56,0	574,3
2000	48,5	40,7	36,0	23,1	46,6	46,5	57,2	80,7	24,0	14,4	17,9	27,7	463,3
2001	43,0	60,8	45,7	41,4	63,5	61,4	19,9	50,4	28,2	40,9	56,5	47,6	559,3
2002	47,9	72,0	32,3	4,6	10,7	35,5	34,9	30,3	34,9	69,8	45,1	30,0	448,0
2003	45,6	4,4	11,6	25,4	58,5	110,9	19,1	119,3	97,6	16,0	28,1	39,7	576,2
2004	34,0	22,9	42,6	41,7	32,9	134,9	106,2	79,7	28,8	61,8	53,0	41,7	680,2
2005	36,7	13,4	77,8	29,3	40,4	47,8	43,4	32,0	16,0	20,9	28,2	55,9	441,8
2006	23,1	22,3	31,5	8,1	44,9	31,3	60,8	66,6	52,4	53,8	53,6	37,3	485,7
2007	32,5	45,5	23,8	21,1	34,6	40,0	55,7	99,7	41,6	26,2	56,2	33,5	510,4
2008	28,8	56,2	49,3	19,2	20,4	81,6	88,6	56,1	42,3	38,9	27,8	44,6	553,8
2009	36,4	29,2	47,7	39,5	23,8	65,4	95,5	54,8	48,1	98,4	45,6	73,7	658,1
2010	17,0	20,0	38,4	23,9	37,9	67,9	29,9	123,7	30,8	43,9	63,4	56,8	553,6
2011	46,9	13,7	40,4	14,7	33,8	74,7	21,4	4,9	55,2	50,2	59,3	57,2	472,4
2012	46,1	21,4	29,2	44,2	60,1	102,3	47,4	60,5	55,5	116,5	37,7	35,7	656,6
2013	22,9	22,0	71,3	20,0	75,4	51,8	30,1	80,5	68,3	56,9	71,1	44,7	615,0
2014	16,6	40,5	23,3	26,5	21,1	155,3	45,2	60,0	41,0	50,9	30,4	66,1	576,9
2015	45,8	27,3	13,9	33,8	81,2	93,2	162,6	49,1	22,7	51,7	46,3	51,6	679,2
													595

ПРИЛОЖЕНИЕ 17

Нормы t_n для метеостанции Кострома за период с 1950 по 1980 гг.

27333 ст.Кострома с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1950	-20,1	-9,3	-3,9	7,4	9,7	14,8	14,7	13,1	10,8	4,6	-1,8	-6,4	6,3
1951	-12,5	-13,0	-5,3	7,3	7,8	15,7	17,0	18,7	11,1	2,2	-6,9	-3,1	6,7
1952	-5,5	-8,7	-10,0	1,9	8,7	16,6	17,3	15,3	10,9	2,5	-2,4	-8,3	6,1
1953	-11,6	-16,4	-4,5	6,7	9,5	17,6	17,5	16,5	7,9	4,0	-5,2	-6,4	6,6
1954	-15,0	-15,8	-5,1	2,4	11,6	17,3	20,2	16,2	10,7	4,3	-2,3	-5,8	6,9
1955	-8,1	-10,0	-7,4	-0,1	9,0	13,4	16,3	16,3	12,5	5,9	-4,6	-20,4	6,1
1956	-13,8	-19,5	-4,7	1,2	10,2	19,3	13,8	13,8	7,2	2,9	-7,6	-6,0	5,7
1957	-8,4	-3,9	-9,1	3,5	13,3	13,7	17,6	16,7	12,1	3,8	-3,0	-5,4	6,7
1958	-8,8	-11,4	-7,9	2,3	10,9	13,9	17,0	15,1	7,7	4,9	-2,0	-11,5	6,0
1959	-6,7	-7,7	-2,7	4,1	10,2	16,6	19,2	16,0	7,1	0,1	-6,3	-10,4	6,1
1960	-12,0	-10,8	-6,3	4,0	10,3	16,9	21,2	16,2	9,3	1,3	-5,6	-2,1	6,6
1961	-8,1	-4,4	-2,1	1,1	11,0	18,5	18,4	15,7	8,5	6,3	-5,6	-9,4	6,6
1962	-6,6	-8,1	-6,7	5,9	12,3	12,1	15,9	13,6	10,0	4,6	0,1	-8,9	6,2
1963	-18,4	-12,6	-11,9	2,9	15,6	12,2	17,8	16,0	13,2	4,1	-1,6	-10,5	6,8
1964	-10,3	-10,9	-7,7	2,6	10,7	16,8	19,2	15,6	10,4	5,9	-4,9	-5,6	6,8
1965	-12,1	-12,5	-4,5	1,5	8,1	15,4	15,7	14,6	12,3	2,8	-7,6	-3,3	5,9
1966	-13,7	-14,2	-2,2	5,6	13,8	16,2	18,6	16,7	8,5	3,8	-1,6	-13,4	6,9
1967	-16,4	-12,7	-1,2	5,6	14,4	15,6	17,1	18,5	10,5	6,8	-1,0	-12,4	7,4
1968	-18,7	-10,8	-3,1	3,0	11,6	17,2	14,9	16,6	9,9	0,7	-3,4	-9,1	6,2
1969	-19,0	-16,9	-9,5	3,8	7,9	13,1	16,9	15,2	10,3	2,9	-0,8	-11,1	5,8
1970	-12,6	-10,0	-4,3	4,4	10,7	15,0	18,8	15,8	10,4	4,6	-4,3	-9,8	6,6
1971	-5,0	-11,8	-5,7	2,1	10,4	15,2	17,0	15,7	10,0	1,5	-2,3	-8,4	6,0
1972	-17,8	-10,3	-5,3	4,2	10,9	18,0	22,1	21,2	9,6	3,9	-2,9	-2,4	7,5
1973	-13,4	-6,2	-2,9	6,4	12,6	17,8	17,5	15,2	6,6	1,4	-4,2	-8,9	6,5
1974	-13,8	-3,2	-1,7	1,9	8,3	16,6	19,3	15,3	12,2	7,0	0,1	-4,4	6,7
1975	-5,8	-9,7	-0,7	8,2	14,4	15,6	18,5	14,1	12,3	2,4	-4,3	-6,7	7,1
1976	-15,4	-14,4	-4,8	3,6	10,1	13,3	15,9	13,8	8,4	-2,2	-3,9	-6,2	5,4
1977	-13,1	-9,6	-3,2	5,1	13,4	16,9	18,9	15,8	8,7	1,3	0,3	-10,2	6,7
1978	-8,9	-11,9	-0,7	2,5	8,7	13,3	15,5	14,5	9,0	1,8	-0,3	-18,1	5,4
1979	-13,3	-11,1	-2,9	-0,1	15,8	14,4	16,9	16,8	9,8	2,1	-2,1	-8,5	6,3
1980	-13,7	-8,7	-7,7	4,6	8,1	17,7	16,6	12,9	9,4	3,8	-3,8	-6,6	6,1
													6,4

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

Нормы t_n для метеостанции Кострома за период с 1986 по 2015 гг.

27333 ст.Кострома с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-9,4	-15,4	-1,9	6,0	11,4	17,4	16,6	14,6	7,2	3,0	-1,4	-10,3	6,4
1987	-22,2	-7,9	-5,2	1,8	12,5	18,0	15,8	14,4	8,3	2,6	-7,5	-9,6	6,1
1988	-10,6	-7,5	-2,1	3,7	12,7	18,8	22,0	16,3	9,9	4,3	-7,2	-9,9	7,3
1989	-4,5	-2,9	-0,3	5,8	12,4	20,2	19,1	16,0	11,2	4,1	-4,2	-7,7	7,4
1990	-9,8	-1,4	-0,4	7,3	8,9	14,4	17,8	15,7	8,5	3,4	-2,9	-5,3	6,3
1991	-9,0	-8,4	-3,4	6,3	13,2	18,6	17,4	15,0	9,7	6,2	0,0	-6,1	7,2
1992	-7,9	-7,5	-0,5	4,1	10,8	15,5	18,1	16,9	13,2	0,2	-5,0	-5,8	6,6
1993	-6,4	-7,1	-4,1	4,0	13,4	13,9	16,7	14,3	5,8	3,2	-10,3	-6,5	5,9
1994	-6,6	-14,6	-4,9	5,1	8,6	14,2	16,5	14,5	12,5	4,3	-5,2	-9,0	6,3
1995	-8,0	-2,5	-1,1	7,7	13,9	19,0	16,0	15,9	12,8	5,9	-5,3	-12,3	7,6
1996	-12,1	-12,0	-4,2	3,0	12,5	15,7	17,6	16,1	8,8	4,1	1,8	-9,3	6,6
1997	-12,1	-7,1	-3,0	3,1	9,8	17,4	17,9	16,1	8,0	2,3	-3,1	-10,2	6,2
1998	-7,7	-12,9	-2,9	1,0	12,7	18,8	17,9	14,6	10,1	4,5	-9,1	-7,3	6,6
1999	-9,2	-8,2	-3,1	7,7	7,3	20,1	21,2	15,4	10,8	6,6	-7,7	-3,7	7,4
2000	-8,3	-4,6	-2,5	9,1	9,4	15,7	19,9	15,9	9,3	6,0	-2,3	-7,0	7,1
2001	-6,6	-9,7	-4,6	9,0	10,4	15,5	21,5	15,3	12,0	3,2	-1,8	-13,1	7,2
2002	-6,8	-2,6	-0,2	5,5	10,6	16,1	21,6	15,4	10,7	1,2	-3,6	-15,6	6,8
2003	-11,0	-10,6	-4,8	3,3	13,6	12,1	20,1	16,5	10,5	4,9	-0,2	-3,3	6,8
2004	-10,7	-9,5	-0,8	2,5	11,4	14,5	18,5	16,9	11,9	4,7	-3,0	-5,7	6,7
2005	-5,0	-10,7	-8,3	4,6	14,1	15,7	18,5	16,4	11,8	5,6	1,4	-6,8	7,3
2006	-12,9	-15,7	-5,6	4,6	12,0	18,4	16,6	16,6	12,8	4,3	-1,6	0,1	7,1
2007	-4,8	-14,7	2,9	4,7	14,0	14,6	18,1	19,5	10,5	5,7	-3,4	-4,0	7,5
2008	-8,7	-3,8	-0,7	7,5	10,5	14,4	18,3	16,1	9,4	7,6	1,3	-2,7	7,1
2009	-7,3	-7,0	-2,9	2,4	13,4	16,9	18,1	15,6	12,8	4,1	0,4	-8,9	7,0
2010	-15,7	-11,1	-3,6	6,8	16,1	17,4	24,6	19,5	10,7	3,0	0,2	-11,2	8,2
2011	-10,5	-14,4	-4,0	4,4	13,1	16,6	22,1	17,3	10,8	5,8	-1,8	-1,8	7,5
2012	-8,7	-13,7	-5,3	6,1	13,8	16,2	19,3	16,3	12,1	5,1	-0,3	-12,0	7,4
2013	-10,3	-5,3	-9,3	4,3	14,5	18,5	18,7	17,3	9,7	5,1	2,5	-3,4	7,6
2014	-10,5	-3,3	0,3	5,1	14,3	15,0	18,6	18,0	11,1	1,2	-2,2	-4,7	7,0
2015	-7,4	-3,6	0,2	4,0	14,0	16,7	16,2	15,5	13,0	2,5	-1,6	-1,8	6,8
													7,0

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

Нормы х для метеостанции Кострома за период с 1950 по 1980 гг.

27333 ст.Кострома с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1950	23,7	36,8	28,9	12,6	56,8	61,5	90,0	181,9	82,1	32,9	79,2	26,4	712,8
1951	37,6	16,1	38,7	24,4	68,0	26,7	54,4	31,5	61,3	14,4	22,0	36,5	431,6
1952	58,1	22,3	35,5	11,8	68,0	54,7	99,7	107,8	107,5	104,3	80,2	52,3	802,2
1953	47,2	13,6	26,6	18,4	115,8	81,9	44,0	149,7	199,5	65,7	44,6	19,7	826,7
1954	30,6	13,3	20,9	19,4	39,1	35,1	71,9	81,5	110,2	90,3	37,5	36,8	586,6
1955	68,2	53,2	43,7	37,1	57,7	125,8	41,8	8,3	81,6	55,2	55,3	35,6	663,5
1956	47,5	16,5	21,7	61,1	102,9	48,3	166,6	140,5	44,8	72,5	54,5	40,9	817,8
1957	46,3	52,1	31,7	31,1	32,4	139,0	61,6	49,9	58,8	84,9	28,1	48,4	664,3
1958	56,2	60,6	20,4	41,8	79,9	50,7	44,9	67,6	55,1	46,2	23,4	45,0	591,8
1959	77,2	31,8	41,5	29,5	35,6	124,4	103,9	31,0	51,1	80,5	12,6	51,8	670,9
1960	30,5	33,5	17,1	16,0	34,6	84,0	28,1	77,2	83,6	50,3	36,9	59,0	550,8
1961	31,8	54,4	50,9	39,2	37,4	41,7	161,0	85,0	63,7	26,4	36,3	45,4	673,2
1962	62,3	29,9	31,9	10,5	73,1	97,4	136,3	89,9	56,0	85,8	61,4	45,6	780,1
1963	22,0	39,4	30,0	22,0	10,9	137,4	50,6	91,2	37,7	52,1	42,1	34,5	569,9
1964	33,6	28,9	14,3	24,0	71,1	17,2	43,2	74,0	50,3	30,5	73,8	62,5	523,4
1965	41,3	32,1	26,1	7,6	71,1	123,2	77,9	46,7	53,8	78,3	59,1	93,2	710,4
1966	48,7	67,5	70,9	59,3	26,8	20,6	42,9	71,1	83,2	33,1	25,2	42,7	592,0
1967	43,4	15,6	51,6	60,4	32,1	44,2	53,4	80,5	54,1	75,8	45,8	90,4	647,3
1968	75,6	52,3	26,7	64,4	24,4	23,7	184,4	73,6	86,1	120,4	55,1	63,9	850,6
1969	38,3	25,5	22,1	54,6	94,5	56,9	108,6	66,5	54,6	73,9	91,4	33,3	720,2
1970	115,6	72,3	35,3	89,8	26,0	54,2	32,8	48,8	49,2	112,6	52,1	40,7	729,4
1971	51,5	27,5	22,6	46,3	57,6	38,0	118,3	46,2	58,3	65,1	63,0	47,8	642,2
1972	11,3	14,1	33,2	54,4	51,5	18,4	15,0	19,0	47,2	83,3	50,5	30,1	428,0
1973	32,0	44,1	44,4	51,6	48,9	18,2	49,2	68,4	118,7	82,6	98,8	53,1	710,0
1974	24,7	34,2	20,9	42,3	104,9	21,0	90,0	84,9	19,1	43,3	50,4	62,8	598,5
1975	47,8	32,6	34,3	43,2	39,8	37,2	71,2	98,3	16,6	46,8	51,2	104,3	623,3
1976	46,8	30,1	37,9	44,8	53,7	95,9	38,9	90,3	35,2	24,5	43,8	49,9	591,8
1977	29,0	79,3	46,2	35,4	71,8	58,1	73,0	36,7	94,3	64,9	96,5	56,4	741,6
1978	41,6	30,7	51,9	22,1	96,9	148,8	125,1	93,9	62,0	70,9		45,4	789,3
1979	106,2	39,0	56,4	35,8	6,3	58,4	122,9	58,7	52,2	48,6	52,5	56,8	693,8
1980	58,1	37,2	18,5	60,6	102,0	72,2	106,4	114,5	65,9	62,8	55,7	81,5	835,4
													672

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

Нормы х для метеостанции Кострома за период с 1986 по 2015 гг.

<i>27333 ст.Кострома с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	63,1	27,4	22,0	44,0	21,1	93,7	56,5	195,8	90,9	61,6	34,5	61,8	772,4
1987	18,8	41,0	23,6	27,4	75,4	71,7	101,7	90,3	102,4	0,5	54,8	60,9	668,5
1988	23,8	44,8	32,4	45,8	37,0	83,3	41,6	66,5	58,0	46,0	74,5	60,9	614,6
1989	66,4	40,5	23,4	23,3	27,1	62,6	103,9	103,8	28,5	83,0	29,4	72,5	664,4
1990	53,5	63,6	49,1	14,4	88,4	32,6	64,0	80,1	114,6	67,7	64,7	22,1	714,8
1991	50,2	46,8	35,2	51,8	62,5	107,7	124,8	86,4	85,2	73,4	33,3	72,2	829,5
1992	94,4	37,2	44,0	48,7		44,9	28,6	90,6	14,3	130,2	50,7	24,2	607,8
1993	63,9	41,2	41,8	42,5	22,0	52,9	103,3	61,4	97,4	43,1	7,0	73,9	650,4
1994	72,5	16,3	57,2	23,3	76,9	103,9	34,6	41,0	46,0	45,6	66,7	40,4	624,4
1995	51,2	51,6	22,8	84,1	56,3	51,1	69,9	42,2	35,9	41,6	79,7	41,8	628,2
1996	24,5	29,3	4,3	26,3	55,4	114,5	103,4	52,4	51,6	40,7	56,7	36,6	595,7
1997	52,6	47,8	41,8	28,1	68,9	177,6	7,9	80,5	113,5	160,9	66,8	41,6	888,0
1998	33,1	39,8	66,4	35,1	81,8	91,0	108,1	182,3	27,5	82,6	28,5	66,2	842,4
1999	60,2	40,6	12,8	30,7	52,4	13,3	8,3	96,2	32,9	35,6	14,5	46,7	444,2
2000	41,0	58,9	39,3	22,9	32,6	111,3	133,8	40,1	23,3	29,4	20,5	42,6	595,7
2001	45,6	70,1	48,2	15,3	70,5	92,6	18,1	39,7	39,0	72,3	67,0	42,6	621,0
2002	39,7	46,8	29,1	22,4	14,2	74,2	10,0	22,3	59,0	111,0	64,2	35,7	528,6
2003	36,8	12,4	16,6	42,9	61,1	102,5	60,5	195,7	81,1	44,8	28,8	38,3	721,5
2004	80,2	24,3	38,1	54,1	59,2	107,5	79,7	110,8	79,3	75,2	56,3	35,1	799,8
2005	42,2	21,4	65,1	36,3	54,3	79,4	67,0	38,5	20,2	49,2	29,0	56,8	559,4
2006	31,4	19,9	26,6	32,9	67,0	18,5	46,5	111,3	56,2	80,4	71,6	47,4	609,7
2007	60,5	24,1	26,9	27,5	26,2	51,7	117,9	39,8	94,6	83,2	74,9	11,9	639,2
2008	15,2	39,7	61,3	36,7	49,7	48,3	204,1	84,4	20,0	39,0	54,9	40,7	694,0
2009	42,3	23,1	45,9	38,7	28,8	48,6	74,1	34,1	77,3	100,5	69,8	59,9	643,1
2010	29,4	29,9	27,1	62,4	81,9	78,7	3,7	124,5	75,8	44,0	85,2	87,4	730,0
2011	48,2	14,8	31,0	36,2	47,8	58,7	63,1	37,9	106,8	41,3	65,0	56,3	607,1
2012	50,8	18,4	35,3	91,8	89,0	97,5	34,5	104,4	63,1	133,0	91,7	45,4	854,9
2013	27,2	38,6	84,2	28,6	50,5	43,1	47,0	45,8	83,0	41,8	92,2	54,7	636,7
2014	36,8	22,8	20,2	26,7	62,0	117,4	61,1	95,5	53,7	72,1	21,7	61,0	651,0
2015	79,6	26,4	10,4	57,4	71,1	62,8	143,2	59,1	28,7	45,9	35,4	56,3	676,3
													672

ПРИЛОЖЕНИЕ 21

Нормы t_n для метеостанции Нижний Новгород за период с 1950 по 1980 гг.

27459 ст.Нижний Новгород с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1950	-19,8	-9,0	-3,9	8,7	11,6	15,7	15,4	13,8	12,0	4,7	-1,1	-6,0	6,83
1951	-13,0	-14,4	-3,6	9,7	9,4	18,1	18,4	19,7	12,1	2,1	-7,3	-3,6	7,46
1952	-6,4	-9,5	-9,3	3,7	10,5	18,3	19,1	16,4	12,3	3,5	-1,9	-8,6	6,98
1953	-11,6	-17,0	-4,1	7,1	10,8	19,0	18,6	18,4	9,1	3,6	-5,6	-7,7	7,22
1954	-16,6	-17,5	-4,9	3,9	13,1	19,1	21,2	17,9	12,0	5,1	-1,8	-6,1	7,69
1955	-7,7	-8,6	-5,7	1,5	10,7	15,2	17,0	16,7	13,2	7,5	-4,4	-19,3	6,82
1956	-12,8	-19,6	-5,0	4,1	11,9	20,8	15,3	15,5	7,8	3,5	-8,2	-6,2	6,58
1957	-9,6	-4,1	-8,7	4,9	16,3	16,0	18,4	18,4	14,6	4,3	-3,8	-5,1	7,74
1958	-7,9	-10,2	-6,6	4,3	12,3	14,7	18,2	16,0	7,7	4,9	-2,1	-9,9	6,51
1959	-6,7	-8,6	-2,3	5,7	11,5	17,2	20,6	16,4	8,1	0,9	-6,3	-11,1	6,70
1960	-10,7	-9,5	-5,5	5,1	10,7	18,1	21,7	16,5	10,1	1,5	-6,6	-2,4	7,0
1961	-8,2	-5,2	-2,1	2,5	11,8	19,8	19,4	16,8	9,2	6,5	-5,2	-9,1	7,2
1962	-6,7	-7,0	-4,7	7,5	14,5	12,6	17,7	14,2	11,2	4,7	0,4	-8,9	6,9
1963	-18,6	-11,0	-11,5	3,6	16,5	14,1	18,2	16,8	14,4	4,8	-1,5	-10,7	7,4
1964	-10,9	-11,0	-7,3	3,1	11,1	17,1	19,8	16,2	11,8	5,2	-3,8	-5,1	7,0
1965	-12,4	-11,9	-3,9	2,1	9,5	16,3	17,0	15,2	13,3	2,7	-6,1	-2,9	6,3
1966	-11,0	-12,6	-1,4	8,0	14,9	16,5	19,7	18,3	9,6	3,8	-2,1	-14,5	7,6
1967	-15,8	-12,4	-1,8	6,5	16,0	16,1	17,7	19,2	10,4	7,1	-0,5	-10,8	7,8
1968	-16,7	-9,9	-2,8	4,0	12,7	17,6	15,8	17,2	10,7	1,2	-3,6	-10,4	6,6
1969	-18,8	-16,0	-9,2	5,8	8,4	13,8	17,4	16,2	11,3	2,8	-1,1	-11,8	6,3
1970	-12,1	-8,2	-3,7	5,6	11,5	16,0	19,6	16,2	10,8	4,7	-3,8	-10,8	7,0
1971	-5,0	-11,7	-6,1	2,9	11,5	16,4	19,1	16,4	11,7	1,4	-0,6	-8,4	6,6
1972	-18,0	-9,7	-4,5	5,8	12,6	17,9	22,0	22,7	9,7	4,8	-2,8	-2,5	8,0
1973	-13,9	-6,3	-3,0	8,9	13,2	18,6	16,8	16,0	7,1	2,0	-3,3	-7,2	6,9
1974	-13,5	-4,2	-1,3	2,6	10,3	16,5	19,7	15,6	13,2	8,2	-0,4	-5,7	7,2
1975	-6,1	-9,9	-0,3	9,9	15,6	17,5	19,4	14,8	13,7	2,5	-4,0	-6,3	7,8
1976	-13,7	-15,1	-6,0	5,5	10,7	14,8	16,1	14,9	9,3	-1,8	-3,7	-7,0	5,9
1977	-13,4	-9,7	-2,2	6,6	14,9	17,4	19,1	15,9	9,5	0,7	0,4	-10,0	7,0
1978	-7,9	-10,5	-0,6	3,9	9,6	13,8	16,2	15,3	9,5	2,5	-1,1	-17,0	5,9
1979	-13,2	-9,7	-2,1	0,4	17,1	14,6	18,1	17,8	10,8	2,4	-2,6	-7,2	6,8
1980	-12,7	-9,1	-7,2	5,5	10,2	17,3	17,0	13,1	10,2	4,2	-3,3	-5,4	6,5
													7,0

Примечание. Зелёным выделены температуры за теплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 22

Нормы t_n для метеостанции Нижний Новгород за период с 1986 по 2015 гг.

27459 ст. Нижний Новгород с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-8,9	-14,8	-1,6	7,8	12,1	18,0	17,2	15,9	8,3	3,4	-2,5	-10,0	6,9
1987	-20,4	-6,9	-5,5	1,9	14,5	19,7	16,7	15,4	9,0	2,4	-7,1	-9,5	6,6
1988	-10,3	-8,2	-2,4	5,4	13,5	19,4	22,3	17,5	10,1	4,8	-7,2	-9,7	7,8
1989	-5,8	-3,5	-0,9	6,3	12,8	20,9	19,7	16,2	11,3	4,6	-3,3	-6,8	7,7
1990	-9,6	-1,8	0,2	7,6	9,8	14,5	18,4	15,8	9,3	3,6	-2,2	-5,2	6,60
1991	-8,9	-8,0	-3,1	7,8	14,3	19,9	18,3	15,4	10,2	7,1	-1,2	-7,3	7,75
1992	-7,7	-8,8	-0,7	5,5	11,1	16,1	17,8	17,2	13,4	1,9	-3,4	-5,8	6,92
1993	-6,6	-7,8	-4,0	5,3	13,9	14,7	18,2	15,2	6,5	3,9	-9,8	-6,2	6,48
1994	-5,9	-14,2	-5,1	5,6	9,8	14,7	16,1	14,9	13,6	5,0	-4,1	-8,9	6,6
1995	-7,4	-2,6	-0,7	9,7	14,8	19,6	18,0	16,4	13,3	5,8	-3,9	-11,3	8,1
1996	-12,1	-10,8	-4,1	3,9	15,1	17,4	19,0	16,3	9,8	4,2	1,9	-8,8	7,3
1997	-12,8	-7,7	-2,6	4,6	11,2	19,0	18,7	16,6	9,1	3,4	-3,5	-9,9	6,9
1998	-8,4	-12,1	-1,3	1,6	14,0	20,8	19,5	15,8	10,6	4,9	-8,4	-6,9	7,3
1999	-7,6	-7,1	-3,0	8,8	8,2	20,1	21,0	15,8	10,9	6,7	-7,8	-3,8	7,6
2000	-7,9	-4,3	-1,7	10,0	9,4	16,7	20,8	16,5	10,0	5,7	-3,0	-6,8	7,4
2001	-5,6	-8,3	-2,7	9,8	12,4	16,4	22,0	16,1	12,6	3,2	-1,3	-11,9	7,7
2002	-6,7	-1,7	0,9	6,5	11,0	16,8	22,5	15,3	11,0	2,6	-2,4	-15,9	7,2
2003	-9,4	-10,6	-4,1	4,8	14,1	12,7	20,5	17,5	11,4	5,5	-0,2	-3,7	7,2
2004	-8,4	-9,4	0,1	3,1	12,8	15,3	19,6	18,1	12,4	4,9	-1,9	-6,0	7,2
2005	-5,3	-10,2	-7,7	6,0	16,2	16,4	19,0	18,1	13,0	6,2	1,3	-5,3	8,0
2006	-13,2	-14,0	-4,4	5,3	12,9	19,4	17,4	17,5	13,0	4,9	-2,1	-1,2	7,5
2007	-3,3	-12,9	2,3	5,6	15,4	16,2	19,4	22,0	11,7	6,1	-3,4	-6,4	8,2
2008	-9,6	-4,1	0,7	9,4	11,5	15,4	19,7	18,1	9,9	8,3	1,8	-3,5	7,9
2009	-8,3	-7,3	-2,1	3,8	14,2	18,4	19,3	16,5	14,4	5,3	-0,4	-9,2	7,7
2010	-15,8	-10,7	-2,8	8,0	16,9	19,6	25,6	21,6	12,2	3,4	1,1	-9,7	9,0
2011	-10,4	-14,4	-4,1	4,7	14,0	16,9	22,8	18,8	11,5	6,0	-2,9	-3,1	7,9
2012	-8,5	-13,8	-4,3	8,1	15,0	18,0	20,6	17,9	12,3	6,7	-0,1	-10,7	8,2
2013	-10,0	-5,5	-7,4	5,9	15,8	19,9	19,7	18,6	10,8	5,1	2,8	-3,2	8,2
2014	-10,1	-4,8	0,8	5,8	16,3	16,3	19,6	19,1	12,4	1,6	-2,9	-4,9	7,7
2015	-7,2	-3,9	0,0	4,5	15,7	18,7	17,6	16,0	14,7	2,6	-1,0	-2,2	7,5
													7,5

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 23

Нормы х для метеостанции Нижний Новгород за период с 1950 по 1980 гг.

<i>27459 ст.Нижний Новгород с 1950г. по 1980г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1950	22,3	38,3	46,9	12,6	45,9	42,1	91,7	144,3	94,0	34,5	73,0	15,7	661,3
1951	32,0	16,3	28,3	19,7	80,8	21,1	85,4	13,6	50,2	13,3	23,2	35,7	419,6
1952	49,0	18,9	22,3	11,8	66,3	59,3	66,6	77,5	86,7	116,3	61,3	46,2	682,2
1953	49,8	28,5	8,3	29,8	65,4	26,6	86,8	71,7	92,0	76,3	33,5	19,4	588,1
1954	25,4	14,6	22,3	36,5	46,1	49,0	72,8	41,9	67,0	79,8	22,9	32,7	511,0
1955	54,8	57,7	29,0	50,9	102,0	62,6	85,7	30,0	42,6	39,0	45,3	58,0	657,6
1956	32,0	25,0	20,8	22,5	57,9	30,7	47,7	105,8	42,7	91,1	73,3	52,8	602,3
1957	41,1	41,9	46,6	35,3	72,7	97,0	47,9	22,5	47,2	30,2	29,8	70,4	582,6
1958	56,5	58,8	22,9	51,7	52,5	149,1	45,6	63,9	78,7	72,2	35,5	73,3	760,7
1959	59,6	26,3	10,0	27,9	52,4	65,0	79,8	48,2	40,4	46,4	10,0	54,3	520,3
1960	66,5	55,7	49,1	4,3	24,4	69,6	28,1	47,8	59,9	45,9	24,0	46,2	521,5
1961	30,3	45,7	46,2	38,6	38,0	26,8	66,7	77,5	43,3	18,5	42,2	49,2	523,0
1962	38,1	21,8	62,7	23,8	84,4	102,0	79,5	106,1	35,2	46,2	37,3	66,3	703,4
1963	44,9	53,4	36,6	21,4	9,7	66,3	71,0	58,4	38,9	51,5	47,8	29,8	529,7
1964	31,0	35,1	14,3	14,3	70,6	27,8	73,2	43,8	42,5	12,1	41,6	62,6	468,9
1965	47,9	23,9	16,0	14,9	144,9	43,5	72,8	93,6	29,5	36,8	67,7	81,6	673,1
1966	54,4	68,3	56,0	20,5	17,5	34,2	56,1	50,9	63,2	39,9	63,4	64,7	589,1
1967	64,1	12,5	16,9	42,7	26,7	43,8	45,6	24,7	39,6	62,1	42,0	62,1	482,8
1968	40,6	58,4	26,0	36,8	34,4	63,7	141,7	57,7	64,3	56,4	42,7	43,5	666,2
1969	12,9	9,8	18,2	38,7	51,8	111,1	52,6	46,6	46,2	90,4	87,7	34,9	600,9
1970	137,9	40,2	34,9	41,7	82,9	59,6	92,4	43,7	29,8	99,4	73,9	26,2	762,6
1971	62,8	26,0	16,4	40,2	44,2	30,2	91,1	47,8	39,7	155,9	100,2	47,4	701,9
1972	13,7	26,6	39,3	67,3	31,7	49,1	21,7	3,9	84,7	57,5	60,6	32,8	488,9
1973	31,1	78,0	19,9	26,5	42,7	13,7	44,7	69,4	75,7	124,7	75,6	66,3	668,3
1974	25,6	37,6	30,1	92,7	111,2	93,7	56,9	101,7	8,0	47,3	50,3	76,4	731,5
1975	52,5	40,4	29,4	30,7	65,5	24,8	55,2	75,7	22,5	34,2	34,6	59,6	525,1
1976	58,1	28,5	17,1	35,7	86,0	73,0	38,4	160,4	68,6	33,7	59,9	41,1	700,5
1977	27,3	53,7	35,3	25,7	42,9	116,4	153,9	53,5	54,7	163,5	75,7	61,8	864,4
1978	27,3	50,2	56,4	8,1	88,0	96,8	127,8	124,5	74,5	70,1		45,5	769,2
1979	82,5	41,4	31,5	68,7	10,7	57,3	85,0	15,3	144,5	67,2	75,3	99,3	778,7
1980	38,2	42,0	16,7	45,8	80,2	53,9	88,2	140,0	88,6	29,3	85,4	72,8	781,1
													632

ПРИЛОЖЕНИЕ 24

Нормы х для метеостанции Нижний Новгород за период с 1986 по 2015 гг.

<i>27459 ст.Нижний Новгород с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	52,7	38,1	17,2	65,5	21,8	46,6	46,0	96,6	97,0	35,3	41,3	50,1	608,2
1987	22,9	25,9	15,3	53,1	71,7	65,4	102,6	80,9	75,5	2,7	41,3	56,5	613,8
1988	28,3	36,8	40,4	31,8	40,0	111,7	26,0	56,9	79,3	46,3	47,4	75,8	620,7
1989	43,9	40,9	56,5	24,6	61,8	75,6	209,8	94,5	18,9	100,6	57,6	77,5	862,2
1990	56,1	42,5	69,0	41,5	89,3	66,7	82,7	78,0		65,0	60,2	14,9	665,9
1991	43,2	39,4	24,6	22,2	37,9	62,1	93,1	94,8	70,8	94,6	26,6	59,8	669,1
1992	63,2	33,8	44,2			49,7	39,0	61,7	29,8	149,3	95,4	25,6	591,7
1993	47,7	28,6	36,7	38,5	17,3	74,3	99,7	24,7	88,8	79,6	18,3	99,6	653,8
1994	87,1	20,8	98,9	17,3	96,4	112,5	109,2	89,4	44,8	48,4	86,0	41,2	852,0
1995	67,3	62,5	30,6	41,5	58,6	83,8	80,2	34,8	28,2	52,2	92,6	48,9	681,2
1996	13,7	29,4	6,8	22,9	38,5	84,1	113,9	48,9	52,3	9,5	50,3	30,6	500,9
1997	51,8	52,4	42,7	44,7	49,8	95,3	40,2	50,3	101,0	94,6	57,0	32,1	711,9
1998	23,8	45,7	48,3	74,8	53,0	48,3	98,8	162,8	61,6	71,8	44,5	90,5	823,9
1999	71,8	63,0	19,3	10,1	58,7	40,0	40,9	186,5	33,6	18,9	32,5	57,3	632,6
2000	53,6	41,6	42,0	36,4	40,3	91,4	118,0	89,6	57,1	23,5	27,7	78,0	699,2
2001	61,3	90,9	64,5	37,3	42,9	151,0	24,4	56,4	26,2	124,0	74,8	53,3	807,0
2002	47,3	63,1	73,5	23,7	25,1	23,6	14,9	26,2	135,3	133,4	66,5	49,6	682,2
2003	48,2	12,8	33,4	37,4	43,7	77,2	100,4	147,0	76,8	46,7	42,4	63,1	729,1
2004	37,2	25,7	50,4	47,3	56,4	155,1	122,6	49,0	26,5	52,5	56,7	55,9	735,3
2005	44,5	39,2	62,4	68,7	35,6	106,0	25,5	8,1	15,0	68,4	44,7	95,9	614,0
2006	42,0	25,7	53,9	26,8	56,3	57,4	85,0	69,2	80,3	67,8	105,9	44,1	714,4
2007	53,9	77,8	19,7	51,0	58,3	50,3	37,9	41,7	150,5	67,4	57,9	42,9	709,3
2008	53,0	59,8	78,6	13,8	66,6	49,5	56,1	128,2	54,6	40,8	53,4	44,3	698,7
2009	59,1	25,8	38,8	27,7	40,7	90,3	129,9	45,4	10,1	98,1	56,7	45,6	668,2
2010	46,7	27,4	29,0	12,0	27,0	49,1	5,6	63,4	48,1	47,0	54,4	154,8	564,5
2011	63,6	30,1	62,8	19,4	21,9	101,8	39,4	15,9	118,6	51,5	72,5	93,8	691,3
2012	41,5	32,3	54,3	79,8	46,0	49,6	73,7	97,8	65,6	136,0	54,2	74,0	804,8
2013	37,6	18,9	108,4	22,0	32,8	81,4	68,7	40,4	132,0	61,8	49,6	70,5	724,1
2014	51,1	32,8	8,7	14,3	16,6	121,3	42,7	65,1	39,0	80,2	17,7	72,2	561,7
2015	49,1	62,0	4,3	67,2	41,0	100,9	139,2	59,9	27,3	65,8	60,5	51,6	728,8
													693

ПРИЛОЖЕНИЕ 25

Нормы t_n для метеостанции Старица за период с 1950 по 1980 гг.

26499 ст. Старица с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1959	-9,3	-8,2	-7,1	3,9	11,7	16,5	17,8	16,3	7,7	2,1	-5,4	-11,4	6,3
1960	-11,3	-9,0	-7,0	3,9	11,3	17,1	19,4	15,0	8,9	1,9	-3,0	0,1	6,5
1961	-6,3	-2,9	-0,3	3,4	10,7	17,5	17,4	15,0	9,1	5,2	-0,9	-8,0	6,5
1962	-4,8	-7,4	-7,5	5,8	11,6	12,5	15,0	13,6	9,8	6,0	0,0	-8,1	6,2
1963	-16,7	-11,5	-10,7	2,8	15,3	12,4	18,2	16,8	12,0	5,3	-1,2	-8,8	6,9
1964	-7,6	-11,5	-8,0	3,4	10,5	18,0	18,3	14,4	10,8	6,8	-2,8	-4,0	6,9
1965	-9,7	-11,2	-5,1	0,9	8,4	14,9	15,2	14,6	12,0	3,7	-6,8	-2,6	5,8
1966	-12,2	-10,2	-0,8	6,5	13,8	15,9	17,8	15,4	8,6	5,3	-1,4	-10,5	6,9
1967	-15,2	-10,4	-0,2	5,1	14,9	15,1	16,6	16,6	10,6	8,3	0,5	-10,9	7,3
1968	-17,1	-10,1	-2,7	4,9	11,1	16,7	14,8	16,6	10,0	2,4	-3,2	-5,2	6,4
1969	-17,2	-14,2	-9,1	4,2	10,2	13,9	16,9	14,9	9,0	4,1	1,2	-9,9	6,2
1970	-12,0	-10,2	-3,4	4,4	11,6	14,9	17,8	15,2	10,2	4,4	-2,1	-6,6	6,5
1971	-4,2	-10,1	-5,1	2,6	11,7	15,4	16,0	15,6	9,8	3,0	-2,2	-5,7	6,2
1972	-16,4	-8,0	-4,1	4,6	11,1	17,8	20,7	19,3	10,3	4,2	-0,7	-1,0	7,3
1973	-10,8	-4,3	-2,4	6,3	11,9	16,7	17,8	15,0	6,8	2,8	-3,0	-6,8	6,4
1974	-11,7	-2,2	-1,3	2,6	8,5	15,9	17,4	15,3	12,0	7,5	1,1	-2,1	6,7
1975	-4,0	-6,3	0,1	8,2	14,7	15,8	17,7	14,6	12,9	3,8	-3,2	-4,4	7,3
1976	-13,2	-12,5	-4,2	4,2	9,8	12,6	15,8	13,5	8,8	-1,6	-1,2	-4,0	5,4
1977	-11,4	-7,2	-2,3	5,6	13,0	15,6	17,3	14,6	8,7	3,1	0,7	-9,3	6,6
1978	-8,8	-11,0	-0,3	3,7	9,5	13,8	15,7	14,9	8,9	2,8	2,0	-16,3	5,9
1979	-11,0	-10,8	-1,8	2,6	15,2	16,6	15,1	16,1	10,7	3,0	-1,1	-5,9	6,6
1980	-12,2	-8,3	-8,4	5,2	7,3	17,3	16,3	14,2	10,1	4,6	-2,7	-5,0	6,3
													6,5

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 26

Нормы t_n для метеостанции Старица за период с 1986 по 2015 гг.

<i>26499 ст. Старица с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-7,1	-15,2	-0,9	5,0	12,7	17,2	17,2	15,7	7,5	3,7	0,0	-8,1	6,6
1987	-19,6	-6,6	-7,6	2,1	11,8	16,3	15,5	13,6	8,4	3,3	-3,1	-7,5	5,9
1988	-8,3	-7,1	-1,1	3,4	13,2	17,8	20,0	15,1	10,7	3,9	-5,4	-7,6	7,0
1989	-2,1	-0,9	1,4	7,0	12,5	18,3	17,1	15,2	11,6	4,8	-3,4	-6,0	7,2
1990	-5,6	0,4	1,4	6,9	9,8	13,3	16,0	15,0	8,6	4,8	-0,3	-3,9	6,4
1991	-6,5	-7,2	-1,9	5,4	11,1	16,9	16,9	15,4	10,4	5,9	1,0	-4,1	6,9
1992	-5,1	-4,0	1,1	3,8	11,1	15,1	17,6	16,8	12,0	0,8	-4,0	-4,4	6,5
1993	-5,0	-4,6	-3,0	4,9	13,5	13,1	16,2	14,1	5,7	3,8	-8,7	-4,0	5,9
1994	-4,3	-13,0	-3,4	6,4	8,8	13,7	17,2	14,8	12,9	4,2	-2,9	-8,4	6,5
1995	-7,3	-1,3	0,2	7,1	12,7	18,3	16,0	15,6	11,5	6,0	-3,4	-10,7	7,3
1996	-11,1	-11,3	-4,7	5,4	13,6	15,3	17,1	16,0	8,7	5,2	3,5	-7,9	7,1
1997	-7,3	-5,0	-2,0	3,2	9,5	16,3	17,6	16,4	7,7	2,9	-1,1	-8,2	6,1
1998	-4,9	-8,0	-2,1	3,7	12,2	18,1	17,0	14,1	10,0	4,8	-9,6	-7,0	6,7
1999	-5,5	-7,5	-1,7	8,7	7,8	20,2	20,3	15,0	10,8	6,6	-4,2	-2,4	7,5
2000	-6,8	-3,7	-2,0	9,4	10,0	14,4	17,9	15,4	9,0	6,4	0,3	-3,0	6,9
2001	-4,6	-8,4	-3,8	9,7	10,6	14,9	21,2	15,4	10,6	5,5	-1,7	-12,7	7,3
2002	-5,4	-1,7	1,3	6,5	11,4	15,5	20,3	16,3	10,4	1,6	-2,2	-13,6	6,9
2003	-8,1	-9,3	-4,0	3,4	14,1	11,9	19,2	15,5	10,2	4,5	0,8	-2,4	6,6
2004	-8,2	-8,4	0,1	3,8	10,3	13,8	17,3	17,0	11,4	5,1	-2,1	-3,1	6,6
2005	-3,3	-10,2	-7,3	6,2	12,8	14,7	18,0	16,3	12,0	5,1	0,8	-5,0	7,2
2006	-10,5	-15,6	-5,7	5,0	10,9	16,7	16,9	16,1	12,8	6,6	0,0	1,1	7,2
2007	-2,7	-12,9	3,9	4,8	13,8	15,5	17,1	18,1	10,9	6,1	-2,5	-2,0	7,5
2008	-5,6	-1,9	0,7	7,7	9,9	14,3	17,3	16,4	9,7	7,9	1,1	-2,8	7,1
2009	-5,6	-6,0	-1,5	4,4	12,1	15,4	17,3	14,6	12,4	4,6	2,3	-6,8	6,9
2010	-16,0	-9,4	-2,6	6,6	15,3	17,4	23,5	19,6	10,6	3,0	1,3	-9,5	8,1
2011	-8,0	-11,6	-2,9	5,6	12,5	17,2	21,0	16,6	11,2	5,9	0,6	-0,3	7,6
2012	-7,8	-12,9	-3,2	5,9	13,1	15,2	18,7	15,7	11,6	5,2	1,0	-10,6	7,2
2013	-10,1	-5,6	-8,7	4,5	15,7	18,0	17,3	16,4	9,2	5,9	2,9	-2,1	7,5
2014	-10,2	-2,6	1,6	5,7	14,4	14,5	19,0	17,4	10,4	2,9	-2,5	-4,9	7,2
2015	-4,7	-3,3	1,2	5,0	12,3	15,9	16,2	16,1	12,6	3,3	0,1	0,1	6,9
													6,9

Примечание. Зелёным выделены температуры за тёплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 27

Нормы х для метеостанции Старица за период с 1950 по 1980 гг.

<i>26499 ст. Старица с 1950г. по 1980г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1960	63,1	57,1	14,3	9,4	59,8	34,8	55,3	204,5	88,4	52,9	49,3	51,2	740,1
1961	45,9	10,6	57,3	25,2	61,9	29,2	52,9	100,1	37,2	4,6	29,1	82,8	536,8
1962	18,8	57,9	48,2	39,6	82,2	90,4	172,4	66,7	34,7	50,2	29,1	30,9	721,1
1963	32,9	41,8	21,9	26,0	23,7	104,3	51,5	91,4	29,0	57,0	51,6	28,0	559,1
1964	11,5	102,9	37,2	18,0	67,0	21,4	52,7	70,9	31,6	23,3	64,3	82,5	583,3
1965	76,6	29,6	64,7	24,8	83,4	64,9	135,5	78,8	41,5	34,7	44,1	85,5	764,1
1966	47,4	87,4	67,3	58,8	55,5	36,1	55,6	76,3	62,2	30,2	42,2	115,5	734,5
1967	49,0	9,9	44,7	59,5	36,5	54,0	32,5	163,2	23,4	72,6	21,3	61,2	627,8
1968	54,3	25,2	25,9	64,4	96,5	22,8	83,9	55,1	28,6	77,2	30,3	38,9	603,1
1969	33,2	26,3	15,8	22,6	43,0	68,7	45,3	54,2	60,8	50,2	117,3	44,9	582,3
1970	79,3	44,8	27,3	113,8	40,7	141,3	41,2	48,4	46,3	92,5	43,0	45,6	764,2
1971	37,9	33,8	34,7	65,8	18,8	66,7	127,2	34,3	72,8	66,8	62,5	49,3	670,6
1972	3,0	2,9	21,7	56,3	86,1	29,8	30,0	10,7	82,7	58,0	70,7	18,7	470,6
1973	14,0	51,3	32,1	38,4	79,7	58,9	97,2	34,2	79,7	80,7	77,4	45,1	688,7
1974	21,6	41,7	13,3	12,6	103,8	52,4	95,7	56,2	33,3	57,0	73,4	63,7	624,7
1975													0,0
1976													0,0
1977	34,7	77,6	24,7	53,8	64,5	88,5	70,0	86,6	62,7	46,1	176,5	60,2	845,9
1978	25,3	33,1	33,0	28,2	100,5	176,4	43,2	97,5	103,8	56,1	64,9	36,6	798,6
1979	96,8	26,3	66,9	27,3	47,8	30,1	112,8	38,1	62,0	22,2	64,1	47,9	642,3
1980	45,3	26,6	20,1	32,7	115,6	114,5	231,1	233,8	52,1	75,3	34,1	42,9	1024,1
													683

ПРИЛОЖЕНИЕ 28

Нормы х для метеостанции Старица за период с 1986 по 2015 гг.

<i>26499 ст. Старица с 1986г. по 2015г.</i>													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	97,6	19,1	20,7	76,4	17,1	65,0	112,0	37,2	103,5	32,5	25,6	64,3	671,0
1987	50,6	26,5	36,2	18,0	84,2	92,1	46,1	100,1	96,5	3,2	92,3	57,8	703,6
1988	17,6	72,6	61,1	54,0	47,5	100,5	48,8	135,4	40,5	49,6	105,5	72,7	805,8
1989	42,9	29,2	56,2	46,6	39,6	94,6	155,2	99,3	34,2	84,5	47,7	64,9	794,9
1990	56,5	45,8	61,6	28,0	52,9	73,1	145,1	125,0	126,8	70,3	74,0	21,8	880,9
1991	48,6	48,5	26,9	33,7	121,8	89,8	81,3	49,6	64,4	34,1	31,9	40,5	671,1
1992	50,4	48,8	40,5	33,9	52,6	38,8	24,8	56,6	63,9	155,6	43,7	42,0	651,6
1993	61,5	37,2	33,5	24,7	24,4	35,9	163,1	55,5	165,9	35,1	5,0	89,4	731,2
1994	80,0	22,0	57,7	22,3	89,8	62,4	52,7	127,9	99,1	65,2	58,0	37,4	774,5
1995	90,1	78,4	31,9	56,2	74,1	59,5	58,1	83,2	53,4	29,4	55,8	51,4	721,5
1996	21,4	53,3	21,8	21,5	76,4	42,4	138,4	6,6	104,1	53,8	62,0	29,6	631,3
1997	39,0	44,4	45,6	58,6	90,0	112,6	4,1	28,9	109,4	225,3	59,6	39,7	857,2
1998	42,9	40,1	48,4	43,7	81,3	29,2	217,1	146,3	65,3	75,5	52,4	57,8	900,0
1999	54,5	47,5	51,0	18,3	37,9	15,3	68,6	142,4	49,7	66,5	32,5	76,4	660,6
2000	34,2	76,1	26,9	69,4	30,3	155,0	168,3	72,3	43,7	27,3	60,6	58,3	822,4
2001	41,6	60,2	56,3	32,6	77,1	94,9	131,2	46,0	42,2	49,0	70,2	48,4	749,7
2002	33,0	56,6	45,9	8,9	26,6	100,5	25,9	15,5	30,1	92,7	26,1	40,2	502,0
2003	41,4	15,1	14,7	60,5	64,3	145,6	56,5	200,2	36,3	77,1	59,2	34,4	805,3
2004	109,1	61,3	35,0	17,0	71,1	85,1	184,7	78,8	110,1	78,6	39,8	63,9	934,5
2005	64,8	37,7	36,9	18,8	64,6	158,8	89,4	47,8	35,6	37,9	53,3	90,0	735,6
2006	26,1	25,3	47,3	33,2	61,6	57,4	69,9	170,1	31,0	79,3	47,9	42,8	691,9
2007	67,8	34,0	32,4	29,6	50,7	35,8	80,2	76,0	27,2	87,6	63,7	25,5	610,5
2008	34,8	36,6	52,9	65,7	133,7	90,4	83,5	93,6	55,7	53,5	70,7	61,6	832,7
2009	61,2	47,4	58,9	19,3	176,1	87,7	82,2	85,6	65,7	110,6	85,1	65,7	945,5
2010	22,8	77,0	32,5	50,6	96,9	88,6	7,8	75,9	64,6	62,9	73,3	93,7	746,6
2011	46,2	39,6	24,6	30,8	83,4	110,7	122,4	105,8	67,6	43,2	37,7	106,6	818,6
2012	44,0	48,6	50,3	68,9	60,1	106,7	101,2	133,1	132,7	82,6	92,7	61,2	982,1
2013	47,5	18,5	66,9	44,7	121,5	112,6	82,7	29,3	45,1	29,1	111,8	29,4	739,1
2014	32,3	18,5	17,8	13,5	40,1	69,4	37,4	65,2	32,4	74,7	13,7	58,4	473,4
2015	72,8	23,6	29,8	42,9	62,7	35,8	136,8	48,6	75,0	19,7	55,2	45,6	648,5
													750

ПРИЛОЖЕНИЕ 29

Нормы t_n для метеостанции Торопец за период с 1950 по 1980 гг.

26479 ст.Торопец с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1961	-6,0	-1,9	0,2	4,0	11,1	17,3	17,0	14,6	9,5	5,8	0,0	-6,6	6,63
1962	-4,2	-6,6	-7,6	6,3	11,5	12,6	14,7	13,8	10,0	6,2	0,8	-8,2	6,33
1963	-15,0	-10,9	-10,2	2,9	16,8	13,2	18,5	17,1	12,2	5,5	-1,2	-8,9	7,18
1964	-7,0	-10,5	-6,7	4,0	10,5	18,2	18,1	14,4	10,7	7,1	-2,0	-4,0	6,92
1965	-8,5	-10,2	-4,8	1,6	7,9	15,1	15,0	14,5	11,7	3,9	-6,5	-3,1	5,81
1966	-10,9	-10,4	-1,3	5,2	14,1	16,5	17,7	15,0	8,8	5,8	-1,1	-8,8	6,93
1967	-14,7	-8,7	0,4	4,9	15,0	15,1	16,4	15,8	11,6	8,5	1,5	-10,3	7,43
1968	-16,4	-9,2	-3,0	5,2	10,7	16,7	14,5	17,0	10,7	2,9	-2,5	-4,5	6,48
1969	-15,0	-10,3	-8,1	4,7	10,8	14,3	16,4	15,3	9,3	4,5	1,4	-9,8	6,39
1970	-11,7	-10,0	-1,8	4,6	12,4	15,3	17,6	15,3	10,1	4,0	-1,4	-5,6	6,61
1971	-3,9	-7,8	-4,8	3,3	12,1	15,7	15,9	16,0	9,8	4,0	-2,0	-4,4	6,40
1972	-15,6	-5,9	-3,2	4,5	11,2	17,7	20,4	18,5	10,1	3,7	0,0	-1,1	7,18
1973	-9,3	-3,7	-1,9	5,3	11,4	16,5	18,1	15,0	7,3	0,9	-2,3	-6,4	6,21
1974	-9,8	-2,2	-1,4	2,5	8,3	15,5	16,3	14,8	12,1	7,4	1,1	-1,5	6,50
1975	-3,1	-5,2	-0,1	7,0	15,0	15,2	18,0	15,4	12,3	4,2	-3,0	-3,3	7,26
1976	-12,2	-11,4	-4,0	3,9	9,9	12,1	16,0	13,4	9,6	-0,7	-0,3	-3,6	5,35
1977	-9,9	-7,0	-2,2	5,9	12,7	15,8	16,8	14,3	8,4	3,7	1,5	-8,0	6,59
1978	-8,7	-9,9	-0,1	3,9	10,0	13,5	15,5	14,7	8,8	3,3	3,0	-15,5	6,06
1979	-10,2	-10,4	-1,4	2,9	14,1	16,9	14,6	16,1	10,7	3,3	-0,7	-4,5	6,55
1980	-11,1	-8,6	-6,9	5,3	6,8	17,2	16,3	14,2	10,5	5,5	-2,7	-4,5	6,32
													6,6

Примечание. Зелёным выделены температуры за теплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 30

Нормы t_n для метеостанции Торопец за период с 1986 по 2015 гг.

26479 ст.Торопец с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t_n
1986	-6,3	-14,2	-1,1	4,7	12,7	16,8	17,0	15,0	7,0	4,0	1,1	-7,7	6,53
1987	-18,2	-5,6	-7,1	2,0	11,0	15,1	14,9	13,2	8,7	4,1	-1,5	-6,7	5,75
1988	-6,5	-5,4	-0,7	3,6	14,0	17,5	19,6	14,9	11,0	4,1	-5,0	-6,7	7,06
1989	-1,5	-0,2	1,8	7,4	12,7	18,1	17,3	15,3	11,8	5,1	-2,5	-5,3	7,46
1990	-4,2	0,9	2,0	7,1	10,2	13,8	15,5	15,0	8,7	5,3	0,7	-3,6	6,60
1991	-5,2	-6,3	-1,2	5,4	10,2	15,5	17,0	15,9	10,8	6,1	1,3	-2,9	6,85
1992	-4,3	-3,4	1,1	3,8	11,8	16,0	18,1	17,5	12,0	1,2	-3,6	-3,5	6,79
1993	-4,4	-3,8	-2,4	5,1	14,6	12,9	15,8	14,3	6,4	4,1	-8,2	-2,8	6,10
1994	-3,5	-12,1	-2,4	7,0	9,6	13,8	18,6	15,3	13,0	4,2	-1,9	-7,0	6,8
1995	-6,2	-0,9	0,7	6,5	12,5	18,8	16,8	16,3	11,3	6,3	-3,1	-9,8	7,4
1996	-9,8	-11,0	-4,3	6,2	14,2	15,0	16,2	16,8	8,7	6,2	3,6	-7,3	7,2
1997	-6,6	-4,0	-1,8	3,1	9,6	16,4	18,3	17,2	8,3	3,4	0,1	-7,7	6,4
1998	-3,3	-5,3	-2,7	4,9	12,5	17,5	16,7	14,0	10,5	4,9	-8,3	-6,7	6,8
1999	-5,3	-8,2	-0,7	8,7	8,3	20,8	20,3	15,0	11,4	6,6	-2,1	-1,9	7,6
2000	-6,1	-3,0	-0,9	8,9	10,7	14,6	16,9	15,5	9,1	7,1	1,9	-1,8	7,1
2001	-3,5	-7,9	-3,2	9,2	10,8	15,0	21,9	16,2	11,0	6,0	-1,2	-11,8	7,5
2002	-4,9	-1,1	1,3	6,4	12,7	15,7	20,2	17,2	10,3	1,9	-1,1	-12,0	7,1
2003	-7,4	-7,8	-2,7	3,1	13,8	12,7	19,8	15,5	10,5	4,4	1,1	-1,7	6,7
2004	-8,1	-7,1	0,0	5,0	10,4	14,5	17,8	17,3	11,8	5,6	-1,1	-1,4	6,9
2005	-2,5	-8,5	-6,8	6,3	12,2	14,6	18,3	16,6	12,5	6,0	0,7	-4,1	7,3
2006	-9,0	-12,7	-4,5	4,9	11,1	16,6	18,3	16,5	12,6	7,3	1,0	2,0	7,4
2007	-1,9	-11,6	3,9	5,0	13,5	16,4	16,9	18,3	11,0	6,2	-1,7	-1,7	7,6
2008	-3,9	-0,9	0,9	7,9	10,2	14,4	17,2	16,9	10,5	7,5	1,1	-2,4	7,2
2009	-4,4	-4,7	-1,2	5,2	11,8	15,3	17,4	14,8	12,4	4,4	2,7	-6,2	7,0
2010	-14,4	-7,7	-2,7	6,3	14,9	17,3	23,4	20,0	10,4	3,4	1,5	-9,0	8,1
2011	-6,5	-11,2		6,0	12,1	17,7	21,0	16,8	11,7	6,0	1,6	0,4	7,7
2012	-6,8	-12,4	-2,0	5,6	13,2	15,0	19,1	15,7	11,8	5,6	1,7	-7,8	7,3
2013	-9,0	-4,3	-7,5	4,8	16,2	18,8	17,8	16,9	10,4	6,5	3,1	-1,2	7,9
2014	-9,4	-1,6	2,4	6,3	14,5	14,9	19,7	17,3	11,0	3,8	-1,5	-4,3	7,5
2015	-3,0	-3,2	1,7	5,5	11,8	16,0	16,8	17,3	12,8	3,5	1,3	1,0	7,2
													7,1

Примечание. Зелёным выделены температуры за теплый период года.

ПРИЛОЖЕНИЕ 31

Нормы х для метеостанции Торопец за период с 1950 по 1980 гг.

26479 ст. Торопец с 1950г. по 1980г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1960	37,6	39,6	29,6	12,4	60,7	81,3	67,7	152,9	73,5	78,0	68,7	85,4	787,4
1961	50,8	21,4	76,5	28,7	74,8	66,1	97,3	112,9	58,0	27,7	47,5	77,7	739,4
1962	53,9	27,5	65,0	54,6	67,1	79,1	187,3	90,6	67,1	59,0	64,9	41,7	857,8
1963	29,1	17,2	30,8	6,1	49,8	34,5	56,9	71,4	38,6	86,1	81,1	34,7	536,3
1964	17,9	51,3	23,7	13,8	36,4	34,4	86,8	27,0	67,9	55,3	74,1	75,4	564,0
1965	64,0	61,4	51,7	10,3	71,0	51,4	95,3	61,2	65,7	38,8	56,4	89,7	716,9
1966	62,5	79,2	67,9	65,8	71,2	12,5	113,4	39,8	82,5	42,6	34,4	61,4	733,2
1967	80,1	32,5	41,8	80,2	49,8	117,7	38,7	111,7	57,9	111,1	106,9	69,4	897,8
1968	55,1	38,3	36,2	58,9	102,1	71,9	92,7	27,9	39,0	112,3	22,0	58,1	714,5
1969	43,2	29,9	29,1	38,7	42,3	36,7	75,2	30,5	71,5	64,0	157,9	48,0	667,0
1970	71,1	43,7	40,0	100,7	29,1	47,8	77,9	50,9	69,1	67,0	73,2	61,2	731,7
1971	37,0	70,8	46,1	27,1	13,4	154,5	68,6	124,8	99,1	84,0	87,3	63,8	876,5
1972	13,6	12,6	42,7	30,5	104,8	83,5	30,0	25,3	32,9	86,4	124,8	41,3	628,4
1973	18,8	94,5	43,1	64,7	70,6	41,3	101,2	15,7	85,0	65,9	131,8	84,9	817,5
1974	25,5	52,4	14,6	14,0	67,4	56,8	107,4	53,7	42,5	50,2	74,2	110,5	669,2
1975	52,6	39,4	36,0	77,8	43,0	76,3	52,6	67,6	32,1	38,4	46,3	106,2	668,3
1976	82,0	26,1	69,0	55,2	69,1	109,1	58,0	64,9	10,8	52,9	61,9	84,7	743,7
1977	24,6	75,0	51,1	54,1	59,8	59,7	209,5	97,7	105,0	49,7	71,7	75,8	933,7
1978	54,4	35,5	50,8	42,0	91,8	76,7	75,3	91,6	105,4	102,6	89,9	35,3	851,3
1979	91,5	36,2	75,6	35,0	64,3	32,9	156,2	103,9	66,2	19,7	56,7	59,7	797,9
1980	63,2	46,8	26,4	26,1	72,5	36,3	134,4	161,3	74,4	90,4	50,0	94,2	876,0
													753

ПРИЛОЖЕНИЕ 32

Нормы х для метеостанции Торопец за период с 1986 по 2015 гг.

26479 см. Торопец с 1986г. по 2015г.													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУММА
1986	93,1	19,6	35,2	72,9	22,6	46,8	166,1	100,9	111,1	30,7	52,5	101,3	852,8
1987	70,9	67,3	46,4	31,7	85,2	137,8	76,3	219,0	92,9	4,0	62,2	83,4	977,1
1988	32,5	45,1	61,9	37,2	33,6	61,6	97,1	136,7	63,2	46,1	108,6	79,5	803,1
1989	70,0	43,7	71,8	51,9	9,3	228,1	68,8	118,9	21,8	86,4	36,1	74,7	881,5
1990	89,8	73,2	89,4	18,0	36,4	77,1	128,3	103,5	160,6	76,2	78,4	41,7	972,6
1991	61,1	61,6	44,1	24,6	98,4	206,0	100,7	50,8	84,4	36,3	53,5	56,7	878,2
1992	101,0	56,6	77,9	39,5	73,5	14,9	16,7	71,5	57,4	87,1	65,3	57,4	718,8
1993	95,0	54,2	40,3	48,2	10,7	66,1	132,7	136,6	121,9	57,6	1,4	96,7	861,4
1994	76,0	17,8	103,0	27,7	109,2	112,7	23,8	85,2	82,2	70,2	109,2	60,3	877,3
1995	73,3	90,4	46,1	57,7	69,6	47,1	55,0	29,5	99,0	74,0	44,5	48,2	734,4
1996	25,4	39,6	22,7	30,8	46,4	108,6	89,5	4,5	91,3	65,7	109,4	49,8	683,7
1997	46,5	86,6	41,1	41,5	70,1	105,9	38,4	12,2	104,3	152,2	69,6	54,7	823,1
1998	79,3	55,2	40,3	16,3	41,3	123,2	273,7	160,1	89,3	68,3	38,9	70,7	1056,6
1999	85,0	89,0	51,7	25,6	43,8	32,9	86,6	123,2	27,8	74,2	29,8	101,2	770,8
2000	43,0	48,4	38,7	60,5	52,3	108,7	221,8	118,7	22,3	29,9	54,4	36,5	835,2
2001	33,6	88,4	42,2	44,3	41,2	81,0	71,7	72,8	42,9	57,0	87,1	82,0	744,2
2002	59,2	100,3	39,1	10,4	32,3	129,2	43,2	13,8	32,3	82,9	52,0	47,4	642,1
2003	80,8	21,8	24,4	47,2	127,1	80,4	75,2	150,9	18,5	117,9	50,3	79,9	874,4
2004	90,1	84,7	50,8	5,2	47,6	43,0	118,5	90,5	106,6	85,4	71,2	89,5	883,1
2005	80,0	24,6	59,0	17,4	81,8	137,0	102,9	30,3	24,8	43,8	74,9	92,1	768,6
2006	24,7	21,4	41,1	37,3	62,1	41,6	21,2	191,2	66,4	100,6	62,3	64,8	734,7
2007	96,6	37,8	29,6	38,6	83,0	42,0	84,6	50,6	34,5	87,2	96,2	26,7	707,4
2008	37,3	63,7	65,7	27,5	88,1	68,3	114,4	83,2	55,5	82,8	91,7	43,3	821,5
2009	83,1	50,5	37,8	22,0	41,4	106,1	92,5	65,1	63,6	129,3	80,1	74,6	846,1
2010	25,0	95,6	52,9	28,2	110,2	87,6	15,6	116,5	66,7	54,0	81,8	74,4	808,5
2011	89,0	48,7	27,8	28,7	60,8	49,2	129,3	137,8	84,9	48,5	52,9	81,0	838,6
2012	83,2	66,9	74,2	55,8	64,7	141,8	91,1	86,6	74,9	103,8	87,6	62,3	992,9
2013	43,0	22,9	51,9	46,1	45,1	53,8	63,2	49,0	32,6	41,4	120,6	48,1	617,7
2014	42,2	32,2	24,7	14,6	40,0	75,2	35,8	103,2	39,1	68,7	15,9	72,1	563,7
2015	96,4	39,3	32,0	72,4	38,7	15,5	85,7	26,0	75,7	15,2	73,6	66,6	637,1
													807