



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

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему: «Прогноз мезо- и микроклиматических изменений в Ленинградской области на фоне глобального потепления»

Исполнитель Трунов Андрей Дмитриевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Абанников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

И.О. Заведующего кафедрой


(подпись)

доктор физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дробжева Яна Викторовна

(фамилия, имя, отчество)

«06» июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Актуальность исследования мезо- и микроклимата Ленинградской области	4
1.1. Классификация климатических масштабов	5
1.2. Особенности формирования микроклимата	8
1.3. Физико-географические и топологические особенности Ленинградской области.....	12
Глава 2. Климатообразующие факторы Ленинградской области и режим метеорологических величин	17
2.1. Циркуляционные особенности Ленинградской области и режим ветра ..	19
2.2. Радиационный режим Ленинградской области	29
2.3. Температурный режим Ленинградской области	33
2.4. Режим осадков Ленинградской области.....	45
Глава 3. Мезо- и микроклимат Ленинградской области на фоне климатических изменений	58
3.1. Прогноз изменчивости мезо- и микроклиматического режима температурных характеристик в Ленинградской области.....	62
3.2. Мезо- и микроклимат режима осадков.....	76
3.3. Микроклиматическая изменчивость температурных характеристик в мезоклиматических районах.....	85
Заключение	88
Список литературы	89
Приложение	90

Введение

Актуальность исследования изменчивости мезо- и микроклиматических характеристик в условиях глобального потепления обусловлена необходимостью понимания локальных климатических процессов, которые оказывают непосредственное влияние на сельское хозяйство. Ленинградская область, расположенная на северо-западе России, представляет собой регион, где сочетаются влияние Балтийского моря, континентальные воздушные массы и антропогенная нагрузка. В последние десятилетия глобальные изменения климата привели к сдвигам температурного режима, перераспределению осадков и учащению экстремальных погодных явлений.

Целью данной работы является оценка современных тенденций и прогноз изменчивости мезо- и микроклиматических параметров Ленинградской области на фоне глобального потепления. Для достижения этой цели предполагается решить следующие задачи: анализ многолетних метеорологических данных, выявление закономерностей изменения температуры, влажности, ветрового режима, радиации, а также прогноз их потенциального изменения в условиях продолжающегося потепления.

Практическая значимость работы связана с возможностью использования полученных результатов для адаптации сельского хозяйства.

Методологическую основу исследования составляет анализ временных рядов метеоданных, их сравнение, а также применение региональных климатических моделей. В работе используются данные метеостанций и результаты ранее проведённых исследований по климату Северо-Западного региона России.

Глава 1. Актуальность исследования мезо- и микроклимата Ленинградской области

Любой населённый пункт, выступая в роли развитой городской структуры, формирует локальный климат. Климатические особенности городской среды зависят как от географического положения, так и от размеров города, типа застройки, профиля промышленности и других факторов [2]. Метеорологические условия в пределах города распределены неравномерно, и разные его части, в зависимости от характеристик застройки и рельефа, могут обладать различным локальным климатом [1]. Изучение данных метеорологических станций не позволяет детально проанализировать климат города. Однако эти данные служат основой, определяя базовый уровень климатических элементов, к которому можно соотнести расчеты локального климата [6].

Выявленные закономерности географического изменения климата под воздействием искусственной поверхности позволяют сегодня количественно оценить характеристики мезо- и микроклимата ограниченных участков [3, 5]. Мезоклиматическая характеристика территории отличается от микроклиматической уровнем детализации; мезоклимат представляет собой преобладающий по площади тип локального климата. При оценке климатических особенностей различных городских районов необходимо принимать во внимание эффект урбанизации, то есть влияние города на естественное изменение метеорологических условий в данном районе. Климат, сформированный городской средой, может отличаться от природного как в сторону ухудшения микро- и биоклиматических условий, так и в сторону их улучшения. Экологическая обстановка в городах, особенно крупных, может в значительной степени определяться градостроительными решениями.

Следовательно, количественная оценка климатических особенностей различных районов города позволяет создать действенную систему улучшения экологической обстановки в городской застройке, и, как следствие, пригодности к сельскому хозяйству.

1.1. Классификация климатических масштабов

Климат (происходит от греческого термина, обозначающего «наклон») – это стабильный погодный режим, характерный для конкретной местности и определяемый её географическим положением. Под климатом понимают статистическую совокупность состояний, через которые проходят взаимодействующие системы: атмосфера, гидросфера и литосфера на протяжении нескольких десятилетий. Чаще всего климат определяют как усреднённые метеорологические параметры за длительный период – десятки лет, то есть климат – это усреднённая погода. В то же время погода – это текущее состояние таких параметров, как температура, влажность и атмосферное давление. Отклонение погоды от климатической нормы не указывает на изменение климата; например, аномально холодная зима не говорит о глобальном похолодании. Для определения климатических изменений требуется устойчивая тенденция в атмосферных характеристиках, наблюдаемая в течение десятилетия или дольше. Ключевыми глобальными геофизическими процессами, влияющими на формирование климата Земли, являются тепловой обмен, водный цикл и общая циркуляция атмосферы [15]. Кроме общего определения «климат», существуют и другие:

Макроклимат – это климат обширных территорий, сопоставимых по масштабу с целыми континентами или частями света.

Мезоклимат – климат отдельных зон с однородными природными или антропогенными условиями, таких как лесные массивы, прибрежные зоны, речные долины, города или их районы.

Микроклимат – климат приземного слоя атмосферы, формирующийся под влиянием особенностей местности, включая микроклимат внутри зданий и сооружений. [3]

Атмосферные явления формируются под воздействием как внешних космических факторов, так и особенностей земной поверхности. Главным

энергетическим источником для этих процессов служит солнечное излучение. Попадая на Землю, эта лучистая энергия трансформируется в тепловую как в атмосфере, так и на поверхности планеты. Примечательно, что солнечные лучи сильнее нагревают непосредственно земную поверхность, нежели воздушные массы, при этом между поверхностью и атмосферой постоянно осуществляется тепло- и влагообмен. Особенности рельефа также играют существенную роль в формировании воздушных потоков. Кроме того, свойства земной поверхности определяют оптические характеристики атмосферы и её электрические параметры. [4]

Атмосфера оказывает решающее влияние на физические процессы, протекающие в почве и поверхностных слоях водоёмов, а также служит необходимым условием существования жизни на нашей планете.

Солнечное излучение содержит коротковолновый ультрафиолетовый компонент, который, несмотря на относительно небольшую энергию, вызывает интенсивные фотохимические реакции в верхних слоях атмосферы. Существенное воздействие на эти слои также оказывают корпускулярные потоки - заряженные частицы, испускаемые Солнцем. Интенсивность как ультрафиолетового, так и корпускулярного излучения варьируется в соответствии с солнечной активностью, включая колебания количества солнечных пятен. Эти изменения непосредственно воздействуют на физико-химические характеристики верхней атмосферы: концентрацию озона, степень ионизации, электропроводность, что в итоге отражается на метеорологических и климатических процессах. При этом механизмы влияния верхних атмосферных слоев на тропосферные явления остаются предметом научных исследований. [15]

Температура воздуха, которую мы воспринимаем как тепло или холод, имеет фундаментальное значение для жизни на Земле и хозяйственной деятельности человека. Ее суточные и годовые колебания обусловлены вращением нашей планеты и связанными с этим изменениями в поступлении солнечной энергии. Однако температура изменяется и нерегулярно из-за перемещения воздушных масс между разными регионами земного шара.

Глобальное распределение температур в первую очередь зависит от широтных различий в количестве получаемой солнечной радиации. Существенное влияние также оказывает неравномерное распределение суши и водных пространств, которые обладают разной способностью поглощать и накапливать тепло. Наконец, важную роль играют атмосферные течения, переносящие теплые и холодные воздушные массы между различными частями планеты.

Неравномерный нагрев атмосферы вызывает различия в атмосферном давлении, что, в свою очередь, приводит к движению воздушных масс. Именно перераспределение давления служит основной причиной возникновения воздушных течений. [3]

В процессе общей циркуляции перемещающиеся воздушные массы переносят с собой изменяющиеся метеорологические условия. При переходе из одних регионов в другие они приносят новые характеристики температуры, влажности, облачности и других погодных факторов, что определяет основные изменения в погоде.

Помимо глобальной системы атмосферной циркуляции, существуют локальные ветровые системы, такие как бризы и горно-долинные ветры, а также интенсивные вихревые образования малого масштаба - смерчи.

Воздействие ветра проявляется в возмущении водной поверхности, формировании океанических течений и перемещении ледяных масс. Кроме того, ветровая активность служит важным фактором процессов эрозии и формирования рельефа земной поверхности. [6]

Климатообразующие процессы развиваются в разнообразных географических условиях. Конкретные особенности этих процессов и соответствующие типы климатов формируются под влиянием географических факторов, включая широту местности, распределение суши и моря, особенности рельефа (прежде всего крупномасштабную орографию), свойства почв, характер растительного и снежного покрова, распространение морских льдов и океанические течения. Зональное распределение климатических условий на земном шаре определяется пространственной организацией этих географических факторов.

Микроклиматические особенности наиболее отчетливо проявляются в приземном слое атмосферы, где произрастают сельскохозяйственные культуры. В этом слое атмосферный режим существенно видоизменяется под воздействием локальных характеристик земной поверхности, ее строения и состояния. [7]

Климат претерпевает значительные трансформации с течением времени. Эти изменения обусловлены эволюцией земной поверхности, модификацией состава атмосферы, а также рядом астрономических факторов. Климатические колебания наблюдаются в масштабах тысячелетий, столетий и даже более коротких временных периодов. Например, с начала XXI века на значительной части земного шара, особенно в умеренных широтах, отмечается устойчивая тенденция к потеплению. Современные климатические колебания преимущественно связывают с изменениями глобальной атмосферной циркуляции, которые, в свою очередь, обусловлены вариациями солнечной активности.

1.2. Особенности формирования микроклимата

Микроклимат формируется благодаря целому комплексу факторов. Рельеф местности, характер растительного покрова, свойства почвы, наличие лесных массивов или водоёмов - все эти элементы подстилающей поверхности вносят свой вклад. Разные поверхности по-разному взаимодействуют с приземным слоем, создавая на сравнительно небольших расстояниях разные метеорологические условия.

По сути, количество возможных микроклиматических зон соответствует количеству природных сочетаний элементов земной поверхности. Каждая такая зона отличается внутренней однородностью, но при этом существенно отличается от соседних участков. Вместе они образуют систему, которая лежит в основе более крупных макроклиматических районов.

Микроклимат отличается значительной пространственной неоднородностью и чётко выраженной суточной динамикой, обусловленной циклическим характером солнечного излучения. Его формирование происходит под комплексным влиянием местных ландшафтных условий и региональных климатических закономерностей, присущих конкретной территории. [3]

Различие между микро- и мезоклиматом становится очевидным при анализе масштабов неоднородностей поверхности. Климатические системы разного масштаба взаимодействуют следующим образом: крупные географические объекты планетарного уровня (моря, океаны, горные системы) определяют макроклиматические условия, в то время как элементы мезомасштаба (отдельные холмы, озёра, речные долины, лесные массивы и урбанизированные территории) формируют местные климатические особенности. При этом мезоклимат испытывает влияние как макро-, так и мезомасштабных факторов, тогда как микроклимат формируется исключительно за счёт мезомасштабных особенностей подстилающей поверхности. [2]

Микроклиматические условия в сельской местности преимущественно формируются под воздействием рельефных особенностей и характера растительности. В условиях урбанизированной среды возникает специфический городской микроклимат, обладающий особыми характеристиками. Это свидетельствует о широком пространственном диапазоне микроклиматических исследований - от масштабов целых городских агломераций до отдельных компонентов ландшафта, таких как единичное дерево или архитектурный элемент.

Основной источник тепла для поверхности - радиационный баланс, величина которого существенно варьирует в зависимости от характеристик подстилающего слоя и отражательной способности (альбедо) территории. Например, свежеснежный покров отражает до 90% солнечной радиации, тогда как темнохвойные леса - лишь 6-18%. В лиственных лесах этот показатель меняется сезонно: летом альбедо составляет 16-27%, а осенью увеличивается до 33-38%. Почва под растительным покровом обладает комбинированными

отражательными свойствами, складывающимися из характеристик самой растительности и грунта. [1]

Особый интерес представляют водоемы, чье альbedo в среднем не превышает 5-7%. Однако в утренние и вечерние часы, когда солнце находится низко над горизонтом, отражательная способность воды резко возрастает до 75-80. Это создает микроклиматический эффект: прибрежная растительность получает дополнительное тепло за счет отраженной радиации, что стимулирует ее более интенсивный рост по сравнению с удаленными от воды участками.

Нагревание поверхности приводит к перераспределению тепловой энергии. Тепловая энергия распределяется по нескольким направлениям: часть рассеивается в виде атмосферного излучения, другая затрачивается на повышение температуры приземного воздушного слоя, третья расходуется на процессы испарения влаги, а оставшаяся передается в глубокие горизонты почвенного покрова.

Все это определяет специфику микроклимата. На сухих участках преобладает турбулентный теплообмен между почвой и воздухом, тогда как на увлажненных территориях основная доля энергии затрачивается на испарение. Это приводит к охлаждению поверхности и ослаблению теплообмена с атмосферой, создавая характерные микроклиматические различия даже в пределах одного ландшафта. [2]

Формирование микроклиматических условий в приземном слое атмосферы обусловлено процессами турбулентного перемешивания, происходящего как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Сохранение локальных климатических особенностей на некотором удалении от поверхности возможно лишь при слабо выраженных процессах перемешивания.

Турбулентные движения в атмосфере возникают под воздействием двух основных механизмов. Во-первых, динамическая турбулентность образуется вследствие завихрений, которые формируются при трении воздушного потока о земную поверхность, преодолении им неровностей рельефа, а также

благодаря межслойному трению в воздушной массе, вызванному разницей скоростей на различных высотах. Эти приземные вихри способны постепенно распространяться в вышележащие слои атмосферы до полного рассеивания.

Во-вторых, термическая турбулентность развивается при нарушении атмосферной устойчивости, когда возникает сверхadiaбатический градиент температуры, приводящий к образованию восходящих потоков воздуха.

Формирование термической турбулентности над поверхностью с идеальной горизонтальной однородностью существенно ограничено, даже в условиях интенсивного теплового воздействия. Однако в природных условиях абсолютно однородные поверхности практически не существуют. Эта естественная неоднородность подстилающего покрова вызывает локальные нарушения термического баланса, особенно выраженные над участками с повышенным тепловым излучением.

В приземном атмосферном слое отмечаются существенные колебания метеорологических величин, вызванные стохастической турбулентной динамикой воздушных потоков. Формирование вихревых структур у поверхности земли регулируется совокупностью параметров, среди которых ключевую роль играют энергетические показатели вихрей и их пространственная организация. Данные турбулентные образования индуцируют характерные флуктуации в поле ветра - как по скорости, так и по направлению, причем интенсивность этих колебаний служит прямым индикатором энергии турбулентных вихрей.

Пространственные масштабы турбулентных вихрей демонстрируют четкую высотную зависимость: их характерный размер прогрессивно возрастает с увеличением расстояния от земной поверхности. Это явление объясняется ограничивающим влиянием подстилающей поверхности, которая выступает естественным барьером, сдерживающим развитие турбулентных образований в приземном слое. В процессе своего движения эти вихри осуществляют перенос различных атмосферных компонентов - водяного пара, аэрозольных примесей, а также таких физических характеристик, как тепло и импульс. В случаях пространственной неоднородности распределения примесей именно

турбулентное перемешивание приводит к процессу выравнивания их концентраций.

Среди всех видов человеческой деятельности сельское хозяйство демонстрирует наиболее тесную зависимость от метеорологических условий. Хотя глобальное распределение сельскохозяйственных культур и специализация аграрного производства в целом определяются климатическими факторами, показатели урожайности и продуктивности в конкретный вегетационный период в решающей степени зависят от фактических погодных условий, сложившихся в данном году.

1.3. Физико-географические и топологические особенности Ленинградской области

Область простирается на 440 км с запада на восток и от 100 до 325 км с севера на юг, занимая площадь в 85 900 квадратных километров (что составляет 0,5% от общей территории Российской Федерации) (рис.1.).

Более 66% территории покрыто лиственными и хвойными лесами. В Ладожское озеро впадает 32 реки, а единственная вытекающая – Нева. Практически вся область, за исключением Вепсской возвышенности на востоке, относится к бассейну Балтийского моря. На западе область граничит с Финским заливом Балтийского моря, где ширина береговой линии достигает 130 км, а в Невской губе – 12–15 км. Южный берег залива преимущественно песчаный и низменный, однако в некоторых местах, где грунты непосредственно подходят к морю, берег обрывистый. Значительную часть области занимают равнинные, слабохолмистые пространства.



Рисунок 1. Физическая карта Ленинградской области

Холмы и гряды различной формы и высоты (Вепсская возвышенность – 291 м, Лемболовские высоты – 205 м, Ижорская возвышенность – 168 м над уровнем моря) чередуются с озерами и заболоченными низинами (около 15% территории области заболочено) (рис.2.) [12, 14]

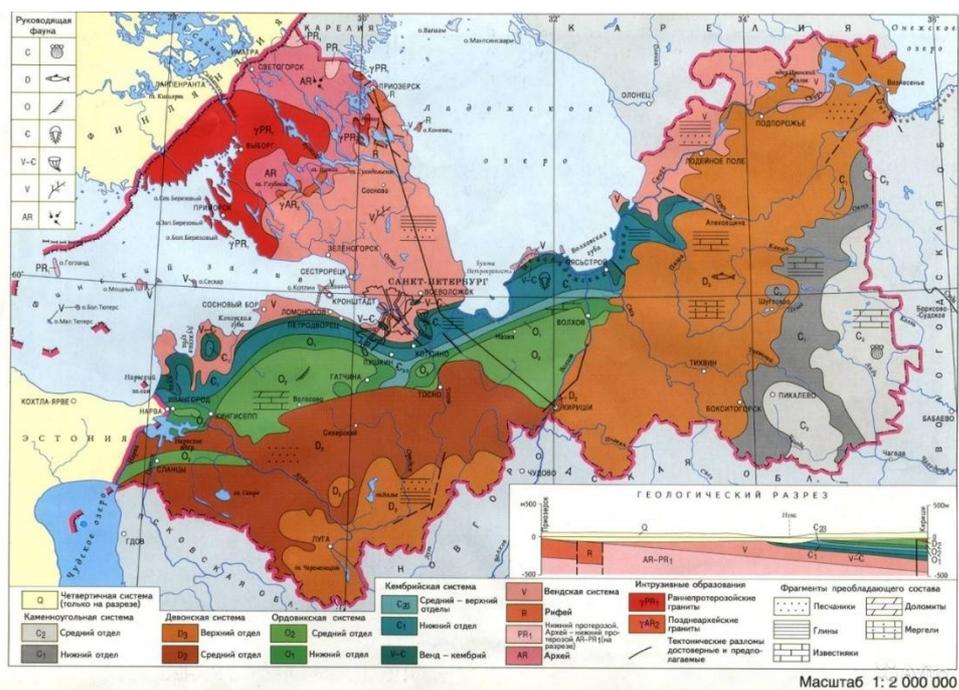


Рисунок 2. Карта почв Ленинградской области

Климат области определяется близостью к водным объектам и влиянием Балтийского моря, в целом переходный от континентального к морскому. Влажный воздух умеренных широт поступает с запада из Балтийского (и Атлантического) моря, смягчая зимние морозы. Летом воздушные массы приносят дожди и прохладную погоду. Континентальный воздух приходит с востока, иногда с юга и юго-востока, а северные ветры – холодный арктический воздух со стороны Карского моря, северо-западные – влажный морской воздух из Баренцева моря. [12, 14]

Среднегодовая температура составляет $+5^{\circ}\text{C}$. Зимой температура колеблется от -10 до -15°C , редко опускаясь ниже -25°C . Летом – $+15-20^{\circ}\text{C}$. Относительная влажность воздуха летом около 60%, зимой – 85%. Годовое количество осадков – 550-650 мм, значительная часть выпадает в виде снега. Средняя температура января – $-8,2^{\circ}\text{C}$, июля – $+17^{\circ}\text{C}$. Средняя скорость ветра – 3-7 м/с, максимальная – до 32 м/с. Зима наступает в конце ноября, вторая ее половина значительно холоднее первой. Весна начинается в конце марта. Лето умеренно теплое, с температурой в июне $+13-16^{\circ}\text{C}$ и в июле $+18-20^{\circ}\text{C}$. В августе температура снижается до $+13-15^{\circ}\text{C}$. Осенью, в сентябре-октябре, наблюдается период "бабьего лета" с температурой $+10-12^{\circ}\text{C}$. Западные районы отличаются более мягким климатом благодаря влиянию Атлантики и Балтийского моря, а восточные – более континентальным.

Количество осадков варьируется от 550–600 мм на побережье Финского залива до 800–850 мм на возвышенностях Карельского перешейка. Снежный покров устойчив 130–140 дней в году, на востоке – до 160 дней. К концу зимы высота снежного покрова может достигать 60 см на северо-востоке и 30–40 см на западе области. Большая часть территории покрыта лесами, а разветвленная система озер и рек связывает область с другими регионами и зарубежными странами. [12]

Крупнейшие реки региона:

- Нева (общая протяженность 74 км, из них 36 км по территории области)

- Волхов (224 км, соединяет озеро Ильмень и Ладожское озеро)
- Сясь (260 км, 190 км в пределах области)
- Оять (226 км, 211 км в пределах области)
- Свирь (224 км, соединяет Онежское и Ладожское озера, вся протяженность в пределах области)
 - Нарва (граница с Эстонией)
 - Оредеж (192 км, вся протяженность в пределах области)
 - Луга (353 км, 267 км в пределах области)
 - Плюсса (в пределах области)
 - Паша (242 км, вся протяженность в пределах области)
 - Вуокса (156 км, 143 км в пределах области)

На территории области расположено около 1800 озер различного размера, среди которых выделяются:

- Чудское озеро (граница с Эстонией и Псковской областью)
- Ладожское озеро (184 000 кв. км, граница с Республикой Карелия)
- Онежское озеро (98 900 кв. км, граница с Республикой Карелия и Вологодской областью)
 - Вуокса (95,6 кв. км)
 - Отрадное (66 кв. км)
 - Судодольское (44,3 кв. км)
 - Вялье (35,8 кв. км)
 - Самро (40,4 кв. км)
 - Глубокое (37,9 кв. км)
 - Комсомольское (24,6 кв. км)
 - Черемнецкое (15,0 кв. км)
 - Врево (12,0 кв. км)
 - Кавголовское (5,4 кв. км)

Ленинградская область расположена в северо-западном регионе европейской части России, на части Восточно-Европейской равнины, с 330-километровой береговой линией вдоль Финского залива Балтийского моря. На западе область граничит с Эстонией (68 км государственной границы), а на северо-западе – с Финляндией (137 км государственной границы на Карельском перешейке). Южные границы области примыкают к Псковской и Новгородской областям, а на востоке и северо-востоке проходит граница с Республикой Карелия. [12]

Глава 2. Климатообразующие факторы Ленинградской области и режим метеорологических величин

Санкт-Петербург находится под значительным влиянием крупных атмосферных вихрей - циклонов и антициклонов, которые определяют погодные условия в регионе. Над городом постоянно происходит перемещение воздушных масс с различными термодинамическими свойствами. Преобладание морских воздушных масс атлантического происхождения формирует умеренный морской климат с выраженными сезонными особенностями.

Циклоническая активность в регионе имеет четкую сезонную динамику: в теплый период года она ослабевает, тогда как в холодный сезон значительно усиливается. Погодные условия отличаются повышенной изменчивостью, что связано с частой сменой воздушных масс, активной циклонической деятельностью и сложным взаимодействием континентальных и морских воздушных потоков. [12]

Такие особенности атмосферной циркуляции приводят к характерной для Санкт-Петербурга погодной изменчивости с большим количеством пасмурных дней и существенными межсуточными колебаниями температуры.

На протяжении большей части года в регионе преобладает циклонический тип циркуляции, за исключением мая и июля, когда повторяемость антициклонов и малоградиентных барических систем составляет более 50%. Траектории движения циклонов преимущественно западные, с сезонными вариациями: в холодный период чаще наблюдаются северо-западные, а в теплый - юго-западные направления. Антициклоны преимущественно перемещаются с запада и северо-запада.

Зимнее усиление циклонической активности сопровождается увеличением количества атмосферных фронтов, проходящих через территорию Санкт-Петербурга. В летний период отмечается уменьшение числа основных фронтов, однако возрастает повторяемость вторичных холодных фронтов.

Исследования воздушных масс показывают, что даже при преобладающем западном переносе существенную роль играет адвекция воздушных масс и из других направлений.

Климатические условия Санкт-Петербурга формируются под влиянием сменяющихся друг друга воздушных масс различного происхождения - морских, континентальных и арктических. Поступление теплых и сухих воздушных потоков из Нижнего Поволжья и Средней Азии вызывает периоды аномального потепления. Основу климатического режима региона определяют процессы атмосферной циркуляции: преобладающий западный перенос воздушных масс и циклоническая деятельность, которые обеспечивают мягкие зимы, умеренно теплое лето и достаточное количество осадков. [10]

Теплый период года, включающий весну и лето, характеризуется определенными особенностями. Весенний сезон начинается в конце марта, когда устанавливается устойчивая положительная температура и происходит сход снежного покрова. Для этого времени характерны повышенное атмосферное давление, редкое прохождение циклонов и относительно стабильные погодные условия. Однако возможны похолодания, вызванные северо-восточными ветрами, приносящими арктический воздух.

Летний сезон отличается усилением циклонической активности, что приводит к большей изменчивости погоды. Высокие показатели относительной влажности усиливают субъективное восприятие жары. В этот период возрастает влияние атлантических воздушных масс, поступающих с запада, которые активизируют циклонические процессы. Направление ветров определяет особенности погоды: северные потоки приносят пасмурную погоду, тогда как южные способствуют установлению теплой погоды. Наибольшая циклоническая активность наблюдается во второй половине летнего сезона. [12]

Высокая влажность – характерная черта Санкт-Петербурга, обусловленная преобладанием атлантических морских воздушных масс. Относительная влажность в городе и области в среднем составляет 70–90%, минимальная – в мае, когда могут возникать холодные воздушные массы с высоким

содержанием влаги. Суточный ход влажности наиболее заметен в теплый период: минимум обычно приходится на 15-16 часов, а максимум – на 4-6 часов до восхода солнца. Парциальное давление водяного пара здесь обычно растет от зимнего периода к летнему, при этом повторяется температурный ход. А максимальные значения парциального давления приходятся на июнь.

2.1. Циркуляционные особенности Ленинградской области и режим ветра

Для северо-запада Европейской России, включая Санкт-Петербург, ключевой особенностью атмосферной циркуляции выступает формирование, перемещение и трансформация крупных атмосферных вихрей - циклонов и антициклонов. Эти барические образования определяют адвекцию воздушных масс различного происхождения, каждая из которых обладает уникальными метеорологическими характеристиками. Особое значение имеют зоны атмосферных фронтов - области взаимодействия разнородных воздушных масс, где происходит зарождение и развитие циклонов. В этих зонах наблюдаются наиболее сложные погодные явления: интенсивные ветры, мощная облачность с обширными осадками, грозовая деятельность и шквалы. [6]

Антициклоны, в отличие от циклонов, обычно приносят устойчивую погоду. Для их центральных частей характерны слабые ветры, усиливающиеся лишь на периферии. Преобладает малооблачная погода с незначительными осадками, хотя в холодный сезон в нижних слоях атмосферы могут формироваться слоистые облака с морозящими осадками.

Климат Санкт-Петербурга существенно зависит от высокой повторяемости атлантических воздушных масс, что придает ему выраженные морские черты. Сезонная динамика проявляется в усилении циклонической активности зимой и ее ослаблении в теплый период. Однако активная циклоническая

деятельность и постоянная смена воздушных масс обуславливают характерную для региона погодную неустойчивость во все сезоны года (Рис.3).

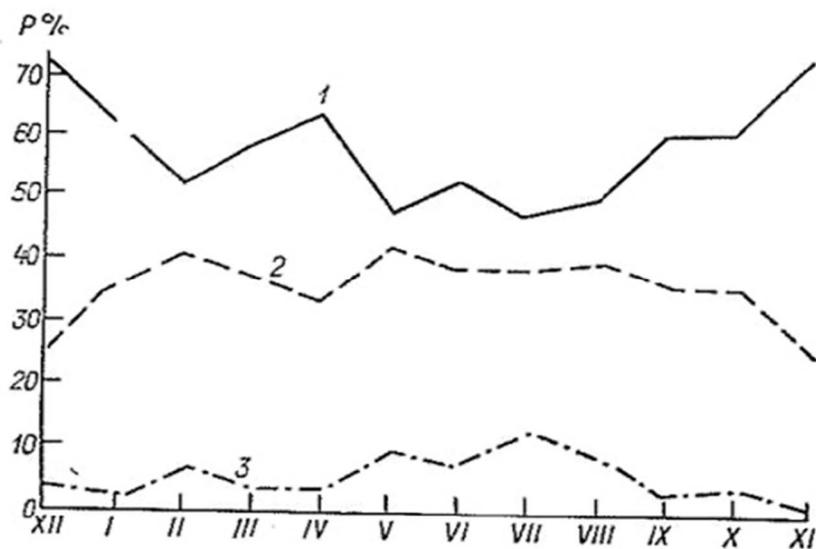


Рисунок 3. Повторяемость барических полей

Антициклоны приходят в район Санкт-Петербурга в большинстве случаев с запада и северо-запада, однако возможны вхождения их и с других направлений (табл.2.) [1].

Таблица 2. Повторяемость траекторий циклонов в Санкт-Петербурге

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	1	-	-	-	3	14	48	34
Весна	-	-	-	1	3	25	43	28
Лето	-	-	-	4	11	28	34	23
Осень	1	-	-	-	8	11	51	29
Год	1	-	-	1	6	20	44	28

Зимой циклоническая деятельность, как правило, усиливается, увеличивается повторяемость проходящих через Санкт-Петербург атмосферных фронтов. В летний сезон число основных фронтов уменьшается, но в тыловой части циклонов отмечается большое количество вторичных холодных фронтов.

Около 80 % осадков в районе Санкт-Петербурга имеет фронтальное происхождение, и лишь небольшая их часть выпадает вне зоны фронтов в

однородных воздушных массах. Зимой на фронтах выпадают обложные осадки, летом же фронтальные осадки нередко имеют ливневой характер (Рис.4).

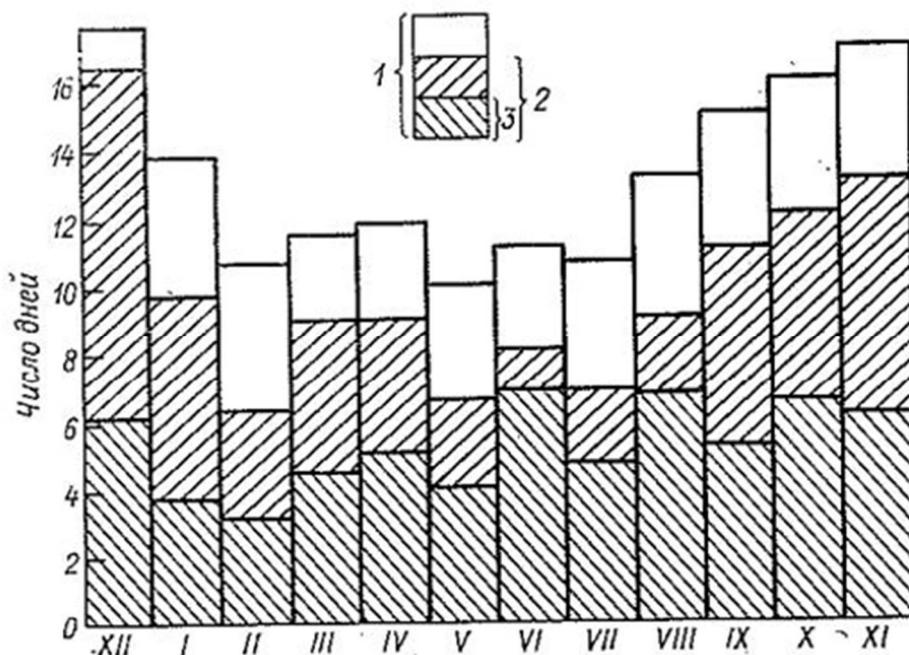


Рисунок 4. Число дней с осадками

Прохождение хорошо выраженных атмосферных фронтов сопровождается в ряде случаев сильным ветром, а в теплое полугодие, кроме того, и грозами (Табл.3).

Таблица 1. Анализ повторяемости переносов воздушных масс

Сезон	Типы фронтов				Всего
	Теплые и верхние теплые	Холодные и вторичные холодные	Окклюзии	Малопо-движные	
Зима	21	21	11	1	54
Весна	12	19	8	-	39
Лето	5	27	5	1	38
Осень	17	20	11	1	49
Год	55	87	35	3	180

В зимний сезон, когда преобладают воздушные течения западной и южной частей горизонта, наибольшую повторяемость (около 60 %) имеет умеренно теплая влажная погода с температурами от 0 до — 7°С.

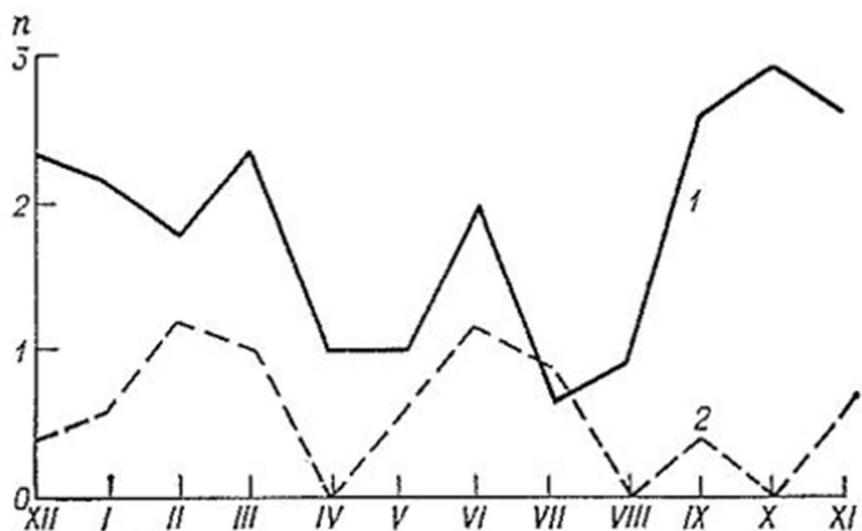


Рисунок 5. Число дней с сильными осадками

Проникновение арктических воздушных масс в регион Санкт-Петербурга вызывает резкое похолодание с установлением сухой морозной погоды, когда температуры опускаются до $-17...-25^{\circ}\text{C}$. Однако подобные ситуации наблюдаются относительно редко, составляя лишь около 5% от общего времени.

Напротив, при прохождении теплых секторов атлантических и средиземноморских циклонов в город поступают насыщенные влагой воздушные массы с аномально высокими для сезона температурами ($3-6^{\circ}\text{C}$). Такие условия, встречающиеся примерно в 10% случаев, сопровождаются наиболее интенсивными осадками (Рис. 5). Именно в эти периоды регистрируется основное количество выпадающих осадков. [1]

Таблица 2. Повторяемость (%) переносов воздушных масс

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Слабый перенос
Зима	2	3	4	18	15	16	18	14	10
Весна	4	11	9	15	6	12	13	13	17
Лето	5	11	9	9	5	13	14	12	22
Осень	3	4	10	15	11	19	18	14	6
Год	4	8	8	14	9	15	15	13	14

В летний период климатические условия Ленинградской области формируются под влиянием различных воздушных масс, что создает значительное разнообразие погодных режимов. Преобладающими являются западные воздушные потоки, которые приносят умеренно теплые и влажные воздушные массы со среднесуточными температурами в пределах 12-20°C. Такая погода считается типичной для региона и наблюдается наиболее часто (Табл. 2).

Однако, периодически регион оказывается под воздействием континентальных воздушных масс, поступающих с юго-восточного направления. В таких случаях устанавливается жаркая сухая погода с температурами, достигающими 26-30°C. [6]

В Санкт-Петербурге частые адвекции разнородных воздушных масс приводят к значительным температурным аномалиям в течение всего года. Эти отклонения от климатической нормы, сохраняющиеся от нескольких дней до недель, формируют так называемые волны тепла и холода.

Особенно интенсивная волна холода, выделявшаяся как исключительной продолжительностью, так и рекордными температурными отклонениями, наблюдалась в Санкт-Петербурге в конце декабря 1978 года. Это аномальное похолодание, обусловленное мощным вторжением арктических воздушных масс, характеризовалось непрерывным периодом с температурами ниже -20°C продолжительностью 141 час - более чем втрое превысив предыдущий декабрьский рекорд по длительности таких морозов. [1]

В летний период экстремальные волны тепла в Ленинградской области формируются при адвекции перегретых континентальных воздушных масс из районов Нижнего Поволжья и Средней Азии. Наиболее показательным случаем стал июль 1972 года, когда 8 числа была зафиксирована рекордная температура за всю историю метеонаблюдений - +33,6°C. Анализ синоптической ситуации этого периода, четко отраженный на картах атмосферной циркуляции, демонстрирует типичный механизм формирования температурных аномалий, связанный с выносом раскаленного воздуха с юго-восточных направлений.

Климатический режим региона определяется преимущественно западным переносом воздушных масс с Атлантики, что обуславливает его морские черты:

- Смягченные зимние температуры
- Умеренно-прохладные летние условия
- Повышенную влажность
- Регулярное выпадение осадков

Циклоническая деятельность, характерная для этого переноса, создает изменчивый погодный режим, где экстремальные ситуации (как волны жары 1972 года) возникают при редких, но значительных отклонениях от преобладающей циркуляционной схемы. [1]

Атмосферное давление, будучи одной из основных характеристик состояния атмосферы, играет ключевую роль в формировании как типичных, так и аномальных погодных условий. Его пространственное распределение и динамика непосредственно определяют направления воздушных течений, интенсивность циклонической деятельности и, как следствие, весь комплекс метеорологических параметров, включая температурный режим и влагооборот.

В отдельные годы среднемесячное давление воздуха может существенно отклоняться от многолетних норм. В холодный сезон эти колебания вдвое превышают аналогичные показатели теплого периода, достигая 15-20 гПа. Наиболее резкие перепады атмосферного давления типичны для февраля.

Ветер представляет собой горизонтальное перемещение воздушных масс относительно земной поверхности. Его скорость относится к векторным величинам и определяется двумя параметрами: величиной (модулем) и направлением. В метеорологической практике принято измерять скорость ветра в метрах в секунду, направление (по азимуту точки происхождения ветра) - в градусах или румбах.

Современная методика измерений дополнительно предусматривает регистрацию максимальных мгновенных порывов ветра. Эти данные, получаемые путём осреднения показателей за 2-3 секунды с учётом инерционности

измерительных приборов, фиксируются как в установленные сроки наблюдений, так и в промежутках между ними. Получаемая информация о пиковых значениях скорости ветра имеет важное практическое значение, особенно при расчёте динамических нагрузок на строительные конструкции и различные инженерные сооружения.

Ветер находится в тесной взаимосвязи со всеми гидрометеорологическими параметрами. Характер воздушных течений, их направление и скорость напрямую влияют на формирование температурного режима и влажности в регионе. Особое значение ветровые характеристики приобретают в контексте нагонных явлений - именно специфика ветрового поля, обусловленная общей синоптической обстановкой, определяет опасные подъемы уровня Невы и возникновение наводнений.

В Санкт-Петербурге преобладающими являются ветры западного, юго-западного и южного направлений, совокупная повторяемость которых на протяжении года составляет более 50%. Как это характерно для многих регионов, именно преобладающие ветры отличаются наибольшей интенсивностью, демонстрируя средние скорости 3,3–3,7 м/с. Напротив, восточные и северные ветры, наблюдающиеся значительно реже, обычно не превышают среднюю скорость 3 м/с. [7]

В период с апреля по июль наиболее теплые воздушные массы поступают в Санкт-Петербург при юго-восточных и южных ветрах, в то время как северные ветры вызывают заметное похолодание. Однако в летний период резкие понижения температуры до 5-10°C могут наблюдаться даже в ночное время при отсутствии ветра и ясном небе, что обусловлено интенсивным радиационным выхолаживанием земной поверхности.

С наступлением осеннего сезона западные воздушные течения начинают транспортировать в город прогретые атлантические воздушные массы. В октябре подобные адвекционные процессы поддерживают температуру воздуха на уровне около 7°C, формируя характерные для этого периода погодные условия. [13]

В центральной части города с плотной застройкой среднегодовая скорость ветра достигает примерно 3 м/с. На открытых территориях — у побережья и на окраинах — она увеличивается до 4,3 м/с. В целом, в пределах города ветер на 40-50% слабее, чем в пригородах и на периферии. [7]

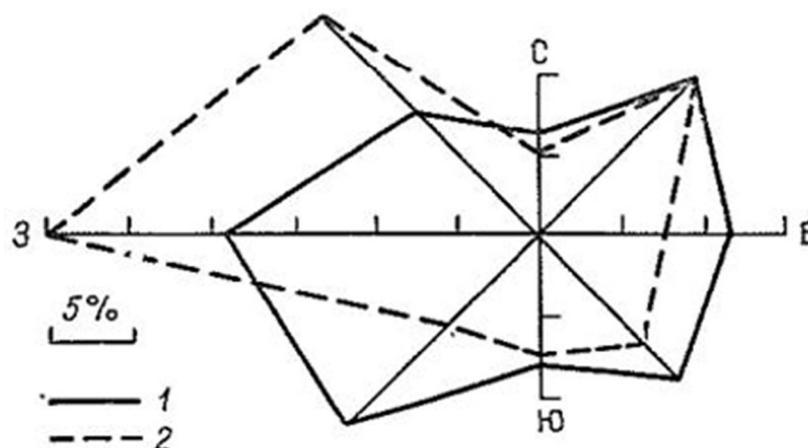


Рисунок 6. Суточный ход ветра в Санкт-Петербурге

В Санкт-Петербурге средние месячные показатели скорости ветра демонстрируют незначительные сезонные колебания с годовой амплитудой всего 1 м/с. Наибольшие значения характерны для осенне-зимнего периода, достигая максимума в декабре-январе (3,4 м/с), тогда как в теплые месяцы, особенно в июле-августе, ветер ослабевает (Рис. 6). [7]

Многолетние наблюдения показывают устойчивость средней месячной скорости ветра - ее межгодовые отклонения обычно не превышают 1 м/с. Абсолютный максимум был зарегистрирован в октябре 1949 года, когда средне-месячная скорость составила 4,8 м/с, что на 1,6 м/с превысило климатическую норму. В холодный сезон (осень-зима) средние месячные значения варьируются от 1,8 до 4,8 м/с, в теплый период (весна-лето) - от 1,6 до 4,1 м/с.

Приведенные данные рассчитаны путем усреднения данных за весь период наблюдений без учета погодных условий. Однако важно отметить, что в ясные дни при слабых барических градиентах суточные колебания скорости ветра могут существенно превосходить значения, указанные в таблице. В такие

периоды амплитуда ветровых изменений достигает наибольших величин, что особенно характерно для ситуаций с выраженным бризовым эффектом или местной циркуляцией воздуха. Эти отклонения от средних значений носят временный характер, но могут быть значительными по величине, особенно в прибрежных районах города (Табл. 3). [8]

Таблица 3. Средняя месячная и годовая скорость ветра в м/с в различные часы суток

Время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
2	3,2	2,8	2,6	2,2	1,9	2,1	1,8	1,8	2,3	3,0	3,2	3,4	2,5
8	3,3	3,1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,3	2,2	2,4	3,0	3,3	3,4	2,8
4	3,5	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	3,6	3,4	3,7	3,7	3,6	3,5	3,7
20	3,4	3,1	2,9	2,8	2,8	3,0	2,7	2,3	2,5	3,2	3,3	3,4	3,0
Суточная амплитуда	0,3	0,7	1,1	1,6	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	0,7	0,4	0,1	1,2

В Санкт-Петербурге, как уже упоминалось, преобладают слабые ветры. Однако при прохождении циклонов, когда барические градиенты усиливаются, наблюдаются резкие порывы ветра. В любой месяц максимальная скорость может достигать 12 м/с и более.

За период 1936-1976 годов максимальная зафиксированная скорость в городской застройке составила 17 м/с, тогда как на открытых пространствах и побережье Финского залива этот показатель может быть еще выше. Наибольшие скорости ветра характерны для южного и западного направлений, которые преобладают в регионе.

При восточных ветрах максимальные скорости обычно не превышают 7-9 м/с, за исключением декабря, когда был зарегистрирован порыв до 11 м/с. Эти данные подтверждают значительную изменчивость ветрового режима в зависимости от синоптической ситуации и особенностей местности.

В центральных районах Санкт-Петербурга с плотной застройкой сильный ветер скоростью 15 м/с и более встречается крайне редко. Наблюдаются

даже многолетние периоды, такие как 1960-1965 годы, когда подобные явления не фиксировались вовсе. Однако в отдельные годы, например в 1949 году, может отмечаться до 8 дней с сильным ветром, причем половина таких случаев обычно приходится на октябрь. [13]

Значительно чаще штормовые ветры наблюдаются в менее застроенных районах города, особенно в прибрежных зонах и пригородной полосе вдоль Финского залива. Здесь среднегодовое количество дней с сильным ветром увеличивается до 14-22, что существенно превышает показатели центральной части. Такая разница объясняется влиянием городской застройки, которая создает дополнительное сопротивление воздушным потокам и заметно снижает скорость ветра в центральных районах по сравнению с открытыми пространствами.

В Санкт-Петербурге устойчивость ветра характеризуется продолжительностью сохранения различных скоростных режимов. Наиболее стабильными в течение всего года оказываются слабые ветры со скоростью до 4 м/с. Их непрерывное воздействие варьируется от 20 часов в ноябре и январе до 33 часов в августе, демонстрируя сезонные колебания.

Для более сильных ветров (8 м/с и выше) наблюдается иная картина. Их средняя продолжительность остается относительно постоянной на протяжении года, составляя 4-5 часов ежемесячно, с небольшим увеличением до 6 часов в октябре. Однако в отдельные годы эти показатели могут существенно возрастать. Например, в декабре 1954 года подобный ветер продолжался 34 часа, а в январе 1957 года - 32 часа, что в несколько раз превышает среднестатистические значения.

Особо сильные ветры (12 м/с и более) в исключительных случаях могут сохраняться непрерывно более 12 часов в осенне-зимний период. Летом же их продолжительность обычно не превышает 2-3 часов, что отражает сезонные различия в устойчивости ветровых режимов. Эти данные подчеркивают изменчивый характер ветровой активности в регионе, где периоды затишья чередуются с кратковременными, но интенсивными ветровыми эпизодами.

2.2. Радиационный режим Ленинградской области

Солнечная радиация служит главным фактором формирования климата. Она регулирует тепло- и влагообмен, задаёт суточные и сезонные колебания метеорологических показателей, обеспечивает основной приток тепла к поверхности Земли и создаёт различия в её нагреве. Важнейшей характеристикой радиационного режима является суммарная радиация, которая не только представляет собой основной источник энергии для атмосферных процессов, но и играет ключевую роль в решении научных и практических задач. Наряду с ней большое значение имеет радиационный баланс подстилающей поверхности — главная составляющая теплового баланса. Он влияет на интенсивность и направление тепловых потоков в атмосферу и почву, определяет суточную динамику испарения и конденсации влаги. Существенной климатической характеристикой является также продолжительность солнечного сияния, данные о которой применяются в гелиоэнергетике, градостроительстве, медицине, сельском и лесном хозяйстве. [5]

Исследование климатически обусловленных энергетических ресурсов и их распределения на локальных территориях (например, в пределах административных областей) проводится методами мезоклиматического районирования. Выделение зон с разной интенсивностью солнечной радиации осуществляется в рамках среднемасштабного природно-климатического районирования, что позволяет определять области с особыми метеорологическими режимами, сложившимися под воздействием мезомасштабных неоднородностей земной поверхности. [9]

Продолжительность солнечного сияния зависит как от астрономических факторов (длительности светового дня и высоты солнца над горизонтом), так и от циркуляционных процессов, влияющих на облачность и прозрачность атмосферы. В Ленинградской области, испытывающей сильное воздействие атлантических циклонов, распределение солнечного сияния существенно отклоняется от широтной закономерности. Преобладание облачности в течение

большой части года сокращает продолжительность солнечного сияния до 35-40% от потенциального максимума. Количество дней без солнца достигает 110-125 в год. В ноябре-январе, в период преобладания пасмурной погоды, число дней без солнца превышает 20 в месяц, а в декабре составляет более 25 дней. В тёплый сезон (май-август) такие дни крайне редки — не более 1-2 в месяц. [10]

Годовое количество часов солнечного сияния в Ленинградской области варьируется от 1600 до 1900. Наибольшие значения (свыше 1800 часов) отмечаются на побережье и островах Ладожского озера, а также на островах Финского залива, что объясняется меньшей облачностью летом и повышенной прозрачностью воздуха в этих районах. Промежуточные показатели (1700-1800 часов) характерны для северо-западных территорий (Выборгский, Лесогорский, Приозерский районы), прибрежной зоны Финского залива, приладожских территорий и южных районов (Лужский район). В условиях мегаполиса (Санкт-Петербург) продолжительность солнечного сияния сокращается из-за повышенной запылённости воздуха. Аналогичное снижение наблюдается на юго-западе области (Сланцевский район).

Солнечное сияние имеет выраженную сезонную динамику. Максимальная продолжительность отмечается в тёплый период — с апреля по август, когда значения повсеместно превышают 40% от возможного максимума. Наибольшие величины приходятся на июнь-июль, составляя 260-330 часов в месяц (50-60% от максимально возможного). Самые высокие показатели зафиксированы в прибрежных районах и на островах крупных водоёмов: маяк Гогланд — 334 часа, маяк Сухо — 316, Новая Ладога — 315, Выборг — 297, Приозерск — 294, Вознесенье — 290 часов в месяц. [11]

В восточных и юго-восточных районах области, где влияние крупных водоёмов менее выражено, распределение продолжительности солнечного сияния более равномерное (290-300 часов). В зимние месяцы (ноябрь-январь), отличающиеся коротким световым днём и наибольшей облачностью, месячные показатели не превышают 40 часов. Средние значения по региону

составляют: ноябрь - 25 часов, декабрь - 14, январь - 28 часов. В декабре, в период самых коротких дней, наблюдаются минимальные величины - всего 5-20 часов, что соответствует лишь 3-10% от максимально возможной продолжительности.

Распределение суммарной солнечной радиации по территории Ленинградской области демонстрирует тесную взаимосвязь с распределением солнечного сияния, так как оба параметра формируются под влиянием сходных факторов. Суммарная радиация, объединяющая прямую и рассеянную составляющие, отражает общий поток солнечной энергии, поступающей на земную поверхность. [11]

Годовые показатели радиации составляют:

- Прямая радиация при ясном небе: 3950-4350 МДж/м²
- Рассеянная радиация при ясном небе: 1100-1300 МДж/м²
- Суммарная радиация при реальной облачности: 3150-3450 МДж/м²

Радиационный баланс.

Радиационный баланс (R) подстилающей поверхности выражается как алгебраическая сумма всех радиационных потоков. Для горизонтальной поверхности его уравнение записывается следующим образом:

$$R = Q \cdot (1 - A) - F, \quad (1)$$

где R – радиационный баланс; Q – суммарная радиация; A – альbedo земной по- верхности; F – эффективное излучение.

Период с положительными значениями радиационного баланса продолжается 7-8 месяцев. Смена отрицательных значений на положительные обычно происходит в первой-второй декаде марта, тогда как в Санкт-Петербурге этот переход начинается раньше - уже в третьей декаде февраля. Обратный переход к отрицательным значениям осенью отмечается в третьей декаде октября.

Наибольшие месячные показатели радиационного баланса фиксируются в июне, достигая 280-360 МДж/м². В северных и северо-восточных районах области максимальные значения могут наблюдаться в июле. [5]

Минимальные (наиболее отрицательные) значения радиационного баланса регистрируются в декабре-январе, достигая -45 МДж/м^2 при пространственных вариациях от -27 до -45 МДж/м^2 . Совокупная величина отрицательного баланса за весь зимний период составляет $-110-150 \text{ МДж/м}^2$, тогда как в Санкт-Петербурге этот показатель несколько выше - около -95 МДж/м^2 .

Режим радиационного баланса способен значительно колебаться в различные годы и месяцы в зависимости от изменчивости суммарной радиации и эффективного излучения, определяемых преимущественно облачностью и альбедо поверхности. В зимний сезон при отрицательных значениях баланса среднее квадратическое отклонение его месячных сумм составляет $10-15 \text{ МДж/м}^2$, с пространственными вариациями от 8 до 16 МДж/м^2 . В период максимальных величин баланса (май-июль) данные отклонения увеличиваются до $30-50 \text{ МДж/м}^2$, при этом территориальная изменчивость достигает $25-80 \text{ МДж/м}^2$. Годовые величины радиационного баланса отклоняются от многолетних средних в среднем на 110 МДж/м^2 , изменяясь по территории от 80 до 140 МДж/м^2 .

Ночные значения баланса при ясном небе (наиболее благоприятных условиях для выхолаживания) составляют зимой $-40...-50 \text{ Вт/м}^2$, а летом несколько ниже ($-55...-65 \text{ Вт/м}^2$), что объясняется более высокой температурой деятельной поверхности в тёплый период. При средней облачности ночной радиационный баланс менее отрицателен из-за уменьшения эффективного излучения, достигая в месяцы со снежным покровом $-15...-35 \text{ Вт/м}^2$, а в тёплый сезон $-30...-42 \text{ Вт/м}^2$. [5]

Вывод: анализ данных показывает, что годовые показатели суммарной радиации составляют $3150-3450 \text{ МДж/м}^2$, при этом её распределение тесно связано с продолжительностью солнечного сияния, которая варьирует от 1600 до 1900 часов в год. Значительное влияние на эти показатели оказывают циркуляционные процессы и облачность - в зимний период (декабрь-январь) продолжительность солнечного сияния сокращается до $14-28$ часов в месяц, что составляет лишь $3-10\%$ от потенциально возможного.

2.3. Температурный режим Ленинградской области

Температурный режим служит одной из важнейших характеристик климата. В Санкт-Петербурге естественное распределение температур, определяемое географической широтой, существенно изменяется под влиянием атмосферной циркуляции. Частая смена воздушных масс различного происхождения приводит к значительной изменчивости погодных условий и постоянным колебаниям температуры относительно средних многолетних значений. [5]

Расположение города на берегу Финского залива и близость Балтийского моря придают климату выраженные морские черты. Это проявляется в смещении температурного минимума с января на февраль и уменьшении годовой амплитуды температур. В Санкт-Петербурге разница между средними температурами самого теплого и холодного месяцев составляет 26°C.

Существенное влияние на температурный режим оказывает эффект урбанизации. Городская застройка изменяет естественное распределение температур: зимой температура повышается за счет тепла от зданий и коммуникаций, а летом нагретые солнцем городские поверхности создают дополнительный тепловой фон. Особенно заметен этот эффект в вечерние часы у южных стен зданий, где аккумулируется дневное тепло.

Основные количественные показатели температуры воздуха включают средние многолетние значения (климатические нормы) для различных временных масштабов - годовых, месячных и суточных, а также их экстремальные величины. Эти данные получают с помощью специальных жидкостных термометров, размещенных в стандартных психрометрических будках на высоте 2 метров над поверхностью земли. [9]

Термометры используют международную стоградусную шкалу (°C), которая полностью соответствует шкале Цельсия. Такая методика измерений обеспечивает сопоставимость результатов с другими метеорологическими наблюдениями по всему миру. Высота установки в 2 метра выбрана как

стандартная для исключения влияния непосредственного приземного слоя и получения репрезентативных данных о температуре приземного воздуха.

Психрометрическая будка защищает приборы от прямого солнечного излучения и осадков, обеспечивая при этом свободную циркуляцию воздуха, что крайне важно для точности измерений. Все это позволяет получать достоверные данные о температурном режиме, которые служат основой для климатических характеристик и анализа изменчивости погодных условий

Климатический летний сезон в северной столице охватывает период с начала июня до середины сентября. Пик тепла приходится на третью неделю июля, при этом максимальные температурные значения регистрируются преимущественно во второй половине этого месяца. Июльские показатели достигают в среднем $+17,8^{\circ}\text{C}$, что существенно превышает температурные нормы соседних летних месяцев. [9]

Осенний температурный спад наиболее выражен на рубеже сентября и октября, когда столбики термометров опускаются сразу на 6 градусов. Такая резкая смена обусловлена комплексом факторов, включая сокращение инсоляции и активизацию арктических воздушных потоков.

Сезонная температурная динамика отличается неравномерностью: весенний прогрев с февраля по апрель происходит более стремительными темпами (в среднем на 1°C интенсивнее), чем осеннее похолодание в октябре-декабре. Эта особенность связана с различными механизмами сезонной трансформации воздушных масс. [11]

Хотя многолетние средние показатели дают обобщённую характеристику климата, они нивелируют резкие погодные аномалии отдельных лет, которые имеют особое значение для хозяйственной деятельности. Анализ месячных температурных режимов выявляет важные особенности.

В годовом цикле среднее квадратическое отклонение температур зимой примерно вдвое превышает летние показатели, что обуславливает и вдвое больший размах температурных колебаний в холодный сезон. Наибольшие отклонения среднемесячных температур от нормы, выраженные через среднее

квадратическое отклонение, отражают ключевые закономерности годовой температурной динамики.

Характерной чертой температурного режима Санкт-Петербурга является его "остров тепла" - минимальные и максимальные температуры здесь обычно несколько выше, чем в прилегающих районах. Эта особенность связана с урбанизированным характером территории и влиянием Финского залива, создающими специфический микроклимат города.

Температурные показатели играют ключевую роль при планировании хозяйственной деятельности, особенно когда требуется информация о длительности периодов с определенными температурными режимами. Наибольший практический интерес представляют данные о стабильности и частоте экстремально низких температур в холодный сезон, в частности продолжительность устойчивого морозного периода. [8]

Под устойчивыми морозами понимают временной интервал, в течение которого отрицательные температуры сохраняются постоянно на протяжении как минимум 30 дней, фиксируясь при каждом измерении. Допускается кратковременное (не более 2-3 дней) повышение температуры выше нуля, но только если такие оттепели происходят не раньше чем через 10 дней после начала периода и не позднее чем за 10 дней до его завершения. [11]

Для Санкт-Петербурга характерна средняя продолжительность устойчивых морозов около трех месяцев - с начала декабря до середины марта. Однако этот период редко бывает непрерывным, обычно прерываясь эпизодическими потеплениями. В пригородных зонах, за исключением южных прибрежных районов Финского залива, продолжительность морозного периода, как правило, превышает городские показатели.

Ещё одной характеристикой температурного режима холодного периода служит число дней с температурой $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже различной вероятности. Например, с повторяемостью один раз в 20 лет такие температуры наблюдаются на протяжении всей второй половины ноября и до 10 дней в конце марта, а в январе и феврале они удерживаются почти весь месяц — около 27 дней.

Даты перехода температуры через 0°C весной и осенью принято считать началом и концом тёплого периода. В Санкт-Петербурге этот период продолжается более семи месяцев — с 3 апреля по 12 ноября.

Переход температуры через 5°C отмечает начало и окончание вегетационного периода. Переход через 10°C характеризует сроки активной вегетации большинства растений, а через 15°C — наступление наиболее тёплой части лета. Как и другие климатические показатели, эти даты подвержены значительной изменчивости и в отдельные годы могут существенно отклоняться от средних значений.

Суммы средних суточных температур отражают тепловые ресурсы территории, определяемые её радиационными условиями. Суммы положительных температур служат важным показателем теплообеспеченности растений.

Для наглядной демонстрации изменений температурного режима Ленинградской области мной было выбрано несколько метеостанций на её территории по принципу максимального распространения по площади, чтобы исследование затрагивало, по возможности, наибольшую часть территории Ленинградской области и, как следствие, картина была наиболее объективной.

Это следующие станции: Выборг, Кингисепп, Санкт-Петербург, Николаевское, Белогорка, Тихвин, Лодейное Поле, Ефимовская (Рис.7).



Рисунок 7. Расположение выбранных станций

Были взяты средние значения температуры за каждый месяц с 1994 по 2024 годы на 8 станциях, указанных выше в списке. На основе имеющихся данных составлены ранжированные таблицы, построены графики годового хода температур на станциях за выбранный срок. (Таблицы см. в Приложении к ВКР)

На основе многолетних данных были сформированы графики годового хода температур по станциям, они представлены ниже.

Выборг:

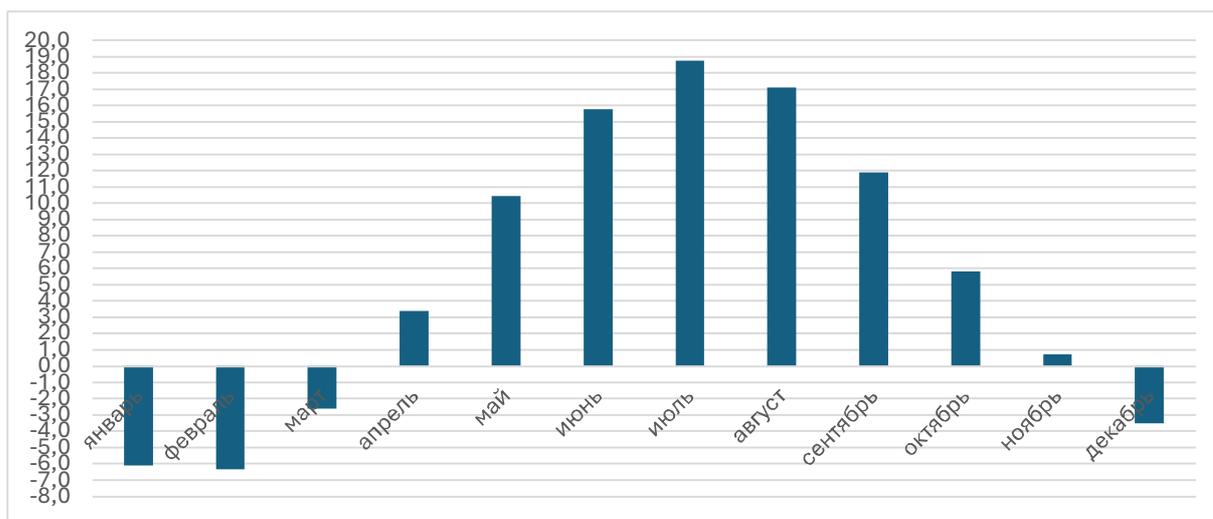


Рисунок 8. Среднемесячные значения температуры на станции Выборг

Кингисепп:

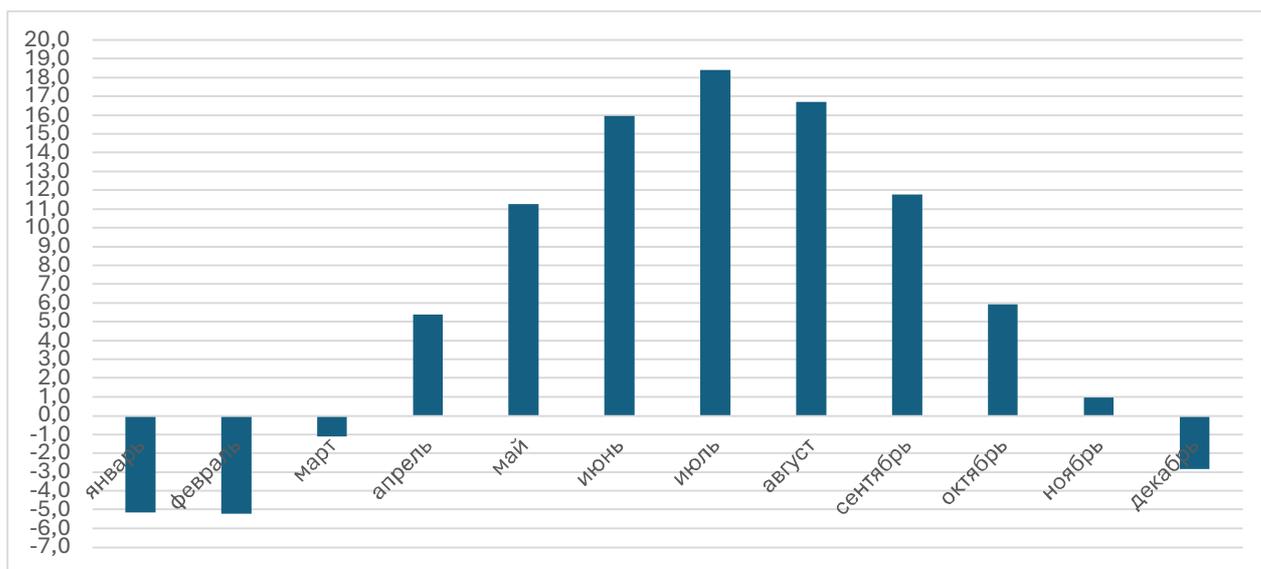


Рисунок 9. Среднемесячные значения температуры на станции Кингисепп

Санкт-Петербург:

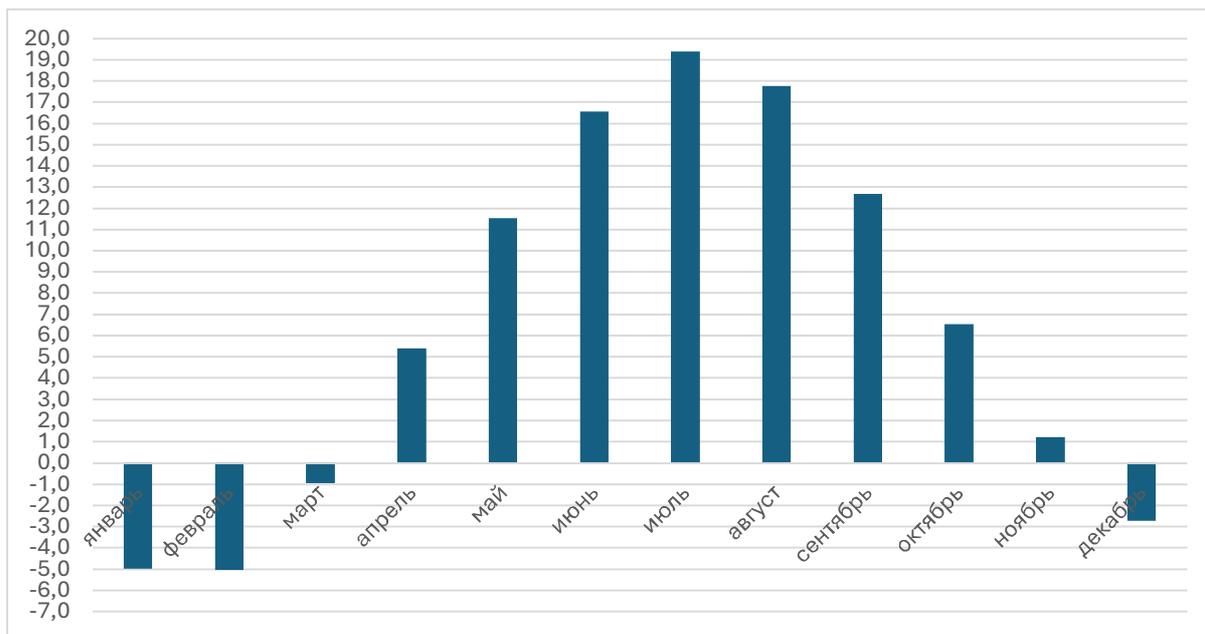


Рисунок 10. Среднемесячные значения температуры на станции Санкт-Петербург

Николаевское:

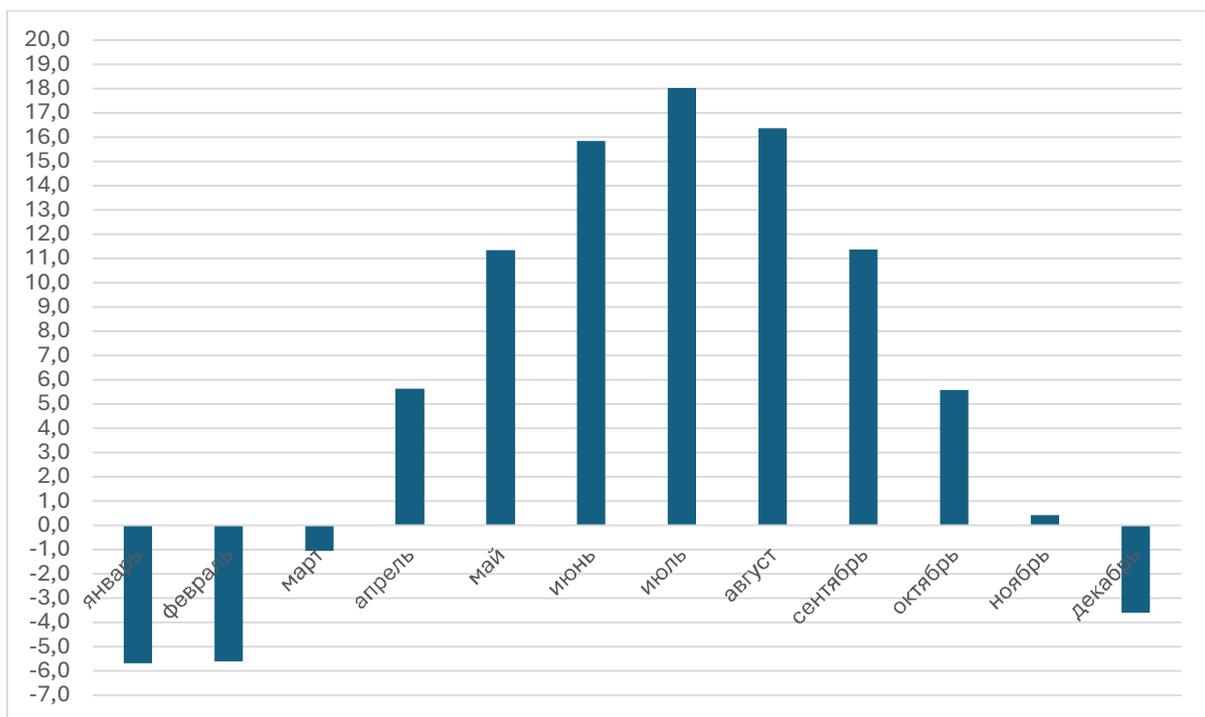


Рисунок 11. Среднемесячные значения температуры на станции Николаевское

Белогорка:

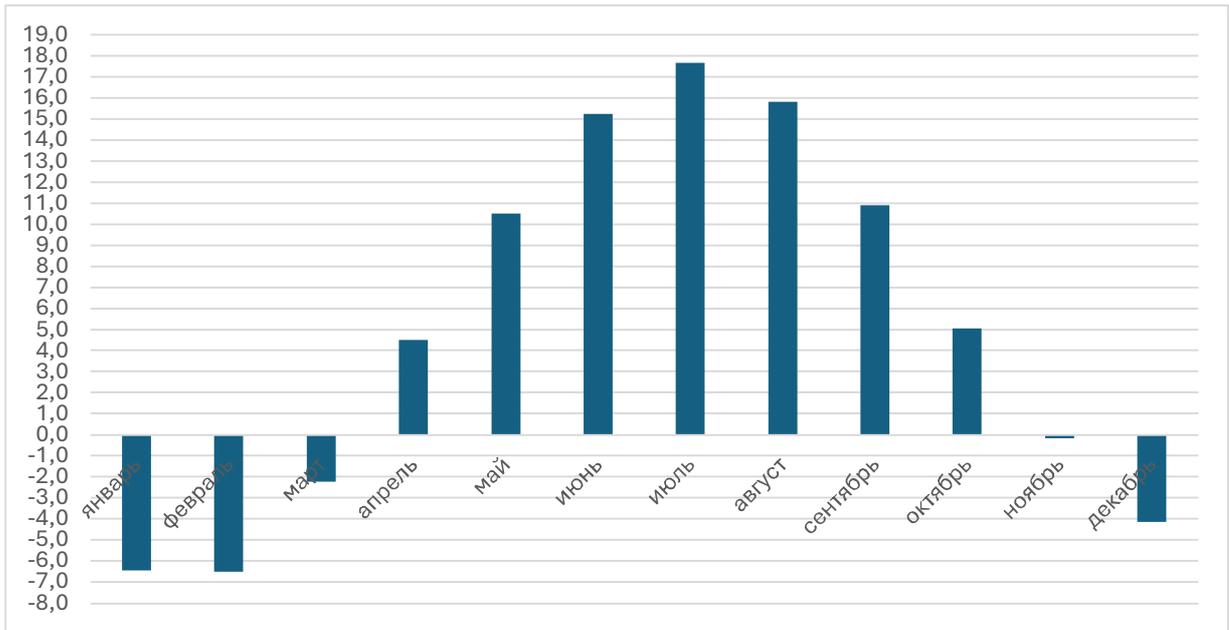


Рисунок 12. Среднемесячные значения температуры на станции Белогорка

Тихвин:

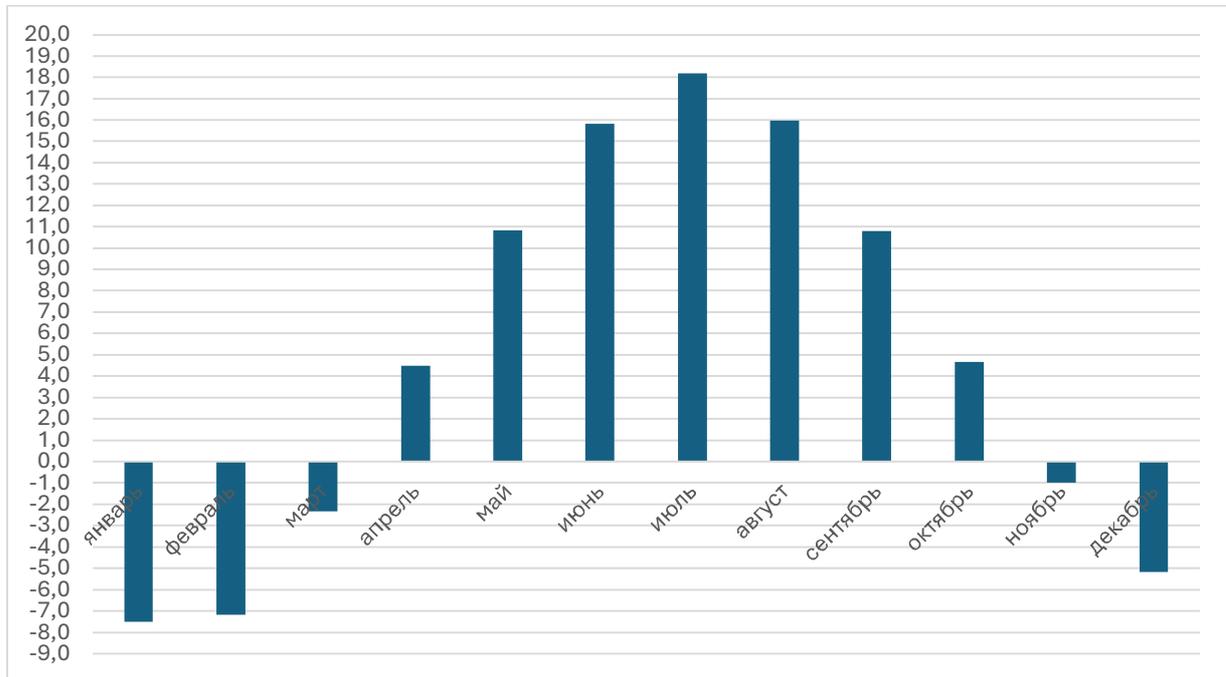


Рисунок 13. Среднемесячные значения температуры на станции Тихвин

Лодейное Поле:

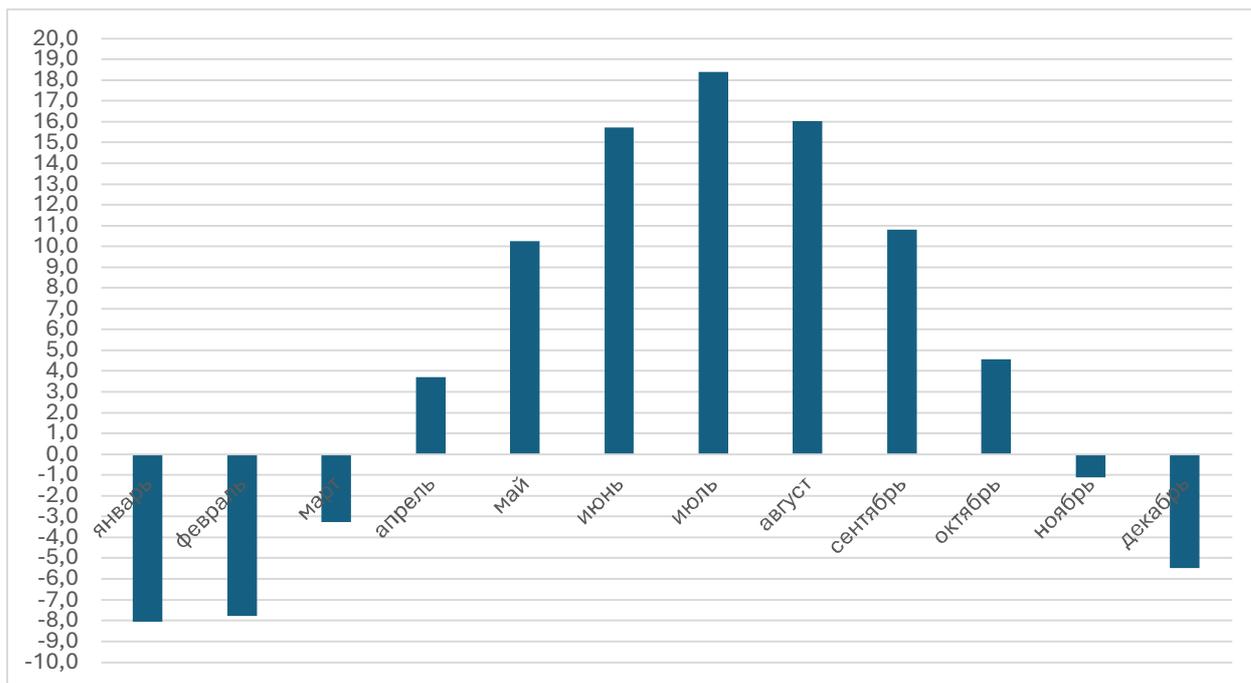


Рисунок 14. Среднемесячные значения температуры на станции Лодейное Поле

Ефимовская:

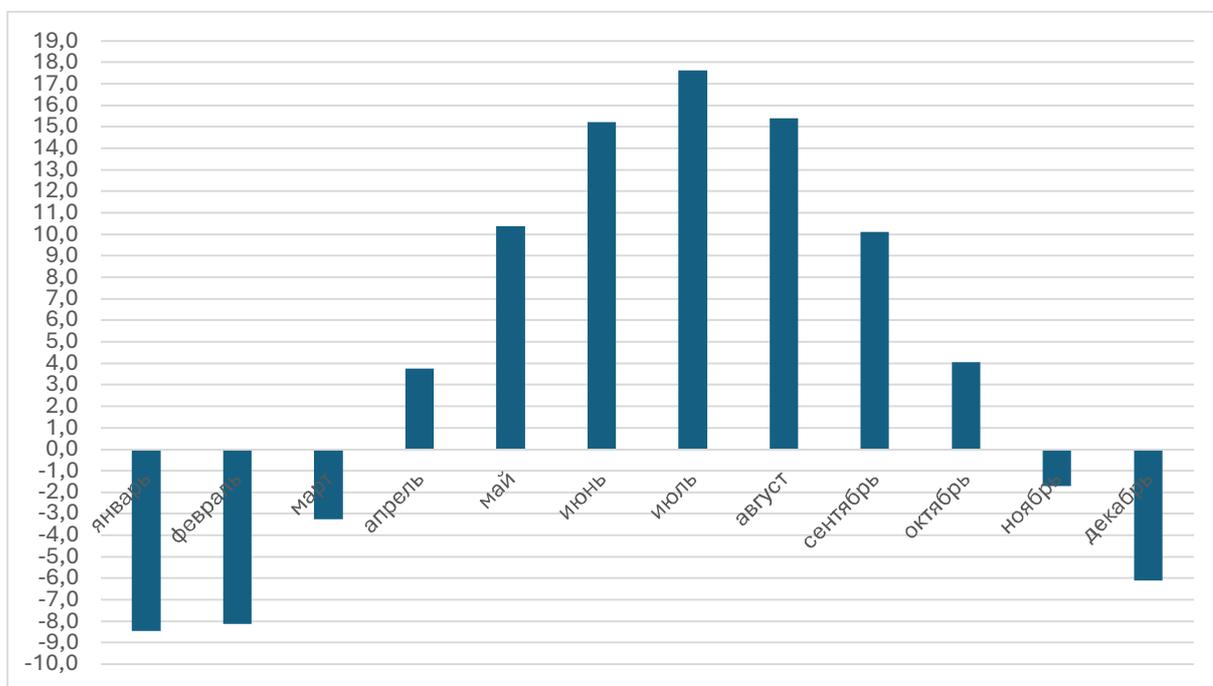


Рисунок 15. Среднемесячные значения температуры на станции Ефимовская

Для наиболее наглядного отображения различий между станциями я сгруппировал их по общему признаку местонахождения — несколько станций (Выборг, Кингисепп, Николаевское, Белогорка и СПб), при визуальном разбиении Ленинградской области на две половины, находятся на условном западе, оставшиеся три (Тихвин, Лодейное Поле, Ефимовская) — на востоке региона. Ниже представлены графики годового хода в двух вариациях — столбчатая диаграмма для демонстрации сравнительно небольших различий между температурными показателями и линейный график (Рис. 16, 18).

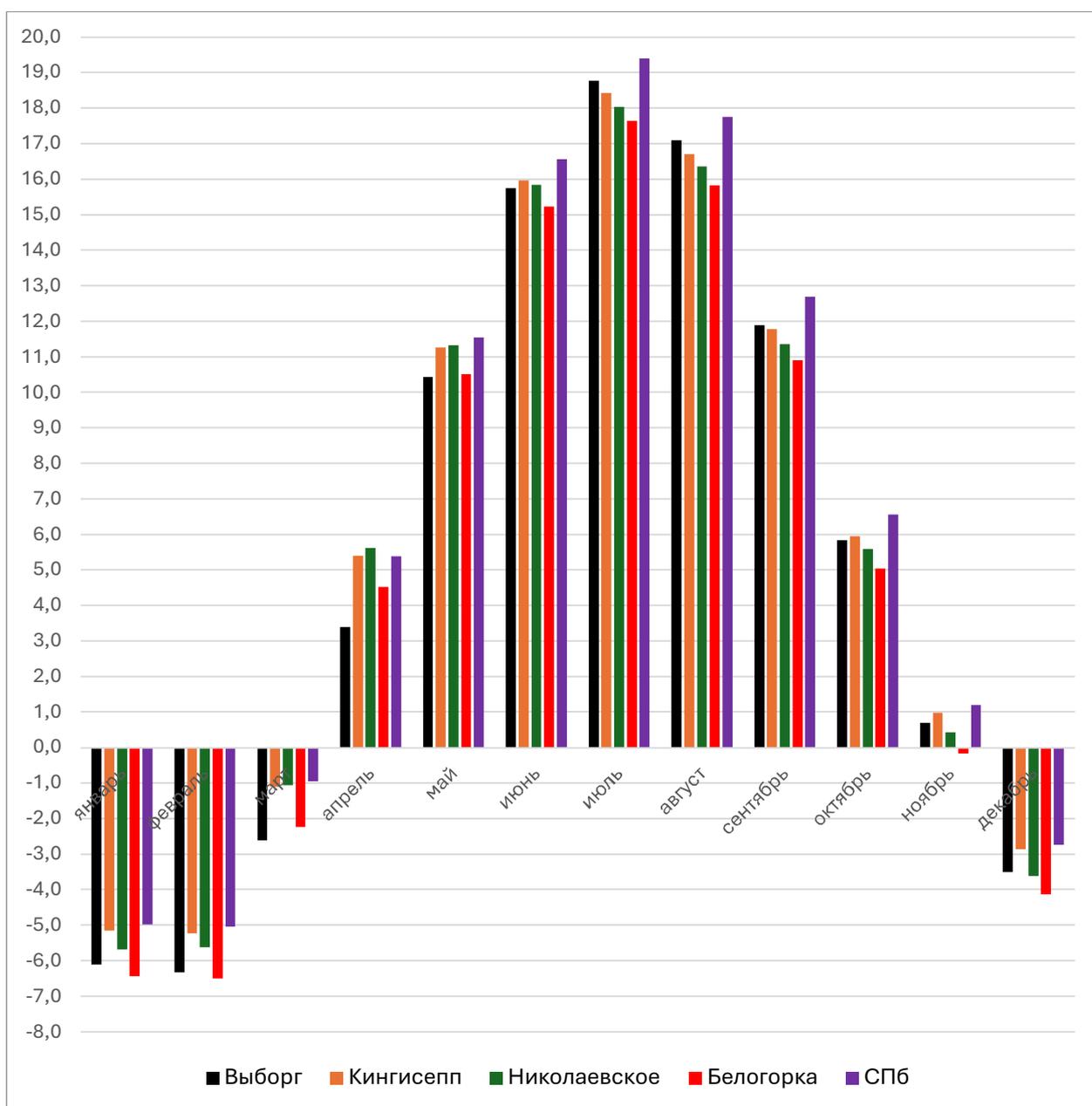


Рисунок 16. Среднемесячные значения температуры на западных станциях

Сезонная динамика графиков схожая, но в абсолютных значениях на разных станциях, естественно, присутствуют различия. В целом, наибольшие среднемесячные температуры показывает Санкт-Петербург, из-за влияния городской среды. Крупные города, такие как СПб, создают эффект "теплового острова" — плотная застройка, асфальт, транспорт и промышленность накапливают тепло, что делает температуру выше по сравнению с пригородами или сельской местностью. Кроме того, Санкт-Петербург расположен ближе к Финскому заливу и Балтийскому морю, что смягчает климат, особенно зимой, в отличие от более континентальных точек, таких как Белогорка или Выборг. Всё это вместе объясняет, почему график для СПб в целом выше, особенно в холодные месяцы (Рис. 17, 19).

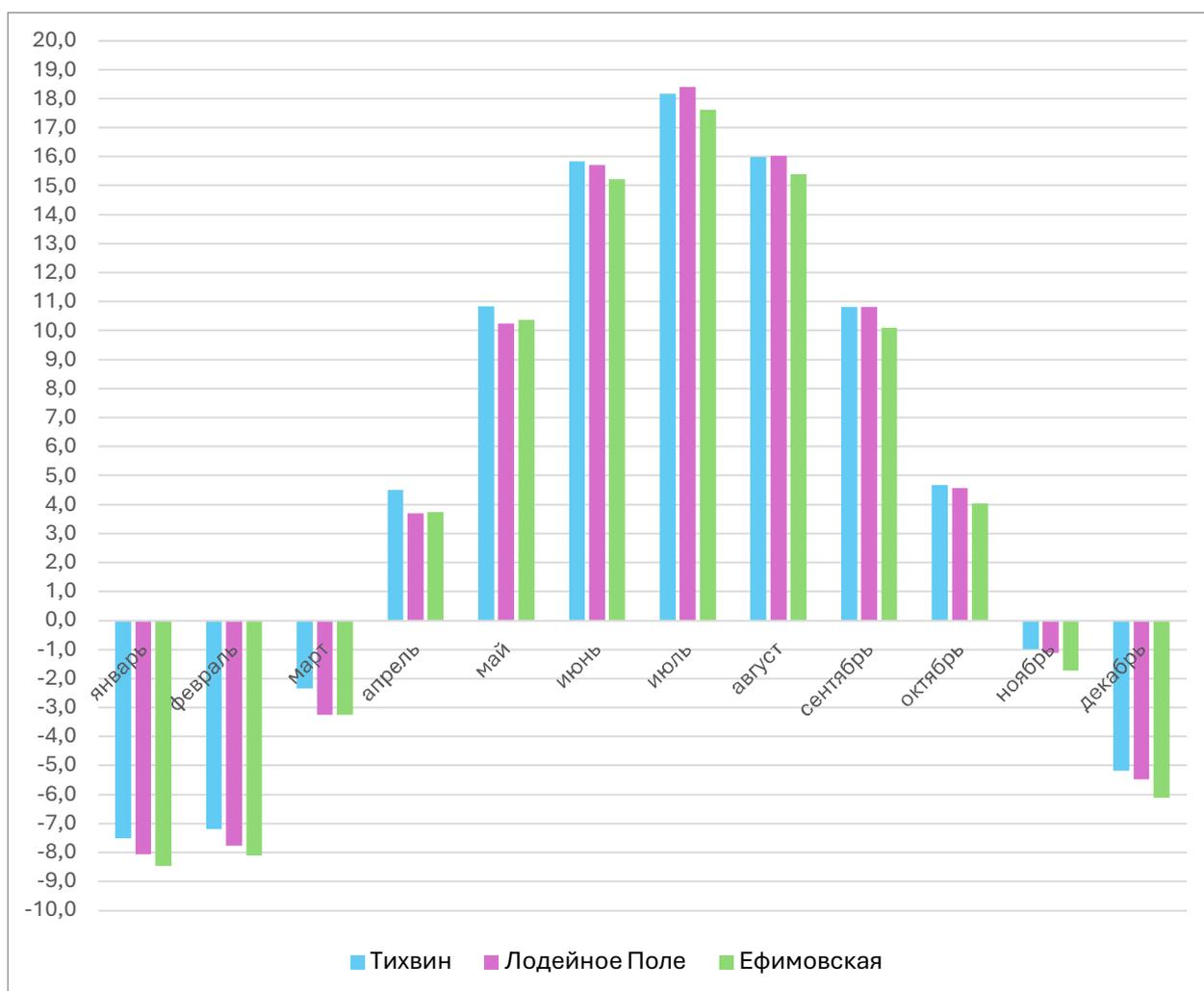


Рисунок 17. Среднемесячные значения температуры на восточных станциях

Снова видим схожую динамику, но наблюдаются небольшие различия в абсолютных значениях. Лодейное Поле демонстрирует более высокие средние температуры по сравнению с Тихвином и Ефимовской, что может быть связано с его расположением ближе к крупным водоёмам, таким как река Свирь или Ладожское озеро, смягчающим климат. Тихвин и Ефимовская расположены сравнительно дальше на “материке”, где чаще застаивается холодный воздух. Особенно это заметно зимой, когда разница между локациями становится несколько выраженнее. Летом температуры сближаются, но небольшие отклонения сохраняются.

Общий тренд подтверждает типичный для северо-запада России климат с заметными сезонными колебаниями, где географическая близость к воде или открытым пространствам играет ключевую роль в распределении тепла.

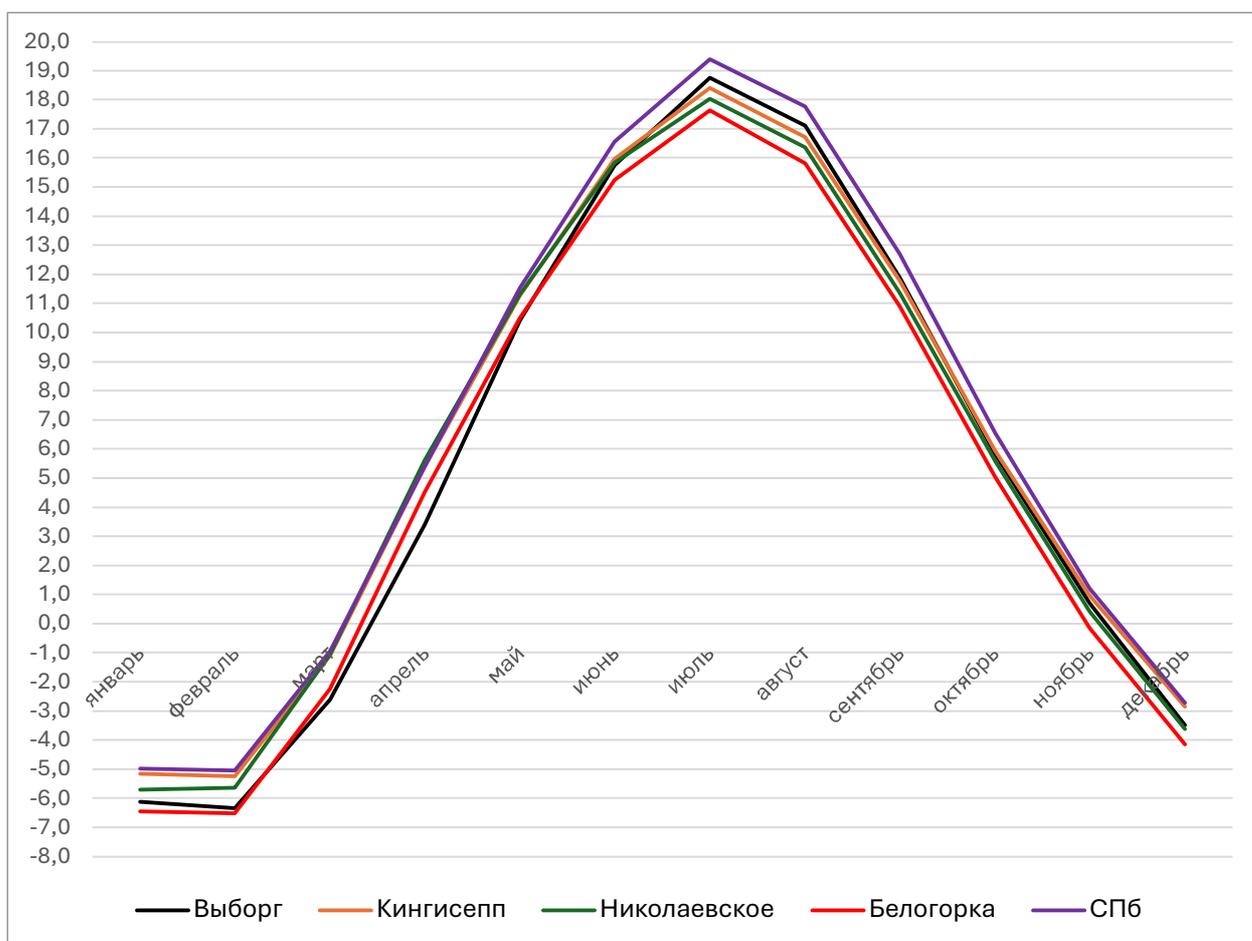


Рисунок 18. Среднемесячные значения температуры на западных станциях (линейный график)

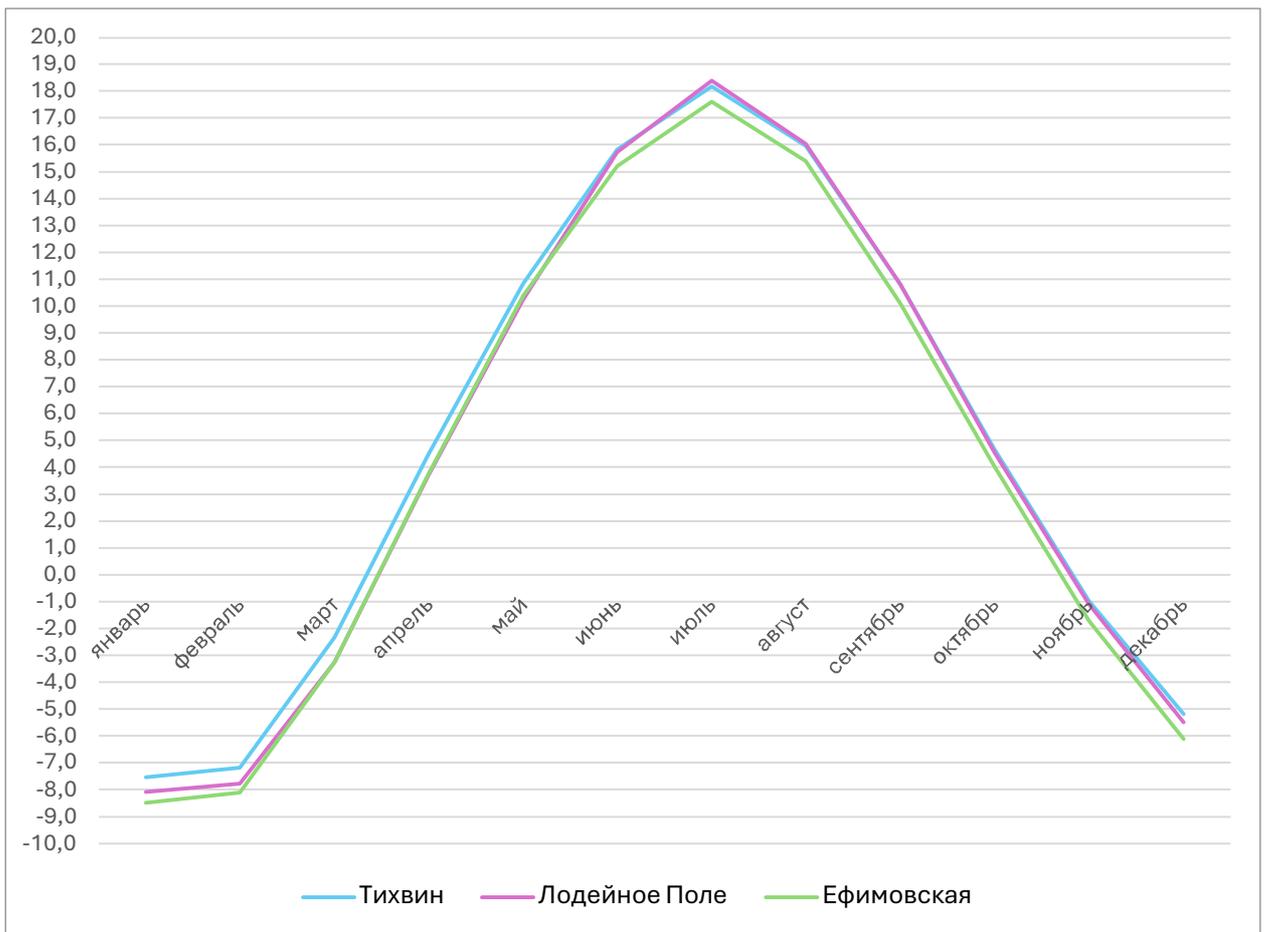


Рисунок 19. Среднемесячные значения температуры на восточных станциях (линейный график)

Сравнивая данные западных и восточных станций Ленинградской области, можно сделать вывод о заметных климатических различиях между этими зонами. На западе, где расположены Выборг, Кингисепп, Николаевское, Белогорка и Санкт-Петербург, средние температуры в целом выше, особенно в холодный период. Это связано с влиянием Балтийского моря и Финского залива, которые смягчают зимние морозы и замедляют остывание воздуха. Кроме того, Санкт-Петербург, как крупный город, создаёт выраженный эффект теплового острова, дополнительно повышающий фоновые температуры. На востоке области, где находятся Тихвин, Лодейное Поле и Ефимовская, климат более континентальный — зимы здесь холоднее, а лето может быть чуть теплее, но с более резкими перепадами.

Переход через 0 градусов, означающий смену сезонов, происходит в западной части раньше, чем в восточной. Весной западные станции, особенно прибрежные, переходят к положительным температурам уже в начале апреля (среднемесячные температуры не доходят до -3 градусов), тогда как восточные могут задерживаться до середины месяца. Осенью обратная ситуация: на востоке области переход к отрицательным значениям случается в конце октября — начале ноября, в то время как запад, особенно Санкт-Петербург, удерживается выше нуля иногда до декабря — на получившихся западных графиках только Белогорка уходит в ноябре в отрицательную температуру. На восточных в ноябре на всех станциях уже уверенный минус. Эти различия объясняются не только удалённостью от моря, но и рельефом: восточные районы чаще расположены в низинах или среди лесов, где холодный воздух застаивается, а западные, особенно прибрежные зоны, сильнее подвержены влиянию атлантических воздушных масс, приносящих оттепели даже зимой. Вывод можно сделать такой, что климат Ленинградской области демонстрирует градиент от более мягкого морского на западе к более континентальному на востоке.

2.4. Режим осадков Ленинградской области

Исходя из данных ВМО, в Санкт-Петербурге в среднем выпадает 660 мм осадков за год. Выпадение осадков в Санкт-Петербурге определяется главным образом интенсивностью циклонической деятельности. Анализ имеющихся данных об осадках (с 1881 года) позволяет говорить о заметных изменениях режима увлажнения на этом временном промежутке. Вызваны эти изменения, по-видимому, не только сменой циркуляционных процессов в атмосфере, но и антропогенными факторами.

В течение года осадки выпадают неравномерно: большая часть их (70%) приходится на тёплый период и только 30% — на холодный. И изменения в

уровне увлажнения на анализируемом временном промежутке в разные сезоны происходили неравномерно (Рис. 20).

Карта распределения осадков по региону:

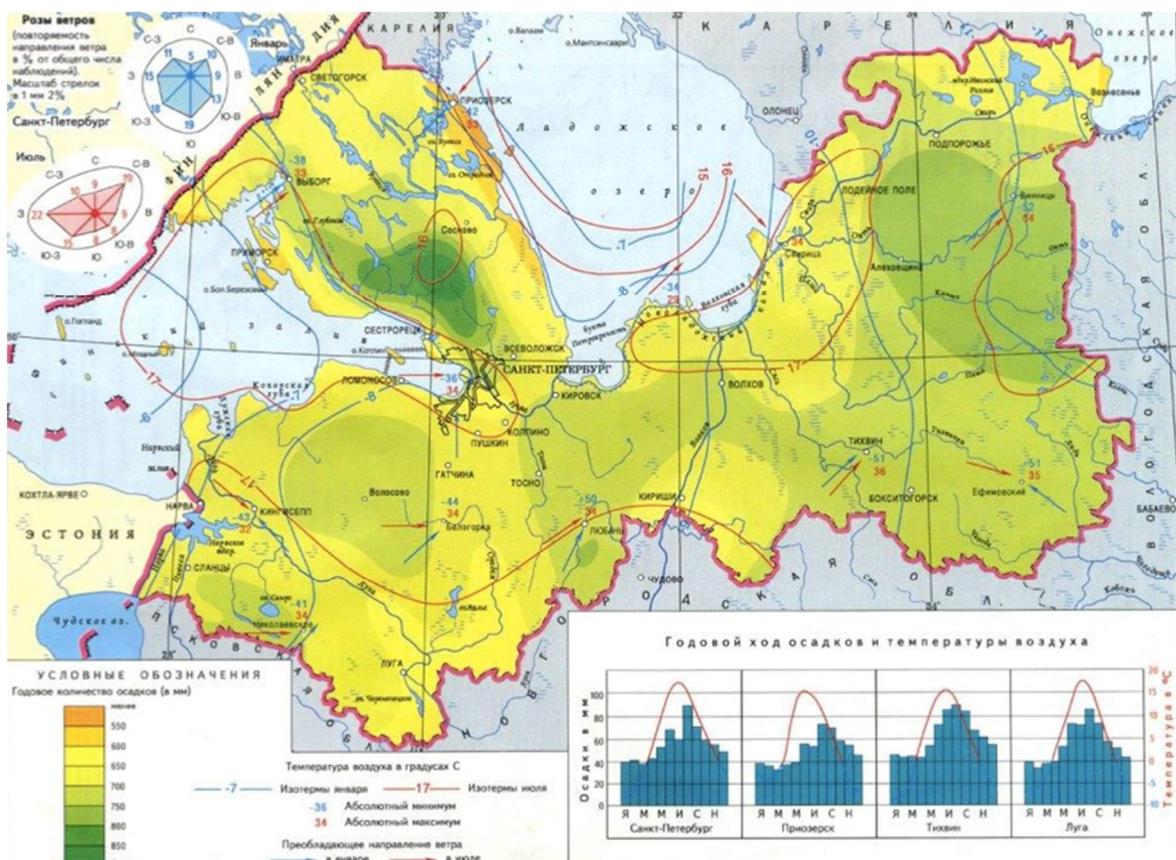


Рисунок 20. Карта распределения осадков в Ленинградской области

На тех же станциях были взяты данные о месячном и годовом режимах выпадения осадков в Ленинградской области. (Таблицы см. в Приложении к ВКР)

На станциях Лудейное Поле и Ефимовская в некоторые годы отсутствуют данные наблюдений, в связи с этим ряд ячеек таблицы остается незаполненным, это отражено в графической интерпретации данных.

На основе таблиц с данными были построены графики среднемесячных величин (годовой ход), среднесезонных за теплый сезон (в качестве теплого сезона мной был выбран период с апреля по октябрь) и среднесезонных за холодный сезон (ноябрь – март соответственно).

Станции повторно распределены на западные и восточные, посчитан и отрисован общий годовой ход величин и сезонные изменения.

Выборг:

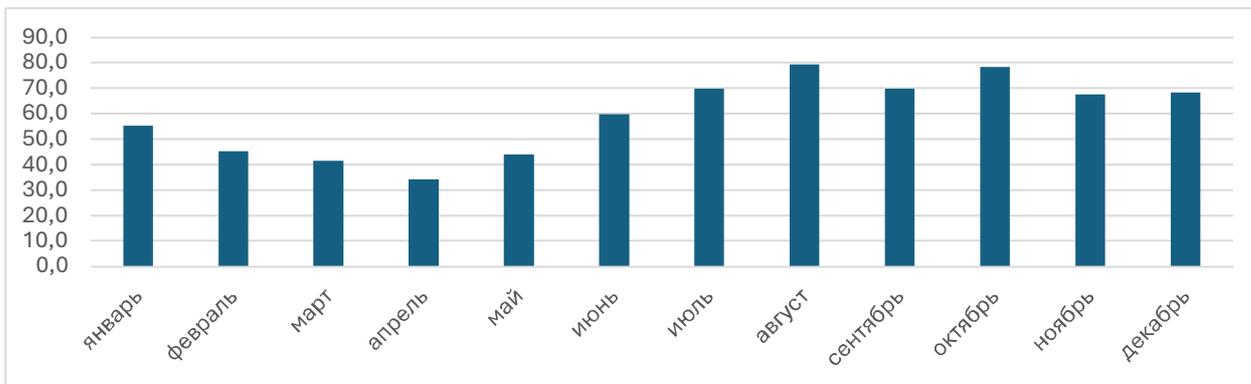


Рисунок 21. Среднее количество осадков в Выборге

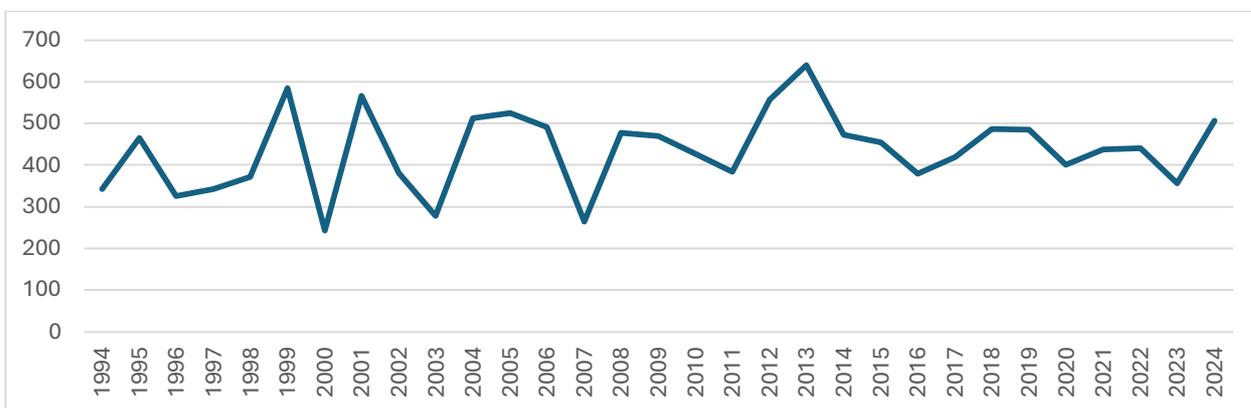


Рисунок 22. Среднее количество осадков в Выборге

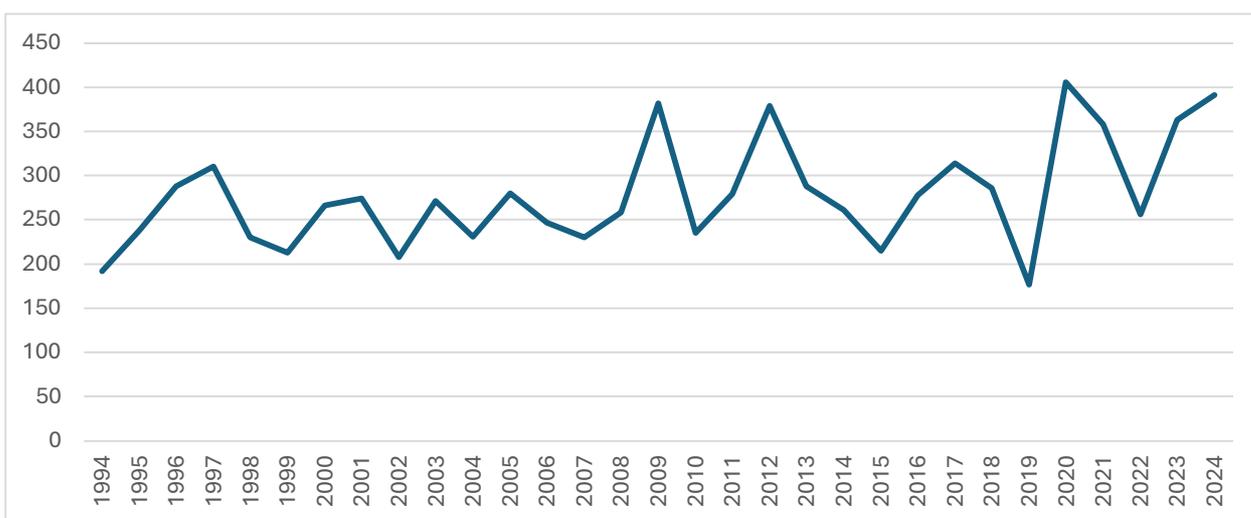


Рисунок 23. Среднее количество осадков в Выборге

Кингисепп:

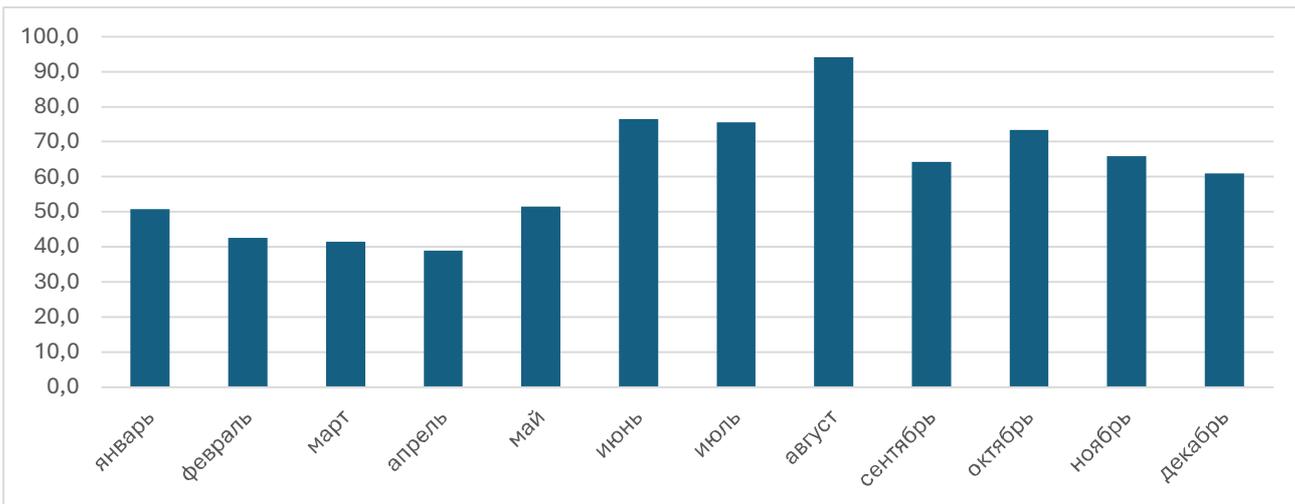


Рисунок 24. Среднее количество осадков в Кингисеппе

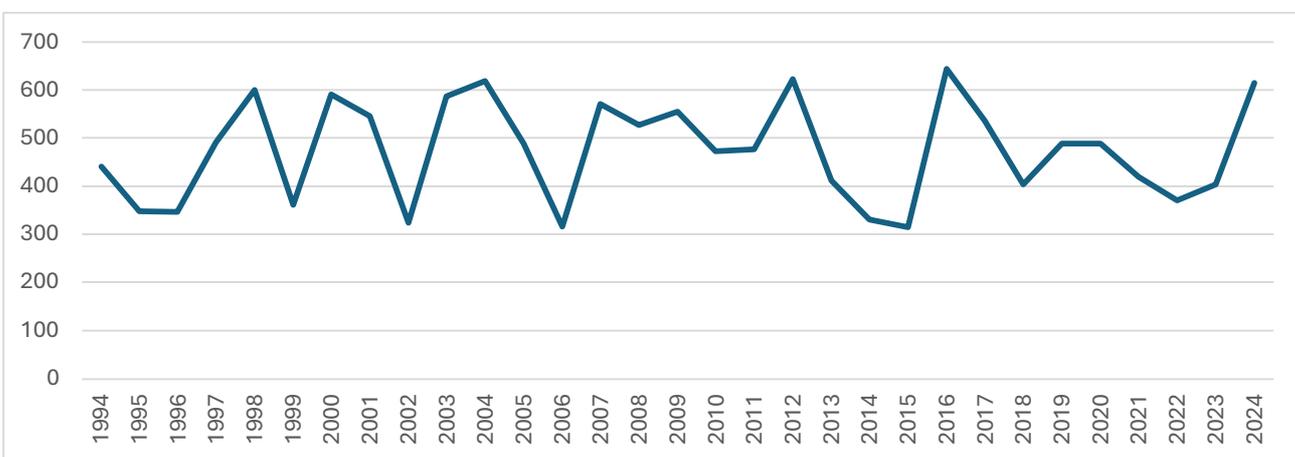


Рисунок 25. Среднее количество осадков в Кингисеппе

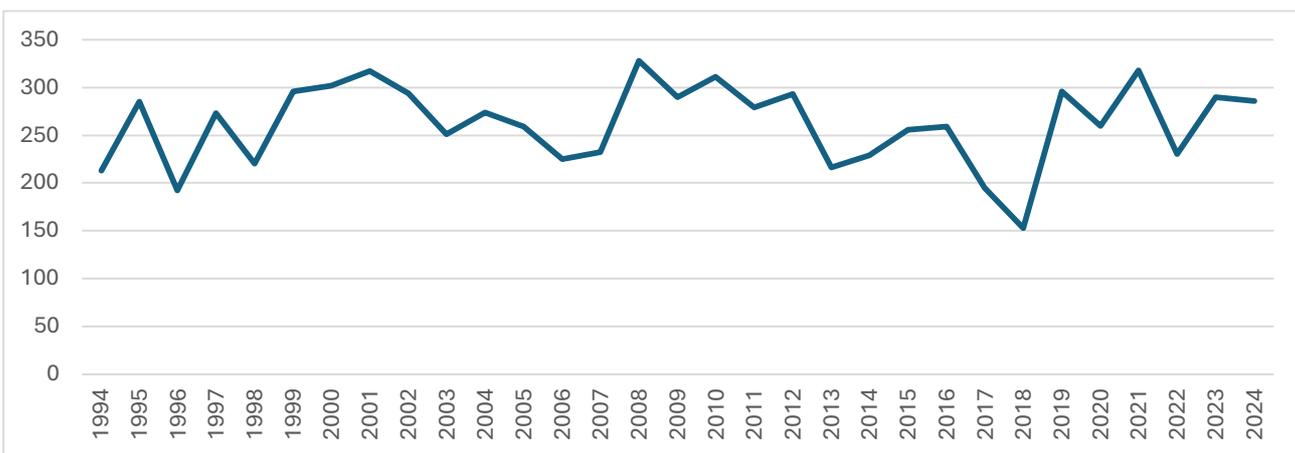


Рисунок 26. Среднее количество осадков в Кингисеппе

Николаевское:

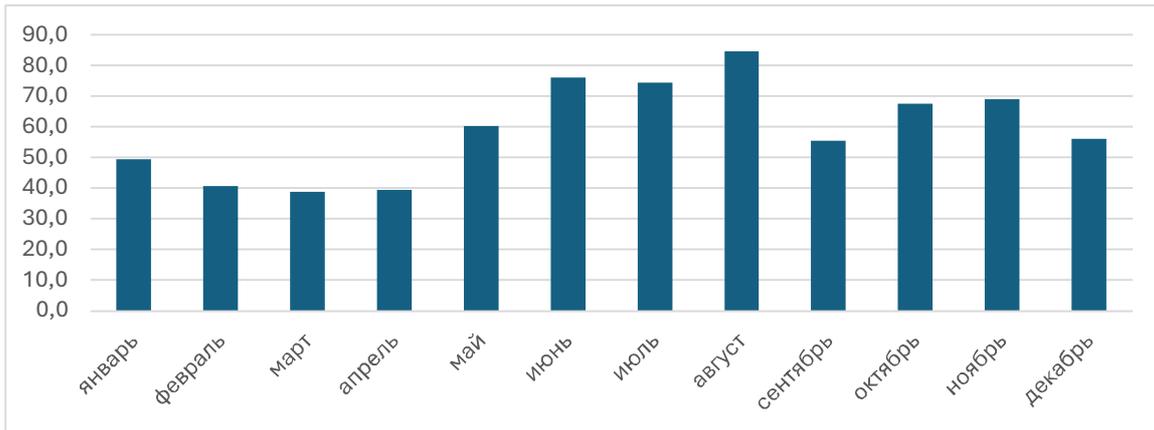


Рисунок 27. Среднее количество осадков в Николаевском

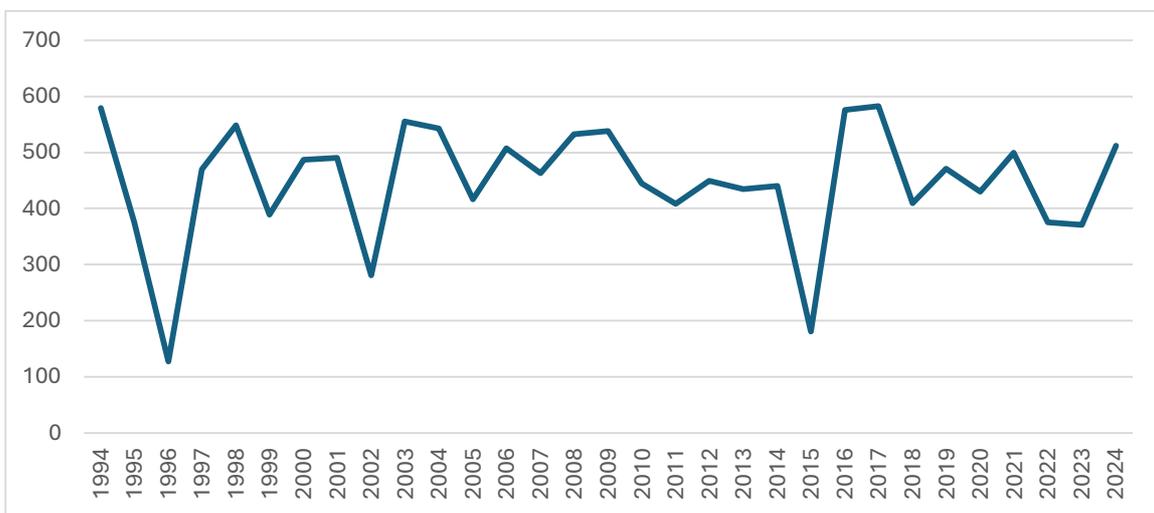


Рисунок 28. Среднее количество осадков в Николаевском



Рисунок 29. Среднее количество осадков в Николаевском

Белогорка:

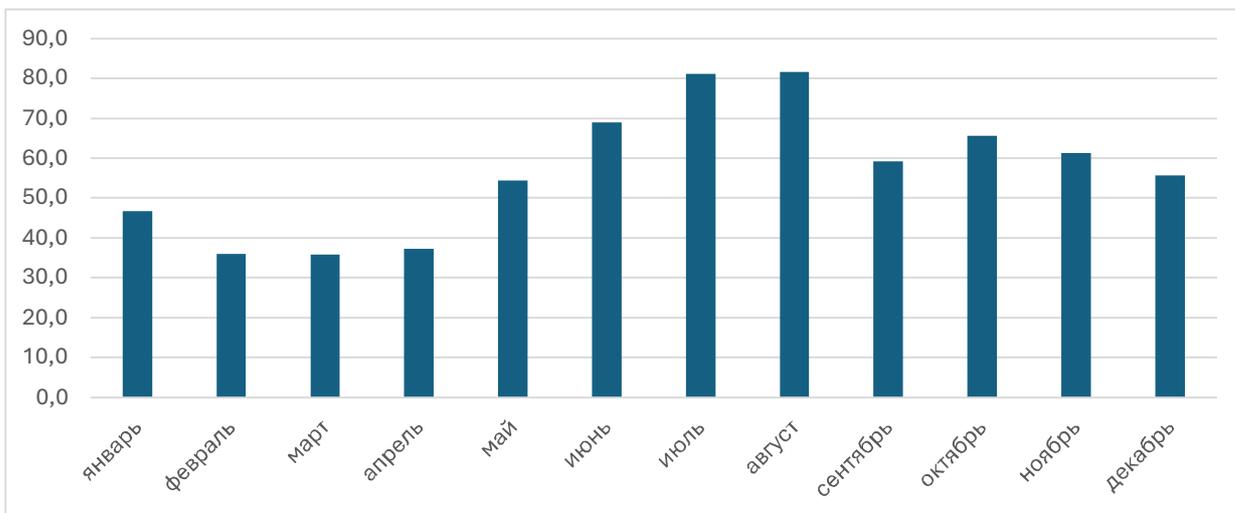


Рисунок 30. Среднее количество осадков в Белогорке

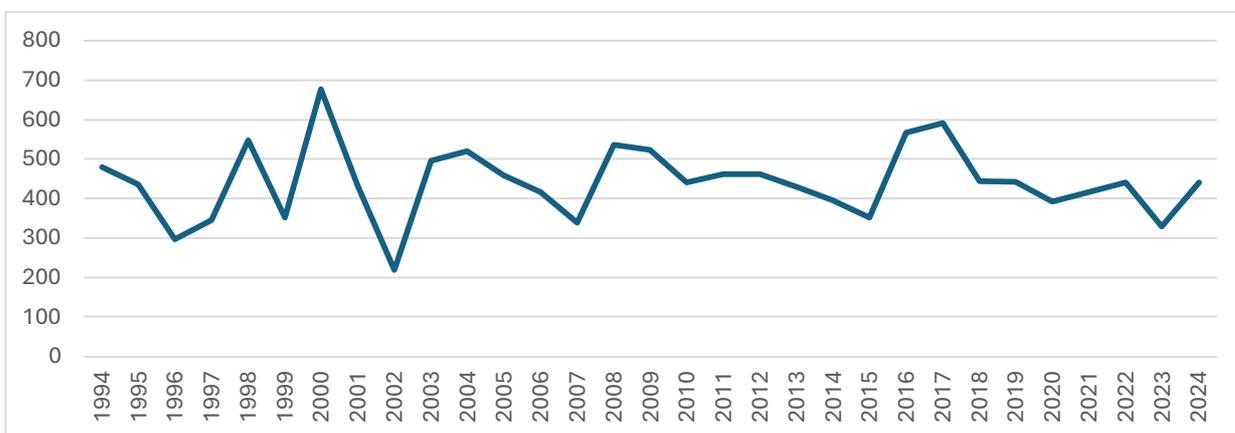


Рисунок 31. Среднее количество осадков в Белогорке

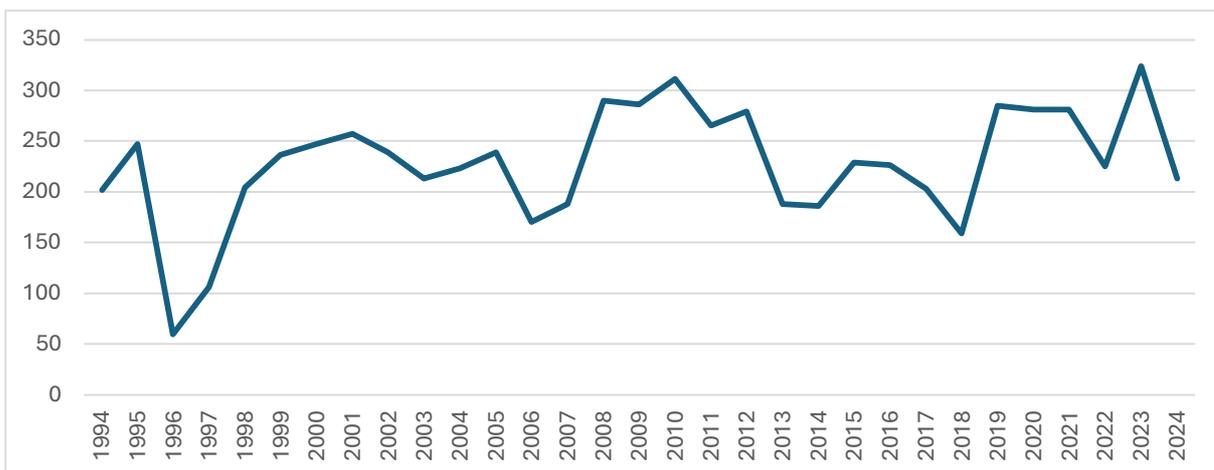


Рисунок 32. Среднее количество осадков в Белогорке

Санкт-Петербург:

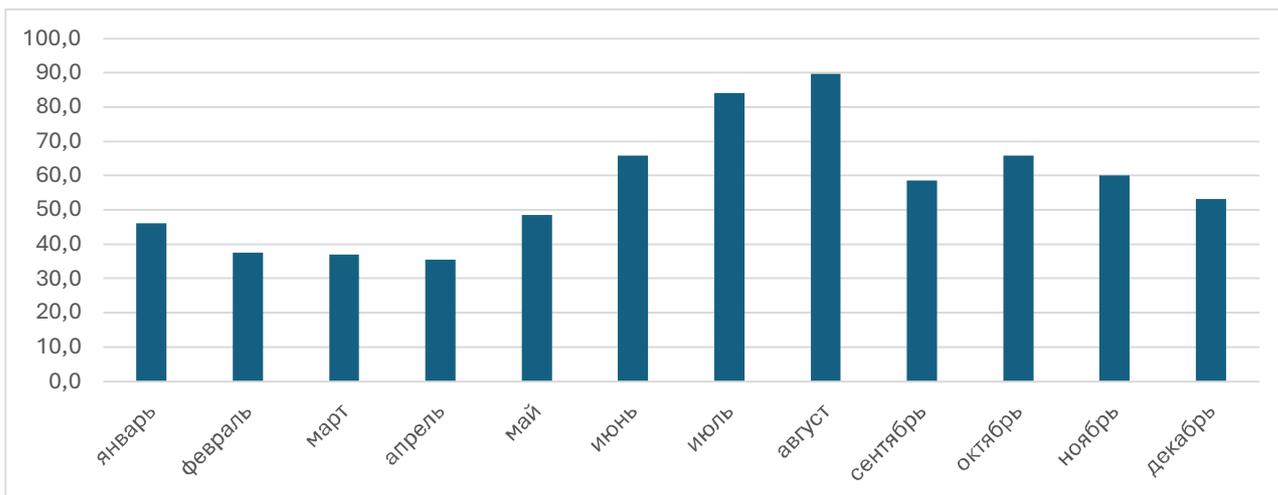


Рисунок 33. Среднее количество осадков в Санкт-Петербурге

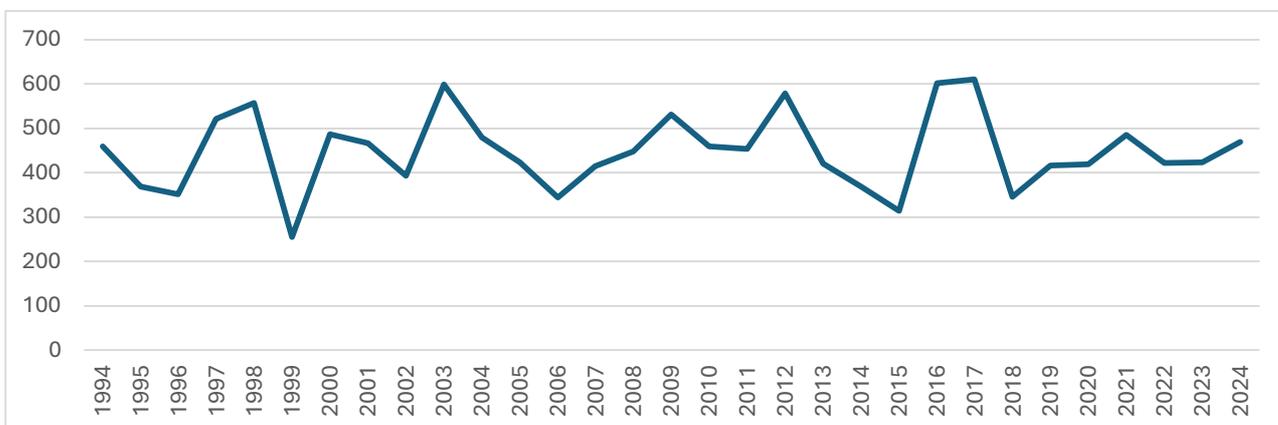


Рисунок 34. Среднее количество осадков в Санкт-Петербурге

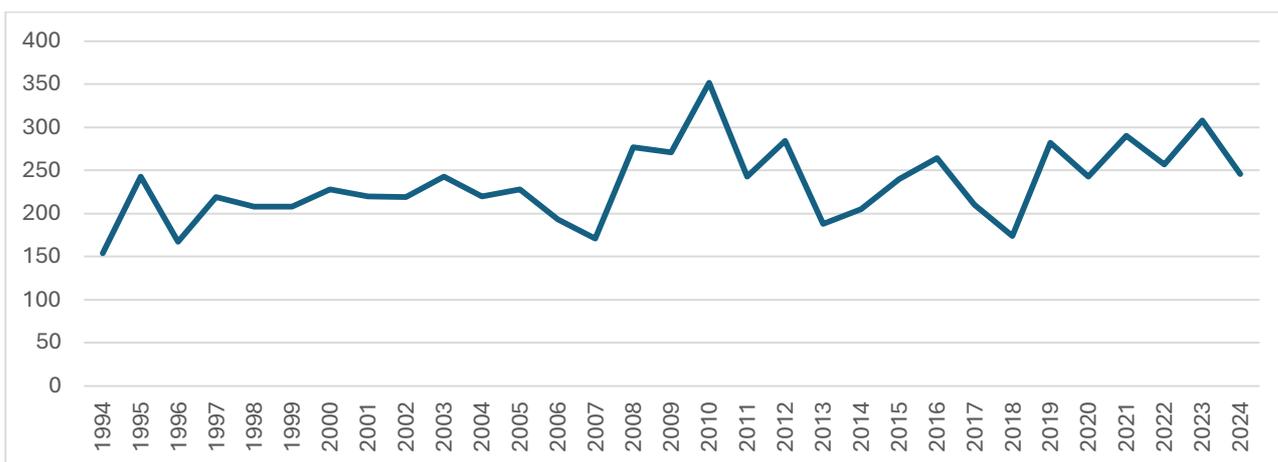


Рисунок 35. Среднее количество осадков в Санкт-Петербурге

Тихвин:

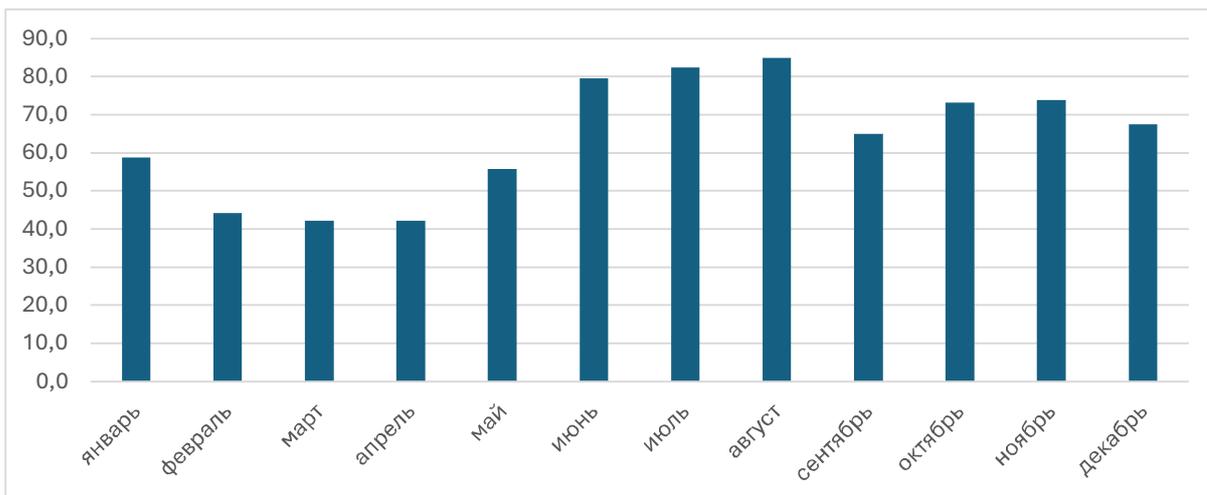


Рисунок 36. Среднее количество осадков в Тихвине



Рисунок 37. Среднее количество осадков в Тихвине

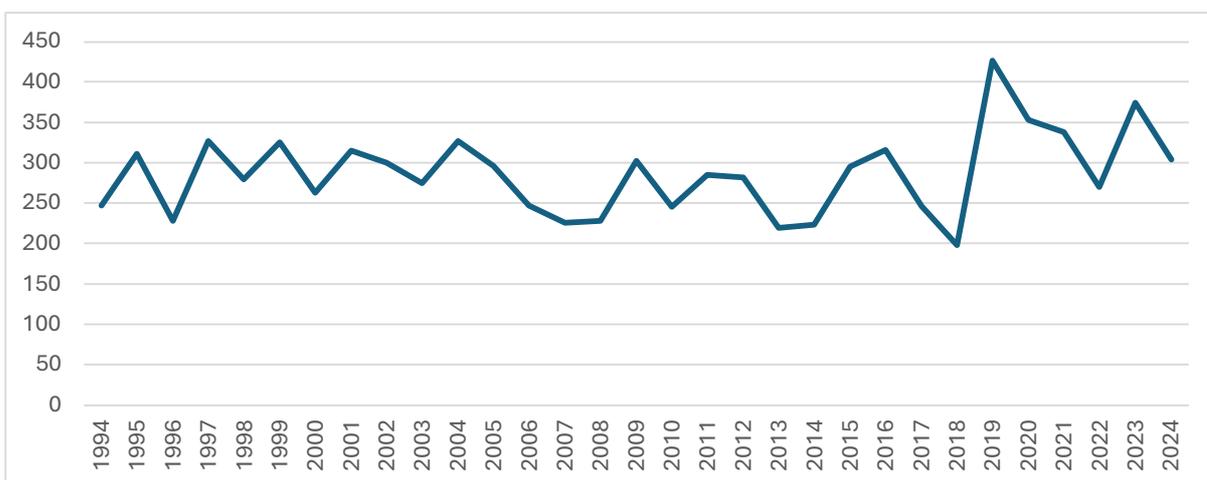


Рисунок 38. Среднее количество осадков в Тихвине

Лодейное Поле:

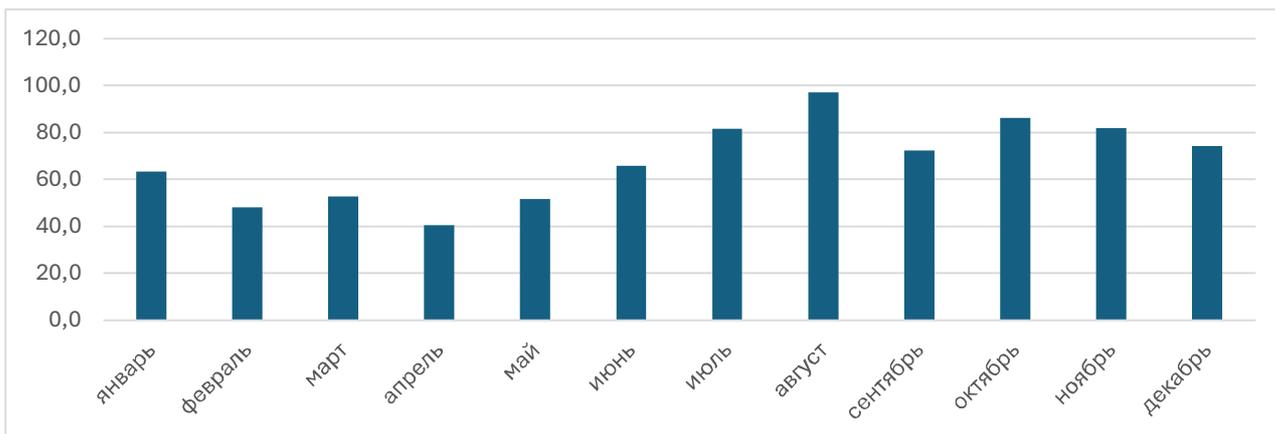


Рисунок 39. Среднее количество осадков в Лодейном Поле

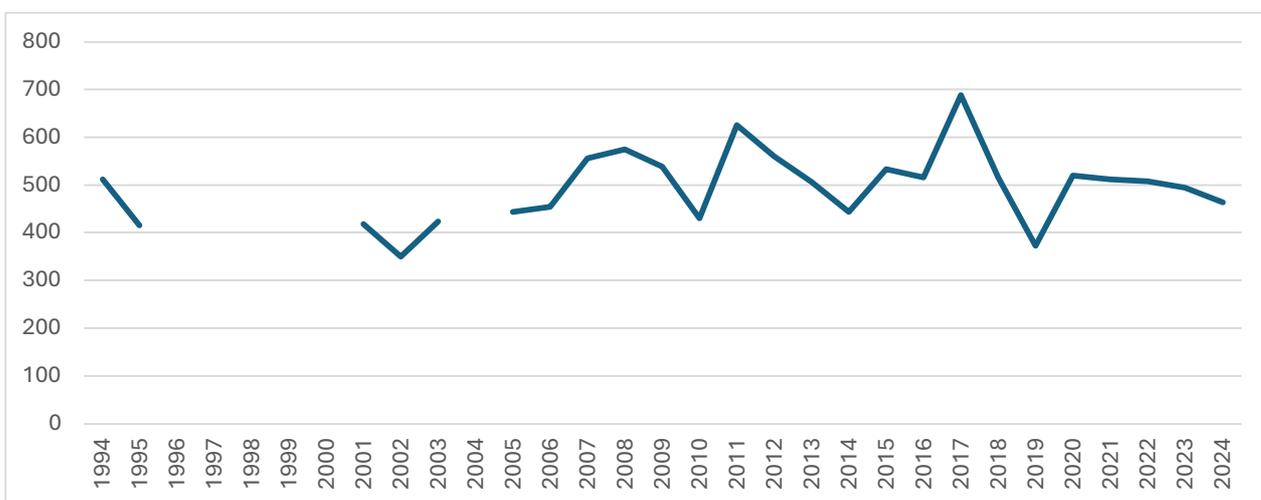


Рисунок 40. Среднее количество осадков в Лодейном Поле

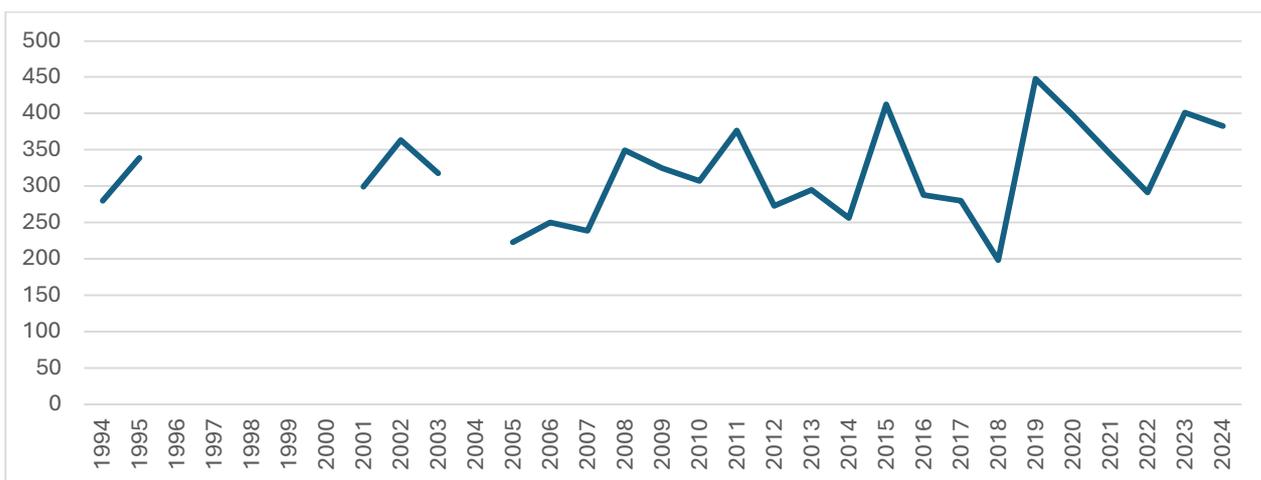


Рисунок 41. Среднее количество осадков в Лодейном Поле

Ефимовская:

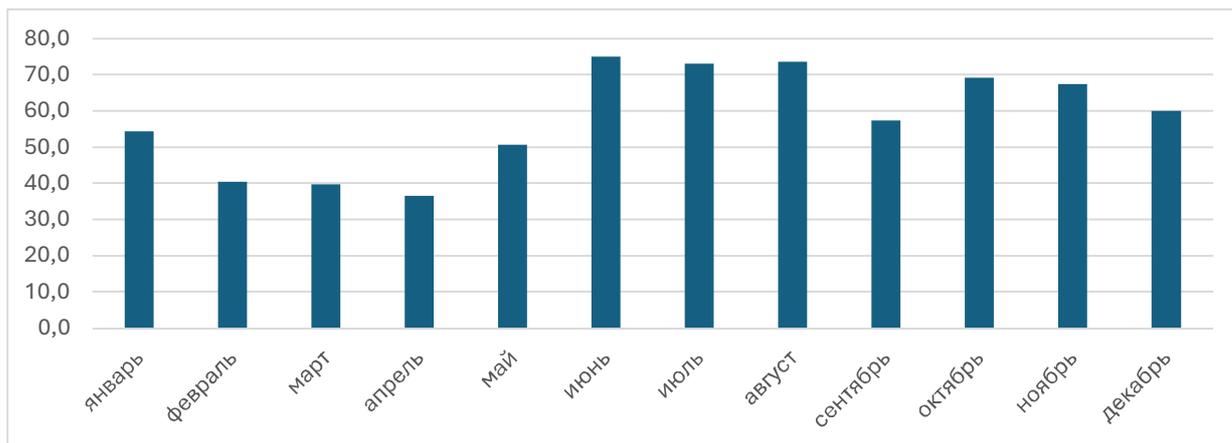


Рисунок 42. Среднее количество осадков в Ефимовской

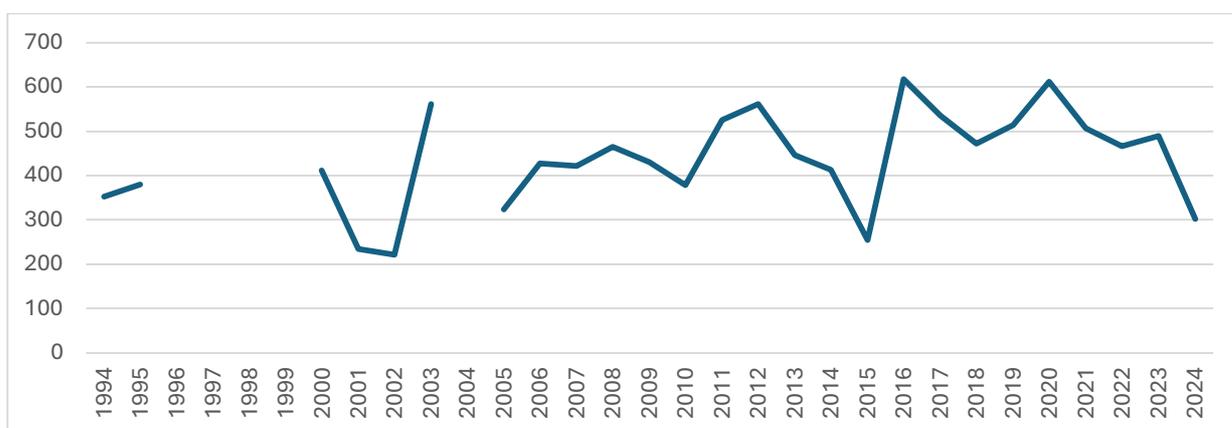


Рисунок 43. Среднее количество осадков в Ефимовской

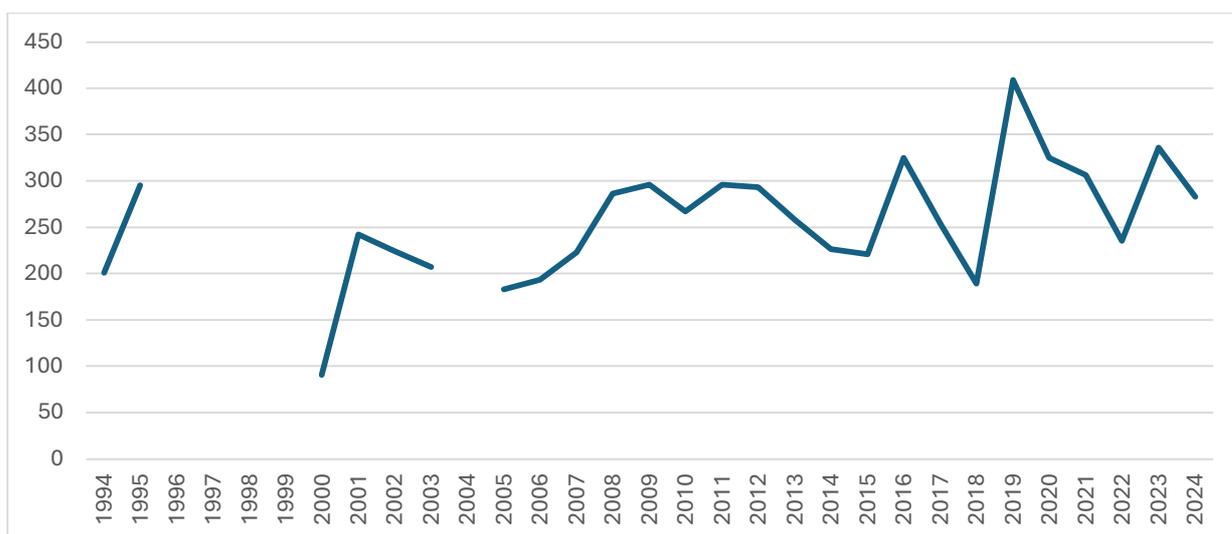


Рисунок 44. Среднее количество осадков в Ефимовской

Среднемесячные и среднесезонные значения западных станций:

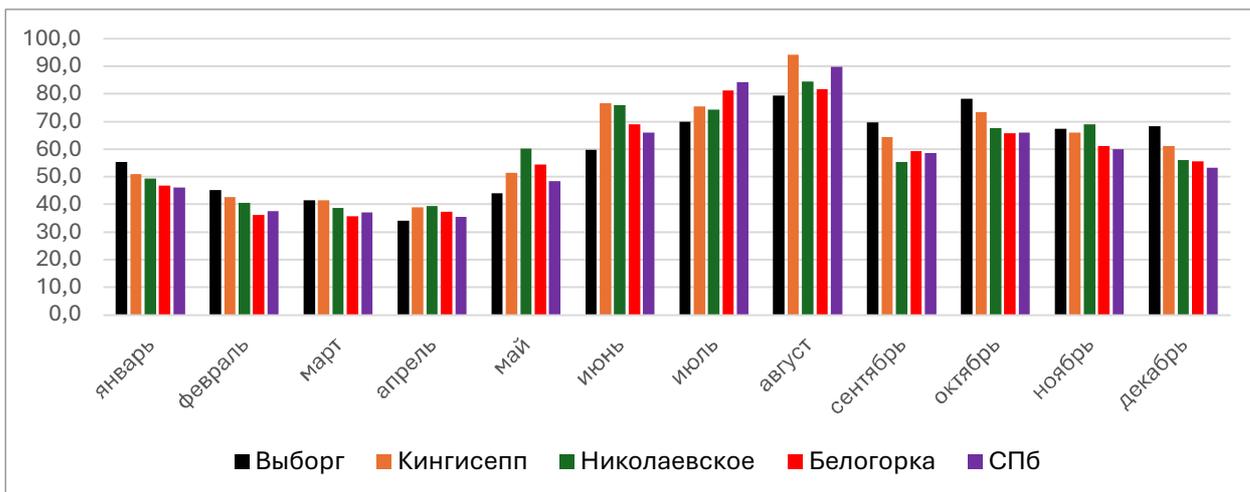


Рисунок 45. Среднее количество осадков на западных станциях

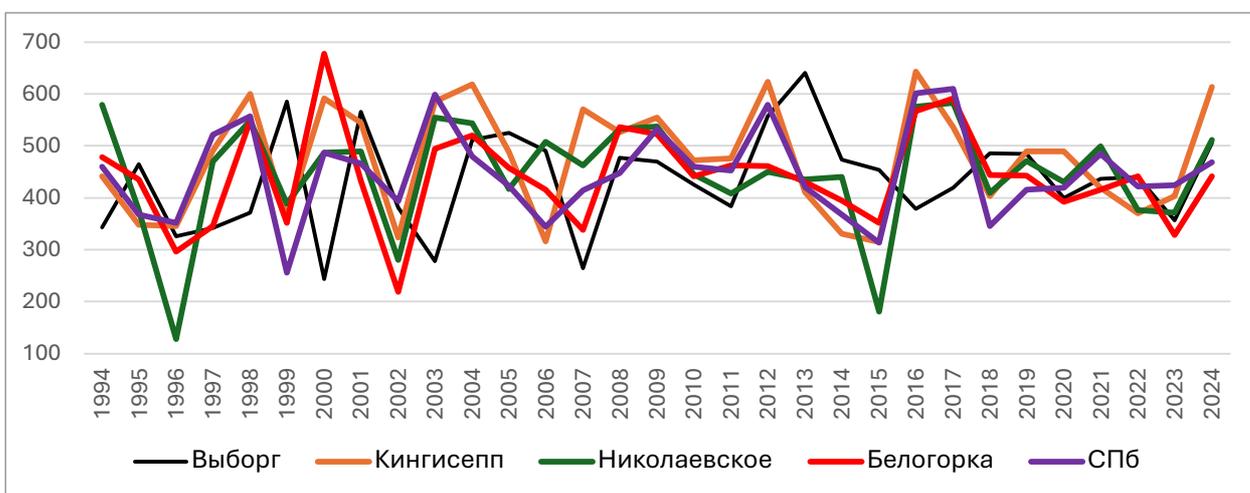


Рисунок 46. Среднее количество осадков на западных станциях

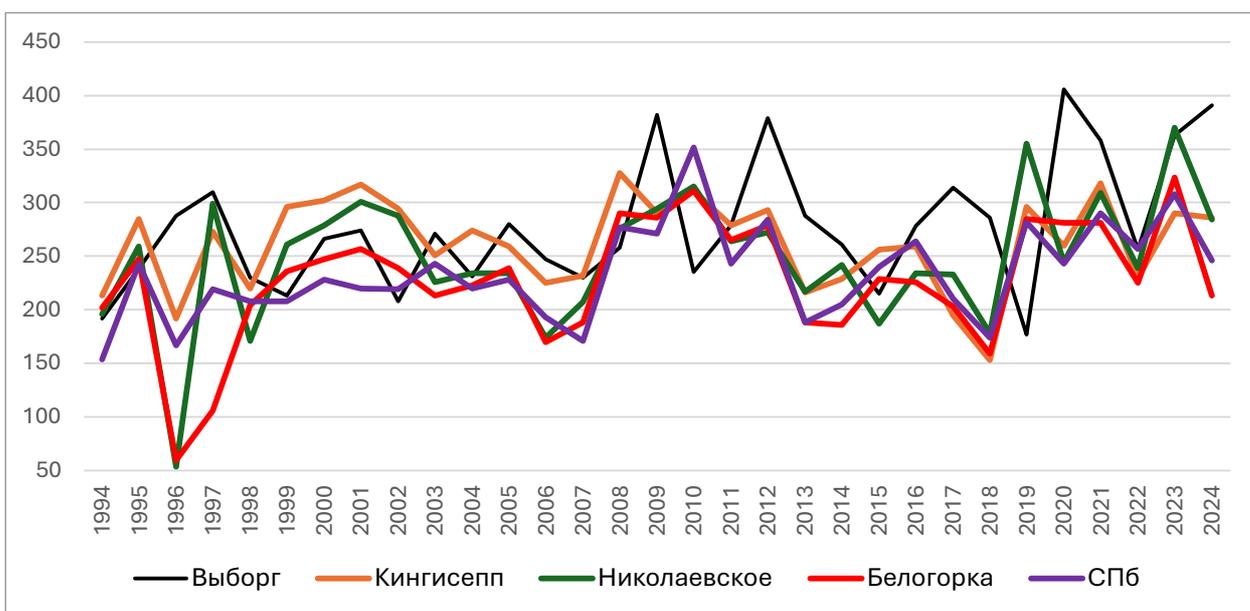


Рисунок 47. Среднее количество осадков на западных станциях

Среднемесячные и среднесезонные значения восточных станций:

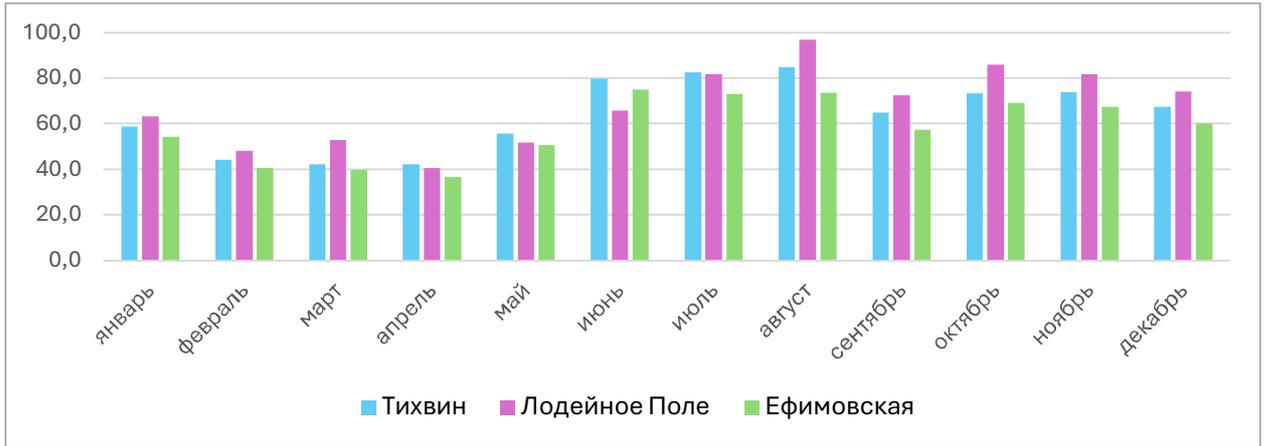


Рисунок 48. Среднее количество осадков на восточных станциях

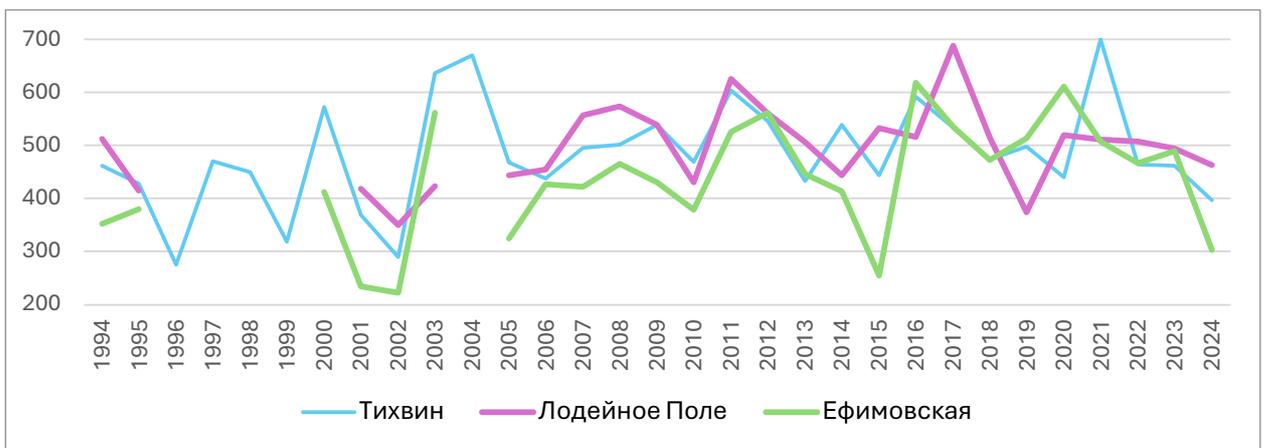


Рисунок 49. Среднее количество осадков на восточных станциях

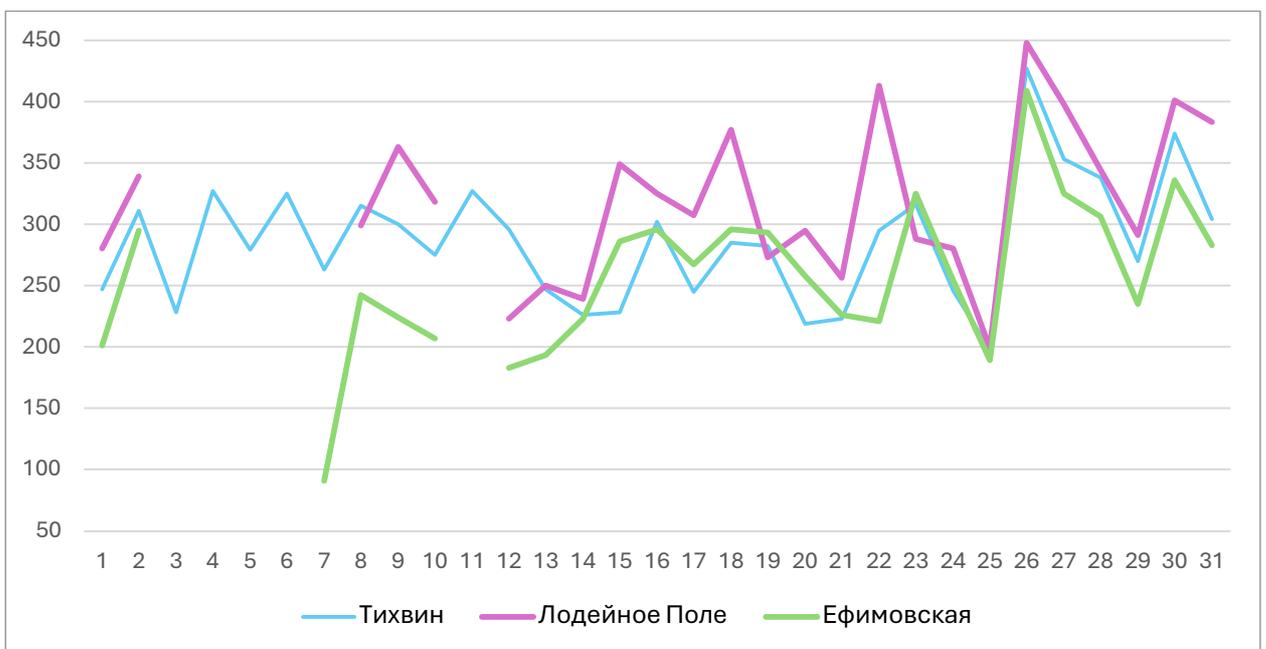


Рисунок 50. Среднее количество осадков на восточных станциях

В Ленинградскую область, а точнее, западную ее часть, часто приходят влажные ветра с Атлантики и Балтийского моря — они приносят дожди и снег, особенно осенью и зимой. Этим обусловлен высокий показатель количества осадков в СПб — территориально он ближе всех остальных выбранных станций к влиянию залива и моря. Близость Финского залива добавляет влаги в воздух, из-за чего облака образуются чаще и, как следствие, случаются осадки. При годовой норме для СПб в 660 мм и 650 мм для Ленинградской области, фактические среднегодовые значения (указаны в таблицах по каждой станции) местами значительно превышают эти показатели. В прибрежных городах вроде Выборга или Кингисеппа осадков может быть чуть больше, чем в глубине региона (это снова демонстрируют данные из таблиц).

Рельеф тоже играет роль: на возвышенностях, таких как Белогорка, воздух охлаждается быстрее, и дожди идут чаще. А вот в Санкт-Петербурге снова сказывается городская застройка — бетон и асфальт нагреваются сильнее, чем поля и леса, поэтому летом здесь могут быть более интенсивные, но короткие ливни.

В восточной же части Ленинградской области осадков выпадает немного меньше, чем на западе, и вот почему. Эти территории дальше от Балтийского моря и Финского залива, поэтому влажные морские ветра сюда доходят уже ослабленными. Воздух здесь суше, и дожди со снегом идут реже.

Кроме того, восток области больше подвержен влиянию континентальных воздушных масс — зимой они приносят более холодную, но менее снежную погоду, а летом — тепло без частых дождей. Например, в таких районах, как Лодейное Поле, осадков заметно меньше, чем в тех же рассмотренных Выборге или Кингисеппе.

На востоке больше лесов и болот, которые немного смягчают климат, но не добавляют столько влаги, как морское побережье. В итоге восточные районы Ленобласти получаются чуть более сухими и с более выраженными сезонными перепадами температур.

Глава 3. Мезо- и микроклимат Ленинградской области на фоне климатических изменений

Основные черты мезоклимата Ленинградской области

Мезоклимат области формируется под воздействием нескольких факторов: близости Финского залива, особенностей рельефа, наличия крупных водных объектов (Ладожское и Онежское озера) и обширных лесных массивов. Среднегодовая температура в регионе составляет около $+4...+5^{\circ}\text{C}$, при этом зимние температуры в прибрежных районах выше, чем в континентальных, из-за тепляющего влияния Балтики. Годовое количество осадков варьируется от 600 до 800 мм, с максимумом в летне-осенний период, в среднем за год около 650 мм.

Одной из ключевых мезоклиматических особенностей является высокая изменчивость погоды, обусловленная частыми циклонами с Атлантики. Это приводит к резким перепадам температур и увеличению облачности. Внутри региона выделяются несколько мезоклиматических зон:

- Прибрежная зона (Финский залив) – отличается более мягкими зимами, повышенной влажностью и меньшими суточными колебаниями температур.
- Континентальная часть (восток области) – здесь зимы холоднее, а лето теплее, чем на побережье.
- Возвышенные районы – характеризуются более низкими температурами и повышенным количеством осадков.

Влияние климатических изменений

Согласно данным Росгидромета и исследованиям Главной геофизической обсерватории им. Воейкова, за последние 30 лет в Ленинградской области наблюдается устойчивый рост среднегодовой температуры – примерно на $0,5-0,6^{\circ}\text{C}$ за десятилетие. Это выше среднемировых показателей, что связано с усилением влияния атлантических воздушных масс.

Изменение температурного режима

- Зимы становятся менее суровыми: средняя температура января повысилась на 1,5–2°C по сравнению с серединой XX века.
- Увеличилось число оттепелей в холодный период, что приводит к уменьшению устойчивого снежного покрова.
- Летние температуры растут медленнее, но отмечается увеличение числа жарких дней (с температурой выше +25°C).

Осадки и влажность

- Годовое количество осадков остается стабильным, но меняется их распределение: зимние осадки чаще выпадают в виде дождя, а летние ливни становятся более интенсивными.
- Участились случаи экстремальных погодных явлений – сильных ветров, наводнений (особенно в Санкт-Петербурге и прибрежных районах).

Влияние на природные системы

- Уменьшение продолжительности ледового покрова на Ладожском озере и Финском заливе (на 10–15 дней за последние 50 лет).
- Сдвиг фенологических явлений: более раннее начало весны, удлинение вегетационного периода.

Основные черты микроклимата Ленинградской области

Микроклимат Ленинградской области представляет собой сложную мозаику локальных климатических условий, формирующихся под влиянием разнообразных факторов. Регион характеризуется выраженным микроклиматическим разнообразием, обусловленным особенностями рельефа, наличием крупных водных объектов, обширных лесных массивов и урбанизированных территорий. В условиях наблюдающихся климатических изменений эти локальные особенности претерпевают заметные трансформации, требующие детального изучения и учета при планировании хозяйственной деятельности. [13]

Формирование микроклимата в регионе происходит под воздействием нескольких ключевых факторов. Городские территории, особенно Санкт-Петербург, создают выраженный эффект теплового острова, что проявляется в

повышении температуры на 2–3 градуса по сравнению с окружающими районами. Крупные водные объекты, включая Финский залив, Ладожское и Онежское озера, многочисленные реки и болота, оказывают смягчающее воздействие на температурный режим, уменьшая суточные и сезонные колебания температур. Обширные лесные массивы, занимающие более половины территории области, формируют особый режим влажности и температуры, существенно отличающийся от открытых пространств. Особенности рельефа, представленного возвышенностями до 300 метров, способствуют образованию локальных ветровых систем и неравномерному распределению осадков. [11]

На территории Ленинградской области можно выделить несколько характерных микроклиматических зон, каждая из которых обладает уникальными особенностями. Городские территории, и прежде всего Санкт-Петербург, демонстрируют все признаки урбанизированного микроклимата. Здесь наблюдается сокращение продолжительности морозного периода на 15-20 дней по сравнению с пригородными зонами, увеличение числа туманных дней до 50 в год, формирование устойчивых восходящих потоков воздуха. Ночные температуры в центре города могут превышать показатели прилегающих территорий на 5-7 градусов. Прибрежные зоны в пределах 30-километровой полосы вдоль Финского залива отличаются более плавным ходом температур, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Летом здесь регулярно наблюдаются бризы, снижающие дневную температуру на 2-3 градуса. [13]

Лесные массивы, особенно таежные на востоке области, создают собственный микроклимат. Разница между дневными и ночными температурами здесь на 30% меньше, чем на открытых пространствах, а скорость ветра снижается в 2-3 раза. В еловых лесах даже в самые жаркие дни температура редко превышает 22 градуса тепла. Сельскохозяйственные земли, расположенные преимущественно на осушенных болотах в западной части области, характеризуются значительными суточными колебаниями температур, достигающими летом 15 градусов, и повышенной вероятностью заморозков в переходные сезоны.

Климатические изменения последних десятилетий оказывают существенное влияние на микроклиматические особенности региона. Согласно исследованиям Института озераедения РАН, проведенным в 2022 году, отмечается усиление эффекта городского теплового острова в Санкт-Петербурге. Разница температур между городом и пригородами увеличилась на 0,8 градуса за последние 20 лет. В лесных массивах наблюдается изменение режима увлажнения, выражающееся в уменьшении количества росы в ельниках на 15-20% за летний сезон. Малые водоемы региона демонстрируют сокращение продолжительности ледового периода на 10-12 дней за десятилетие. На осушенных болотах увеличилась повторяемость местных засух, которые теперь случаются 2-3 раза за лето против 1-2 случаев в 1990-е годы. [9]

Среди особых микроклиматических явлений региона следует отметить систему ветров, известную как "Ладожский бриз", формирующуюся при разнице температур воды и суши. В последние годы начало действия этого явления сместилось с июня на май. Характерны для области и так называемые "туманные котловины" в низинах Карельского перешейка, где продолжительность туманов увеличилась на 5-7 часов в год. Над промышленными зонами, такими как Кириши и Волхов, формируются "тепловые купола" со среднегодовой температурой на 1,5 градуса выше, чем в окружающих районах.

Прогнозируемые изменения микроклимата региона к 2040 году включают усиление контраста между городскими и сельскими микроклиматическими условиями, увеличение повторяемости местных паводков в низинных районах, а также изменение структуры лесных микроклиматов вследствие смены видового состава растительности. Для адаптации к этим изменениям предлагается развитие системы микроклиматического мониторинга, корректировка градостроительных норм с учетом изменения ветрового режима, а также восстановление естественного гидрологического режима на осушенных территориях. [11]

3.1. Прогноз изменчивости мезо- и микроклиматического режима температурных характеристик в Ленинградской области

Основываясь на приведенных в работе многолетних данных о климатических характеристиках в Ленинградской области, можно сделать следующие выводы:

— на мезоклиматическом уровне, охватывающем территориальные масштабы в десятки километров, отмечается устойчивый рост среднегодовых температур. Согласно данным Росгидромета, за последние три десятилетия температура в Ленинградской области повысилась на 1,5–2°C, что превышает среднемировой показатель. Это потепление приводит к сокращению продолжительности морозного периода, увеличению частоты зимних оттепелей и смещению сезонных границ. Вегетационный период становится длиннее, что может способствовать расширению ассортимента сельскохозяйственных культур, но одновременно повышает риски повреждения растений из-за возвратных заморозков. Разница температур между прибрежными и континентальными районами области постепенно уменьшается, поскольку Финский залив и Ладожское озеро оказывают смягчающее воздействие на климат прилегающих территорий.

— на микроклиматическом уровне, который формируется в пределах локальных ландшафтов и городской застройки, изменения температурного режима проявляются ещё более заметно. В городах, особенно в Санкт-Петербурге и его пригородах, эффект «городского теплового острова» усиливается за счет плотной застройки, асфальтированных поверхностей и промышленных выбросов. Это приводит к тому, что средние температуры в городской черте на 2–3°C выше, чем в сельской местности. В лесных массивах и на заболоченных территориях, которые занимают значительную часть Ленинградской области, микроклимат меняется из-за сокращения влажности и увеличения числа

экстремально теплых дней. Лесные пожары, участившиеся в последние годы, также вносят свой вклад в локальные изменения температурного режима.

Влияние Балтийского моря остается важным фактором, регулирующим климатические изменения в прибрежных районах. Потепление вод Финского залива приводит к более позднему образованию льда зимой и более раннему его таянию весной, что сказывается на температурном режиме прибрежных территорий. В то же время увеличение повторяемости атлантических циклонов способствует более резким перепадам температур и учащению экстремальных погодных явлений, таких как сильные ветры и ливни.

Вывод: изменения температурных характеристик в Ленинградской области в ближайшие десятилетия будут определяться комплексом взаимосвязанных климатических процессов. Наблюдаемое повышение среднегодовых температур продолжится с сохранением текущего тренда, что приведет к дальнейшему смягчению зимних условий. Устойчивые морозные периоды будут сокращаться по продолжительности, уступая место более частым оттепелям и неустойчивому снежному покрову. Летние сезоны станут теплее, с увеличением количества жарких дней, особенно во внутренних районах области, удаленных от смягчающего влияния Балтийского моря.

Сезонные ритмы претерпят существенные изменения. Весна будет наступать раньше, а осень - позже, что приведет к удлинению вегетационного периода в среднем на 2-3 недели. Однако это преимущество может нивелироваться повышением риска возвратных заморозков в начале сезона и ранних осенних похолоданий. Теплый период года станет более влажным из-за увеличения количества осадков в виде ливней, тогда как зимние осадки будут чаще выпадать в виде дождя, а не снега.

Термический режим прибрежных территорий сохранит относительную стабильность благодаря регулирующему влиянию Финского залива и Ладожского озера. Внутренние районы области будут испытывать более резкие температурные колебания как в суточном, так и в сезонном цикле. Городские территории, особенно Санкт-Петербург и его ближайшие пригороды, продолжат

демонстрировать эффект теплового острова с превышением температурных показателей на 2-3°C по сравнению с сельской местностью.

Микроклиматические особенности лесных массивов и заболоченных территорий изменятся в сторону уменьшения влажности и увеличения продолжительности периодов с высокими температурами. Это может привести к учащению случаев природных пожаров и изменению структуры лесных экосистем. Водные объекты региона будут демонстрировать более позднее замерзание зимой и раннее вскрытие весной, что скажется на ледовом режиме и связанных с ним природных процессах.

На основе имеющихся данных (теперь рассмотрим среднегодовые показатели) на каждой станции проанализируем динамику температуры за те же 30 лет наблюдений.

Выборг:

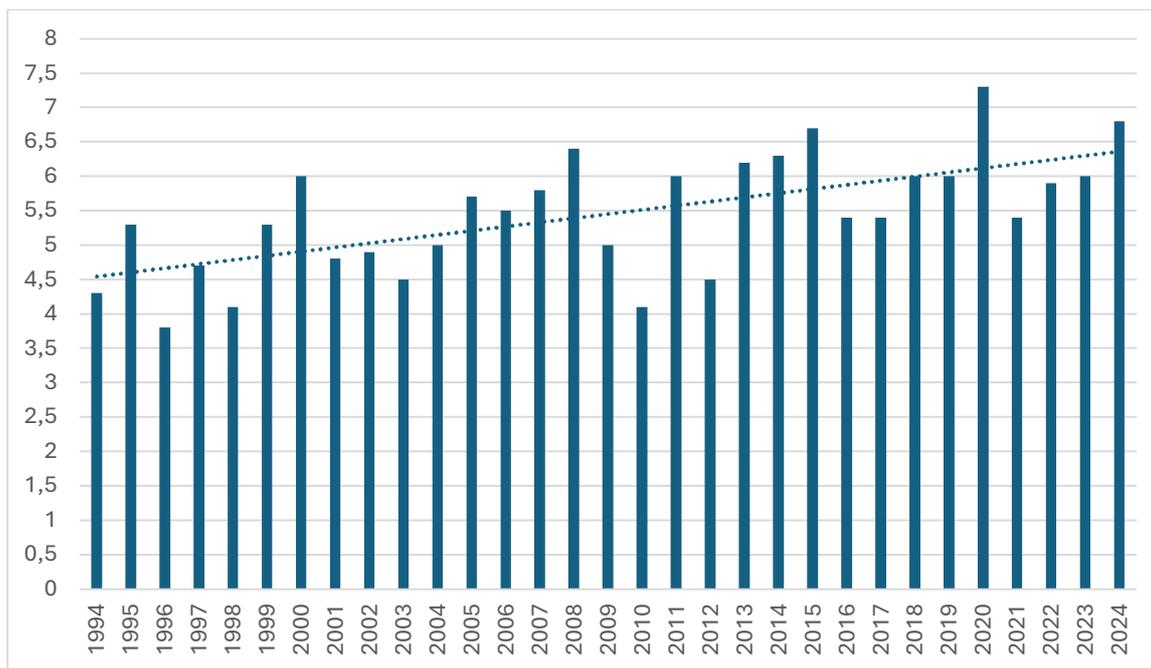


Рисунок 51. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Выборг

Кингисепп:

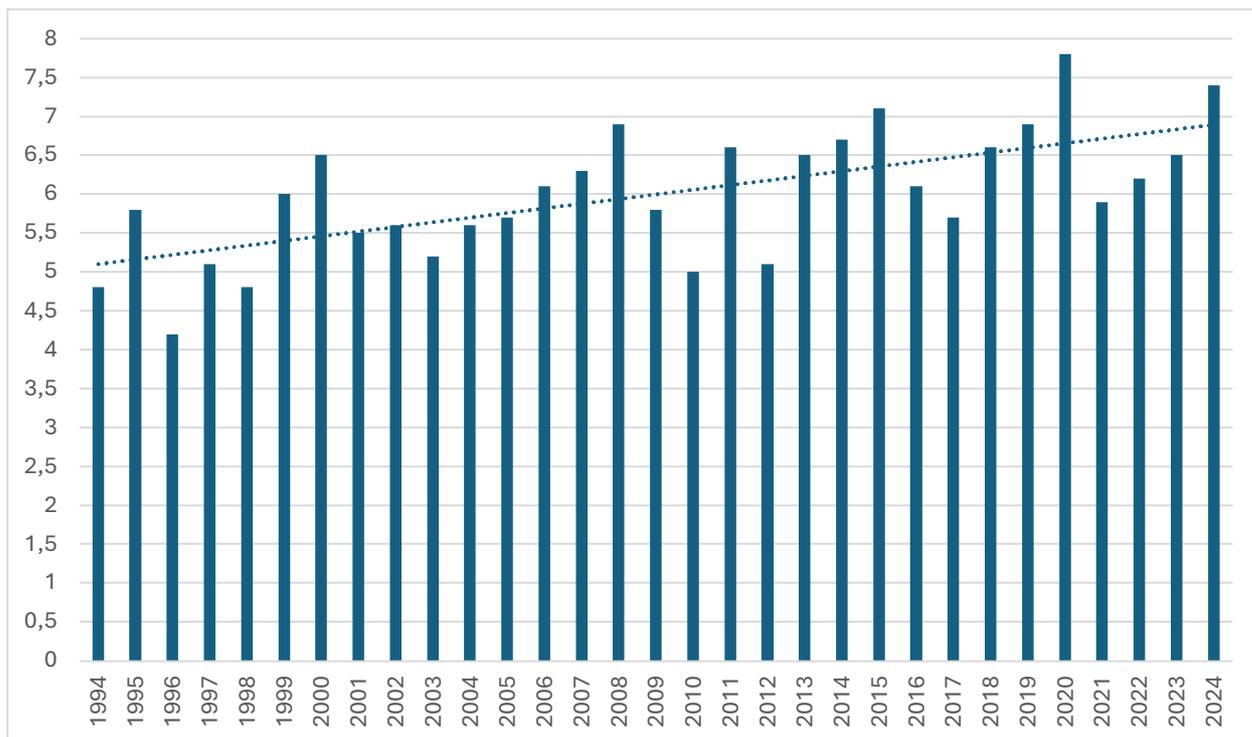


Рисунок 52. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Кингисепп

Николаевское:

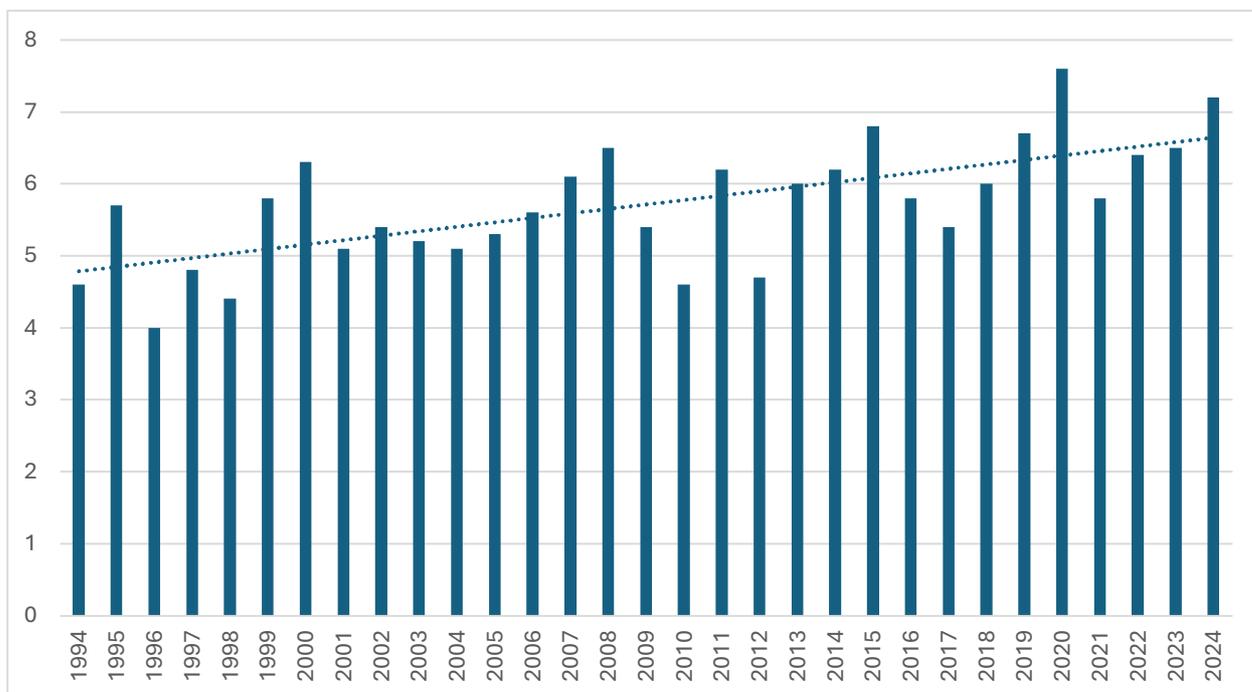


Рисунок 53. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Николаевское

Белогорка:

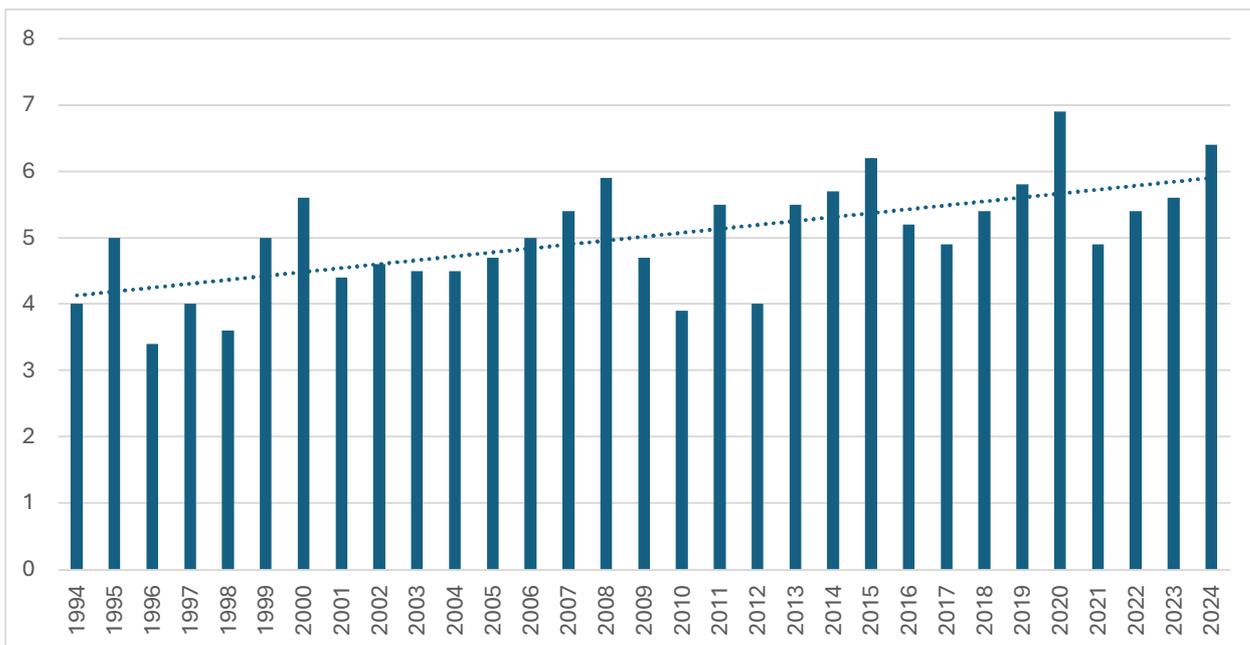


Рисунок 54. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Белогорка

Санкт-Петербург:

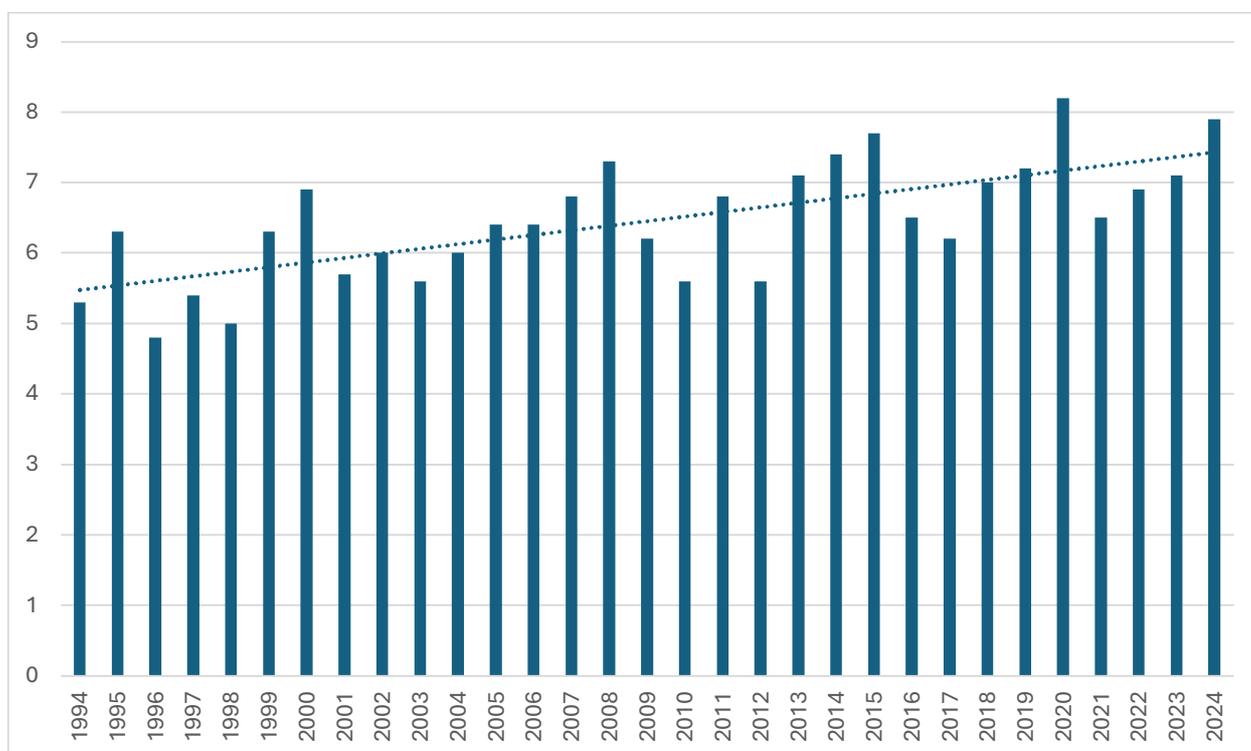


Рисунок 55. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Санкт-Петербург

Тихвин:

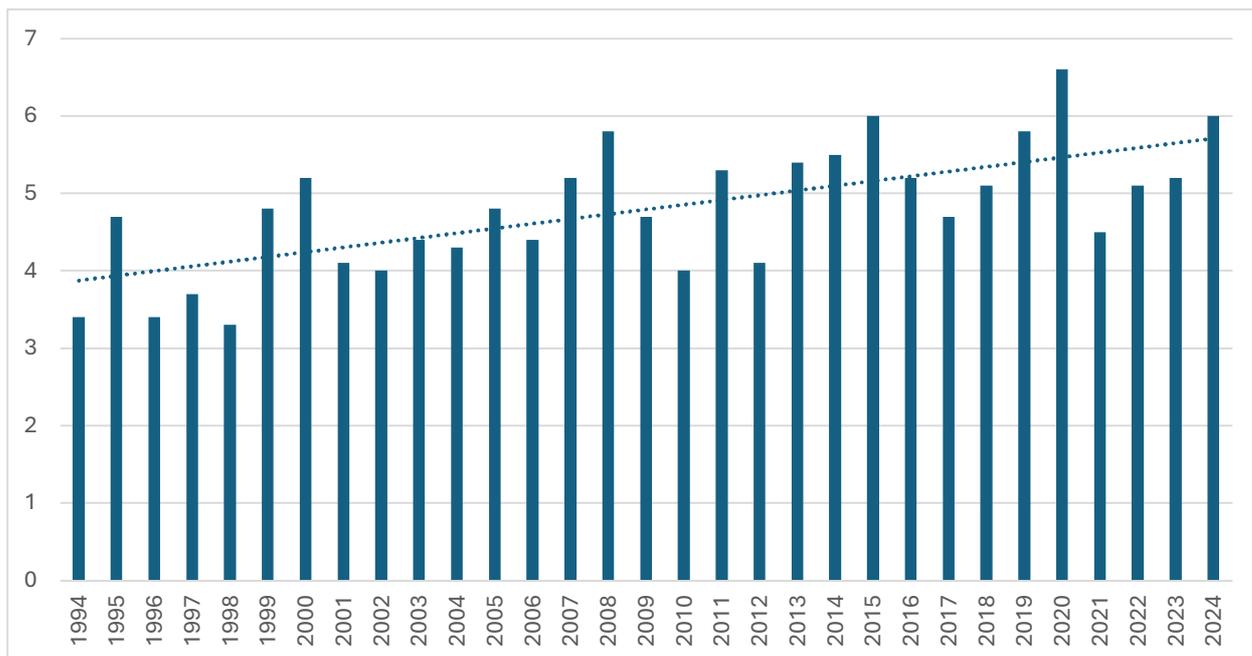


Рисунок 56. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Тихвин

Лодейное Поле:

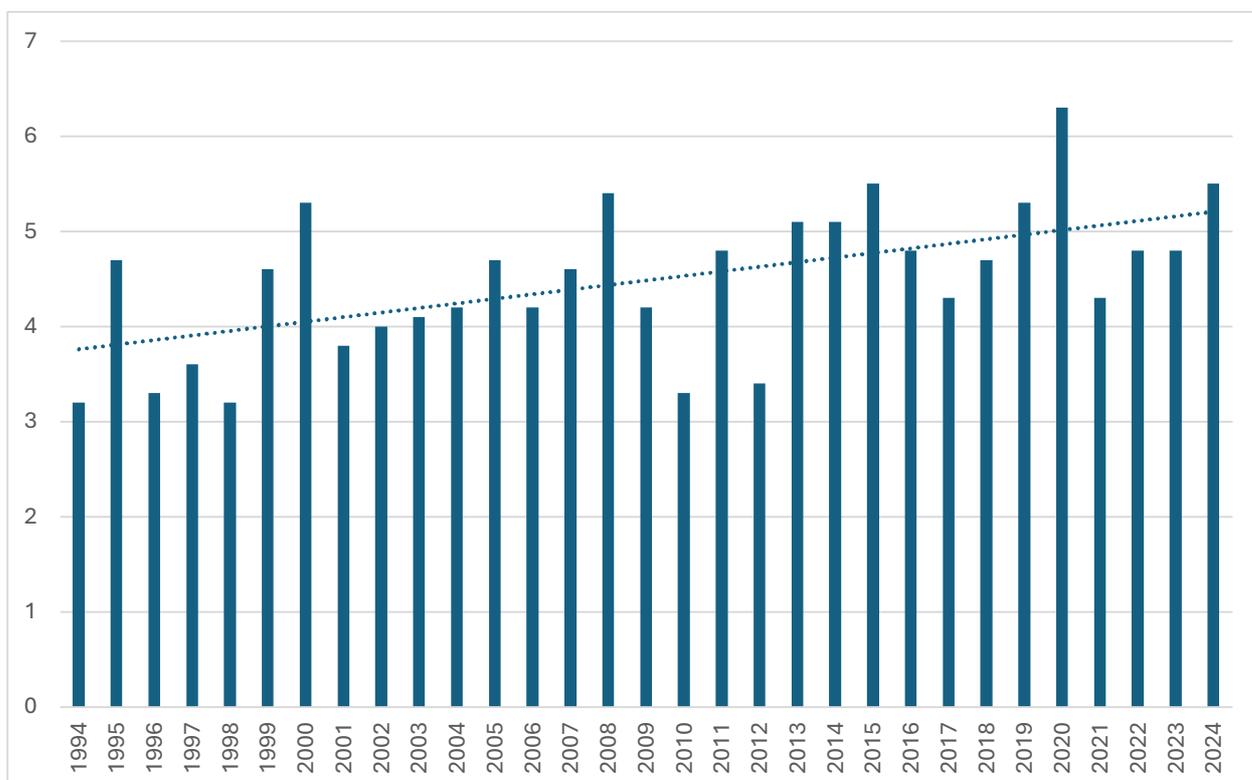


Рисунок 57. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Лодейное Поле

Ефимовская:

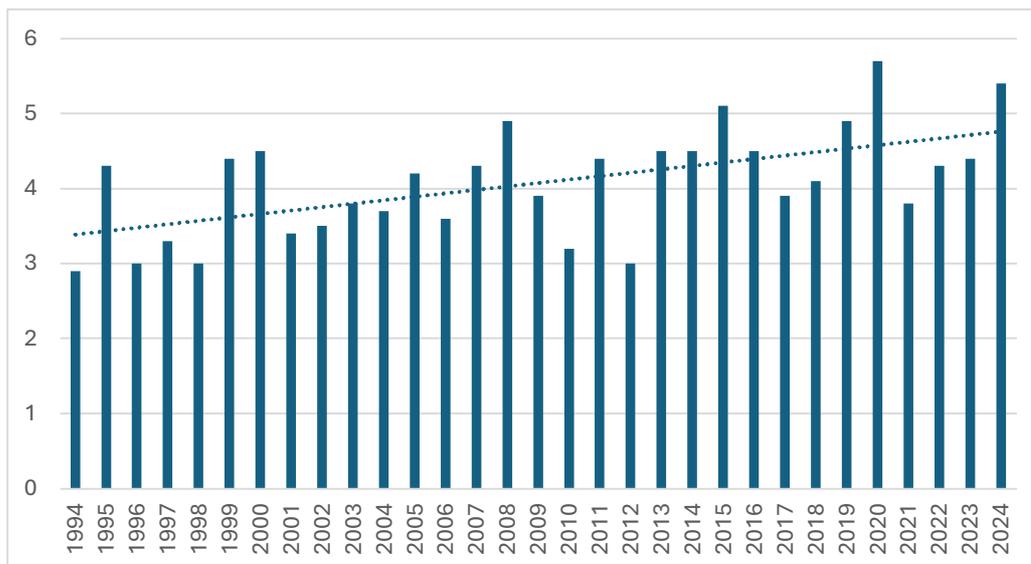


Рисунок 58. Среднегодовая динамика температуры и тренд — станция Ефимовская

Среднегодовые цифры на исследуемых станциях приведены на рисунке 59.

На общем графике можно увидеть, как в среднем за пять лет среднегодовой ход температуры цикличен. Характер изменений волновой, с повышением средних показателей за десятилетия (первая “волна” с 1996 по 2001 ниже, чем последняя с 2021 по 2024). Каждая линия тренда возрастающая, что говорит нам о том, что тенденция на медленный, но стабильный рост среднегодовых показателей будет сохраняться. Самые низкие показатели у станции Ефимовская, что может быть обусловлено ее удаленностью от источников теплого воздуха, в отличие от Санкт-Петербурга, которому достались самые высокие показатели и самый высокий рост линии тренда.

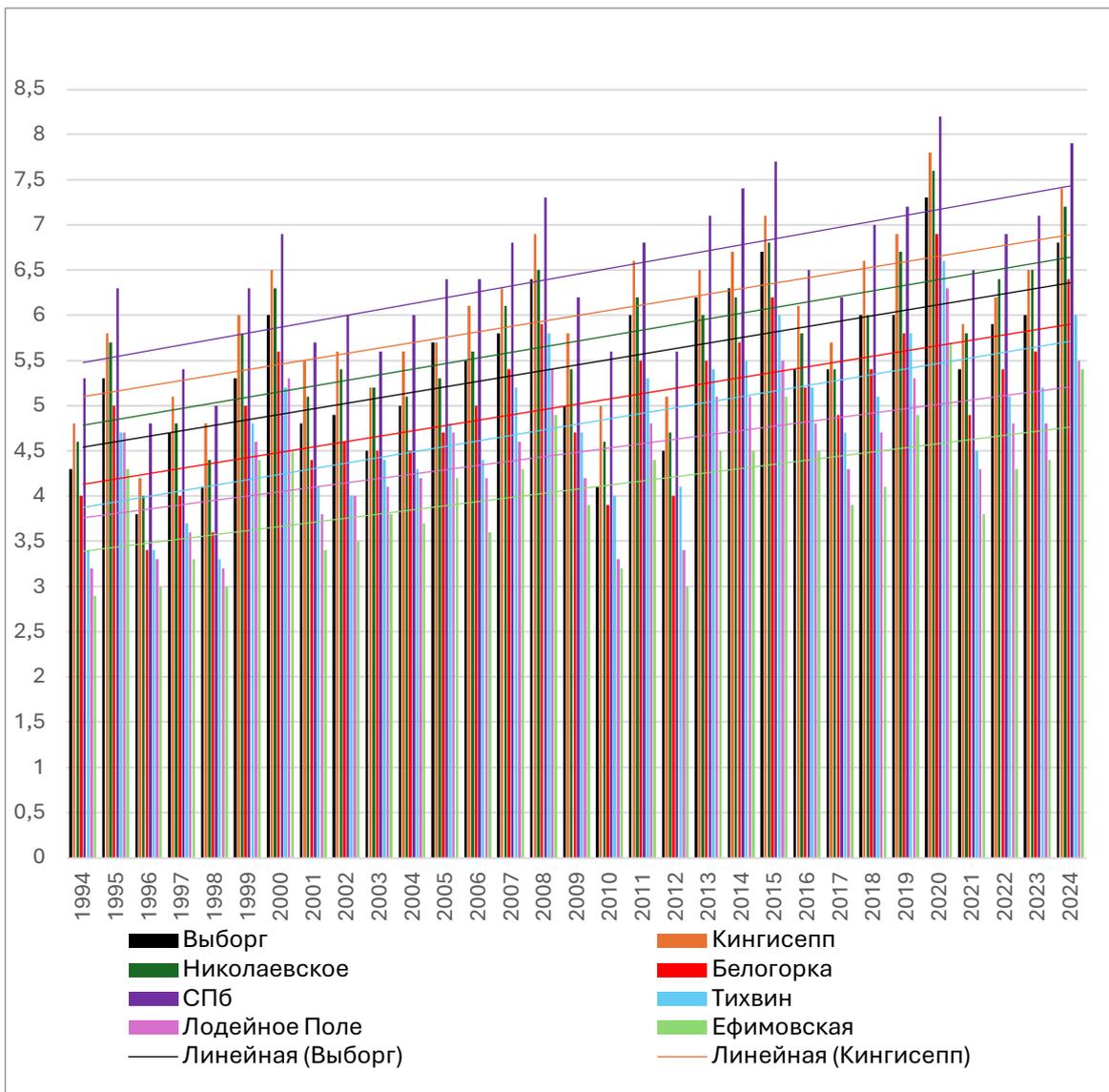


Рисунок 59. Среднегодовая динамика температуры и тренд — Ленинградская область

Дальше были проанализированы температурные значения по сезонам (если в главе 2 распределение сезонов было сделано лишь на теплый и холодный, в этот раз были рассмотрены зима, весна, лето, осень, соответственно, средние величины считались для каждого сезона по одинаковому периоду в 3 месяца)

Таблицы см. в Приложении к ВКР.

В качестве сценария для составления прогноза был выбран сценарий 4.5. Климатический сценарий RCP 4.5 представляет собой умеренный прогноз изменений климата, разработанный международными экспертами. Он

характеризуется стабилизацией радиационного воздействия в размере 4.5 Вт на квадратный метр к 2100 году. В этом сценарии предполагается, что человечество предпримет определенные меры по снижению выбросов парниковых газов, но эти усилия будут недостаточно радикальными для полного решения проблемы.

Согласно данному сценарию, глобальная средняя температура к 2100 году повысится приблизительно на 1,8°C относительно доиндустриального уровня. Это приведет к заметным изменениям: уровень Мирового океана поднимется на 30–60 см, а режим осадков изменится, став более контрастным — влажные регионы станут получать еще больше осадков, а засушливые области столкнутся с усилением дефицита влаги.

Для территории России, включая Ленинградскую область, реализация сценария RCP 4.5 будет означать постепенное увеличение среднегодовых температур с более выраженным потеплением в зимний период. Количество осадков в северо-западных регионах, вероятно, возрастет, особенно в холодное время года, что может привести к увеличению частоты дождей зимой и уменьшению продолжительности снежного покрова. Однако эти изменения будут происходить относительно плавно, позволяя природным системам и инфраструктуре адаптироваться к новым условиям.

Этот сценарий рассматривается как один из наиболее реалистичных, поскольку он балансирует между неизбежными последствиями уже накопленных выбросов и потенциальными успехами в области климатической политики.

Согласно этому сценарию, для региона Ленинградской области средний прирост к 2040 году составит 1.3 градуса относительно данных за 1994–2024 год. В связи с этим приростом, в ходе работы со среднесезонными данными были получены следующие прогностические результаты в Таблицах 4 -11.

Таблица 4. Прогноз температуры до 2040 г. по сезонам — станция Выборг

Выборг прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-5,3	3,7	17,2	6,1
Прогноз	-4,0	5,0	18,5	7,4

Таблица 5. Прогноз температуры до 2040 года по сезонам — станция Кингисепп

Кингисепп про- гноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-4,4	5,2	17,0	6,2
Прогноз	-3,1	6,5	18,3	7,5

Таблица 6. Прогноз температуры до 2040 года по сезонам — станция Санкт-Петербург

СПБ прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-4,2	5,3	17,9	6,8
Прогноз	-2,9	6,6	19,2	8,1

Таблица 7. Прогноз температуры до 2040 года по сезонам — станция Николаевское

Николаевское прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-5,0	5,3	16,7	5,8
Прогноз	-3,7	6,6	18,0	7,1

Таблица 8. Прогноз температуры до 2040 года по сезонам — станция Белогорка

Белогорка про- гноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-5,7	4,3	16,2	5,3
Прогноз	-4,4	5,6	17,5	6,6

Таблица 9. Прогноз температуры до 2040 года по сезонам — станция Тихвин

Тихвин прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-6,6	4,3	16,7	4,8
Прогноз	-5,3	5,6	18,0	6,1

Таблица 10. Прогноз температуры до 2040 года по сезонам — станция Лодейное поле

Лодейное поле прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-7,1	3,6	16,7	4,8
Прогноз	-5,8	4,9	18,0	6,1

Таблица 11. Прогноз температуры до 2040 года по сезонам — станция Ефимовская

Ефимовская прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднегод	-7,6	3,6	16,1	4,1
Прогноз	-6,3	4,9	17,4	5,4

В рамках моего исследования можно сказать, что приблизительно табличные значения ожидают климат Ленинградской области к 2040 году.

Ниже представлены карты распределения температур (фактических среднегодовых) за исследуемые сроки и прогностическое распределение с учетом данных модели. Карты выполнены в QGIS по координатам выбранных станций.

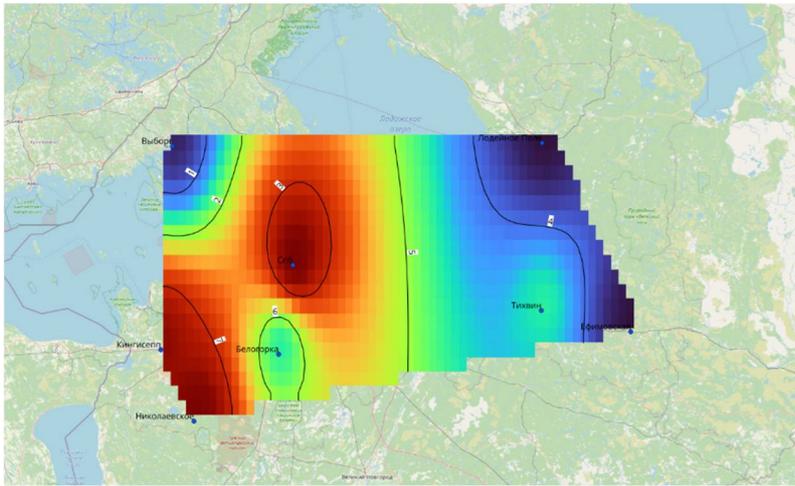


Рисунок 60. Карта среднего распределения температуры в Ленинградской области — весна

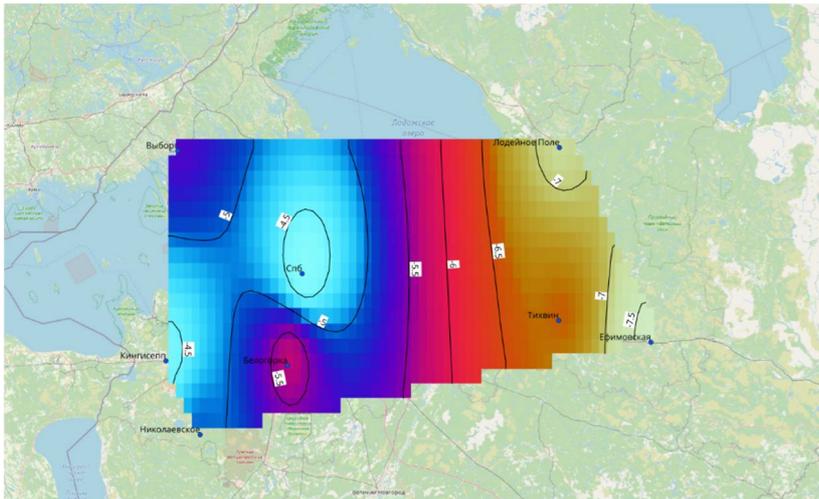


Рисунок 61. Карта среднего распределения температуры в Ленинградской области — зима

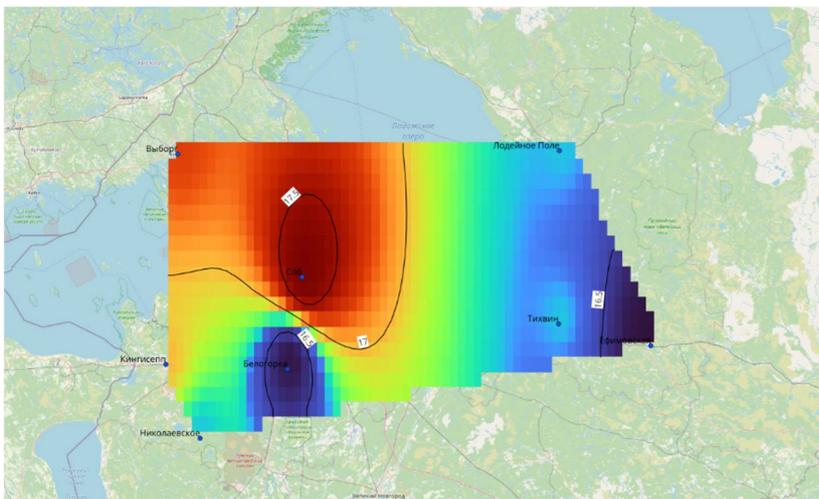


Рисунок 62. Карта среднего распределения температуры в Ленинградской области — лето

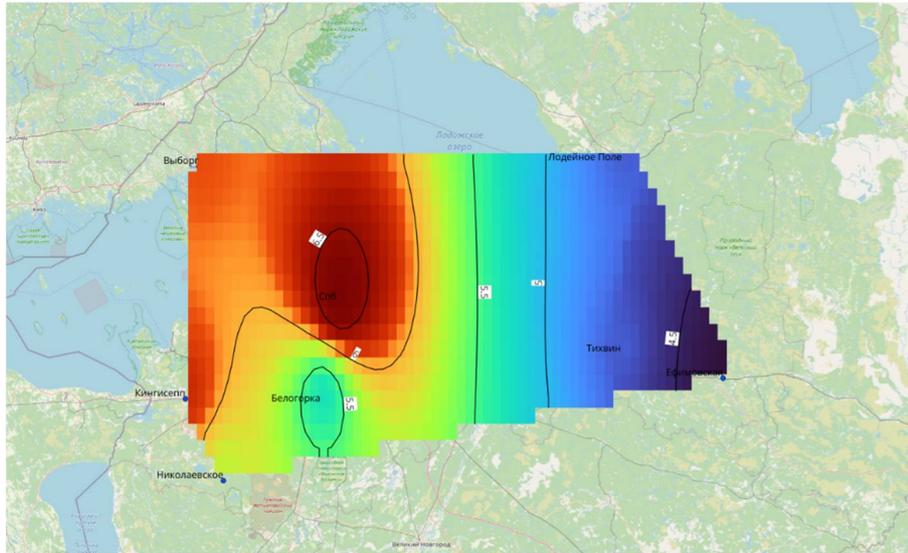


Рисунок 63. Карта среднего распределения температуры в Ленинградской области — осень

Ниже представлены карты со спрогнозированными к 2040 году значениями температур.

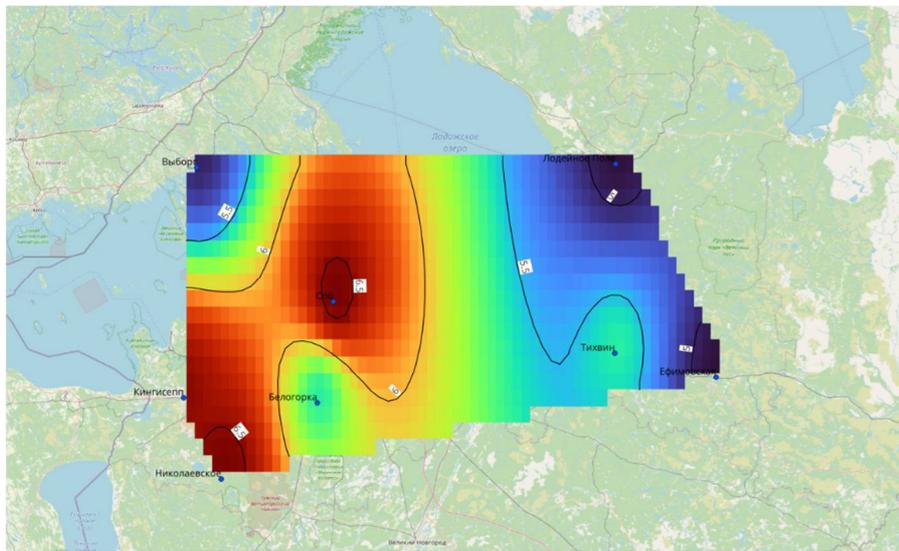


Рисунок 64. Прогнозируемые к 2040 году значения температур — весна

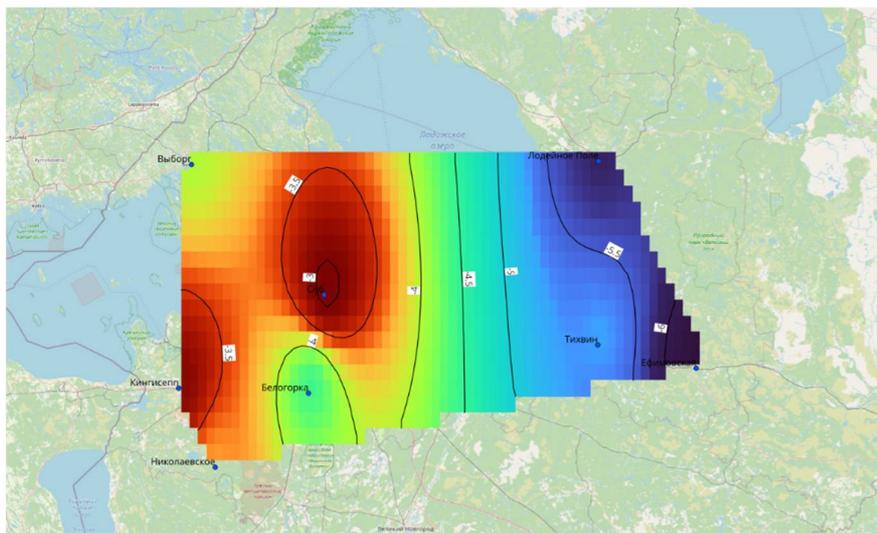


Рисунок 65. Прогнозируемые к 2040 году значения температур — зима

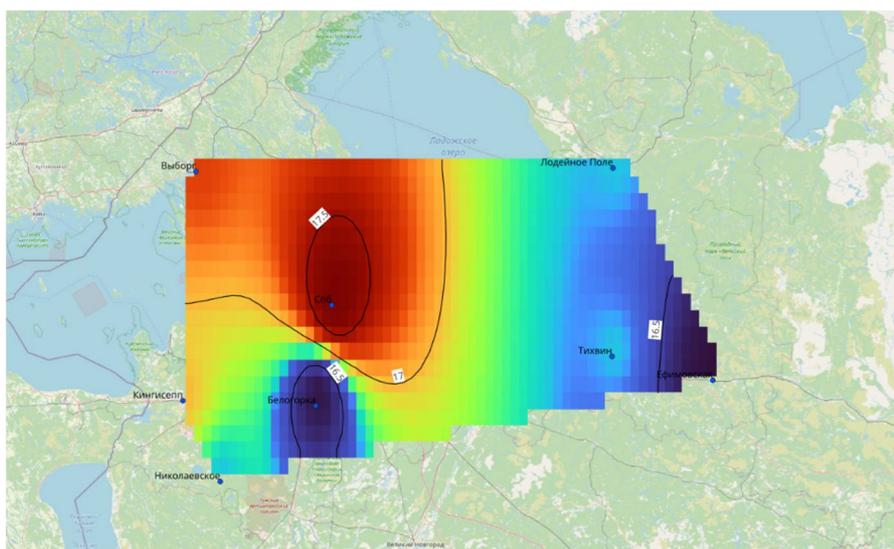


Рисунок 66. Прогнозируемые к 2040 году значения температур — лето

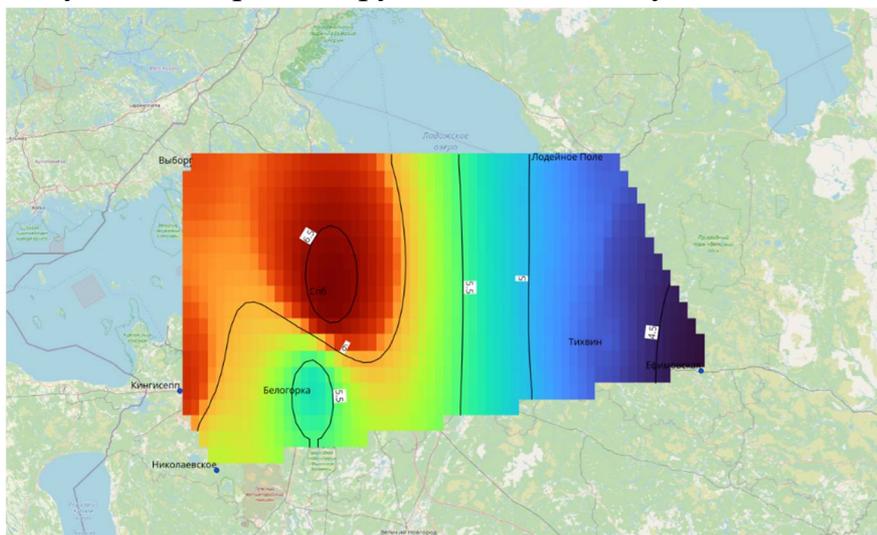


Рисунок 67. Прогнозируемые к 2040 году значения температур — осень

Результаты построения демонстрируют общее изменение температурной обстановки в исследуемом регионе согласно проведенным подсчетам.

3.2. Мезо- и микроклимат режима осадков

На основе имеющихся на каждой станции составим таблицы, аналогичные температурным. Согласно выбранному сценарию, для региона Ленинградской области средний прирост количества осадков к 2040 году составит 0.1 мм/сутки относительно данных за 1994–2024 год. Ниже представлены графики изменчивости среднегодового количества осадков на каждой станции.

Выборг:

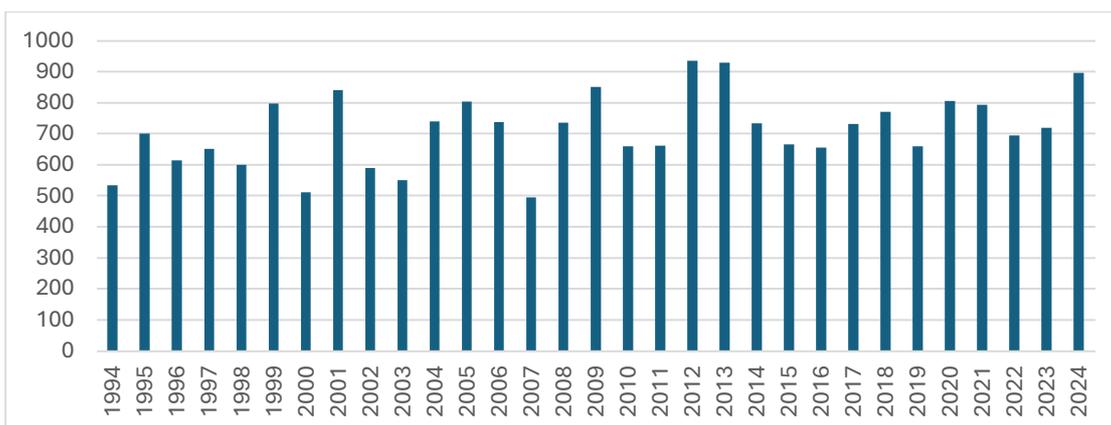


Рисунок 68. Среднегодовое количество осадков — станция Выборг

Кингисепп:

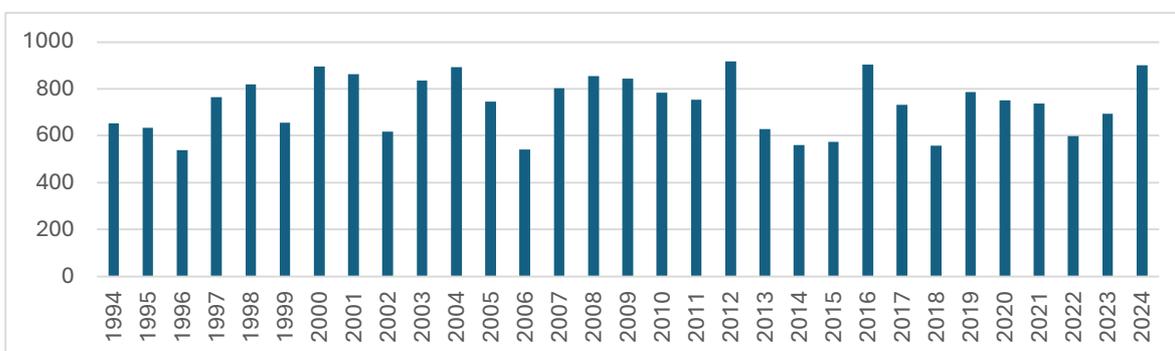


Рисунок 69. Среднегодовое количество осадков — станция Кингисепп

Николаевское:

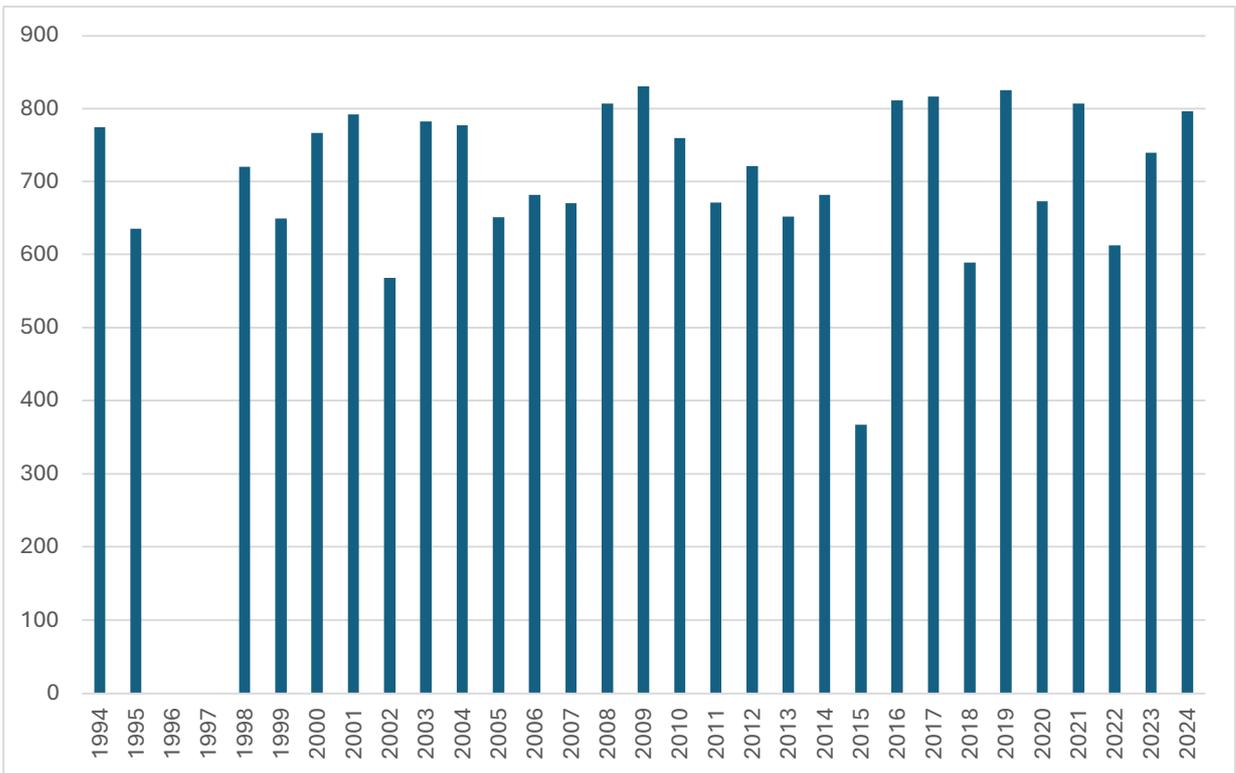


Рисунок 70. Среднегодовое количество осадков — станция Николаевское

Белогорка:

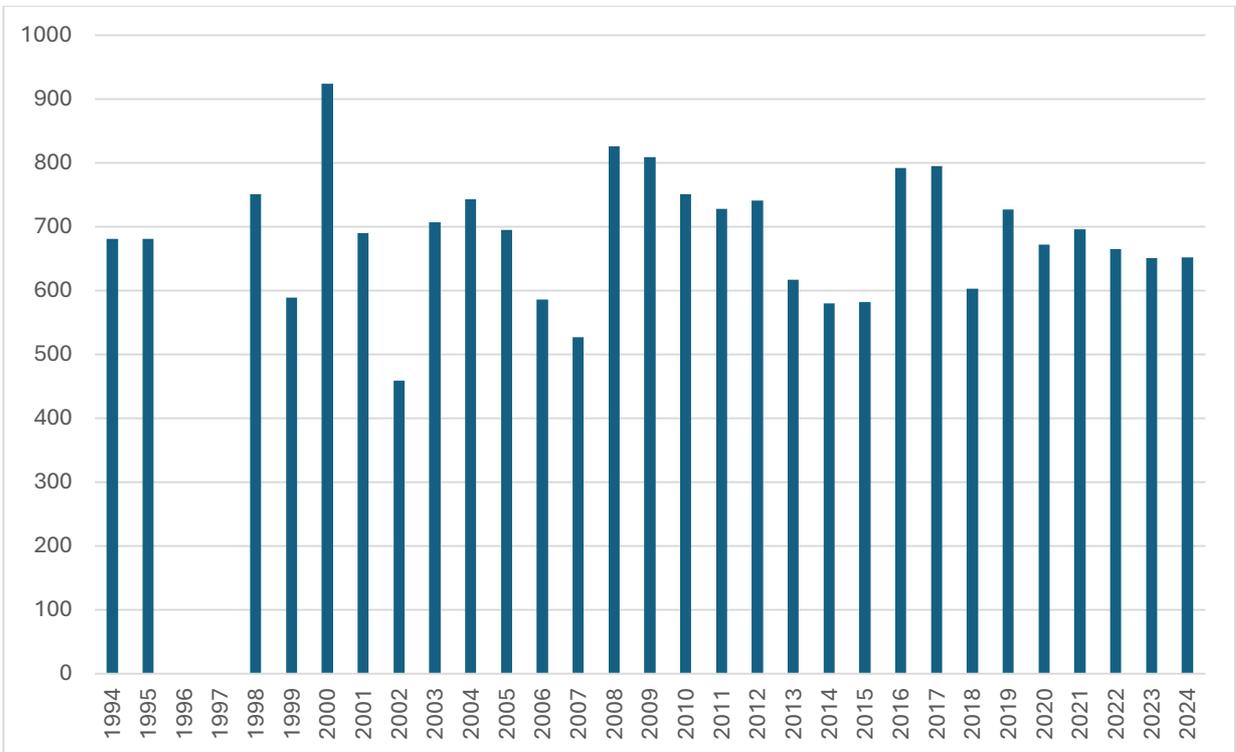


Рисунок 71. Среднегодовое количество осадков — станция Белогорка

Санкт-Петербург:

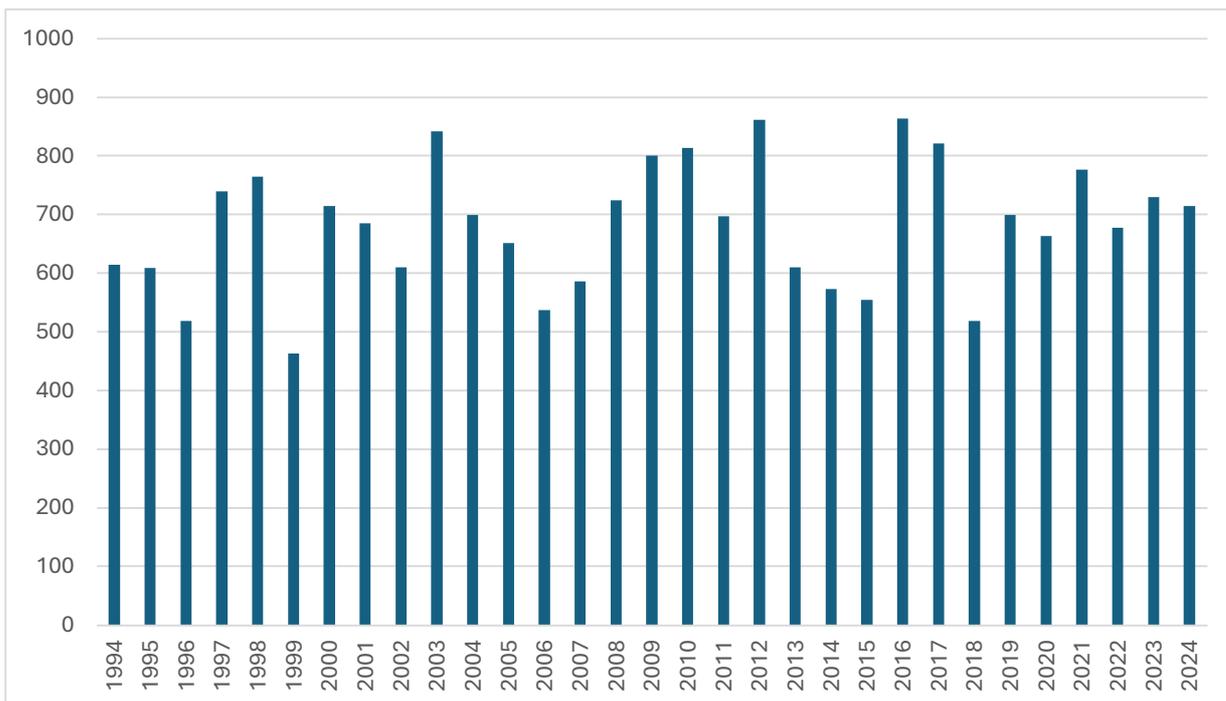


Рисунок 72. Среднегодовое количество осадков — станция Санкт-Петербург

Тихвин:

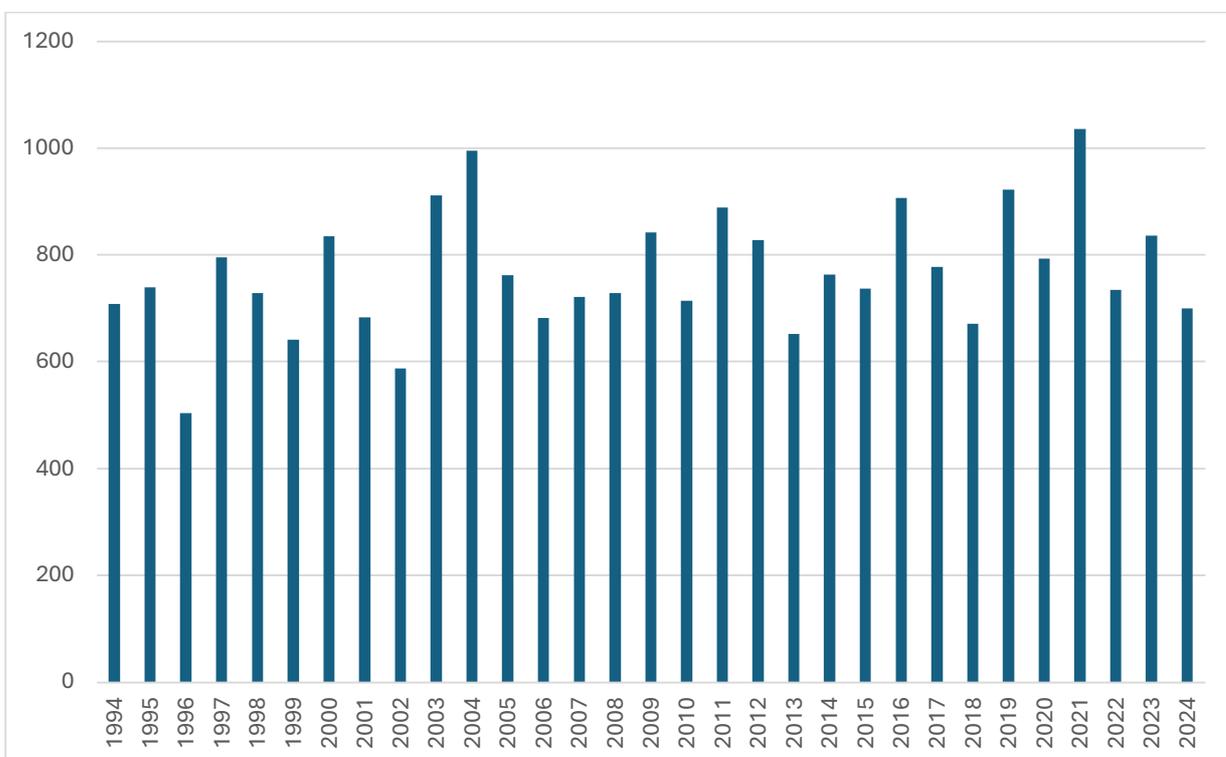


Рисунок 73. Среднегодовое количество осадков — станция Тихвин
Лодейное Поле:

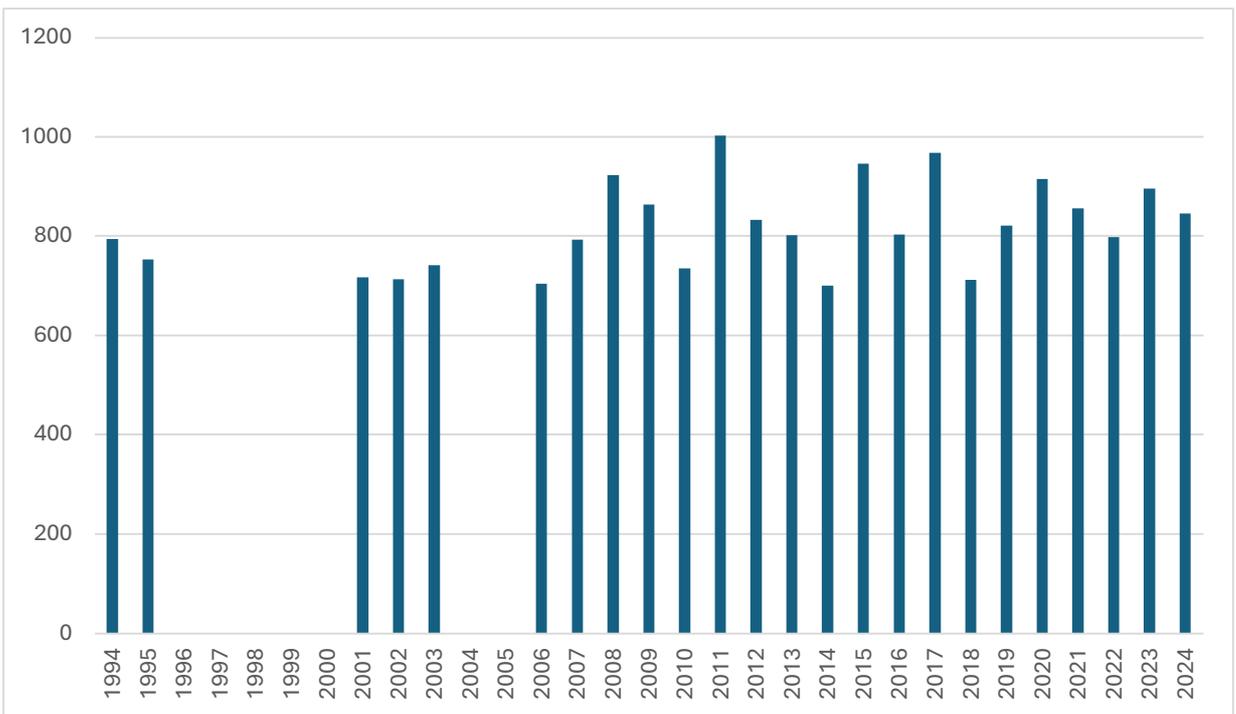


Рисунок 74. Среднегодовое количество осадков — станция Лодейное Поле

Ефимовская:

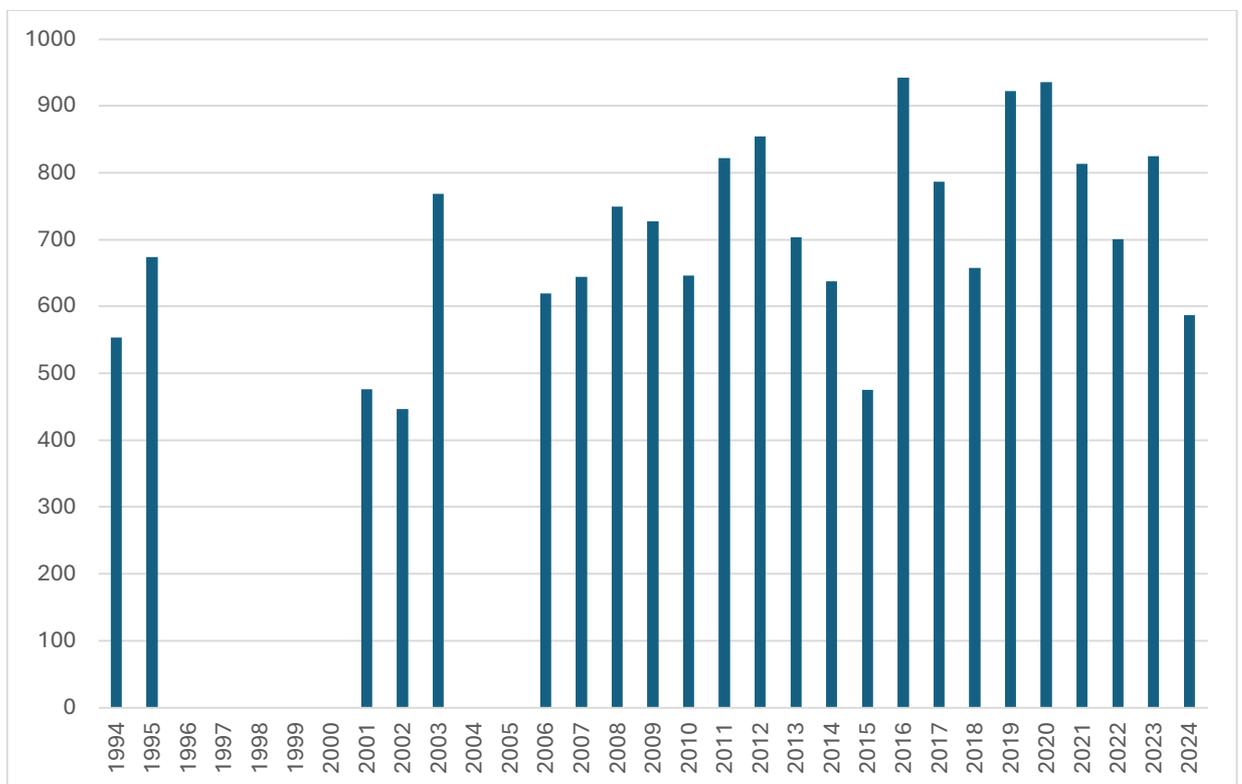


Рисунок 75. Среднегодовое количество осадков — станция Ефимовская

Как и в главе 2, на станциях Лодейное Поле и Ефимовская отсутствуют данные наблюдений за несколько лет, поэтому эти годы не учитываются в исследовании.

Ниже сравнительный график для среднегодовых значений количества осадков по каждой станции:

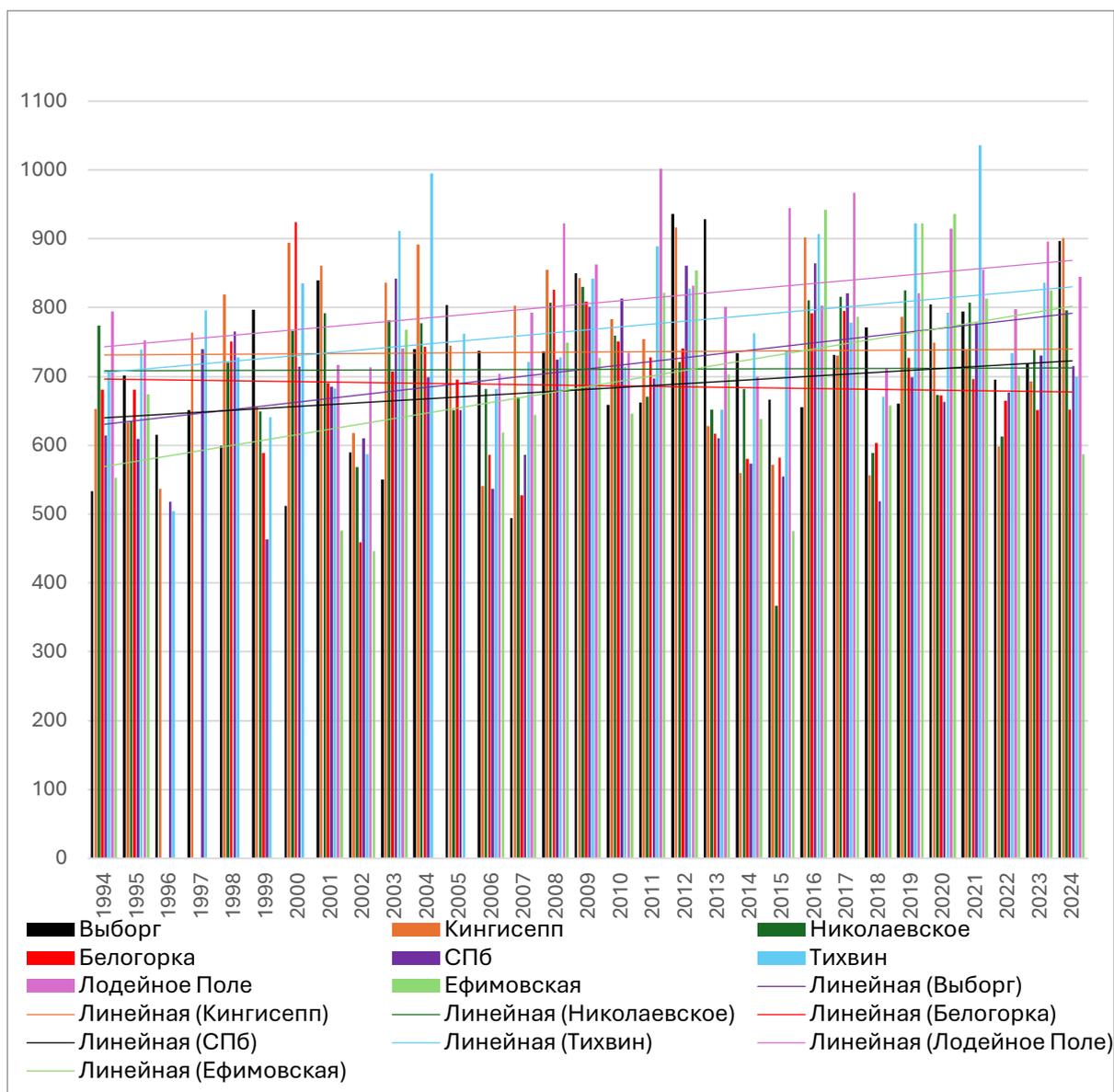


Рисунок 76. Среднегодовое количество осадков — Ленинградская область

На получившемся графике прослеживаются общие тенденции к изменчивости: это характерно для умеренного климата с влиянием морских

воздушных масс. Особенно заметны резкие скачки в отдельные годы, например, в начале нулевых и после 2010 года.

Выборг демонстрирует относительно стабильные показатели осадков с периодами резких увеличений, например, в 2005–2007 годах и после 2015 года. Максимальные значения достигают 900–1000 мм. Выборг расположен близко к Финскому заливу, что может объяснять повышенное количество осадков по сравнению с другими станциями в отдельные годы.

Кингисепп показывает менее выраженные пики, но также имеет годы с аномально высокими осадками (например, около 900 мм в 2024 и 2000 году). В остальные годы значения колеблются в пределах 500–800 мм. Расположение ближе к юго-западу Ленинградской области, возможно, делает его менее подверженным сильным осадкам по сравнению с прибрежными станциями.

Для Николаевского характерны резкие колебания. Например, в 1998 и 2008 годах осадки достигали 700–800 мм, а в 2002 и 2018 годах опускались ниже 600 мм.

Белогорка выделяется периодами экстремально высоких осадков (до 900 мм) и резкими падениями (до 600 мм в 2001 и 2014 годах).

Санкт-Петербург демонстрирует высокие показатели с пиками до 800–900 мм в 2005 и 2015 годах. Минимальные значения — около 500 мм.

Линии тренда в большинстве случаев демонстрируют рост. Они расположены в диапазоне примерно от 400 до 800 мм, что указывает на значительные различия в среднегодовом количестве осадков между станциями. Представлять интерес может линия тренда станции Белогорка — она единственная из всех идет на убыль, что свидетельствует о тенденции к сокращению количества осадков за 30 лет. Этот факт может представлять собой научный интерес, так как эта станция находится в относительной близости от Санкт-Петербурга (примерно в 70 километрах), а непосредственно на станции Санкт-Петербург картина отличается кардинально — тренд резко направлен вверх, что свидетельствует о том, что количество осадков будет лишь увеличиваться с ходом времени.

Как было сказано в начале главы, средний прирост количества осадков к 2040 году составит 0.1 мм/сутки относительно данных за 1994–2024 год. Проведя расчеты, получаем 0.1 мм/сутки — 3 мм/месяц — 9 мм/сезон. Рассчитаем примерные прогностические значения, основываясь на этих имеющихся данных с модели (Таблицы 12 - 19).

Таблица 12. Прогноз количества осадков на 2040 год — станция Выборг

Выборг прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	169	120	209	215
Прогноз	178	129	218	224

Таблица 13. Прогноз количества осадков на 2040 год — станция Кингисепп

Кингисепп прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	155	132	246	204
Прогноз	164	141	255	213

Таблица 14. Прогноз количества осадков на 2040 г. — станция Николаевское

Николаевское прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	143	138	230	186
Прогноз	152	147	239	195

Таблица 15. Прогноз количества осадков на 2040 год — станция Белогорка

Белогорка прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	134	123	232	180
Прогноз	143	132	241	189

Таблица 16. Прогноз количества осадков на 2040 г — станция Санкт-Петербург

СПб прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	137	121	240	184
Прогноз	146	130	249	193

Таблица 17. Прогноз количества осадков на 2040 год — станция Тихвин

Тихвин прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	170	140	247	212
Прогноз	179	149	256	221

Таблица 18. Прогноз количества осадков на 2040 г. — станция Лодейное Поле

Лодейное Поле прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	148	117	197	194
Прогноз	157	126	206	203

Таблица 19. Прогноз количества осадков на 2040 год — станция Ефимовская

Ефимовская прогноз				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
Среднесезон	125	107	186	163
Прогноз	134	116	195	172

Ниже представлены карты распределения осадков по территории Ленинградской области. Для исследования выбран теплый сезон, так как он представляет большой практический интерес в рамках климатологии и сельского хозяйства. На картах прослеживается ход средних и прогнозируемых величин в районах исследуемых станций. Карты выполнены в QGIS по координатам выбранных станций.

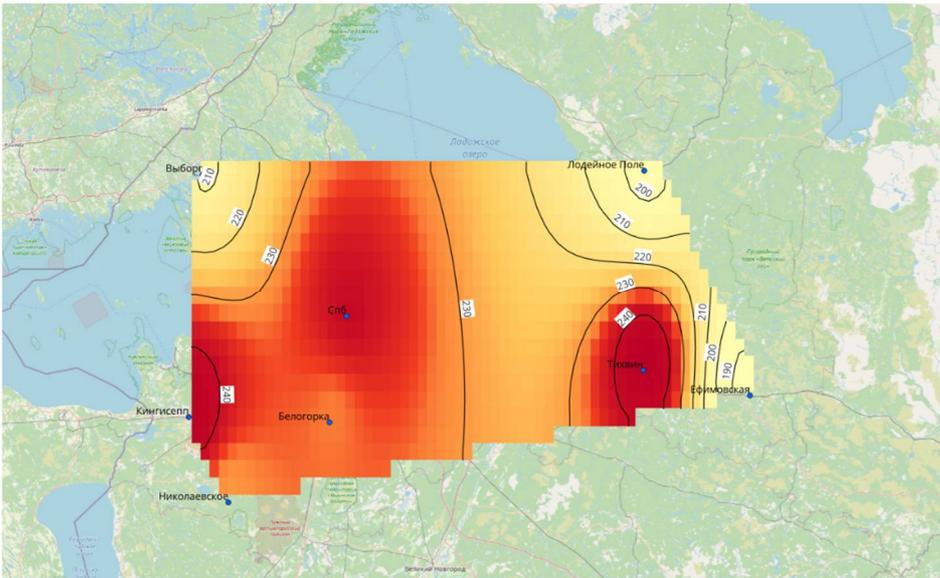


Рисунок 77. Карта распределения среднего количества осадков в Ленинградской области

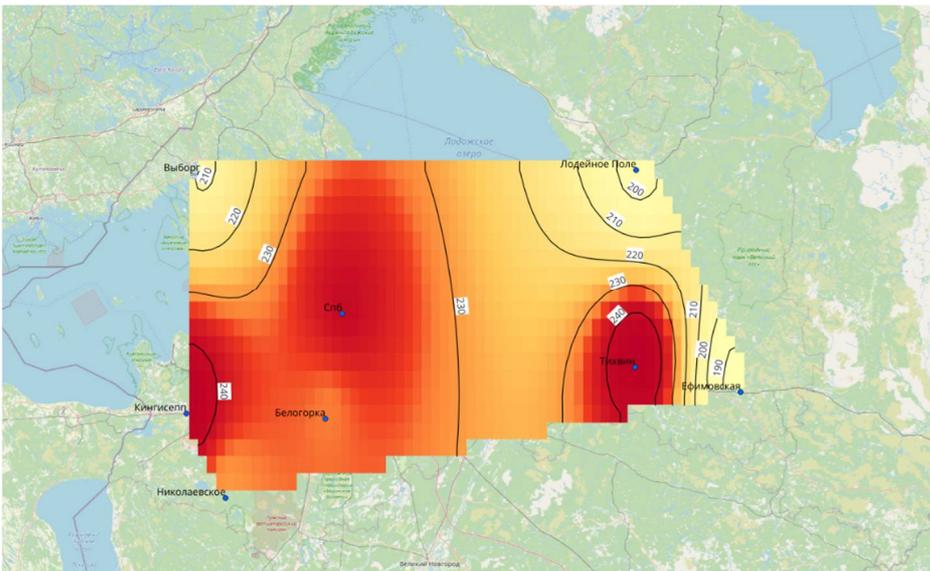


Рисунок 78. Прогнозируемое к 2040 году количество осадков в Ленинградской области

Общий фон осадков сохраняется, распределение остается стабильным без резких изменений в тенденции и показателях, как уже было рассчитано, меняются числовые значения в соответствии с табличными данными.

3.3. Микроклиматическая изменчивость температурных характеристик в мезоклиматических районах

Агроклиматические ресурсы представляют собой комплекс природных условий, которые в значительной степени определяют возможности сельского хозяйства в том или ином регионе. Речь идет о таких ключевых параметрах, как температурный режим, уровень влажности, интенсивность солнечной радиации и особенности ветров — все эти факторы напрямую влияют на рост и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Если говорить о температурном режиме, то он действительно имеет первостепенное значение, поскольку именно от него зависит продолжительность вегетационного периода. Здесь важно учитывать несколько показателей: во-первых, сумму активных температур (те периоды, когда столбик термометра поднимается выше $+10^{\circ}\text{C}$), во-вторых, продолжительность безморозного периода, и наконец, способность растений переносить зимние холода.

Не менее важным фактором является увлажнение. Дело в том, что количество и сезонное распределение осадков напрямую определяют как выбор возделываемых культур, так и необходимость применения искусственного орошения. В засушливых регионах, где испарение превышает количество выпадающих осадков, земледелие попросту невозможно без дополнительного полива. В то же время, в зонах с избыточным увлажнением - взять те же влажные тропики или заболоченные местности - на первый план выходит задача осушения почв.

Что касается солнечной радиации, то она играет ключевую роль в процессе фотосинтеза. Естественно, что чем больше солнечных дней и выше интенсивность освещения, тем лучше показатели урожайности. Особенно это актуально для умеренных широт с их выраженной сезонностью, где крайне важно точно рассчитывать сроки посева и уборки, чтобы культуры успели полностью созреть.

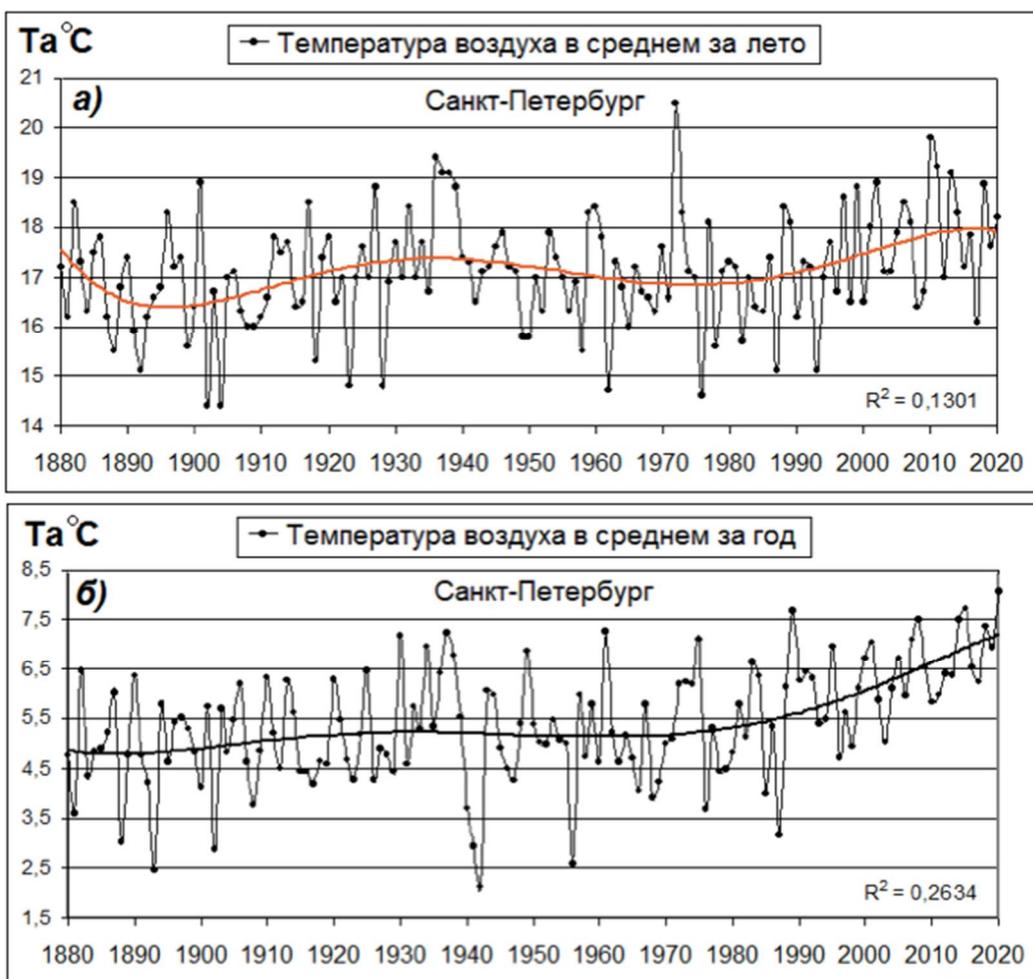


Рисунок 79. Многолетняя изменчивость температуры в Санкт-Петербурге

Климатическая динамика Санкт-Петербурга в XX веке прошла несколько этапов трансформации. Первые три десятилетия столетия характеризовались относительной температурной стабильностью с циклическими колебаниями. Однако после непродолжительного потепления в конце 1930-х последовал резкий температурный спад в начале следующего десятилетия, затронувший как среднегодовые, так и зимние показатели. Особенно холодным выдался 1956 год, когда температура опустилась на 2-3 градуса ниже климатической нормы.

С конца 1970-х годов наметилась устойчивая тенденция к росту температурных показателей, охватившая все сезоны года. Примечательно, что весеннее потепление начало проявляться раньше других сезонов - уже с конца 1960-х годов. [17]

Осадки в регионе демонстрируют выраженную изменчивость как в межгодовом, так и в многолетнем разрезе. В начале XX века и в период с 1938 по 1946 год годовые суммы осадков не превышали 550 мм. Напротив, 1930-е годы и особенно первое десятилетие XXI века отличались обильными осадками, достигавшими 750 мм в год. Абсолютный рекорд был зафиксирован в 2003 году - 912 мм осадков. Последующие годы также отмечались высокими показателями, особенно 2012 и 2016–2017 годы.

Эти климатические изменения происходят на фоне общего повышения температур, что может существенно влиять на экосистемы региона, включая биологическое разнообразие, продуктивность экологических систем и сельскохозяйственный потенциал.

Территориальные различия в потеплении за последние 70 лет особенно заметны при сравнении районов области. Наибольший температурный рост (1,8-1,9°C) зафиксирован в центральных и юго-западных районах, тогда как северо-западные и юго-восточные территории показали более умеренное повышение (до 1,2°C). При этом в большинстве районов области отмечается увеличение количества экстремальных осадков в августе. [17]

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы проведено комплексное исследование ряда климатических параметров на территории станций в Ленинградской области за последние 30 лет, а также выполнен прогноз их изменений до 2040 года на основе современного климатического сценария.

Результаты работы:

Исследован термический режим — собран архив данных, построены графики годового хода температуры для западных, центральных и восточных станций, выявлены различия в тепловом режиме.

Исследован режим осадков — собран архив данных, проанализированы годовые суммы осадков, их сезонное распределение, динамика и тренд

Динамика климатических изменений:

По данным за 30 лет выявлен положительный тренд среднегодовой температуры, что согласуется с глобальным потеплением.

Определено смещение сроков наступления сезонов: весна наступает раньше, осень — позже, что увеличивает продолжительность теплого периода.

Для осадков обнаружена неоднородная динамика: в некоторых районах отмечается рост годовых сумм, в других — слабая изменчивость.

Прогноз изменений до 2040 года:

На основе сценария RCP4.5 рассчитан ожидаемый прирост температуры для Ленинградской области.

Построены карты сезонного распределения температуры и осадков по выбранной территории, что позволило визуализировать пространственную неоднородность будущих изменений.

Список литературы

1. Климат Ленинграда. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 252 с.
2. Ландсберг Г.Е. Климат города / перевод с англ. А.Я. Фертмана. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
3. Микроклимат СССР / Под ред. И.А. Гольцберг. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 286 с.
4. Оук, Т.р. Климаты пограничного слоя (перевод с англ. А. С. Дубова). – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 359 с.
5. Пигольцина Г.Б. Радиационные факторы мезо- и микроклимата. – СПб., 2003. – 200 с.
6. Романова, Е.Н., Гобарова Е. О., Жильцова Е. Л. Методы использования систематизированной климатической и микроклиматической информации при развитии и совершенствовании градостроительных концепций. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 159 с.
7. Будыко М.И. Изменения климата. – Л.: Гидрометеорологическое Изд-во, 1969. – 320с.
8. Пигольцина Г.Б. Микроклиматические особенности различных районов Санкт-Петербурга – Общество. Среда. Развитие. 2009. №3, стр. 130-144
9. Пигольцина Г.Б. Ресурсы солнечной радиации Ленинградской области. Общество. Среда. Развитие. 2009. №2, стр. 181-191
10. Пигольцина Г. Б. Агроклиматические ресурсы, 2005
11. Пигольцина Г. Б. Мезо- и микроклиматическая изменчивость радиационного режима Ленинградской области – Труды главной геофизической лаборатории им. А. И. Воейкова, 1987, №515, 175 стр.
12. <https://47.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/harakteristika-subekta>
13. Чубуков Л. А. Комплексная климатология. // Изд. АН СССР, М.-Л., 1949.
14. <https://www.swargas.ru/news/spravochnye-materialy-po-leningradskoy-oblasti>
15. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Общая_циркуляция_атмосферы#:~:text=Общая%20циркуляция%20атмосферы%20\(атмосферная%20циркуляция,связанные%20с%20циклонами%20и%20антициклонами\).](https://ru.wikipedia.org/wiki/Общая_циркуляция_атмосферы#:~:text=Общая%20циркуляция%20атмосферы%20(атмосферная%20циркуляция,связанные%20с%20циклонами%20и%20антициклонами).)
16. <http://www.pogodaiklimat.ru>
17. https://elibrary.ru/download/elibrary_54705157_18401467.pdf

Приложение

Выборг													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-4,9	-14,9	-3,7	4,2	8,7	13,8	19,5	16,3	11,6	4,7	-1,2	-2,7	4,3
1995	-4,6	-1,7	-0,1	2,5	9,5	18,5	16	16,4	11,3	8	-2,8	-9,8	5,3
1996	-7,4	-12,2	-5,2	1,1	8,8	13,9	15,4	18,2	9,3	6,1	3,3	-6	3,8
1997	-6,9	-4,8	-2,1	1,1	7,8	16,6	19,4	18,1	10,4	2,9	-0,9	-5,4	4,7
1998	-2,8	-7,8	-6,8	1,2	9,4	15,2	17,4	14,1	11,3	5,8	-4,2	-4,1	4,1
1999	-8,3	-9,6	-2,8	5,1	7,6	19,4	19,9	15,6	12	6,8	0,1	-2,3	5,3
2000	-5	-3,8	-2,1	5,1	9,9	14,6	17,7	15,9	9,8	8	2,8	-1	6
2001	-3,1	-8,3	-5,9	5,1	9,1	14,9	21,1	16,5	12,2	7	-1,2	-9,8	4,8
2002	-5,5	-2	-1,1	3,7	11,4	16,7	19,9	18,8	10,8	0,5	-3,5	-10,4	4,9
2003	-11,9	-7	-3,6	1,1	10,1	12,7	21,1	16,2	11,7	4,1	1,8	-1,8	4,5
2004	-9,8	-6,6	-2	3,4	10,5	13,8	17,8	17,1	12,8	5,5	-0,9	-1,6	5
2005	-2,3	-6,8	-7,3	3	9,9	15,1	19,8	17,3	12,9	7,3	3,6	-3,9	5,7
2006	-6,2	-11,6	-7,7	3,4	11	16,2	18,6	18,8	13,1	7,4	0,3	2,2	5,5
2007	-3,8	-12,5	1,6	4,3	10,6	15,6	18	18,5	10,9	6,8	-0,7	0,5	5,8
2008	-2,2	-1	-1,6	5	10,4	14,4	17,2	15	9,9	8,1	2,5	-1	6,4
2009	-4,8	-5,9	-2,3	2,5	11,1	14,4	17,8	16,4	13,1	3,3	1,2	-6,8	5
2010	-14,9	-10,3	-3,7	4	12,1	14,8	23,3	18,5	11,7	4,9	-1,4	-10	4,1
2011	-6,8	-12,4	-2,9	3,6	10,4	17,2	21,4	16,7	12,6	7,3	3,1	1,7	6
2012	-6,1	-11,4	-1,5	2,2	11,2	14,3	18,2	15,3	12,1	5,7	2,4	-9	4,5
2013	-6,7	-3,5	-7,7	1,8	13,1	19,1	18,4	17,7	11,8	6,2	3,7	0,2	6,2
2014	-8,8	-1	0,8	4,9	10,8	13,8	20,4	18,3	12,7	4,5	1,1	-2	6,3
2015	-3,9	-1,6	0,8	4,3	10	14,2	16,1	17,3	13,2	4,8	3,4	1,5	6,7
2016	-14	-1,4	-0,9	4,6	13,8	15,5	18	16,5	12,2	4,4	-2	-2	5,4
2017	-4,2	-4,7	0	1,3	8,5	12,8	16,3	16,4	11,2	5,1	1,5	0	5,4
2018	-3,9	-9,4	-6	3,8	14,3	15,1	20,9	18,5	13,4	6,3	2,3	-3,8	6
2019	-8,4	-1,6	-1,2	5,1	10,4	17,5	16,4	16,3	11,2	4,6	0,8	0,6	6
2020	0,6	-0,6	0,9	3,4	9,1	16,6	17,2	16,6	13,1	7,9	3,2	-0,9	7,3
2021	-5,3	-10	-2,3	4,2	10,8	20,4	22	16,2	9,3	7,6	1,4	-9,2	5,4
2022	-5,1	-3	-2,4	2,3	9,1	16,5	19,1	19,8	9,5	7,2	0,9	-3,7	5,9
2023	-2,8	-3,9	-2,6	5	11	16,5	17,5	18,6	15,4	4	-1	-6,1	6
2024	-9,7	-5	0,4	3	12,8	18,2	19,9	18,2	16	7,9	2,1	-1,9	6,8
Среднемес	-6,1	-6,3	-2,6	3,4	10,4	15,8	18,8	17,1	11,9	5,8	0,7	-3,5	5,5

Таблица 20. Средние температуры на станции Выборг с 1994 по 2024 год

Кингисепп													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-3,7	-12,7	-2	7,1	9	13,5	19,1	15,6	11,7	4,4	-0,9	-3,2	4,8
1995	-4,8	-0,6	0,6	4,7	10,9	18,9	15,8	15,9	11,1	8	-2	-8,6	5,8
1996	-8,1	-11,5	-3,4	4,2	10,5	14,2	15,2	17,2	8,6	6,3	3,4	-5,7	4,2
1997	-5,3	-3,9	-1,4	2,4	8,5	16,3	18,6	18,1	10	3,6	-0,2	-5,7	5,1
1998	-1,5	-5,9	-4,1	4,4	11,4	16	16,9	13,8	11,1	5,6	-6,3	-4,4	4,8
1999	-6,6	-7,9	-0,4	7,9	7,7	19,6	19,2	15	12,3	6,7	0,1	-1,1	6
2000	-4,3	-2,4	-0,5	8,2	10,5	14,6	17,1	15,3	9,4	8	2,7	-0,3	6,5
2001	-2,3	-6,5	-3,6	7,9	10,1	14,9	21	15,9	11,8	7,2	-1,1	-9,2	5,5
2002	-4	-0,6	0,8	5,9	12,3	16,2	19,6	18,1	10,7	0,9	-2,1	-10,3	5,6
2003	-9,8	-6,4	-1,8	3	11,8	13	20,4	15,6	11,5	4,1	2,1	-0,7	5,2
2004	-8,5	-5,4	-0,5	5,5	10,6	13,8	17,5	17,1	12,4	6,3	-0,4	-1	5,6
2005	-1,8	-7,6	-6,7	4,7	10,9	14,8	19	16,9	12,5	6,5	2,6	-3,4	5,7
2006	-6,2	-10,5	-5,2	5,4	11,1	16,4	18,3	17,8	13,6	7,8	1,6	2,9	6,1
2007	-2,6	-11,5	3,5	5	12,1	15,9	17,5	18,2	10,9	6,7	-0,9	0,7	6,3

2008	-1,7	0,2	0,3	6,9	10,5	14,4	16,9	15,7	10,3	8,1	2,4	-1	6,9
2009	-3,6	-4,9	-1,1	5	11,7	14,7	17,5	15,9	12,9	4,4	2,1	-5,6	5,8
2010	-13,4	-8,3	-2,2	6,2	13,4	15	23,3	18,6	11,6	4,2	0,1	-8,3	5
2011	-5,6	-11,8	-1,9	5,9	11,3	17,5	21,4	16,8	12,5	7,3	3,6	1,7	6,6
2012	-5,4	-11,5	-1	4,9	12,2	14,2	18,8	15,3	12,2	6	2,7	-7,7	5,1
2013	-6,7	-3,2	-7	3,8	14,6	18,9	18	17	11,4	6,6	4,1	0,9	6,5
2014	-7,4	-0,4	2	6	12,6	14,2	20,4	17,4	12,1	4,6	0,5	-1,4	6,7
2015	-2,4	-1	2,5	5,4	11	15	16,2	16,6	12,5	4,3	3,3	2	7,1
2016	-11,1	0	-0,1	5,8	13,8	16,1	18,2	16,1	12,2	4,2	-1,6	-0,9	6,1
2017	-4	-3,6	0,9	2,4	9,3	13,3	15,9	16,3	11,8	4,9	1,7	-0,1	5,7
2018	-2,9	-8	-4,1	6	15	15,6	20,6	18	13,7	6,7	2,3	-3,2	6,6
2019	-6,7	-0,5	0,3	7	11,3	18,1	16,1	16	11,6	6,2	1,7	1,6	6,9
2020	1,9	0,8	2	4,1	9,4	18,7	16,6	16,3	13,4	8,4	3,2	-1,1	7,8
2021	-5	-8,8	-0,9	5,1	11,2	20,2	21,5	15,8	9,8	7,1	1,8	-6,7	5,9
2022	-3,8	-1,3	-1,2	3,7	9,9	17,2	18,1	19,4	9,1	7,1	0,9	-4,2	6,2
2023	-3,1	-3,1	-0,4	6,9	11,1	16,5	16,8	18,6	14,7	4,7	-0,3	-4,5	6,5
2024	-9,2	-3,4	2,2	5,9	13,5	17,3	19,5	17,5	15,6	7,3	3	-0,1	7,4
Среднемес	-5,1	-5,2	-1,1	5,4	11,3	16,0	18,4	16,7	11,8	5,9	1,0	-2,9	6,0

Таблица 21. Средние температуры на станции Кингисепп с 1994 по 2024 год

Спб													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-3,3	-12	-1,9	7,1	9,4	14,2	19,7	16,4	12,6	5,3	-0,9	-3	5,3
1995	-4,1	-0,3	1,1	4,8	11,1	19,2	16,5	16,9	12,3	8,3	-1,8	-8,6	6,3
1996	-7	-10,7	-2,9	3,3	10,2	14,7	16,2	18,4	9,7	6,6	4,1	-5,2	4,8
1997	-5,6	-3,8	-1,2	2,5	9,1	16,7	19,6	18,8	10,6	3,7	-0,5	-5,4	5,4
1998	-1,7	-7,3	-4,2	3,6	10,8	16,4	18	14,7	11,8	6,5	-5,1	-4,1	5
1999	-7,2	-8	-0,2	7,6	7,7	20,5	20,6	16,2	13	7,2	-0,2	-1,2	6,3
2000	-4,4	-2,4	-0,4	8,1	10,5	15,4	18,2	16,6	10,6	8,4	2,6	-0,5	6,9
2001	-2,5	-6,9	-3,8	8	10,2	15,2	21,8	16,8	12,7	7,1	-1	-8,8	5,7
2002	-4,4	-0,6	0,5	6	12,4	16,8	20,8	18,8	11,7	1,4	-2,3	-9,6	6
2003	-9,5	-5,8	-1,6	2,3	12,1	13	21,4	16,6	12,4	5,1	2,4	-0,8	5,6
2004	-8,1	-5,4	-0,5	5	11,1	14,7	18,5	17,8	13,2	6,5	-0,1	-0,7	6
2005	-1,6	-6,4	-6	4,7	11,1	15,4	20,1	17,9	13,6	7,7	3,5	-3,6	6,4
2006	-5,8	-10,7	-5,9	5,4	11,8	17	19,2	18,9	14,2	8,1	1,7	3	6,4
2007	-2,4	-10,6	3,6	5,2	12,3	16	18,5	19,6	12,1	7,5	-0,7	0,8	6,8
2008	-1,7	-0,2	0,4	7	11	15,1	17,8	16,1	10,7	8,7	3,1	-0,8	7,3
2009	-3,5	-3,9	-0,8	4,3	12,1	15	18,2	16,8	13,9	4,6	2,4	-5,1	6,2
2010	-12,1	-8,4	-2,4	6,7	13,4	15,5	24,4	19,6	12,3	5,5	0,4	-8,3	5,6
2011	-5,8	-11	-1,9	5,7	11	17,7	22,5	17,5	13,1	7,6	3,6	1,9	6,8
2012	-4,8	-10,4	-1	4,9	12,7	15,2	19,5	16,3	12,9	6,6	2,9	-7,9	5,6
2013	-6,1	-2,6	-6,6	4,2	14,4	19,8	19	18,6	12,1	7,3	4,4	0,9	7,1
2014	-7	0	2,2	6,5	13	15	21,2	18,8	13,5	5,2	0,8	-1	7,4
2015	-2,7	-0,6	2,6	5,1	11,8	15,9	16,9	18,3	14	5,6	3,1	2,1	7,7
2016	-11,2	0	1	6,3	14,7	16,5	19	17,2	12,9	5	-1,8	-1,2	6,5
2017	-3,9	-3,5	1,3	2,8	9,4	13,6	16,5	17,4	12,5	5,6	2,3	0,4	6,2
2018	-2,9	-7,7	-4,4	6	15,1	16,2	20,9	19,2	14,5	7,3	2,8	-3,2	7
2019	-6,5	-0,5	0,1	7,3	12,1	18,7	16,6	17	12,2	6,1	1,9	1,8	7,2
2020	1,5	0,6	2,2	4,2	10	19,1	17,6	17,2	14,3	9,1	3,9	-0,8	8,2
2021	-4,6	-9,2	-0,8	5,6	12,1	21,4	23,1	16,9	10,2	8	2,2	-7,5	6,5
2022	-4,1	-1,2	-0,3	4,3	10	17,6	19,9	20,6	10,3	8,1	0,5	-3,2	6,9
2023	-2,3	-3	-0,4	6,8	12	17,3	18,2	19,9	16,4	5	0,1	-4,4	7,1
2024	-8,9	-3,7	2,6	5,7	13,3	18,8	20,8	18,7	17	8,4	3	-0,7	7,9
Среднемес	-5,0	-5,0	-1,0	5,4	11,5	16,6	19,4	17,8	12,7	6,6	1,2	-2,7	6,5

Таблица 22. Средние температуры на станции Санкт-Петербург с 1994 по 2024 год

Николаевское													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-3,9	-13	-2,4	7,1	9,1	13,6	19,2	15,1	11,8	4,3	-1,5	-4,7	4,6
1995	-5,5	-0,9	0,9	4,8	11,4	18,7	16	16,3	10,8	7,3	-2,5	-9,3	5,7
1996	-9	-12	-3,8	4,4	11,2	14,4	15,3	16,7	8,2	5,8	3,1	-6,6	4
1997	-5,9	-3,7	-1,4	3	8,6	15,8	18	17,8	9	3,2	-0,2	-6,7	4,8
1998	-2,2	-6,6	-3,4	4,3	11,7	16,5	16,8	13,7	10,7	5,5	-8,1	-5,6	4,4
1999	-6,4	-8,6	-1,2	8,5	7,5	19,8	19,1	14,7	12,1	6,5	-0,8	-1,5	5,8
2000	-4,6	-2,8	-0,8	8,5	10,7	15,2	16,6	15,6	9,5	7,8	1,9	-1,6	6,3
2001	-3,2	-7,7	-3	8,4	10,3	14,6	20,8	15,9	11,1	6,4	-1,4	-10,6	5,1
2002	-4,3	-0,7	1,3	6,3	12,4	15,8	19,3	17,8	10,7	0,8	-2,7	-11,6	5,4
2003	-8,8	-6,7	-1,3	3,3	12,8	12,7	19,8	15,1	11,2	4,2	1,4	-1,6	5,2
2004	-8,5	-6,5	-0,5	5	9,8	13,7	16,8	16,5	12	5,4	-1,1	-1,1	5,1
2005	-2,6	-8,6	-6,4	5,7	11	14,1	18,3	16,6	12,3	5,9	1,8	-4,2	5,3
2006	-7,7	-11	-4,9	5	10,5	16,1	17,8	16,8	13,4	7,5	1,3	2,7	5,6
2007	-2,9	-11,7	4,3	5,3	12,4	15,9	17	17,7	10,7	6,2	-1,7	-0,6	6,1
2008	-2,9	-0,4	0,1	6,8	10,2	14,3	16,6	15,6	9,6	7,9	1,8	-2	6,5
2009	-4,2	-4,7	-1,2	5	11,3	14,2	17,1	15,3	12,5	3,8	1,7	-6	5,4
2010	-14,4	-8,8	-1,9	6,4	13,4	15,2	22,5	18,2	10,9	3,9	-0,3	-9,8	4,6
2011	-6,2	-11,4	-2	6,1	11,1	17	20,9	16,5	11,8	6,5	2,7	1	6,2
2012	-6,7	-12	-0,9	5,2	11,9	14,2	18,2	15	11,8	5,8	2	-8,4	4,7
2013	-8,1	-3,7	-7,2	4,2	15	18,3	17,5	16,4	10,4	6,3	3,3	-0,3	6
2014	-8,3	-1,2	1,8	6,4	12,8	14,1	19,3	16,4	11,6	3,9	-0,5	-2,5	6,2
2015	-2,8	-1,9	2,1	5,3	11,1	15,2	16,2	16,4	12,2	4	2,3	1,4	6,8
2016	-11,7	-0,2	-0,3	5,8	13,8	15,8	18,3	15,9	12,1	3,7	-2,4	-1,8	5,8
2017	-5,1	-4,1	0,9	3,1	9,6	13,1	15,5	15,8	11,3	4,7	1,3	-0,8	5,4
2018	-3,6	-8,9	-5,2	6,1	14,9	15,1	19,1	17,3	13,3	6,2	1,4	-4,2	6
2019	-6,8	-0,6	0,4	6,9	11,6	18,1	15,3	15,7	10,7	6,3	1,4	1,2	6,7
2020	1,4	0,3	2	3,8	9,5	18,2	16,5	16	12,9	8,4	3,1	-1,5	7,6
2021	-5,4	-8,7	-0,6	5,2	11,2	20,1	21,5	15,6	9,3	6,1	2,3	-7,1	5,8
2022	-3,7	-1,1	-0,3	4,2	10,1	17,3	18	18,9	8,9	7,1	1,3	-3,4	6,4
2023	-3,1	-3,2	-0,2	7,2	11,2	16,2	16,6	18,6	14,3	4,6	-0,1	-4,2	6,5
2024	-9,1	-3,4	2,3	6,6	13	17,7	19	17,1	14,9	7	2,3	-0,7	7,2
Среднемес	-5,7	-5,6	-1,1	5,6	11,3	15,8	18,0	16,4	11,4	5,6	0,4	-3,6	5,7

Таблица 23. Средние температуры на станции Николаевское с 1994 по 2024 год

Белогорка													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-4,5	-13,7	-3,2	6,5	8,3	13,2	18,4	14,5	11,3	3,8	-2	-4,6	4
1995	-5,9	-1,4	0	3,4	10,7	18,1	15,2	15,5	10,7	7,3	-3,4	-10,2	5
1996	-9,1	-12,4	-5,2	2,8	10,1	14,2	15	15,9	7,9	5,3	2,5	-6,7	3,4
1997	-6,7	-4,8	-2,7	1,5	7,8	15,4	17,4	17,2	8,8	2,7	-1,6	-7,2	4
1998	-2,6	-8,4	-5,9	2,8	10,9	15,9	16,6	13,2	10,1	4,9	-7,9	-6	3,6
1999	-7,9	-9,9	-1,9	7,2	6,7	19,4	18,7	14,2	11,3	5,9	-1,5	-2	5
2000	-5,4	-4,1	-2	7,4	9,8	14,2	16,8	14,5	8,6	7	1,6	-1,7	5,6
2001	-3,6	-8,4	-4,9	7,6	9,2	14,2	20,6	15,2	10,6	6	-2,5	-11,3	4,4
2002	-5,2	-1,9	0	4,9	11,2	15,5	19,3	17	10,2	0	-3,3	-12	4,6
2003	-11	-6,9	-2,6	2,2	11,8	11,8	19,6	15,1	10,6	3,6	1,2	-2	4,5
2004	-9,9	-6,9	-1,5	3,7	9,4	13,5	16,6	16	11,8	5	-1,8	-1,9	4,5

2005	-2,7	-9,3	-8,1	4,2	10,2	13,8	18,2	16,2	11,8	5,5	1,6	-5,1	4,7
2006	-7,6	-12	-6,8	4,3	10	15,6	17,2	16,6	12,8	6,7	0,8	1,8	5
2007	-3,9	-13,1	3,1	4,5	11,6	14,8	16,9	17,6	10,1	5,8	-2,1	-0,6	5,4
2008	-3,3	-1,1	-0,7	5,9	9,8	13,6	16,1	14,8	9,1	7,2	1,6	-2,2	5,9
2009	-5	-5,4	-2,6	4	10,8	13,6	16,5	14,7	12,3	3,3	1,1	-6,8	4,7
2010	-15,4	-9,7	-3,6	5,2	12,6	14,4	22,2	17,6	10,6	3,3	-1	-9,7	3,9
2011	-6,9	-13	-3	5,1	10,5	16,4	20,5	15,9	11,5	6,1	2,4	0,7	5,5
2012	-7,1	-13	-2,1	4,1	11,5	13,7	18	14,4	11,4	5,1	1,8	-9,3	4
2013	-8	-4,3	-8,3	3,2	14	17,7	17	16,2	10,1	5,7	3,2	-0,5	5,5
2014	-8,6	-1,3	1	5,3	12	13,5	19,2	16,3	11,1	3,2	-1,1	-2,4	5,7
2015	-3,8	-2,1	1,3	4,6	10,6	14,8	15,4	15,5	11,7	3,4	2	1,1	6,2
2016	-12,5	-0,7	-0,7	5,2	13,1	15,2	17,6	15,7	11,4	3,4	-3	-2	5,2
2017	-5,2	-4,6	0,4	1,7	8,3	12,4	15,1	15,6	10,9	4,3	0,9	-0,9	4,9
2018	-4,1	-9,6	-5,7	5,2	13,5	14,6	18,7	16,8	12,7	5,8	1,2	-4,5	5,4
2019	-7,7	-1,3	-0,7	5,6	10,8	17,3	14,7	14,7	10,2	5,2	0,5	0,7	5,8
2020	0,8	-0,3	1,1	3	8,5	17,4	16	15,5	12,4	7,5	2,6	-2,1	6,9
2021	-6,5	-10,8	-1,8	4,5	10,6	19,2	20,5	15,2	8,8	6,3	1	-8,5	4,9
2022	-5,3	-1,9	-2,4	3,1	9	16,4	17,7	18,5	8,6	6,6	-0,5	-5	5,4
2023	-4,1	-4,2	-1,7	5,9	10,6	15,3	16,3	17,8	14,1	3,7	-1,2	-5,9	5,6
2024	-11,1	-5,1	1,6	5,3	11,8	17,1	18,9	16,5	14,5	6,4	1,9	-1,5	6,4
Среднемес	-6,4	-6,5	-2,2	4,5	10,5	15,2	17,6	15,8	10,9	5,0	-0,2	-4,1	5,0

Таблица 24. Средние температуры на станции Белогорка с 1994 по 2024 год

Тихвин													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-5,4	-13,6	-3,8	6	7,9	13,6	17,6	14,1	11,8	4,1	-4,3	-6,7	3,4
1995	-6,7	-1,5	0,1	4,1	11,3	18,4	15,2	15	11,1	6,3	-5,1	-12	4,7
1996	-9,7	-12	-4,6	3,1	10,8	14,6	16,1	15,9	7,4	4,4	2,8	-7,6	3,4
1997	-8,6	-5,4	-2,6	2,1	8,2	16,1	18	17,1	8	2	-2,5	-8,3	3,7
1998	-4,2	-11,2	-4,7	2	11,4	17,5	17,1	13,3	9,8	4,6	-9,2	-7	3,3
1999	-9,3	-9,8	-1,6	7,4	6,3	21,1	19,4	14,1	10,9	6,1	-4,3	-2,5	4,8
2000	-6,6	-4,4	-1,6	7,3	9,6	15,2	18,1	14,6	8,1	6,4	0,1	-4	5,2
2001	-4,8	-10,1	-5,8	8,8	9,3	15,1	21,2	14,4	11,1	4,2	-2,5	-12,1	4,1
2002	-6,8	-2	-0,1	4,7	10,7	15,4	20,2	16	9,6	-0,1	-4,7	-14,4	4
2003	-11,9	-7	-3	2,3	12,4	11,8	20,4	15,4	10,5	3,8	0,7	-2,5	4,4
2004	-11,1	-7,8	-1,5	2,5	9,7	14,2	17,8	15,9	11,9	4,5	-2	-3	4,3
2005	-3,3	-9,3	-7,6	4,5	11,2	14,8	18,5	16,4	11,8	5,2	1,6	-5,7	4,8
2006	-9,6	-14,9	-6,5	4,1	10,7	16,4	16,9	16,8	12,1	6,1	0	1,2	4,4
2007	-4,5	-15	3,1	4,1	12,3	14,5	17,1	17,9	10,6	6,1	-3	-1,3	5,2
2008	-4,4	-2,3	-0,5	5,6	9,6	13,7	16,7	15,1	9,1	7,2	1,5	-2,2	5,8
2009	-6	-4,8	-2,3	2,6	11,4	15,1	17,1	14,8	12,4	3,1	1,2	-7,8	4,7
2010	-15,8	-10,1	-3,9	5,1	14	15,4	23,8	18	10,6	3,1	-1,5	-11,3	4
2011	-8,2	-13,3	-2,9	4,8	10,6	16,4	21,4	16,2	11	5,9	1	0,3	5,3
2012	-7,5	-12,8	-3,3	4,6	11,9	14,9	18,8	14,8	11,3	4,9	1,2	-10	4,1
2013	-9,2	-5,1	-9	4	14,6	18,8	17,5	16,5	10,1	5,4	2,7	-1,6	5,4
2014	-9,5	-1,7	0,9	4,7	12,6	14,2	19,2	16,8	11	2,3	-1,6	-3,5	5,5
2015	-5,3	-2,6	0,7	4,2	11,7	15,5	15,6	15,8	12,3	3,4	0,8	-0,1	6
2016	-13,3	-1	-0,9	6	13,8	16	18,8	16,7	10,7	3,5	-4,2	-3,3	5,2
2017	-7,2	-5,9	0,4	2,2	7,5	12,6	15,4	16,6	11,2	4,1	0,8	-0,8	4,7
2018	-4,6	-10	-6,5	5,4	13,6	14,7	19,4	17,3	12,8	5,4	0,3	-6,4	5,1
2019	-7,1	-1,8	-0,8	4,9	12,1	17,3	14,9	14,4	10,1	4,7	0,2	0,5	5,8
2020	-0,4	-0,9	1	2,7	8,6	18,2	16,2	15,1	12,2	7,4	2,3	-3,2	6,6
2021	-8	-12,2	-2,7	4,4	11,7	19,7	20,4	15,9	8,3	5,7	0,4	-10,1	4,5
2022	-6,7	-2,2	-2,9	3	8,6	16,6	18,6	19,5	8,2	6,2	-2,2	-5,5	5,1

2023	-5	-5,6	-1,1	5,9	10,7	14,9	16,5	18,2	14,1	3,1	-2	-6,9	5,2
2024	-12,4	-6,6	1,4	6,2	11	18	19,6	16,6	14,9	5,7	1	-3	6
Среднемес	-7,5	-7,2	-2,3	4,5	10,8	15,8	18,2	16,0	10,8	4,7	-1,0	-5,2	4,8

Таблица 25. Средние температуры на станции Тихвин с 1994 по 2024 год

Лодейное поле													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-5,9	-14,9	-4,2	5,1	7,5	14,2	18,1	14,1	11,7	3,6	-4	-6,6	3,2
1995	-6,9	-2	-0,3	3,7	10,3	18,5	15,7	15,4	11,1	6,8	-4,2	-12,3	4,7
1996	-8,8	-12,9	-5,4	1,8	9,2	14,5	15,8	16	8,1	5,2	3	-7,1	3,3
1997	-9,1	-5,7	-2,6	1,2	7,9	16,2	18,4	16,7	9	2,2	-2,2	-8,8	3,6
1998	-5,3	-10,8	-6,7	0,4	9,9	16,7	17,8	13,5	10,5	5,3	-6,6	-6	3,2
1999	-10,7	-10	-2,9	6,2	6,2	20,5	19,6	14,7	11,5	6,3	-2,9	-3,2	4,6
2000	-6,6	-4,5	-2,6	7	9,4	15,7	18,7	14,9	8,6	6,8	-0,3	-4,1	5,3
2001	-5	-11	-6,8	7,9	9,3	15,3	21,5	14,8	10,4	4	-3	-12,3	3,8
2002	-7,6	-2,6	-1	4,6	10,4	16,1	20,3	16,1	9,2	0,1	-5,4	-12,8	4
2003	-13,6	-7,2	-3,1	2,1	11,7	11,7	21	15,6	10,5	3,9	0,2	-3,2	4,1
2004	-11,8	-8,3	-2,5	2,5	9,9	14,2	18,4	17,1	11,5	4,2	-2,5	-2,5	4,2
2005	-3,3	-9,4	-8,4	3,3	10,5	15,2	18,9	16,6	11,9	5,4	1,9	-6,6	4,7
2006	-9,3	-14,6	-9,3	3,9	10,5	16,6	17,1	17,4	12,1	5,8	-0,8	0,9	4,2
2007	-5,6	-16,9	2,1	3,6	11	14,1	17,5	18	10,5	5,9	-3,6	-1,2	4,6
2008	-4,9	-2,9	-1,3	4,9	9,1	13,4	16,9	14,6	9	7	1,2	-2,2	5,4
2009	-7,5	-5,6	-2,9	1,6	10,7	14,5	16,9	15,2	12,1	2,8	0,9	-8,8	4,2
2010	-16,3	-10,9	-5,6	4,9	13,5	14,8	23,7	18	10,5	3	-2,6	-13	3,3
2011	-9,4	-14,5	-3,9	4,1	10	16,4	21,6	15,8	10,7	5,8	0,9	0,1	4,8
2012	-8	-13,9	-4,1	3,1	10,8	14,4	18,4	14,7	11,2	4,4	1	-11,2	3,4
2013	-9,2	-4,8	-10,5	3,3	13,5	18,7	17,8	16,5	10	5,2	2,4	-1,8	5,1
2014	-9,7	-1,5	0	4,1	11,5	13,7	19,1	16,9	10,8	2,2	-1,7	-4	5,1
2015	-6,6	-3	-0,3	3,5	11,2	15	15,5	15,5	11,8	3,5	0,5	-0,8	5,5
2016	-14,8	-1,4	-1,1	5,4	13,4	15,7	18,9	16,3	10,7	3,2	-4,4	-4,6	4,8
2017	-7	-7,1	-0,3	1,2	6,6	12,6	15,8	16,3	10,7	3,6	0,7	-1,2	4,3
2018	-5,1	-11,1	-7,7	4,1	13,3	14,5	19,8	17,4	12,7	4,9	0,2	-6,4	4,7
2019	-7,6	-2,1	-1,3	3,7	11,2	17,2	15	14,2	10	3,8	-0,2	0,1	5,3
2020	-0,8	-1,6	0,5	2,3	8,2	17,8	16,4	15	12,1	6,7	2	-3,4	6,3
2021	-8,2	-12,6	-3,5	4	11,3	20	20,6	15,9	8,2	6,1	-0,1	-10,5	4,3
2022	-8	-3,5	-3,3	2,3	8,3	16,2	19,1	19,3	8,7	5,6	-2,1	-5,1	4,8
2023	-5	-6	-2,3	4,6	10,7	14,8	16,5	18	14,4	2,5	-3	-7,7	4,8
2024	-12,4	-7,6	0,3	4,3	10,6	18	19,3	16,5	14,9	5,4	0,4	-3,8	5,5
Среднемес	-8,1	-7,8	-3,3	3,7	10,2	15,7	18,4	16,0	10,8	4,6	-1,1	-5,5	4,5

Таблица 26. Средние температуры на станции Лодейное Поле с 1994 по 2024 год

Ефимовская													
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1994	-6,1	-14,6	-4,4	5	7,7	13,5	17,2	13,7	11,2	3,5	-4,9	-7,4	2,9
1995	-7,5	-2,2	-0,2	3,9	10,7	18	14,9	15	10,5	6,4	-4,8	-12,6	4,3
1996	-9,5	-12,6	-5,4	2	9,9	14	15,4	15,5	7,3	4,6	2,3	-7,4	3
1997	-8,8	-5,9	-2,6	1,3	8	16	17,5	16,4	8,2	1,8	-2,6	-9,3	3,3
1998	-5,6	-10,4	-6	1	10,5	16,4	16,8	12,9	9,7	4,7	-8	-6,4	3
1999	-10,6	-10,1	-2,8	6,5	6,6	20,3	19,2	14,3	10,7	5,8	-3,9	-3,4	4,4
2000	-6,9	-4,8	-3,6	6,6	9,3	14,6	17,8	14,3	7,6	5,9	-1,4	-5,3	4,5
2001	-5,9	-11,2	-6,2	7,9	9,7	14,8	20,9	14,1	9,7	3,5	-3	-13,7	3,4

2002	-7,6	-3,1	-1	4	10,3	15	19,7	15,5	9,1	-0,7	-5,7	-14	3,5
2003	-12,6	-8,4	-3,6	2,4	11,7	11,4	20	14,8	10,1	3,4	-0,4	-3,3	3,8
2004	-12,3	-8,7	-1,8	2	9,3	13,5	17,4	16,3	11	3,8	-2,9	-3,3	3,7
2005	-3,7	-10,6	-8,3	4,1	11,1	14,5	17,7	15,5	11	4,4	0,8	-6,4	4,2
2006	-10,8	-16,2	-7,5	3,3	10	16	16	15,9	11,4	4,9	-0,9	0,5	3,6
2007	-5,8	-16,4	2,3	3,5	11,9	13,8	16,5	17,3	9,9	5,3	-3,9	-2,5	4,3
2008	-6,3	-3,4	-1,6	4,8	9,6	13	16,2	14,4	8,5	6,4	0,7	-3,4	4,9
2009	-7,1	-5,7	-3,7	1,5	11,2	14,6	16,3	14,3	11,5	2,5	0,5	-8,9	3,9
2010	-16,5	-11,3	-4,8	4,4	13,6	14,8	23,2	17,7	9,7	2	-2,1	-12,7	3,2
2011	-9,6	-13,8	-3,8	4	10,2	15,6	20,6	15,2	10	5,1	-0,3	-0,8	4,4
2012	-9	-13,9	-4,9	3,7	11,2	14,4	18	14,1	10,3	4,1	0,2	-12,1	3
2013	-10,1	-6	-10,3	2,7	13,7	18	17	15,6	9	4,7	2	-2,6	4,5
2014	-10,4	-2,9	-0,1	3,8	11,9	13,6	18,3	15,9	9,8	1,3	-2,7	-4,7	4,5
2015	-6,9	-3,5	-0,2	3,1	11,2	14,6	14,9	14,8	11,4	2,6	-0,2	-1,1	5,1
2016	-13,7	-2,2	-1,9	5,4	13,3	15	18,4	16,2	10	2,5	-5,3	-4,3	4,5
2017	-8,6	-6,9	-0,6	1,4	6,8	11,8	15,1	15,7	10,5	3,3	-0,3	-1,8	3,9
2018	-5,6	-11,5	-7,7	4,4	13	14,1	18,4	16,6	11,6	4,5	-0,9	-8	4,1
2019	-8	-2,8	-1,8	4,2	11,5	16,3	14,3	13,5	9	4	-1	-0,5	4,9
2020	-1,5	-1,9	0	2	8,2	17,2	15,7	14,4	11,6	6,6	1,3	-4,8	5,7
2021	-8,8	-13,2	-3,4	3,7	11,2	19,3	19,7	15,5	7,6	4,9	-0,2	-11,1	3,8
2022	-7,6	-3,2	-3,8	2,4	8	15,9	18	18,7	7,9	5,5	-3,2	-6,7	4,3
2023	-6,1	-6,6	-1,9	5,4	10	13,9	15,7	17,4	13,2	2,4	-2,7	-7,4	4,4
2024	-12,9	-7,6	0,5	5,6	10,2	17,7	19,2	15,8	14,2	5,3	0,2	-4	5,4
Среднемес	-8,5	-8,1	-3,3	3,7	10,4	15,2	17,6	15,4	10,1	4,0	-1,7	-6,1	4,1

Таблица 27. Средние температуры на станции Ефимовская с 1994 по 2024 год

Выборг	ян-варь	фев-раль	март	апр-ель	май	июнь	июль	ав-густ	сен-тябрь	ок-тябрь	но-ябрь	де-кабрь	год	теп-лый	холод-ный
1994	49	36	18	26	20	40	52	104	25	76	6	83	533	343	192
1995	63	1	63	42	37	58	29	54	156	89	43	68	701	465	238
1996	40	61	76	29	64	44	36	39	64	50	83	28	615	326	288
1997	8	38	17	27	89	37	96	5	18	70	171	76	651	342	310
1998	40	41	39	53	24	25	70	43	81	76	74	36	599	372	230
1999	52	26	60	16	47	87	95	187	31	122	21	54	797	585	213
2000	48	64	23	28	12	33	15	54	28	74	37	94	512	244	266
2001	37	36	60	24	45	94	136	130	41	96	79	62	840	566	274
2002	31	46	39	83	36	55	56	29	72	50	61	31	590	381	208
2003	67	70	47	17	37	103	48	2	52	19	64	23	550	278	271
2004	43	20	14	32	64	43	54	189	39	91	45	109	740	512	231
2005	33	59	37	12	47	129	98	76	117	46	50	101	804	525	280
2006	90	18	7	27	85	86	133	97	34	29	80	52	737	491	247
2007	29	14	28	25	19	21	24	14	19	143	89	70	494	265	230
2008	89	25	45	33	74	40	76	84	133	37	45	54	736	477	258
2009	87	57	86	31	13	56	56	107	22	185	94	58	850	470	382
2010	40	31	18	20	19	52	77	101	43	114	78	68	659	426	235
2011	40	59	51	30	68	66	36	37	88	59	83	46	662	384	279
2012	69	38	26	7	38	40	83	151	169	69	43	203	936	557	379
2013	77	32	43	53	43	79	164	58	121	123	75	61	928	641	288
2014	47	24	5	53	24	99	66	102	37	92	118	67	734	473	261
2015	34	36	29	10	154	83	48	87	55	17	51	65	666	454	215
2016	68	55	39	52	37	40	145	26	56	23	61	55	655	379	278
2017	53	99	31	47	7	66	77	120	51	51	101	30	731	419	314
2018	21	37	36	56	16	102	40	91	94	87	81	111	771	486	286
2019	58	22	38	59	4	40	57	107	158	60	20	39	660	485	177
2020	88	79	86	28	86	14	39	43	66	124	50	103	805	400	406
2021	61	100	55	40	19	64	72	90	67	85	76	66	794	437	358
2022	51	41	43	38	97	35	22	121	43	84	81	40	695	440	256
2023	92	104	16	34	24	72	59	32	80	56	54	97	719	357	363
2024	107	30	110	24	17	49	107	77	101	131	77	67	897	506	391
Сред-немес	55,2	45,1	41,5	34,1	44,1	59,7	69,9	79,3	69,7	78,3	67,5	68,3	711,6	435,0	277,5

Таблица 28. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Выборг

Кингисепп															
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	теплый	холодный
1994	50	4	62	26	39	63	19	99	121	74	48	49	653	441	213
1995	34	56	82	33	68	51	47	28	60	61	89	24	633	348	285
1996	19	24	10	28	87	58	71	15	15	72	62	77	537	346	192
1997	62	63	38	67	68	75	42	27	114	98	72	38	764	491	273
1998	34	37	59	30	67	142	95	139	56	71	22	68	819	600	220
1999	75	65	26	25	20	107	32	58	22	97	51	79	656	361	296
2000	76	36	70	39	48	94	125	144	44	97	61	59	894	591	302
2001	39	38	50	76	63	106	113	62	55	70	150	40	861	545	317
2002	76	71	37	63	21	56	113	5	37	29	70	40	618	324	294
2003	48	34	25	24	79	44	121	179	58	81	50	94	836	586	251
2004	24	43	54	6	35	222	56	108	136	56	63	90	892	619	274
2005	98	12	21	35	116	82	65	83	63	44	67	61	745	488	259
2006	41	19	42	26	27	48	18	58	35	104	61	62	541	316	225
2007	87	27	37	33	76	78	121	131	59	73	57	24	803	571	232
2008	46	102	56	60	15	98	74	139	15	126	68	56	855	527	328
2009	48	40	41	18	26	71	120	91	114	115	70	91	843	555	290
2010	19	54	68	22	87	129	33	58	66	77	92	78	783	472	311
2011	77	35	35	21	37	36	97	100	127	58	49	83	754	476	279
2012	49	41	52	46	77	92	47	140	136	85	100	51	916	623	293
2013	42	27	6	43	68	42	73	71	60	54	85	56	628	411	216
2014	38	50	33	8	83	79	15	100	16	30	43	65	560	331	229
2015	68	35	26	48	24	18	100	47	57	21	72	55	572	315	256
2016	51	66	20	63	29	88	140	230	38	56	86	36	902	644	259
2017	20	40	21	64	25	83	50	139	83	92	45	69	730	536	195
2018	34	23	34	69	8	18	44	106	91	68	30	32	556	404	153
2019	72	44	56	14	70	17	118	76	86	108	36	88	787	489	296
2020	44	61	62	53	32	127	69	87	45	76	46	47	749	489	260
2021	41	44	44	29	144	16	33	91	42	65	127	62	738	420	318
2022	55	75	11	36	34	101	39	57	53	50	40	49	598	370	230
2023	76	31	63	24	17	26	78	80	56	123	48	72	693	404	290
2024	34	25	44	80	6	106	174	169	34	45	85	98	901	614	286
Среднемесяц	50,9	42,6	41,5	39,0	51,5	76,5	75,5	94,1	64,3	73,4	66,0	61,1	736,0	474,4	262,0

Таблица 29. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Кингисепп

Николаевское															
Год/Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	теплый	холодный
1994	22	6	70	36	90	93	58	133	111	58	66	32	774	579	196
1995	58	59	64	50	74	58	54	21	66	53	56	22	635	376	259
1996	14	23	17	24	77	27								128	54
1997		62	24	49	111	91	17	31	93	78	115	98		470	299
1998	41	28	42	33	55	126	77	140	63	54	19	41	720	548	171
1999	77	61	34	36	29	54	83	51	42	94	28	61	649	389	261
2000	47	36	59	42	65	71	152	81	24	52	72	65	766	487	279
2001	54	44	43	67	40	110	118	36	50	69	105	55	792	490	301
2002	62	70	41	34	9	100	67	2	31	38	81	34	568	281	288
2003	40	27	26	34	89	88	91	145	22	86	63	70	782	555	226
2004	46	32	55	6	29	158	115	72	88	75	43	58	777	543	234
2005	82	13	23	38	127	66	60	58	39	29	56	60	651	417	234
2006	32	25	22	30	80	152	24	99	27	96	50	45	682	508	174
2007	83	23	31	41	124	42	80	62	41	73	48	22	670	463	207
2008	40	70	70	52	31	69	75	167	55	84	50	46	807	533	276
2009	45	42	34	21	49	115	66	83	126	78	88	85	830	538	294
2010	22	58	49	19	58	82	26	132	66	62	115	71	759	445	315
2011	87	33	29	18	61	48	43	111	72	55	39	76	671	408	264
2012	52	37	48	50	36	72	39	74	90	89	85	50	721	450	272
2013	44	32	9	50	101	68	74	65	38	39	82	50	652	435	217
2014	42	43	41	9	83	92	106	91	25	34	44	72	682	440	242
2015	37	11	9	28	24	8	44	21	44	12	88	42	367	181	187
2016	50	41	18	96	52	79	116	156	30	47	91	34	811	576	234
2017	38	36	48	49	23	95	94	157	63	102	38	73	816	583	233
2018	50	36	16	60	22	32	106	60	58	72	35	41	589	410	178
2019	60	50	49	14	71	43	110	55	80	98	117	79	825	471	355
2020	38	63	47	58	49	78	64	52	40	89	46	50	673	430	244
2021	52	47	37	31	147	66	18	127	56	54	124	49	807	499	309
2022	61	61	12	42	15	61	61	80	44	73	47	58	613	376	239
2023	71	47	92	14	15	40	83	37	40	142	87	73	739	371	370
2024	35	44	41	92	30	70	106	135	37	42	92	72	796	512	284

Сред- немес	49,4	40,6	38,7	39,5	60,2	75,9	74,2	84,5	55,4	67,6	69,0	56,1	711,2	448,1	248,3
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

Таблица 30. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Николаевское

Белогорка	ян- варь	фев- раль	март	ап- рель	май	июнь	июль	ав- густ	сен- тябрь	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь	год	теп- лый	холод- ный
1994	54	6	55	23	43	79	47	97	127	63	49	38	681	479	202
1995	49	60	56	50	111	52	86	26	51	60	63	19	681	436	247
1996	20	20	20	38	103	33	112	10						296	60
1997						72	43	21	142	68	70	36		346	106
1998	49	24	46	44	72	119	131	81	38	63	25	60	751	548	204
1999	72	49	24	16	31	80	52	75	19	79	30	61	589	352	236
2000	40	27	58	28	33	103	264	140	64	46	72	50	924	678	247
2001	35	36	33	55	30	127	93	46	32	50	110	43	690	433	257
2002	43	58	35	26	15	36	48	16	51	28	75	28	459	220	239
2003	26	24	28	20	103	66	43	123	38	102	39	96	707	495	213
2004	36	34	47	5	50	163	111	58	74	59	61	45	743	520	223
2005	86	13	25	35	89	104	99	52	40	39	66	49	695	458	239
2006	20	11	21	33	66	61	44	61	53	98	59	59	586	416	170
2007	71	19	35	34	67	40	60	40	41	56	36	27	527	338	188
2008	52	65	60	52	13	103	83	151	23	111	59	54	826	536	290
2009	36	34	26	14	18	118	78	93	114	88	72	118	809	523	286
2010	21	66	51	17	84	94	56	92	52	46	99	74	751	441	311
2011	70	31	24	16	47	58	107	60	126	48	41	99	728	462	265
2012	47	27	43	51	25	68	32	113	104	68	107	55	741	461	279
2013	31	29	5	40	78	51	71	84	43	63	70	53	617	430	188
2014	32	33	28	11	93	111	16	106	33	25	29	64	580	395	186
2015	80	24	13	64	56	41	92	53	32	14	56	56	582	352	229
2016	52	51	13	100	28	77	115	139	44	64	83	27	792	567	226
2017	23	31	44	79	21	66	81	153	82	110	30	75	795	592	203
2018	44	30	21	58	16	28	148	96	47	51	26	38	603	444	159
2019	64	31	40	18	95	15	87	41	62	125	73	77	727	443	285
2020	47	68	61	43	46	26	75	105	32	65	55	50	672	392	281
2021	44	49	36	31	134	21	17	108	50	55	106	46	696	416	281
2022	57	64	9	34	20	44	83	115	68	77	40	55	665	441	225
2023	75	29	79	15	13	41	51	59	43	107	76	65	651	329	324
2024	26	38	38	69	30	41	92	116	51	42	59	52	652	441	213
Среднемес	46,7	36,0	35,8	37,3	54,3	69,0	81,2	81,6	59,2	65,7	61,2	55,6	686,9	441,3	227,8

Таблица 31. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Белогорка

СПб	ян- варь	фев- раль	март	ап- рель	май	июнь	июль	ав- густ	сен- тябрь	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь	год	теп- лый	холод- ный
1994	41	5	41	27	42	79	8	106	141	57	34	33	614	460	154
1995	32	37	62	32	72	66	46	40	57	55	97	15	609	368	243
1996	20	24	13	39	66	42	100	35	23	47	64	46	518	352	167
1997	54	32	20	53	61	46	70	27	171	94	74	39	740	522	219
1998	42	37	45	33	34	156	125	109	40	60	15	69	765	557	208
1999	61	44	21	26	20	32	28	53	15	82	29	53	463	256	208
2000	37	19	43	24	35	86	152	64	53	73	68	61	714	487	228
2001	27	34	37	54	41	70	119	70	34	78	85	37	685	466	220
2002	34	54	39	31	21	75	116	40	52	58	61	31	610	393	219
2003	48	24	28	20	127	72	85	159	29	107	57	86	842	599	243
2004	30	37	47	8	67	109	83	84	89	40	44	62	699	480	220
2005	80	14	25	38	62	72	127	58	25	41	60	49	651	423	228
2006	25	13	34	31	61	57	17	47	33	98	81	40	537	344	193
2007	58	23	37	30	67	88	79	78	39	34	30	23	586	415	171
2008	47	63	58	43	19	70	73	77	58	108	57	52	724	448	277
2009	42	39	27	29	11	113	63	139	81	96	73	90	801	532	271
2010	26	69	58	25	69	108	61	97	58	42	118	81	813	460	352
2011	82	48	25	7	56	53	97	69	116	55	29	59	697	453	243
2012	43	24	53	54	34	62	66	153	142	68	111	53	861	579	284
2013	39	32	10	26	52	37	87	96	55	68	54	53	610	421	188
2014	50	41	31	10	93	75	44	102	21	23	42	41	573	368	205
2015	68	35	12	62	48	21	87	46	24	26	67	58	555	314	240
2016	56	48	20	69	30	97	151	189	30	36	104	36	864	602	264
2017	32	34	30	87	13	81	123	145	70	92	34	80	821	611	210
2018	41	43	38	57	14	23	96	62	68	26	20	32	519	346	174
2019	72	47	53	22	73	23	93	49	52	104	24	86	699	416	282
2020	48	48	60	26	25	66	94	107	39	62	42	45	663	419	243

2021	35	62	47	23	139	22	50	135	43	73	94	52	777	485	290
2022	63	63	14	18	26	47	76	113	67	75	50	67	677	422	257
2023	52	29	81	24	17	48	95	49	62	129	86	60	730	424	308
2024	47	42	39	70	7	46	97	184	28	37	56	62	715	469	246
Сред- немес	46,2	37,5	37,0	35,4	48,5	65,9	84,1	89,7	58,5	65,9	60,0	53,3	681,7	448,1	234,0

Таблица 32. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Санкт-Петербург

Тихвин															
Год/Ме- сяц	ян- варь	фев- раль	март	ап- рель	май	июнь	июль	ав- густ	сен- тябрь	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь	год	теп- лый	холод- ный
1994	47	7	72	51	65	86	54	67	86	53	67	54	708	462	247
1995	72	64	50	57	61	53	63	49	53	92	86	39	739	428	311
1996	27	33	7	28	38	45	81	13	16	55	96	65	504	276	228
1997	80	53	39	42	63	106	37	31	92	99	99	56	796	470	327
1998	53	55	61	16	76	76	116	61	49	56	34	76	728	450	279
1999	98	39	25	48	21	26	52	76	26	69	60	103	641	318	325
2000	65	31	41	32	45	71	181	58	110	75	42	84	835	572	263
2001	44	65	46	30	53	62	36	60	57	71	106	54	683	369	315
2002	57	66	57	18	45	73	42	9	47	55	75	45	587	289	300
2003	53	14	26	32	57	86	110	174	67	110	59	123	911	636	275
2004	38	53	64	29	96	125	128	150	82	60	91	81	995	670	327
2005	81	16	37	65	89	98	53	68	64	30	87	75	762	467	296
2006	46	21	25	68	57	51	27	60	64	110	83	72	682	437	247
2007	84	20	35	45	63	84	106	119	39	39	57	30	721	495	226
2008	37	70	35	50	16	97	70	149	36	83	40	46	728	501	228
2009	63	46	37	38	49	109	63	122	52	106	70	86	842	539	302
2010	14	43	69	39	70	115	44	91	52	58	77	42	714	469	245
2011	65	30	44	17	89	137	80	117	100	64	60	86	889	604	285
2012	64	26	51	31	39	171	61	61	88	95	87	54	828	546	282
2013	32	27	16	34	58	55	40	117	54	74	92	52	652	432	219
2014	43	49	21	18	109	102	106	112	54	38	62	48	763	539	223
2015	73	43	23	69	99	35	83	67	58	32	55	101	737	443	295
2016	89	45	13	48	21	66	246	124	54	33	97	72	907	592	316
2017	46	39	56	57	31	96	124	55	82	89	31	74	778	534	246
2018	53	33	36	83	29	56	83	90	81	51	47	29	671	473	198
2019	88	68	63	5	70	43	102	73	86	118	105	103	922	497	427
2020	85	77	65	62	39	30	93	57	91	68	71	55	793	440	353
2021	30	63	53	60	88	147	27	177	117	84	117	75	1036	700	338
2022	76	52	27	43	35	38	73	81	97	97	53	62	734	464	270
2023	75	43	77	39	29	64	78	76	36	139	104	75	836	461	374
2024	42	76	36	52	26	65	97	66	24	67	77	73	700	397	304
Сред- немес	58,7	44,1	42,2	42,1	55,7	79,6	82,5	84,8	65,0	73,2	73,8	67,4	768,5	482,9	286,2

Таблица 33. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Тихвин

Лодейное Поле															
Год/Ме- сяц	ян- варь	фев- раль	март	ап- рель	май	июнь	июль	ав- густ	сен- тябрь	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь	год	теп- лый	холод- ный
1994	60	13	70	47	31	95	33	51	127	128	67	70	794	512	280
1995	56	97	67	29	32	72	35	58	67	122	92	27	753	415	339
1996															
1997															
1998															
1999															
2000															
2001	26	65	44	33	62	60	82	69	45	67	118	46	717	418	299
2002	95	66	54	11	21	83	108	30	61	36	97	51	713	350	363
2003	52	18	46	14	40	19	83	140	31	96	56	146	741	423	318
2004															
2005		14	22	49	67	45	97	104	48	33	123	64		443	223
2006	42	13	31	40	73	50	37	9	125	120	83	81	704	454	250
2007	77	23	55	51	74	53	141	126	82	29	40	44	793	556	239
2008	66	83	61	47	12	103	88	136	36	152	84	55	922	574	349
2009	79	32	50	30	24	121	54	91	103	115	93	71	863	538	325
2010	19	52	83	28	89	83	18	65	86	61	104	49	735	430	307
2011	88	39	44	13	74	107	88	119	137	87	63	143	1002	625	377
2012	64	23	60	55	49	111	66	118	75	86	80	46	832	560	273
2013	45	27	19	37	52	27	47	116	63	164	134	70	801	506	295
2014	39	51	45	26	96	80	70	102	41	28	39	82	700	443	256
2015	89	87	40	64	80	24	175	73	64	53	62	135	945	533	413
2016	76	45	8	44	43	67	104	168	42	48	87	72	803	516	288
2017	53	39	52	91	27	77	180	129	111	73	50	86	967	688	280

2018	60	29	48	63	21	48	58	194	80	51	37	25	712	515	199
2019	93	72	76	9	77	22	48	40	55	122	56	151	821	373	448
2020	95	102	59	58	59	38	111	93	66	94	91	51	915	519	398
2021	34	50	62	44	68	78	15	120	65	121	131	67	855	511	344
2022	60	75	34	31	68	65	70	135	84	54	58	64	798	507	291
2023	94	30	103	27	32	38	86	103	71	137	115	59	896	494	401
2024	57	58	87	70	19	75	147	35	43	74	83	98	845	463	383
Сред- немес	63,3	48,1	52,8	40,4	51,6	65,6	81,6	97,0	72,3	86,0	81,7	74,1	817,8	494,6	317,5

Таблица 34. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Лудейное Поле

На станциях Лудейное Поле и Ефимовская в некоторые годы отсутствуют данные наблюдений, в связи с этим ряд ячеек таблицы остается незаполненным, это отражено в графической интерпретации данных

Ефимов- ская															
Год/Ме- сяц	ян- варь	фев- раль	март	ап- рель	май	июнь	июль	ав- густ	сен- тябрь	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь	год	теп- лый	холод- ный
1994	32	9	74	39	57	62	50	34	61	49	56	30	553	352	201
1995	72	70	44	34	84	65	40	48	35	74	60	49	674	380	295
1995															
1995															
1995															
2000			21	34	22	96	121	44	37	58	29	41		412	91
2001	27	61	39	18	23	67	46	24	14	42	77	38	476	234	242
2002	43	42	48	6	11	60	25	27	43	50	58	33	446	222	224
2003	44	11	27	14	41	75	124	150	46	111	36	89	768	561	207
2004															
2005		13	34	22	79	96	23	39	37	28	76	60		324	183
2006	38	18	19	49	87	56	66	48	49	72	49	69	619	427	193
2007	103	24	22	23	50	54	129	103	28	35	54	20	644	422	223
2008	46	68	60	38	20	103	95	104	47	58	66	46	749	465	286
2009	55	56	51	34	43	87	72	57	44	93	67	67	727	430	296
2010	22	40	75	33	87	83	11	62	40	63	79	51	646	379	267
2011	73	32	44	26	86	136	50	73	99	55	50	97	822	525	296
2012	68	27	51	38	46	117	41	111	95	113	82	65	854	561	293
2013	46	24	24	48	73	62	54	91	37	81	111	53	703	446	258
2014	40	45	18	25	85	85	46	86	44	42	64	59	638	413	226
2015	36	17	8	25	35	19	61	29	57	28	50	110	475	254	221
2016	85	54	20	52	16	106	197	151	61	35	109	57	942	618	325
2017	44	37	52	55	39	106	106	73	73	83	39	82	787	535	254
2018	67	37	25	81	16	51	99	78	80	67	36	24	658	472	189
2019	78	52	56	3	71	37	69	76	123	134	123	100	922	513	409
2020	89	62	70	63	68	117	122	67	90	84	67	37	936	611	325
2021	36	56	39	79	74	71	31	82	101	69	103	72	813	507	306
2022	56	44	26	38	35	50	81	87	92	83	43	66	701	466	235
2023	65	38	55	29	44	40	78	132	40	126	90	88	825	489	336
2024	38	74	32	46	25	50	61	36	20	64	80	59	587	302	283
Сред- немес	54,3	40,4	39,8	36,6	50,7	75,0	73,0	73,5	57,4	69,1	67,5	60,1	706,9	435,4	256,3

Таблица 35. Среднемесячное, среднегодовое и сезонное распределение осадков на станции Ефимовская

Выборг				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-7,5	3,1	16,5	5,0
1995	-5,4	4,0	17,0	5,5
1996	-8,5	1,6	15,8	6,2

1997	-5,7	2,3	18,0	4,1
1998	-4,9	1,3	15,6	4,3
1999	-6,7	3,3	18,3	6,3
2000	-3,3	4,3	16,1	6,9
2001	-7,1	2,8	17,5	6,0
2002	-6,0	4,7	18,5	2,6
2003	-6,9	2,5	16,7	5,9
2004	-6,0	4,0	16,2	5,8
2005	-4,3	1,9	17,4	7,9
2006	-5,2	2,2	17,9	6,9
2007	-5,3	5,5	17,4	5,7
2008	-1,4	4,6	15,5	6,8
2009	-5,8	3,8	16,2	5,9
2010	-11,7	4,1	18,9	5,1
2011	-5,8	3,7	18,4	7,7
2012	-8,8	4,0	15,9	6,7
2013	-3,3	2,4	18,4	7,2
2014	-3,9	5,5	17,5	6,1
2015	-1,3	5,0	15,9	7,1
2016	-5,8	5,8	16,7	4,9
2017	-3,0	3,3	15,2	5,9
2018	-5,7	4,0	18,2	7,3
2019	-3,1	4,8	16,7	5,5
2020	-0,3	4,5	16,8	8,1
2021	-8,2	4,2	19,5	6,1
2022	-3,9	3,0	18,5	5,9
2023	-4,3	4,5	17,5	6,1
2024	-5,5	5,4	18,8	8,7
Среднегод	-5,3	3,7	17,2	6,1

Таблица 36. Сезонные значения температур — станция Выборг

Кингисепп				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-6,5	4,7	16,1	5,1
1995	-4,7	5,4	16,9	5,7
1996	-8,4	3,8	15,5	6,1
1997	-5,0	3,2	17,7	4,5
1998	-3,9	3,9	15,6	3,5
1999	-5,2	5,1	17,9	6,4
2000	-2,3	6,1	15,7	6,7
2001	-6,0	4,8	17,3	6,0
2002	-5,0	6,3	18,0	3,2
2003	-5,6	4,3	16,3	5,9
2004	-5,0	5,2	16,1	6,1

2005	-4,3	3,0	16,9	7,2
2006	-4,6	3,8	17,5	7,7
2007	-4,5	6,9	17,2	5,6
2008	-0,8	5,9	15,7	6,9
2009	-4,7	5,2	16,0	6,5
2010	-10,0	5,8	19,0	5,3
2011	-5,2	5,1	18,6	7,8
2012	-8,2	5,4	16,1	7,0
2013	-3,0	3,8	18,0	7,4
2014	-3,1	6,9	17,3	5,7
2015	-0,5	6,3	15,9	6,7
2016	-4,0	6,5	16,8	4,9
2017	-2,6	4,2	15,2	6,1
2018	-4,7	5,6	18,1	7,6
2019	-1,9	6,2	16,7	6,5
2020	0,5	5,2	17,2	8,3
2021	-6,8	5,1	19,2	6,2
2022	-3,1	4,1	18,2	5,7
2023	-3,6	5,9	17,3	6,4
2024	-4,2	7,2	18,1	8,6
Среднегод	-4,4	5,2	17,0	6,2

Таблица 37. Сезонные значения температур — станция Кингисепп

Спб				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-6,1	4,9	16,8	5,7
1995	-4,3	5,7	17,5	6,3
1996	-7,6	3,5	16,4	6,8
1997	-4,9	3,5	18,4	4,6
1998	-4,4	3,4	16,4	4,4
1999	-5,5	5,0	19,1	6,7
2000	-2,4	6,1	16,7	7,2
2001	-6,1	4,8	17,9	6,3
2002	-4,9	6,3	18,8	3,6
2003	-5,4	4,3	17,0	6,6
2004	-4,7	5,2	17,0	6,5
2005	-3,9	3,3	17,8	8,3
2006	-4,5	3,8	18,4	8,0
2007	-4,1	7,0	18,0	6,3
2008	-0,9	6,1	16,3	7,5

2009	-4,2	5,2	16,7	7,0
2010	-9,6	5,9	19,8	6,1
2011	-5,0	4,9	19,2	8,1
2012	-7,7	5,5	17,0	7,5
2013	-2,6	4,0	19,1	7,9
2014	-2,7	7,2	18,3	6,5
2015	-0,4	6,5	17,0	7,6
2016	-4,1	7,3	17,6	5,4
2017	-2,3	4,5	15,8	6,8
2018	-4,6	5,6	18,8	8,2
2019	-1,7	6,5	17,4	6,7
2020	0,4	5,5	18,0	9,1
2021	-7,1	5,6	20,5	6,8
2022	-2,8	4,7	19,4	6,3
2023	-3,2	6,1	18,5	7,2
2024	-4,4	7,2	19,4	9,5
Среднегод	-4,2	5,3	17,9	6,8

Таблица 38. Сезонные значения температур — станция Санкт-Петербург

Николаевское				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-7,2	4,6	16,0	4,9
1995	-5,2	5,7	17,0	5,2
1996	-9,2	3,9	15,5	5,7
1997	-5,4	3,4	17,2	4,0
1998	-4,8	4,2	15,7	2,7
1999	-5,5	4,9	17,9	5,9
2000	-3,0	6,1	15,8	6,4
2001	-7,2	5,2	17,1	5,4
2002	-5,5	6,7	17,6	2,9
2003	-5,7	4,9	15,9	5,6
2004	-5,4	4,8	15,7	5,4
2005	-5,1	3,4	16,3	6,7
2006	-5,3	3,5	16,9	7,4
2007	-5,1	7,3	16,9	5,1
2008	-1,8	5,7	15,5	6,4
2009	-5,0	5,0	15,5	6,0
2010	-11,0	6,0	18,6	4,8
2011	-5,5	5,1	18,1	7,0
2012	-9,0	5,4	15,8	6,5
2013	-4,0	4,0	17,4	6,7
2014	-4,0	7,0	16,6	5,0
2015	-1,1	6,2	15,9	6,2

2016	-4,6	6,4	16,7	4,5
2017	-3,3	4,5	14,8	5,8
2018	-5,6	5,3	17,2	7,0
2019	-2,1	6,3	16,4	6,1
2020	0,1	5,1	16,9	8,1
2021	-7,1	5,3	19,1	5,9
2022	-2,7	4,7	18,1	5,8
2023	-3,5	6,1	17,1	6,3
2024	-4,4	7,3	17,9	8,1
Среднегод	-5,0	5,3	16,7	5,8

Таблица 39. Сезонные значения температур — станция Николаевское

Белогорка				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-7,6	3,9	15,4	4,4
1995	-5,8	4,7	16,3	4,9
1996	-9,4	2,6	15,0	5,2
1997	-6,2	2,2	16,7	3,3
1998	-5,7	2,6	15,2	2,4
1999	-6,6	4,0	17,4	5,2
2000	-3,7	5,1	15,2	5,7
2001	-7,8	4,0	16,7	4,7
2002	-6,4	5,4	17,3	2,3
2003	-6,6	3,8	15,5	5,1
2004	-6,2	3,9	15,4	5,0
2005	-5,7	2,1	16,1	6,3
2006	-5,9	2,5	16,5	6,8
2007	-5,9	6,4	16,4	4,6
2008	-2,2	5,0	14,8	6,0
2009	-5,7	4,1	14,9	5,6
2010	-11,6	4,7	18,1	4,3
2011	-6,4	4,2	17,6	6,7
2012	-9,8	4,5	15,4	6,1
2013	-4,3	3,0	17,0	6,3
2014	-4,1	6,1	16,3	4,4
2015	-1,6	5,5	15,2	5,7
2016	-5,1	5,9	16,2	3,9
2017	-3,6	3,5	14,4	5,4
2018	-6,1	4,3	16,7	6,6
2019	-2,8	5,2	15,6	5,3
2020	-0,5	4,2	16,3	7,5
2021	-8,6	4,4	18,3	5,4
2022	-4,1	3,2	17,5	4,9

2023	-4,7	4,9	16,5	5,5
2024	-5,9	6,2	17,5	7,6
Среднегод	-5,7	4,3	16,2	5,3

Таблица 40. Сезонные значения температур — станция Белогорка

Тихвин				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-8,6	3,4	15,1	3,9
1995	-6,7	5,2	16,2	4,1
1996	-9,8	3,1	15,5	4,9
1997	-7,4	2,6	17,1	2,5
1998	-7,5	2,9	16,0	1,7
1999	-7,2	4,0	18,2	4,2
2000	-5,0	5,1	16,0	4,9
2001	-9,0	4,1	16,9	4,3
2002	-7,7	5,1	17,2	1,6
2003	-7,1	3,9	15,9	5,0
2004	-7,3	3,6	16,0	4,8
2005	-6,1	2,7	16,6	6,2
2006	-7,8	2,8	16,7	6,1
2007	-6,9	6,5	16,5	4,6
2008	-3,0	4,9	15,2	5,9
2009	-6,2	3,9	15,7	5,6
2010	-12,4	5,1	19,1	4,1
2011	-7,1	4,2	18,0	6,0
2012	-10,1	4,4	16,2	5,8
2013	-5,3	3,2	17,6	6,1
2014	-4,9	6,1	16,7	3,9
2015	-2,7	5,5	15,6	5,5
2016	-5,9	6,3	17,2	3,3
2017	-4,6	3,4	14,9	5,4
2018	-7,0	4,2	17,1	6,2
2019	-2,8	5,4	15,5	5,0
2020	-1,5	4,1	16,5	7,3
2021	-10,1	4,5	18,7	4,8
2022	-4,8	2,9	18,2	4,1
2023	-5,8	5,2	16,5	5,1
2024	-7,3	6,2	18,1	7,2
Среднегод	-6,6	4,3	16,7	4,8

Таблица 41. Сезонные значения температур — станция Тихвин

Лодейное Поле				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-9,1	2,8	15,5	3,8
1995	-7,1	4,6	16,5	4,6
1996	-9,6	1,9	15,4	5,4
1997	-7,9	2,2	17,1	3,0
1998	-7,4	1,2	16,0	3,1
1999	-8,0	3,2	18,3	5,0
2000	-5,1	4,6	16,4	5,0
2001	-9,4	3,5	17,2	3,8
2002	-7,7	4,7	17,5	1,3
2003	-8,0	3,6	16,1	4,9
2004	-7,5	3,3	16,6	4,4
2005	-6,4	1,8	16,9	6,4
2006	-7,7	1,7	17,0	5,7
2007	-7,9	5,6	16,5	4,3
2008	-3,3	4,2	15,0	5,7
2009	-7,3	3,1	15,5	5,3
2010	-13,4	4,3	18,8	3,6
2011	-7,9	3,4	17,9	5,8
2012	-11,0	3,3	15,8	5,5
2013	-5,3	2,1	17,7	5,9
2014	-5,1	5,2	16,6	3,8
2015	-3,5	4,8	15,3	5,3
2016	-6,9	5,9	17,0	3,2
2017	-5,1	2,5	14,9	5,0
2018	-7,5	3,2	17,2	5,9
2019	-3,2	4,5	15,5	4,5
2020	-1,9	3,7	16,4	6,9
2021	-10,4	3,9	18,8	4,7
2022	-5,5	2,4	18,2	4,1
2023	-6,2	4,3	16,4	4,6
2024	-7,9	5,1	17,9	6,9
Среднегод	-7,1	3,6	16,7	4,8

Таблица 42. Сезонные значения температур — станция Лодейное Поле

Ефимовская				
Год/Месяц	Зима	Весна	Лето	Осень
1994	-9,4	2,8	14,8	3,3
1995	-7,4	4,8	16,0	4,0
1996	-9,8	2,2	15,0	4,7
1997	-8,0	2,2	16,6	2,5
1998	-7,5	1,8	15,4	2,1
1999	-8,0	3,4	17,9	4,2
2000	-5,7	4,1	15,6	4,0
2001	-10,3	3,8	16,6	3,4
2002	-8,2	4,4	16,7	0,9
2003	-8,1	3,5	15,4	4,4
2004	-8,1	3,2	15,7	4,0
2005	-6,9	2,3	15,9	5,4
2006	-8,8	1,9	16,0	5,1
2007	-8,2	5,9	15,9	3,8
2008	-4,4	4,3	14,5	5,2
2009	-7,2	3,0	15,1	4,8
2010	-13,5	4,4	18,6	3,2
2011	-8,1	3,5	17,1	4,9
2012	-11,7	3,3	15,5	4,9
2013	-6,2	2,0	16,9	5,2
2014	-6,0	5,2	15,9	2,8
2015	-3,8	4,7	14,8	4,6
2016	-6,7	5,6	16,5	2,4
2017	-5,8	2,5	14,2	4,5
2018	-8,4	3,2	16,4	5,1
2019	-3,8	4,6	14,7	4,0
2020	-2,7	3,4	15,8	6,5
2021	-11,0	3,8	18,2	4,1
2022	-5,8	2,2	17,5	3,4
2023	-6,7	4,5	15,7	4,3
2024	-8,2	5,4	17,6	6,6
Среднегод	-7,6	3,6	16,1	4,1

Таблица 43. Сезонные значения температур — станция Ефимовская