

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. А. Цупикова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы
для студентов магистратуры по направлению подготовки
05.04.06 Экология и природопользование

Калининград
2025

УДК 502.3(075.8)

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Е. А. Масюткина

Цупикова, Н. А.

«Экологический мониторинг природных систем: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы для студ. магистратуры по напр. подгот. 05.04.06 Экология и природопользование / **Н. А. Цупикова.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 50 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по выполнению курсовой работы по дисциплине ««Экологический мониторинг природных систем» студентами, обучающимися по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование. Курсовая работа предназначена для закрепления теоретического материала, углубления, обобщения и систематизации знаний, получаемых в ходе изучения дисциплины ««Экологический мониторинг природных систем», а также развития умения самостоятельно работать со специальной научной и справочной литературой, практических навыков анализа экологических данных, применения полученных теоретических знаний при исследовании научно-исследовательских проблем.

Табл. 6, рис. 6, список лит. – 9 наименований

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «26» сентября 2025 г., протокол № 8

УДК 502.3(075.8)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2025 г.

© Цупикова Н. А., 2025 г.

Содержание

Введение	4
1 Выбор темы и порядок разработки курсовой работы	6
2 Требования к курсовой работе	8
2.1 Оформление и структура курсовой работы	8
2.2 Материалы для написания курсовой работы	14
2.3 Содержание разделов курсовой работы	15
2.3.1 Содержание введения	15
2.3.2 Содержание главы 1	17
2.3.3 Содержание главы 2	19
2.3.4 Содержание главы 3	28
2.3.5 Содержание главы 4	31
2.3.6 Содержание заключения	37
3 Защита курсовой работы	39
4 Критерии и нормы оценки курсовой работы	44
Список рекомендуемых источников	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А Образец оформления титульного листа курсовой работы	48
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Образец оформления содержания	49

Введение

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине разработано для направления подготовки 05.04.06 Экология и природопользование по дисциплине «Экологический мониторинг природных систем», входящей в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 обязательной части.

Курсовая работа – составная часть учебного процесса и подготовка курсовой работы является одной из важных форм самостоятельной учебной деятельности. Она должна представлять собой самостоятельное исследование соответствующей темы на основе полученных знаний, учебного материала, картографических материалов, специальной научной литературы, справочно-информационного и статистического материала. Она эффективно интегрирует образовательные элементы, способствуя формированию профессиональных компетенций в области экологии и климатической безопасности.

Курсовая работа посвящена комплексному исследованию климатических трендов на основе анализа данных мониторинга температуры воздуха. В центре внимания – выявление и оценка изменений температурных характеристик в заданном регионе с использованием статистических и математических методов обработки данных. Работа направлена на анализ сезонных колебаний и долгосрочных трендов температуры, что позволяет оценить динамику климатических изменений и сделать прогноз на будущее.

Цель курсовой работы состоит в том, чтобы привить обучающимся навыки исследовательской и аналитической работы, подготовить к предстоящей профессиональной работе, а также способствовать закреплению, расширению и углублению знаний, полученных в теоретическом курсе, приобретение навыков статистического анализа материала научного мониторинга.

Основные задачи курсовой работы заключаются в следующем:

- развитие системного мышления, способствующего пониманию экологических процессов как части природных систем;
- развитие аналитических и исследовательских навыков в процессе анализа данных мониторинга и оценки изменений в окружающей среде, выявления их причин, а также сезонных и долгосрочных трендов;
- формирование компетентности в сфере самостоятельной познавательной деятельности, направленной на решение практических задач в области природопользования и охраны окружающей среды, где мониторинг и прогнозирование являются ключевыми элементами (например, для оценки климатических изменений);
- воспитание критического мышления, формирование умения интерпретировать результаты, делать выводы и прогнозы, учитывать нормативно-правовые аспекты и оценивать достоверность моделей, что важно для ответ-

ственного природопользования навыков самостоятельной обработки и анализа разнообразной гидрологической информации (в т.ч. умение работать со специализированными программами для статистической обработки данных), грамотного использования различных статистических методов анализа данных;

- возможность проявить способность к самостоятельному творческому исследованию проблемы, научному поиску, выявлению взаимосвязей и пониманию закономерностей природных процессов, критически оценивать модели и данные, обеспечивая достоверность и этичность анализа, а также научиться формулировать выводы по предмету исследования.

Результатом написания курсовой работы является приобретение, развитие и систематизация знаний теоретических основ мониторинга температуры воздуха, включая особенности мониторинга в городской среде; нормативно-правовую базы РФ, регулирующей ведение экологического мониторинга; статистических методов анализа данных; природных и антропогенных факторов климатических изменений, методов прогнозирования и оценки моделей.

В ходе выполнения курсовой работы частично используются результаты, полученные при выполнении практических работ по данной дисциплине (например, при расчете отдельных статистических показателей, визуализации полученных результатов). Акцент в ходе выполнения курсовой работы делается на интеграцию теоретических знаний, статистического аппарата обработки данных и прикладного анализа.

1 Выбор темы и порядок разработки курсовой работы

Курсовая работа по дисциплине «Экологический мониторинг природных систем» посвящена анализу сезонных изменений и долгосрочных трендов для оценки влияния антропогенных факторов, используя результаты мониторинга температуры воздуха, включая статистический анализ данных мониторинга с использованием методов декомпозиции временных рядов и прогнозирования. Работа направлена на выявление закономерностей климатических изменений в урбанизированных территориях и их практической значимости для регионального природопользования.

Наиболее целесообразным представляется выбор для выполнения курсовой работы какого-либо населенного пункта на территории Российской Федерации, СНГ или Европы, например, Москва, Санкт-Петербург, Калининград или другой регион.

Тема курсовой работы в общем виде имеет название «Оценка климатических трендов в г. N на основе анализа данных мониторинга», где буква N заменяется названием населенного пункта, выбранного для проведения исследования.

В случае самостоятельного выбора студентом иной темы, отличающейся от предложенной, необходимо помнить, что при выполнении курсовой работы требуется изучить сезонные изменения и долгосрочные тренды показателя на основании долговременных рядов его мониторинга. В качестве такого показателя могут быть использованы сведения о концентрации загрязняющих веществ в природных системах, данные о здоровье населения, биологические характеристики экосистем (данные о биомассе, видовом богатстве, численности гидробионтов) и т.п. Темы, не позволяющие решить поставленную задачу, не могут быть утверждены для курсовых работ в рамках данной дисциплины.

В целом текст курсовой работы должен быть строгим, научным. Предпочтительно использовать пассивный залог, формулы для иллюстрации расчетов, но не следует перегружать ими работу. При первом упоминании терминов необходимо давать их определение. Принципиальная структура текста: теория → методы → результаты → интерпретация. Так, характеристику любого статистического показателя (например, среднего значения, стандартного отклонения, амплитуды или экстремумов в главе 2 курсовой работы) следует начинать с определения и формулы, чтобы сразу ввести понятие и показать, как оно рассчитывается.

Например:

Среднее арифметическое – это сумма всех значений, деленная на их количество: $x_{CP} = \sum x_i / n$, где x_i – отдельные значения, n – объем выборки.

Это задаст основу и позволит перейти к интерпретации. Далее описывают смысл и применение статистического показателя к исследуемым данным, объ-

яснив, что он показывает в контексте экологического мониторинга. Указывают, как данный статистический показатель связан с целями работы, такими как анализ сезонных изменений или трендов.

Например:

Стандартное отклонение отражает разброс температурных значений вокруг среднего, помогая оценить вариабельность в городской среде и выявить аномалии.

Наконец, следует упомянуть ограничения и источники показателя или метода, чтобы подчеркнуть надежность.

Например:

Этот показатель чувствителен к выбросам, поэтому его следует дополнять визуализацией данных.

Следование данной логической последовательности обеспечит полноту и четкость характеристики и облегчит переход к расчетам и выводам в работе.

Таким образом, необходимо идти от общего к частному, стараясь уточнять смысл каждого исследуемого показателя в контексте экологии (ссылаясь при этом на использованную литературу), а затем уже давать конкретно его характеристику/расчеты по фактическим данным мониторинга.

Например:

Среднее – это статистический показатель, представляющий собой центральную тенденцию набора данных. Он является одним из основных в описательной статистике и применяется для суммирования типичного уровня переменной.

Среднее отражает средний уровень температуры воздуха в исследуемой городской среде, показывая общую тенденцию без учета экстремальных значений. В контексте экологического мониторинга оно помогает оценить базовый климатический фон, например, сравнивая средние температуры по сезонам или годам, чтобы выявить общие изменения в системе. Однако этот показатель чувствителен к выбросам (например, аномальные пики от жары), поэтому его следует дополнять медианой или визуализацией.

Средние годовые значения температуры в г. N демонстрируют устойчивый положительный тренд, характерный для глобального потепления. Средняя температура выросла на 2,15 °C (с 5,27 °C в 20XX г. до 7,42 °C в 20YY г.). Этот рост связан с антропогенными факторами, такими как урбанизация и выбросы парниковых газов, и влияет на экосистему города, вызывая более частые волны жары и изменения в фенологических циклах растений.

В конце каждой главы логично делать небольшой вывод, подводя итог написанному.

Кроме того, приступая к работе над любой из глав, прежде всего, необходимо проработать соответствующий вопрос по собственному конспекту лек-

ций, учебной и справочной литературе [6, 7, 9]. Без знания теории невозможно достаточно полно раскрыть и проанализировать рассматриваемую проблему.

К наиболее типичным ошибкам при написании курсовых работ относятся:

- отсутствие целей и задач во «Введении», что приводит к получению неверных выводов в «Заключении» (зачастую выводы не логичны и не соответствуют даже названию работы, в результате чего может быть полностью утерян смысл работы и не раскрыта ее тема);

- отсутствие упоминания того, о каких значениях рассматриваемой характеристики, среднегодовых или среднемесячных, идет речь;

- несоблюдение логики изложения в отдельных главах, за которой необходимо строго следить (порядок описан в разделе 2.3);

- употребление словосочетаний «январь-месяц», «февраль-месяц» и т.д., недопустимых с точки зрения норм литературного русского языка;

- использование союзов «и», «а», «а также» и др. в начале предложений.

Важно строго следить за тем, чтобы все упомянутые в тексте курсовой работы литературные, нормативные и прочие источники были обязательно перечислены в списке использованных источников, и, наоборот, на каждый источник из списка в тексте должна присутствовать ссылка.

2 Требования к курсовой работе

2.1 Оформление и структура курсовой работы

Подготовка курсовой работы ведется индивидуально, поэтому ее план составляется соответственно логике написания каждой отдельной работы. Вместе с тем, в любом случае должна быть выдержана определенная структура курсовой работы.

Структурными элементами курсовой работы являются:

- 1) титульный лист (обязательно указать шифр работы, имеющий общий вид *KP44ЭП/м508*, где *KP* означает слова «Курсовая работа», *44* – номер выпускающей кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, *ЭП/м* – шифр направления подготовки магистров 05.04.06 – Экология и природопользование, *5* – последняя цифра года, когда выполнена работа, например, *2025*, и *08* – порядковый номер студента в ведомости; образец оформления титульного листа приведен в приложении А к настоящему пособию, при этом последние три цифры меняются в соответствии с изменением года и номера по ведомости);

- 2) содержание (каждую запись содержания оформляют как отдельный абзац, выровненный влево, указывая номера страниц выровненными по правому краю поля с отточием между названием структурного элемента, главы или раз-

дела и номером страницы; пример оформления содержания приведен в приложении Б к настоящему пособию);

- 3) введение;
- 4) основная часть (с разбивкой на главы и разделы внутри глав);
- 5) заключение;
- 6) список использованных источников;
- 7) приложения.

Наименования структурных элементов курсовой работы: «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЕ» служат заголовками данных структурных элементов в тексте работы.

Заголовки структурных элементов курсовой работы следует располагать в середине строки – по центру относительно текста (без отступа) и печатать прописными буквами обычным шрифтом (не полужирным!), без точки в конце, не подчеркивая.

Основную часть курсовой работы следует делить на главы. Главы могут делиться на разделы (см. образец содержания в Приложении Б к настоящему пособию); разделы – на подразделы (при необходимости). Каждый подраздел должен содержать законченную информацию.

Каждый структурный элемент и каждую главу основной части курсовой работы начинают с новой страницы. Разделы и подразделы внутри каждой главы следуют друг за другом без вынесения нового раздела и подраздела на новую страницу. Нежелательно начинать новый раздел или подраздел внизу страницы, если после заголовка параграфа на странице остается одна-две строки основного текста.

Обратите внимание: не допускается начинать и заканчивать любую главу, раздел, подраздел с рисунка (графика) или таблицы!

Заголовки глав, разделов и подразделов основной части курсовой работы следует начинать с абзацного отступа и размещать после порядкового номера, печатать с прописной буквы, полужирным шрифтом, не подчеркивать, без точки в конце. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Главы курсовой работы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части и обозначаться арабскими цифрами без точки, расположенные с абзацного отступа, например, 1, 2, 3 и т.д. (слово «Глава» не пишется).

Разделы и подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждой главы. Номер пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела, разделенные точкой, например: 1.1, 1.2, 1.3, или 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т.д. В конце номера раздела и подраздела точка не ставится.

Страницы текста и включенные в курсовую работу иллюстрации, таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327 (297 × 210 мм). При

необходимости допускается оформление иллюстраций и таблиц на листах формата А3.

Текст курсовой работы выполняется на ПК в текстовом редакторе Word для Windows. При этом в качестве основного используется шрифт Times New Roman размером 12 пт и полуторным межстрочным интервалом. Отступ в начале абзаца должен быть одинаковым по всему тексту и равен 1,25 см, выравнивание текста – по ширине.

Текст курсовой работы должен быть выполнен любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

Перечисления внутри текста оформляются с помощью нумерованного (ставится арабская цифра со скобкой) или ненумерованного (перед каждым элементом перечисления ставится тире) списка и печатаются с абзацного отступа. Положение текста второй и последующей строк каждой позиции списка отступа не имеет. В конце каждой позиции списка ставится точка с запятой, кроме последней, которая завершается точкой.

Например:

- 1)
.....;
- 2)
.....;
- 3)

Или:

-
.....;
-
.....;
-

Страницы курсовой работы следует нумеровать арабскими цифрами, автоматически, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту работы, включая страницы с рисунками и приложения. Номер страницы проставляют внизу, выравнивая по центру, без точки в конце.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не проставляют. Таким образом, впервые номер страницы (2) ставится на листе с содержанием. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц курсовой работы и проставляют на них номера страниц.

В тексте не допускается:

- употреблять без цифр такие математические знаки, как > (больше), < (меньше), = (равно) и т.п., а также знаки № (номер), % (процент), ‰ (промилле), ° (градус) и т.п., заменяя ими соответствующие слова;

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин, в частности, температуры; следует писать слово «минус» (при указании отрицательной величины в скобках, допускается применение знака минус). Знак плюс (+) перед положительными значениями обычно не указывается;

- применять сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии и соответствующими государственными стандартами (например, сокращения *тах* и *тін* правилами и стандартами не установлены).

Иллюстрации (чертежи, графики, гистограммы) следует по возможности располагать на той же странице, непосредственно после текста, где они впервые упоминаются. В случае нехватки места – на следующей странице, по возможности ближе к соответствующим частям текста, в котором они обсуждаются. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в работе. При ссылке необходимо полностью писать слово «рисунок» и его номер.

Например:

Сезонная составляющая временного ряда с четкой периодичностью с циклом около 12 месяцев, что соответствует годовым колебаниям температуры. Амплитуда сезонных колебаний достигает примерно 15 °C, что типично для умеренного климатического пояса. Сезонность стабильна во времени, без заметных изменений в форме или амплитуде (рисунок 6).

Или:

Значения остатков, показанных на рисунке 6, относительно малы (в пределах $\pm 0,5$ °C), что говорит о хорошем качестве модели декомпозиции. Остатки выглядят случайными, без выраженных закономерностей или трендов. Следовательно, после учета тренда и сезонности значимые аномалии или структурные изменения отсутствуют.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Иллюстрации должны иметь наименование и (при необходимости) могут сопровождаться пояснительными данными (подрисуночный текст). Слово «Рисунок ...», его номер и, после тире, наименование помещают ниже пояснительных данных. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце и располагают в центре под рисунком следующим образом (пример приведен на рисунке 1).

Если наименование рисунка занимает две строки и более, то его записывают через один межстрочный интервал.

Иллюстрации следует располагать так, чтобы их удобно было рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке (при альбомной ориентации рисунка), т.е. нижняя часть рисунка и пояснительный текст должны идти параллельно правому краю страницы. Иллюстрация, номер и название и подрисуночный текст выравнивают по центру относительно текста (без отступа).

Цифровой материал для наглядности и удобства сравнения показателей оформляют в виде таблиц. На все таблицы в работе должны быть ссылки. При ссылке необходимо полностью писать слово «таблица» и ее номер.

Например:

Нормализованные сезонные индексы температуры воздуха в г. N за исследуемый период приведены в таблице 4.

Или:

Анализ сезонных аномалий температуры воздуха (таблица В.2 приложения В), демонстрирует значительные отклонения от многолетних средних значений, что указывает на выраженные колебания климатических условий в г. N в течение рассматриваемого периода.

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице, если она находится в основной части, или в приложении к курсовой работе. Название таблицы помещают над таблицей, выравнивают по левому краю таблицы без отступа, печатают с одинарным интервалом. Таблицы нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Номер следует размещать перед названием, отделяя его с помощью тире. Название таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце. Если наименование таблицы занимает две строки и более, то его записывают через один межстрочный интервал.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф таблицы диагональными линиями не допускается. Заголовки граф (колонок) и строк таблицы печатают с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставятся. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Заголовки граф (колонок) выравнивают по центру, а заголовки строк – по левому краю.

Таблицу с большим количеством строк или граф (колонок) допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу также слева пишут слова «Продолжение таблицы» и указывают ее номер.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Список использованных источников должен содержать сведения обо всех источниках (литературных, картографических, веб-сайтах), использованных при написании курсовой работы (т. е. те, на которые есть ссылка в тексте), включая указание их DOI (при наличии). На учебную и методическую литературу ссылаться не следует.

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте курсовой работы и нумеровать арабскими цифрами без точки. Ссылки в тексте дают в квадратных скобках. Использование фрагментов любых текстов, рисунков, графиков и т.д. без ссылки на их источник недопустимо и является плагиатом.

Приложения к данной курсовой работе должны включать цифровой материал, оформленный в виде таблиц и включаемый как продолжение данной работы на последующих листах после списка использованных источников. В тексте курсовой работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Приложение А к данной курсовой работе содержит данные мониторинга температуры воздуха за исследуемый период для исследуемого региона (средние суточные температуры), которые используются в качестве исходного материала для расчетов. Приложение Б включает две таблицы с результатами расчетов базовых описательных статистик, выполненных в рамках главы 2, и Приложение В – две таблицы с вычисленными ежемесячными значениями ожидаемой температуры и сезонных аномалий. В тексте курсовой работы обязательны ссылки на таблицы приложений

Каждое приложение начинают с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ», написанное прописными буквами. После слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» следует буква кириллического алфавита, обозначающая его последовательность. Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой ниже слова «ПРИЛОЖЕНИЕ», выравнивая по центру и без точки в конце.

Приложения должны иметь общую с остальной частью курсовой работы сквозную нумерацию страниц. Все приложения должны быть перечислены в содержании курсовой работы с указанием их буквенных обозначений и названия.

2.2 Материалы для написания курсовой работы

Основным материалом для курсовой работы служат данные мониторинга температуры воздуха, полученные с метеостанций в исследуемом городе. Эти данные представляют собой временные ряды, охватывающие многолетний период (рекомендуется не менее 25-30 лет для выявления устойчивых трендов), и включают ежедневные измерения температуры (в градусах Цельсия). Для оценки климатических трендов целесообразно использовать средние суточные температуры воздуха. Средние суточные значения рассчитываются как среднее арифметическое показаний приборов, полученных в течение суток в ходе сроч-

ных наблюдений. Такой набор данных обеспечивает репрезентативность и позволяет анализировать как сезонные колебания, так и долгосрочные изменения.

Выбор средних суточных температур обоснован их доступностью и информативностью для оценки климатических трендов. Эти данные отражают не только общие тенденции (например, глобальное потепление), но и локальные особенности, такие как влияние урбанизации или рельефа в исследуемом регионе. При анализе данных мониторинга следует учитывать возможные пропуски в данных (например, из-за технических сбоев), которые необходимо обработать методами интерполяции или исключения, чтобы избежать искажений в анализе. В курсовой работе исходные данные рекомендуется представить в виде таблицы в Приложении А.

Источники данных должны быть надёжными и официальными, чтобы обеспечить научную достоверность и значимость результатов исследования. Рекомендуемые источники включают:

1) Государственные метеорологические службы (в России – Росгидромет), на официальных порталах которых доступны архивы данных с метеорологических станций по ряду городов. Эти данные бесплатны и включают исторические ряды.

2) Международные базы данных (например, Глобальная сеть исторической климатологии (GHCN) от Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA) или Европейская климатическая оценка и набор данных (ECA&D)), которые предоставляют глобальные данные, включая российские станции. Данные можно скачать в формате CSV или текстовых файлов.

3) Локальные архивы (архивы региональных управлений по гидрометеорологии, если город имеет собственную метеостанцию).

В курсовой работе необходимо указать выбранный источник данных мониторинга температуры воздуха и период сбора.

2.3 Содержание разделов курсовой работы

2.3.1 Содержание введения

Во «Введении» описываются состояние и актуальность рассматриваемого вопроса, его практическая значимость, цель курсовой работы, перечисляются основные задачи (по пунктам), указываются объект и предмет исследования. При этом следует помнить, что под объектом исследования понимают ту часть реальности, природное или социальное явление, процесс или систему, которые изучаются, т.е. объект – это то, что исследуется в целом. В то время как предмет исследования представляет собой более узкий аспект объекта, конкретные свойства, характеристики, связи или процессы внутри объекта, которые непо-

средственно изучаются в работе. Это то, на что именно направлено внимание исследователя в рамках объекта. Например, если объектом является климат региона, то предметом может быть изменение температуры воздуха, методы её мониторинга и анализа.

Например:

Актуальность исследования климатических изменений в современном мире обусловлена их значительным влиянием на экосистемы, экономику и здоровье человека. Изменения климата становятся всё более заметными, и их последствия требуют тщательного анализа и понимания.

Цель настоящей курсовой работы заключается в оценке климатических трендов в городе N на основе анализа данных мониторинга температуры воздуха за период с 20XX по 20YY гг. (буквы N, XX и YY заменить названием населенного пункта, и цифрами, обозначающими год начала и окончания исследуемого периода соответственно).

Для достижения цели курсовой работы были поставлены следующие задачи:

- выполнить обзор существующей литературы по теме климатических изменений и мониторинга температуры;*
- провести статистический анализ температурных данных;*
- изучить сезонные изменения температуры;*
- выявить и оценить долгосрочные тренды изменений температуры.*

Объект исследования – это та часть реальности, природное или социальное явление, процесс или система, которые изучаются. Проще говоря, объект – это то, что исследуется в целом.

Предмет исследования – это более узкий аспект объекта, конкретные свойства, характеристики, связи или процессы внутри объекта, которые непосредственно изучаются в работе. Это то, на что именно направлено внимание исследователя в рамках объекта.

Объектом исследования в данной работе является климатическая система региона (указать, какого именно), в частности, температурный режим атмосферы, отражающий состояние и динамику климатических условий в г. N в ...-... гг. (указать, период исследования),

Предметом исследования выступают данные мониторинга температуры воздуха (Приложение А), их статистический анализ, выявление сезонных колебаний и долгосрочных трендов, а также методы обработки этих данных для оценки климатических изменений.

Исходные данные – результаты мониторинга температуры воздуха в рассматриваемом населенном пункте – поместить в Приложение А к курсовой работе и оформить в виде таблицы с заголовком «Средняя суточная температура воздуха в г. N, 20XX-20YY гг.», включающей весь период наблюдения (таблица 1).

Таблица 1 – Форма таблицы с исходными данными для курсовой работы, помещаемой в Приложение А

Дата	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
20XX												
1												
2												
3												
...												
30												
31												
20YY												
1												
2												
3												
...												
30												
31												

Кроме того, во введении необходимо указать, где располагается рассматриваемый населенный пункт (в какой части страны, континента, на берегу какого водного объекта, на каких – по отношению к сторонам света – склонах горного сооружения). Должны быть приведены его географические координаты.

Например:

Калининградская область расположена на северо-западе европейской части Российской Федерации, на юго-восточном побережье Балтийского моря.

Или:

Город Екатеринбург, являющийся административным центром Свердловской области, расположен на восточном склоне Уральских гор, во внутриконтинентальной части Евразии.

Кроме того, следует указать, к какому типу климата относится данный регион и кратко описать основные черты его климатических условий.

Разделы и главы курсовой работы ни при каких условиях не могут завершаться рисунком или таблицей, а также начинаться с них. Любой иллюстрации или таблице должен предшествовать текст, в котором дается ссылка на нее. После рисунка или таблицы необходимо проанализировать представленную в них информацию.

2.3.2 Содержание главы 1

В главе «1 Обзор литературы» необходимо рассмотреть теоретические основы мониторинга температуры воздуха, включая его особенности в городской среде. Глава должна быть логичной: ее начинают с общих теоретических основ, затем переходят к специфике городской среды. Также следует проанализировать, как осуществляется мониторинг температуры воздуха в Российской Федерации, и на какие нормативно-правовые документы он опирается. Это обеспечит плавный переход к эмпирической части курсовой работы.

Необходимо описать ключевые понятия, методы и принципы мониторинга температуры, включив определение мониторинга как систематического сбора и анализа данных о температуре атмосферного воздуха, рассмотреть инструменты.

Например:

Мониторинг температуры воздуха представляет собой комплекс мероприятий по систематическому сбору, обработке и анализу данных о температурных показателях атмосферы с целью оценки климатических изменений и прогноза [1]. Методы мониторинга температуры воздуха включают стационарные наблюдения на метеостанциях и мобильные измерения с использованием датчиков, обеспечивающие точность до $0,1^{\circ}\text{C}$ [2]. Например, в рамках глобальной сети ВМО ежегодно собираются данные более чем с 10 000 станций, что позволяет моделировать температурные поля на планете.

Для анализа особенностей мониторинга температуры воздуха в городской среде, надо объяснить, как урбанизация влияет на температуру (эффект «теплового острова», где города теплее пригородов на $1...5^{\circ}\text{C}$). Рассмотрение причин отличия температуры воздуха на урбанизированных территориях позволит лучше понять механизмы формирования локального микроклимата, необходимость коррекции данных в моделях прогноза и потенциальные риски для экосистем и здоровья населения. Для примеров используйте данные из современных исследований.

Например:

В городской среде мониторинг температуры осложняется эффектом «теплового острова», когда антропогенные факторы повышают температуру воздуха на $2...4^{\circ}\text{C}$ по сравнению с пригородными зонами. Основные причины – поглощение тепла асфальтовыми и бетонными покрытиями, выделение тепла транспортом и промышленностью, а также снижение вентиляции из-за плотной застройки. Например, в Москве зимой минимальная температура в центре может быть на $1,5^{\circ}\text{C}$ выше, чем на окраинах, что искажает климатические данные. Для корректного мониторинга применяются модели, учитывающие локальные факторы, такие как индекс урбанизации.

Описание системы мониторинга гидрометеорологических условий в Российской Федерации включает характеристику деятельности Росгидромета, сеть станций, методы сбора данных (автоматизированные и ручные), анализ региональных особенностей мониторинга в разных климатических зонах.

Например:

В Российской Федерации мониторинг температуры воздуха осуществляется Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), которая управляет сетью из более чем 3,6 тыс. метеостанций. Наблюдения проводятся ежедневно с использованием термометров и автоматизированных систем, обеспечивающих данные о суточных и месячных температурах. Например, в 2022 году средняя годовая температура в Москве составила $+6,5^{\circ}\text{C}$, что на 1°C выше нормы [4].

Перечислите ключевые нормативно-правовые документы, регулирующие экологический мониторинг в России, с краткими пояснениями по их сути, в т.ч. Федеральный закон «Об охране окружающей среды», СанПиН, международные соглашения (Киотский протокол, Парижское соглашение). Объясните, как они влияют на сбор и использование данных о климате.

В завершение подводят итог главы 1, связав обзор литературы с последующими главами, направленными на статистический анализ температурных данных с использованием разнообразных показателей и моделей, анализ сезонных изменений и выявление аномалий, а также исследование долгосрочных трендов.

При анализе климатических трендов в каком-либо городе Российской Федерации важно помнить, что в последние годы на всей территории страны наблюдается потепление. Современное потепление, начавшееся в 70-е годы прошлого столетия, продолжается на территории России как в целом за год, так и во все сезоны. Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры за период 1976-2023 гг. составила $0,50^{\circ}\text{C}/10$ лет. Наиболее быстрый рост наблюдается весной ($0,63^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом. Максимум летнего потепления отмечается на юге европейской части России ($0,73^{\circ}\text{C}/10$ лет для Южного федерального округа).

Минимум потепления в среднем за год отмечен на юге Сибири и на востоке Якутии, где зимой все еще наблюдается небольшая область убывания температуры. Летом и осенью рост температуры на юге Сибири (осенью также в центре) очень слаб.

Потепление зим за период 1994-2010 гг. наблюдалось в основном в арктической зоне России; на остальной территории зимние температуры убывали, слабо в европейской части (до минус $0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет) и значительно – в азиатской части страны, до минус $2^{\circ}\text{C}/10$ лет на юге Сибири; но тенденция похолодания прекратилась после 2010 года.

В 2024 году средние годовые температуры были выше нормы на:

- 1) $1,21^{\circ}\text{C}$ – на территории России в целом;
- 2) $1,36^{\circ}\text{C}$ – в европейской части России;
- 3) $1,16^{\circ}\text{C}$ – в азиатской части России.

Но рекордные значения температуры наблюдались в 2020 году, когда аномалии составили $2,02^{\circ}\text{C}$, $1,74^{\circ}\text{C}$, $2,12^{\circ}\text{C}$ соответственно.

2.3.3 Содержание главы 2

Глава «2 Статистический анализ температурных данных» отводится все-стороннему анализу количественных показателей временного ряда (средние, максимум и минимум, медиана, мода, стандартное отклонение, межквартильный размах, доверительный интервал) и качественной интерпретации полученных значений с учётом контекста задач курсовой работы, таких как анализ климатических изменений в конкретном регионе.

Общий обзор обычных показателей статистического анализ температуры воздуха создает теоретическую основу для последующего анализа. Его следует начать с перечисления основных статистических показателей, которые будут рассмотрены в главе, и объяснения, почему они важны для временных рядов температурных данных и какую роль играют в оценке трендов, вариабельности и надежности данных. Начните с определения временного ряда как последовательности наблюдений температуры, упоминая источники данных (например, метеостанции или спутниковые измерения).

Пример описания:

Временной ряд температурных данных представляет собой последовательность измерений, отражающих динамику атмосферных процессов. Статистический анализ таких рядов включает расчет мер центральной тенденции (среднее, медиана, мода), характеризующих типичный уровень температуры, и мер вариабельности (стандартное отклонение, межквартильный размах), указывающих на разброс значений. Эти показатели позволяют оценить стабильность климата и выявить аномалии, что особенно актуально для задач прогнозирования климатических изменений [8, 9].

Для средних значений, стандартного отклонения, доверительного интервала и межквартильного размаха приводят формулы и результаты расчетов, а также качественный анализ. Все расчеты выполняются для месячных и годовых рядов периода исследования полностью, результаты расчетов округляют до десятых долей градуса (для месячных рядов) и до сотых (для годовых рядов).

Например:

Для анализируемого периода (20XX-20YY гг.) средняя годовая температура составила $15,2^{\circ}\text{C}$, с максимумом в июле 20XX г. ($28,5^{\circ}\text{C}$) и минимумом в ян-

варе 20YY г. (минус $5,3^{\circ}\text{C}$). Эти экстремумы отражают сезонные колебания, характерные для умеренного климата.

Объясните, как медиана и мода дополняют среднее, особенно при наличии выбросов (аномальные температуры), каково их практическое значение (например, медиана как мера устойчивости). Для моды отметьте, что в непрерывных данных она может отсутствовать. Опишите расчеты, сравните с средним значением.

Например:

Медиана температуры – значение, разделяющее упорядоченный ряд на две равные части. Для месячных данных в июне 20XX г. она составила $24,1^{\circ}\text{C}$, что ниже среднего ($25,3^{\circ}\text{C}$) из-за нескольких холодных дней. Мода, как наиболее частое значение, в данном случае отсутствует из-за непрерывности данных, но приближенно оценивается в интервале $20...25^{\circ}\text{C}$. Эти показатели указывают на симметричное распределение, типичное для летних месяцев.

В описании стандартного отклонения, интерпретируемого как показатель изменчивости показателя, акцент делается на мере вариабельности температуры воздуха. Высокое отклонение указывает на нестабильный климат, а его рост является признаком экстремальных погодных явлений [8]. Доверительный интервал позволяет оценить надежность среднего. Чем уже интервал, тем точнее оценка среднего, и чем выше доверительная вероятность, тем меньше вероятность ошибки, что истинное среднее окажется за пределами рассчитанного интервала. Эти показатели критичны для выявления аномалий и планирования адаптации к климату.

Пример описания:

Стандартное отклонение температуры отражает разброс значений вокруг среднего. Для годовых данных оно равно $2,81^{\circ}\text{C}$, что свидетельствует о умеренной вариабельности. В зимние месяцы отклонение выше ($3,56^{\circ}\text{C}$) из-за влияния арктических вторжений, что подтверждает необходимость учета сезонности в климатических моделях [8].

Межквартильный размах для средних месячных температур составляет $5,2^{\circ}\text{C}$, указывая на 50% разброса данных. Доверительный интервал для среднего (95% уровень) — $[14,8; 15,6]^{\circ}\text{C}$. Узкий доверительный интервал свидетельствует о стабильности оценки средней температуры, так как она не сильно варьируется.

Знание разброса данных и среднего значения позволяет выявить месяцы, когда температура существенно отклонялась от среднего, что может указывать на аномальные погодные явления.

Результаты всех расчетов базовых описательных статистик, выполненных в рамках главы 2, в табличной форме помещают в приложении Б к курсовой работе. Таблицы Б.1 (Базовые статистические показатели по месяцам, 20XX-

20YY гг.) и Б.2 (Базовые статистические показатели по годам, 20XX-20YY гг.) имеют следующий вид (табл. 2-3).

Таблица 2 – Форма таблицы Б.1 с результатами расчета статистических показателей по месяцам, помещаемой в Приложение Б к курсовой работе

Месяц	Показатель							
	Сред- нее	Ме- диана	Мода	Мак- симум	Мини- мум	SD	IQR	95% ИД
20XX								
I								
II								
III								
IV								
...								
X								
XI								
XII								
20YY								
I								
II								
III								
IV								
...								
X								
XI								
XII								

Таблица 3 – Форма таблицы Б.2 с результатами расчета статистических показателей по годам, помещаемой в Приложение Б к курсовой работе

Год	Показатель							
	Сред- нее	Ме- диана	Мода	Мак- симум	Мини- мум	SD	IQR	95% ИД
20XX								
...								
...								
...								
20YY								

В рамках статистического анализа температурных данных ключевую роль играет визуализация, которая позволяет наглядно представить результаты расчетов, выявить тенденции и аномалии, а также облегчить интерпретацию данных. Графические элементы не только дополняют текстовые описания, но и обеспечивают объективность анализа, минимизируя субъективность выводов. В данную главу необходимо включить следующие графики:

- график хода средней месячной температуры воздуха за исследуемый период;
- гистограмма распределения температуры воздуха;
- «ящик с усами» для межгодовой изменчивости температуры воздуха.

График хода средней месячной температуры воздуха за исследуемый период демонстрирует долгосрочные тенденции и сезонные циклы. Он позволяет визуализировать влияние климатических факторов на протяжении ряда лет и служит важным инструментом для оценки трендов и изменчивости временного ряда (рис. 1).

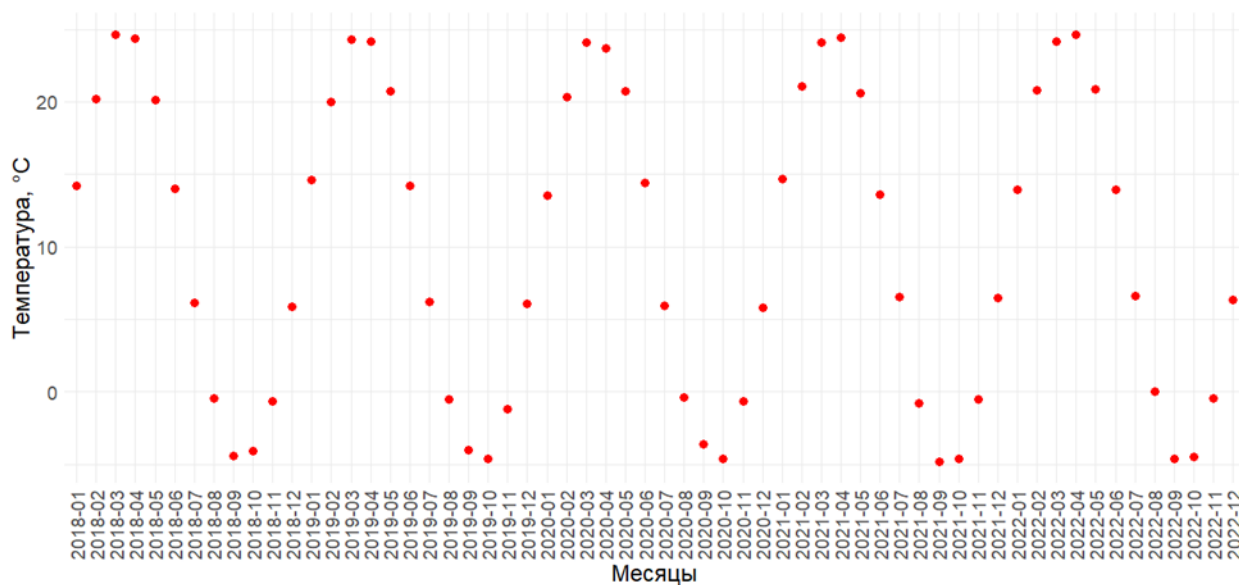


Рисунок 1 – Образец графика хода средней месячной температуры воздуха за исследуемый период

Линейный график строят, предварительно рассчитав средние месячные температуры воздуха за каждый месяц исследуемого периода. По горизонтальной оси откладывают время (месяцы/годы), по вертикальной оси – значения температуры (°C). Поскольку период наблюдений достаточно длительный, то лучше разметить график на отдельном листе альбомной ориентации. Лист с графиком помещается сразу после ссылки на него в тексте курсовой работы и нумеруется соответствующим образом.

Это типичный временной ряд для климатического анализа, где точки представляют усреднённые значения температуры для каждого месяца (например, январь 2000, февраль 2000 и т.д.). Обычно такой график имеет классический синусоидальный паттерн, типичный для климата умеренных широт, размах (амплитуда) сезонности возрастает по мере усиления континентальности климата.

Анализ графика, наиболее вероятно, позволит выявить следующие характерные периоды: зимой (декабрь–февраль) температура воздуха низкая, весной

наблюдается резкий рост. Пиковые значения летом (с возможными аномалиями) сменяются снижением температуры воздуха осенью. При этом следует указывать значения температур в описываемые отрезки времени, а также выделять экстремальные точки (например, очень холодные зимы 2006 г. или 2010 г., или, напротив, жаркие летние месяцы 2018-2022 гг.). Это полезно для анализа влияния климатических событий на изменения температуры воздуха в изучаемом регионе.

Гистограмма «Распределение температуры воздуха за исследуемый период» визуализирует частотное распределение значений температуры, позволяя оценить форму распределения (нормальность, асимметрию) и сравнить с теоретическими моделями. График дополняет разделы 2.3 (медиана, мода) и 2.4 (стандартное отклонение), помогая выявить отклонения от нормального распределения, характерные для климатических данных (рис. 2).

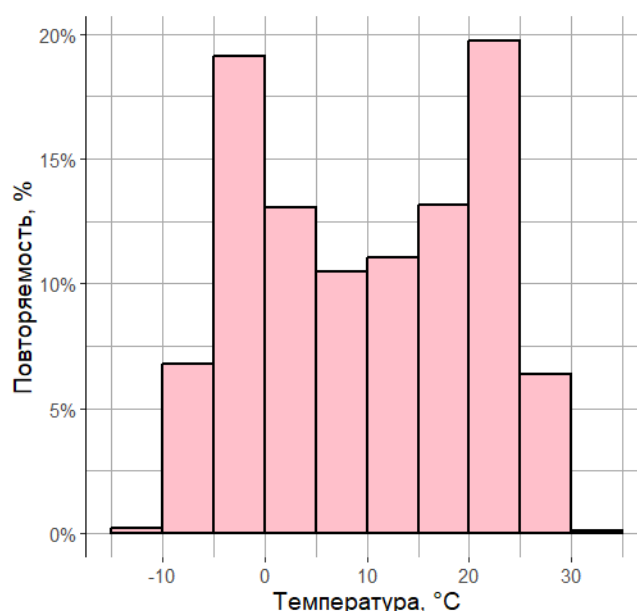


Рисунок 2 – Образец гистограммы распределения температуры воздуха за исследуемый период с шириной бина 5°C

Для построения гистограммы необходимо агрегировать все средние суточные температуры за исследуемый период в один массив (Приложение А). Далее определяют количество бинов (интервалов), выбрав их ширину, например, 2°C (рис. 3).

При построении гистограммы по горизонтальной оси откладывают значения температуры воздуха (°C), по вертикальной оси — относительную частоту встречаемости значений температуры воздуха в пределах каждого бина (в процентах). Для сравнения на график можно наложить кривую нормального

Пример анализа гистограмм, приведенных на рис. 2-3:

Гистограмма имеет две выраженные вершины (бимодальное распределение): первая около 0°C (примерно 18-20% повторяемости) и вторая – около 20°C (приблизительно 19-20% повторяемости). Между этими пиками наблюдается снижение частоты при температурах воздуха около 10°C. Температуры ниже минус 10°C и выше 30°C встречаются очень редко (почти 0%).

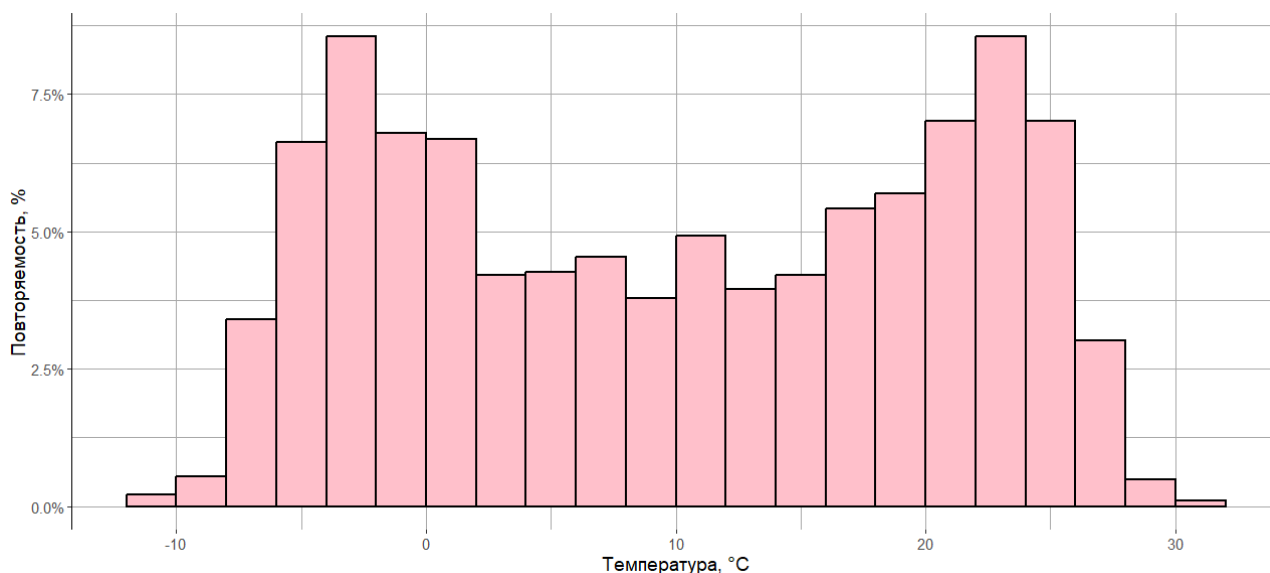


Рисунок 3 – Образец гистограммы распределения температуры воздуха за исследуемый период с шириной бина 2°C

Повторяемость наиболее часто встречающихся температур достигает почти 20% для каждой, что говорит о том, что примерно 40% всех наблюдений приходится на эти два интервала.

Бимодальное распределение температуры воздуха (наличие двух пиков) может указывать на выраженный сезонный контраст. Первый пик около 0°C соответствует, наиболее вероятно, переходным сезонам – поздней осени, зиме и/или ранней весне, когда температуры воздуха в г. N близки к нулю. Второй пик около 20°C – типичная летняя температура воздуха, характерная для теплого сезона.

Очень низкие температуры (ниже минус 10°C) и очень высокие (выше 30°C) встречаются редко, что говорит о сравнительно умеренном климате. Отсутствие экстремальных температур свидетельствует, что регион характеризуется мягкой зимой без сильных морозов и не слишком жарким летом.

Такой климатический профиль характерен для умеренных широт с ярко выраженными сезонами. Значения температур на пиках указывает на довольно мягкую зиму, когда на протяжении длительного холодного периода преобладают температуры около нуля градусов. Пик у 20°C указывает на теплое, но не экстремально жаркое лето, типичное для региона.

С точки зрения практической ценности гистограммы подобное распределение указывает на периоды риска заморозков (с температурами около 0°C) и оптимальные периоды для вегетации, что важно для агрономии и экологии. На таких данных может основываться планирование сельскохозяйственных работ, выбор культур и сроки посева.

Гистограмма отражает климат с выраженной сезонностью, умеренно холодной зимой и теплым летом. Основные температуры воздуха сосредоточены около 0°C и $+20^{\circ}\text{C}$, что характерно для умеренного климата с отчетливым разделением на холодный и теплый сезоны. Отсутствие экстремальных температур говорит о мягкости климата в рассматриваемом регионе.

Однако гистограмма может иметь и иную форму с распределением, близким к нормальному, или с правосторонней/левосторонней асимметрией в летние/зимние месяцы. Как правило, это подтверждается наличием экстремальных жары/холода и согласуется с расчетами моды.

«Ящик с усами» иллюстрирует вариабельность температуры между годами для каждого месяца, выделяя центральную тенденцию, разброс и потенциальные выбросы. Он особенно полезен для оценки сезонных колебаний и межгодовых различий, что напрямую связано с анализом экстремумов и стандартного отклонения (разделы 2.2 и 2.4 курсовой работы). Без такого графика текстовые описания могут быть недостаточно убедительными, поскольку визуализация позволяет быстро сравнить месяцы и годы (рис. 4).

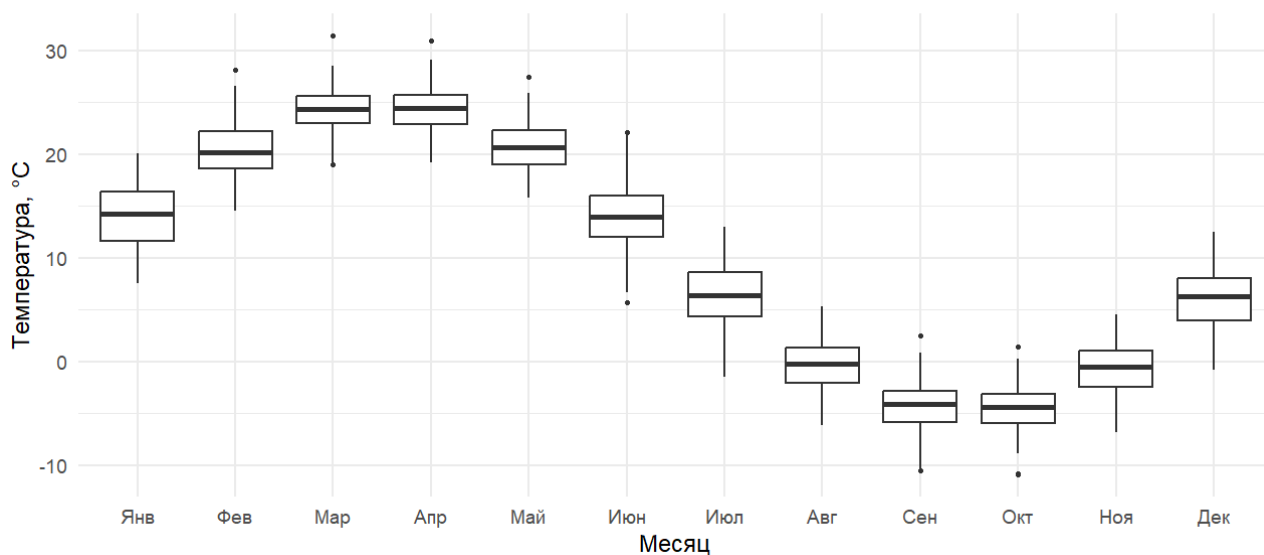


Рисунок 4 – Образец диаграммы размаха температуры воздуха за исследуемый период

При построении диаграммы размаха для каждого месяца создайте отдельный «ящик с усами», где центральная линия показывает значение медианы для данного месяца за весь период исследования, границы ящика – квартили Q1

и Q3, «усы» минимальное и максимальное значения (без выбросов), а точки – выбросы (при их наличии). Под горизонтальной осью подписывают названия месяцев, по вертикальной оси откладывают значения температуры воздуха (°C).

Каждый приведенный в курсовой работе график необходимо обязательно проанализировать.

Например:

Диаграмма показывает выраженную сезонность температуры с максимумом весной (апрель-май) и минимумом осенью (сентябрь-октябрь). Заметно, что летние месяцы (июнь-июль) не самые теплые, что обусловлено характерным для муссонных областей прохладным летом. Осенний период характеризуется значительным похолоданием, с температурами близкими к 0°C и ниже. Зима (январь, февраль, декабрь) – относительно мягкая, температуры редко опускаются ниже 0°C. Наличие выбросов указывает на редкие экстремальные температуры.

Кроме того, следует указать сколько составляет медиана температуры в различные сезоны (отдельные месяцы), когда температура воздуха достигает пиковых значений (и их величину). Меньший разброс температур, их более сжатое распределение показывают, что значения в данном месяце более однородны, т. е. температуры в разные дни месяца не сильно отличаются. На графике это видно по узкому «ящику» (межквартильному размаху) и коротким «усам» – диапазон температур между 25-м и 75-м процентилями меньше. Погода в этот месяц более стабильная и предсказуемая, температура держится в узком диапазоне. Если коротко — «более сжатое распределение» значит, что температура в этом месяце и менее изменчива по сравнению с другими месяцами.

В противоположность этому, если разброс большой (широкий «ящик» и длинные «усы»), значит температура сильно колеблется – бывают как холодные, так и теплые дни.

Это имеет большое значение для растений, животных, населения, т. к. стабильная температура часто более комфортна, живые организмы не испытывают сильный стресс от резких перепадов. Для многих хозяйственных, в т. ч. сельскохозяйственных работ важно предусмотреть планирование на периоды с более предсказуемой погодой. В климатологических исследованиях изменение разброса температуры может указывать на изменение погодной variability. Чтобы оценить влияние климатических изменений, необходимо проверить, как меняются медианы и разбросы по годам.

Перечисленные графики должны быть размещены в основном тексте с ссылками на них в соответствующих местах, с обязательными подписями и легендами.

Включение этих графиков в работу обеспечит полноту анализа, сделав главу более убедительной. Все расчеты и построения должны быть оригинальными, с указанием инструментов (например, R).

2.3.4 Содержание главы 3

Глава «3 Анализ сезонных изменений температуры воздуха» демонстрирует умение анализировать циклические колебания, опираясь на результаты главы 2. Начать главу следует с объяснения цели анализа сезонных изменений (выявление регулярных колебаний температуры, обусловленных природными циклами), и заканчивать выводом, связывающим полученные результаты с общими тенденциями изменения температуры воздуха.

Сделайте краткий обзор методов анализа сезонных изменений климатических показателей (декомпозиция временного ряда, гармонический анализ и сезонные индексы), объясните их суть и применимость к температурным данным. Объясните, почему эти методы важны для климатологии – они позволяют отделить сезонный компонент от тренда и шума.

Сезонность в температурных данных представляет собой регулярные, повторяющиеся колебания с периодом в 1 год, обусловленные изменением угла падения солнечных лучей и атмосферной циркуляцией, т.е. астрономическими и атмосферными факторами.

Приведите формулу сезонного индекса и покажите пример расчета на ваших данных, результаты округлить до сотых долей градуса и представить в тексте главы в виде таблицы (табл. 4).

Таблица 4 – Форма таблицы «Нормализованные сезонные индексы температуры воздуха в г. N за исследуемый период»

Месяц	Значение индекса
Январь $SI_{norm,Jan}$	0,51
Февраль $SI_{norm,Feb}$	0,59
Март $SI_{norm,March}$	0,75
Апрель $SI_{norm,Apr}$	0,95
Май $SI_{norm,May}$	1,15
Июнь $SI_{norm,June}$	1,36
Июль $SI_{norm,July}$	1,55
Август $SI_{norm,Aug}$	1,51
Сентябрь $SI_{norm,Sep}$	1,26
Октябрь $SI_{norm,Oct}$	1,02
Ноябрь $SI_{norm,Nov}$	0,75
Декабрь $SI_{norm,Dec}$	0,60

Объясните, как индексы выявляют аномальные месяцы (например, теплые зимы). Включите в текст интерпретацию, о чем говорит величина индекса.

Например:

Для исследуемого периода (20XX-20YY гг.) среднегодовая температура составила 12,51 °С. Индекс для января: $6,4 / 12,51 = 0,42$, что указывает на холодный месяц. Максимумы в июле ($SI=1,55$) и минимумы в январе подтверждают сезонный цикл. Это позволяет сравнивать сезоны между годами и выявлять аномалии, такие как теплый декабрь 20ZZ г.

В завершающем разделе главы необходимо выявить, описать и проанализировать аномалии, полученные с применением вычисленных сезонных индексов как меры отклонения от среднего годового уровня для каждого месяца. Объясните расчет, с примерами.

Результаты расчета ожидаемых температур воздуха и сезонных аномалий (оба показателя – до десятых долей градуса) для каждого месяца в течение исследуемого периода поместить в таблицах В.1 – Ожидаемая температура воздуха и В.2 – Сезонные аномалии температуры воздуха (Приложение В к курсовой работе). В общем виде таблицы имеют следующую форму (табл. 5).

Таблица 5 – Форма таблиц В.1 и В.2 с результатами расчета ожидаемых температур воздуха и сезонных аномалий по месяцам, помещаемых в Приложение В к курсовой работе

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
20XX												
...												
...												
...												
...												
20YY												

В анализе полученных результатов следует обобщить распределение аномалий, сгруппировав периоды с их положительными и отрицательными значениями, выделить сезоны/месяцы, для которых типичны наибольшие аномалии. Объяснить их причины на основе литературных данных. Помните, что положительные аномалии означают потепление, отрицательные – похолодание; свяжите аномалии с разделом 2.4 курсовой работы («Стандартное отклонение»).

Например:

Для июля 20XX г. аномалия составила $+2,3^{\circ}\text{C}$ (наблюдавшееся среднее месячное значение $25,8^{\circ}\text{C}$ минус норма $23,5^{\circ}\text{C}$), что свидетельствует о потеплении. Таблица в Приложении В показывает, что положительные аномалии преобладают в осенние месяцы, с максимумом в сентябре ($+3,1^{\circ}\text{C}$ в 20ZZ г.). График (рис. 5) иллюстрирует тенденцию к увеличению аномалий, коррелируя со стандартным отклонением ($\sigma=1,8^{\circ}\text{C}$), и указывает на усиление сезонных колебаний под влиянием глобального потепления [6].

Для наглядного представления сезонных колебаний описание годового хода исследуемого показателя должно быть проиллюстрировано графиком «типичного» годового хода температуры воздуха на основании сглаженных значений, построенным на основании результатов расчетов с помощью метода скользящего среднего. Такой график позволяет визуализировать общие тенденции и устранить случайные колебания, что способствует более глубокому пониманию закономерностей и повышает информативность анализа (рис. 4).

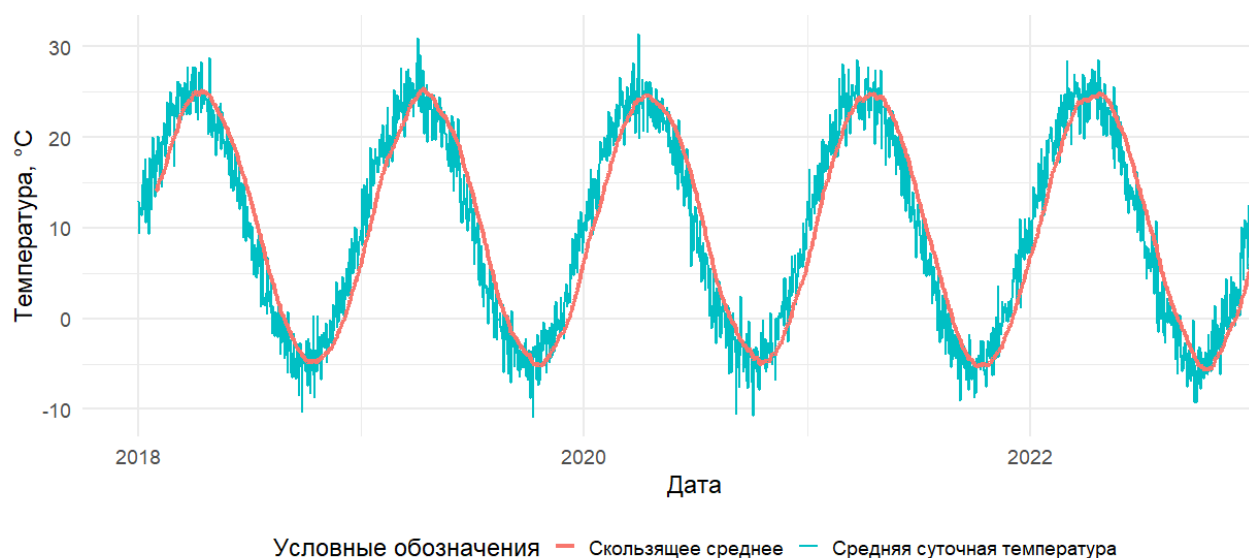


Рисунок 5 – Образец графика временного ряда «Средние суточные температуры воздуха и скользящее среднее за исследуемый период»

Для построения графика рекомендуется использовать метод скользящего среднего, который эффективно сглаживает временной ряд, минимизируя влияние краткосрочных аномалий.

Процесс состоит из следующих шагов:

- 1) собрать исходные данные по месяцам (например, средние месячные значения температуры воздуха за исследуемый ряд лет);
- 2) применить скользящее среднее с окном шириной 30 дней;
- 3) на основе сглаженных значений построить график, где по горизонтальной оси X отложить месяцы, а по вертикальной – значения температуры воздуха. Дополнительно построить на том же поле на график средних суточных температур воздуха, значения которой приводят в таблице Приложения А к курсовой работе.

Это позволит получить «типичный» профиль, отражающий сезонные циклы, и облегчит сравнение с эмпирическими данными, подтверждая выводы анализа. В результате график станет важным элементом, иллюстрирующим динамику температуры воздуха за исследуемый период и способствующим обоснованию выводов курсовой работы.

2.3.5 Содержание главы 4

Глава «4 Исследование долгосрочных трендов изменений температуры воздуха» является ключевой частью курсовой работы, в которой проводится комплексный анализ долгосрочных изменений температуры воздуха на основе собранных данных. Цель данной главы – выявить и количественно охарактеризовать тренды температурных изменений, оценить их статистическую значи-

мость и построить прогнозы на будущее. Основным инструментом для подтверждения адекватности моделей выступает анализ остатков, который позволяет выявить скрытые проблемы, такие как неучтенные сезонные эффекты или аномалии, способные исказить выводы о долгосрочных изменениях температуры воздуха.

Сначала необходимо подробно описать методы, используемые для выявления долгосрочных трендов в температурных данных. Следует начать с теоретического обоснования понятия тренда в контексте временных рядов, учитывая, что тренд – это систематическое изменение среднего значения температуры за длительный период, отличающееся от сезонных колебаний и случайных флуктуаций.

Далее целесообразно представить обзор основных статистических методов, применяемых для выявления трендов (для каждого метода привести краткое описание, формулы и пояснения, в каких случаях он применяется и как интерпретируется):

- линейная регрессия (классический метод оценки направления и силы тренда);
- метод скользящего среднего (сглаживание данных для выявления общей тенденции).
- нелинейные методы для выявления сложных трендов (например, полиномиальная регрессия, метод LOESS).
- непараметрические тесты, такие как тест Манна-Кендалла, для оценки наличия монотонного тренда без предположений о распределении данных.

Например:

Для выявления линейного тренда в среднем годовом значении температуры воздуха был применен метод линейной регрессии, позволяющий оценить скорость изменения температуры в градусах Цельсия за год. Коэффициент регрессии интерпретируется как среднегодовое изменение температуры, а статистическая значимость проверяется с помощью t -критерия.

При описании моделей временных рядов, которые учитывают не только тренд, но и сезонность, автокорреляцию и шум, основное внимание уделяют:

- моделям с трендом и сезонностью (например, модель аддитивного или мультипликативного разложения временного ряда);
- авторегрессионным моделям (ARIMA/ARIMAX), которые позволяют моделировать и прогнозировать временные ряды с трендами и сезонными компонентами.

Объясните, как данные модели помогают более точно выявлять тренды, отделяя их от сезонных колебаний и случайных шумов. Укажите, что прогнозирование основано на предположении сохранения выявленных трендов и моделей в будущем, и обсудите ограничения таких предположений.

Для оценки достоверности трендов необходимо подробно рассмотреть такие методы статистической проверки значимости выявленных трендов, как критерии значимости коэффициентов регрессии и непараметрические тесты на наличие тренда (в частности, тест Манна-Кендалла).

Например:

Для проверки статистической значимости выявленного линейного тренда применялся непараметрический тест Манна-Кендалла. Результаты показали значимость тренда на уровне $p < 0,05$, что свидетельствует о реальном изменении температуры во времени.

Достоверность трендов усиливается анализом остатков, где низкая вариация указывает на надежность модели, минимизируя риски ложных выводов о температурных изменениях. Адекватность модели проверяют через нормальность распределения остатков с помощью теста Шапиро-Уилка.

Скошенность является статистической мерой асимметрии распределения. Она показывает, насколько распределение отклоняется от симметрии (нормального распределения). При нормальном распределении (симметричном, без скошенности) левый и правый хвосты (крайние части на гистограмме) примерно равны по длине и форме. Это идеально для проверки модели, так как указывает на случайность ошибок без систематических сдвигов.

Положительная скошенность наблюдается, если правый хвост длиннее левого. Это означает, что в данных больше экстремальных значений в положительном направлении (выше среднего). В контексте анализа температуры это может интерпретироваться как недооценка теплых периодов: модель предсказывает температуры ниже реальных во время пиков тепла (например, аномально жаркие летние дни), что приводит к положительным остаткам.

Отрицательная скошенность, напротив, указывает на недооценку холодных периодов (модель предсказывает значения температур выше реальных минимумов), что на гистограмме проявляется через большую длину левого хвоста. Таким образом, асимметрия может сигнализировать о неучтенных долгосрочных сдвигах.

Степень вариации остатков оценивается для определения адекватности модели и качества предсказаний трендов. Небольшое значение стандартного отклонения остатков указывает на умеренный разброс ошибок и приемлемую точность модели в долгосрочном прогнозировании, что позволяет получать прогнозы достаточного качества.

Например:

Остатки нормально распределены ($p = 0,15$ по Шапиро-Уилку), что подтверждает адекватность модели.

В целом глава 4 должна представить всестороннее, научно обоснованное исследование долгосрочных трендов температурных изменений, включая методы их выявления, моделирование временных рядов, прогнозирование и провер-

ку значимости. Такой подход обеспечит высокое качество курсовой работы и продемонстрирует глубокое понимание темы.

Для глубокого понимания долгосрочных изменений температуры в исследуемом регионе необходимо построить график декомпозиции временного ряда. Этот визуальный инструмент играет ключевую роль в выявлении и оценке трендов, поскольку является мощным аналитическим инструментом, позволяющим разложить сложный временной ряд на три ключевые компоненты: тренд, сезонность и остатки. Такое разложение способствует более глубокому и всестороннему пониманию динамики температурных изменений в исследуемом регионе.

Во-первых, выделение трендовой составляющей позволяет выявить общую направленность и характер изменений температуры во времени – например, устойчивое повышение или понижение, наличие фаз ускорения или замедления изменений. Такой анализ необходим для оценки влияния глобальных и региональных климатических факторов, включая антропогенные воздействия.

Во-вторых, выделение сезонной компоненты обеспечивает понимание повторяющихся годовых колебаний температуры, обусловленных естественными циклическими процессами, такими как смена сезонов, изменение угла солнечного излучения и атмосферных условий. Это позволяет не только количественно оценить амплитуду и регулярность сезонных изменений, но и выявить возможные аномалии, которые могут указывать на изменения климата или локальные климатические особенности.

В-третьих, анализ остаточной компоненты (десезонированных данных) позволяет выявить нерегулярные и случайные колебания температуры, которые не объясняются трендом и сезонностью. Это важно для оценки степени вариативности данных и выявления экстремальных событий, а также для построения более точных прогнозных моделей.

Построение графика декомпозиции временного ряда в данном случае осуществляется с использованием классической аддитивной модели, т.к. для умеренного климата типична постоянная амплитуда сезонных колебаний (рис. 6).

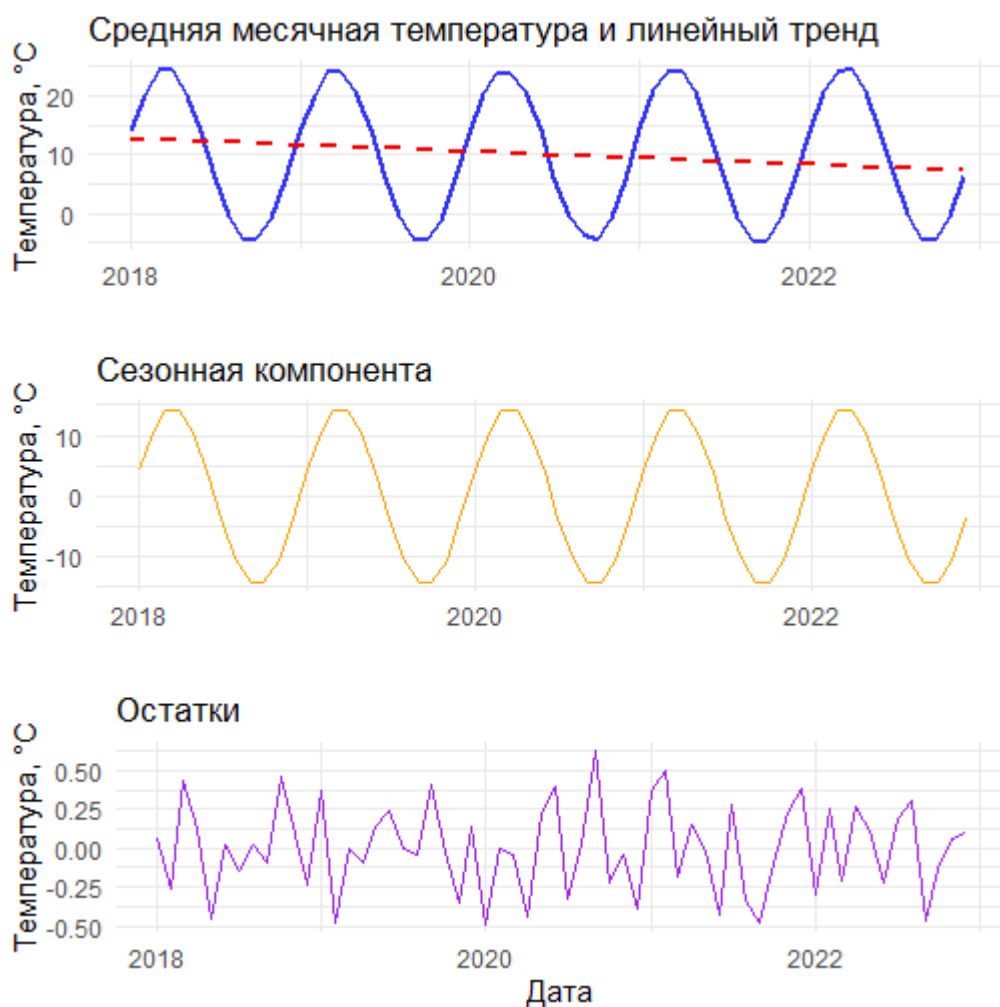


Рисунок 6 – Образец графика декомпозиции временного ряда температуры воздуха

График декомпозиции, где по горизонтальной оси откладывают время (месяцы и годы), а по вертикальной – температуру в градусах Цельсия, включает:

- верхняя панель – исходный временной ряд (средние месячные температуры) с наложенным линейным трендом, отражающим долгосрочные изменения средней температуры;
- средняя панель – выделенную сезонную компоненту, показывающую повторяющиеся годовые колебания;
- нижняя панель – остатки, характеризующие нерегулярные вариации и шум в данных.

Данное визуальное представление является неотъемлемой частью комплексного анализа временных рядов климатических данных, позволяя не только выявить и количественно оценить основные компоненты температурных изменений, но и повысить качество последующих статистических моделей и прогнозов. Это делает анализ более убедительным и научно обоснованным, минимизируя субъективность выводов.

Для построения графика декомпозиции временного ряда климатических данных за длительный период (например, 25 лет) оптимально использовать средние месячные температуры, т. к. они сохраняют сезонную структуру (двенадцатимесячный цикл), что важно для декомпозиции. Сезонная компонента четко выделяется, но при этом данные достаточно детализированы, чтобы выявить тренд. Период в 25 лет (300 месяцев) позволяет достаточно надежно оценить тренд и сезонность без потери информации.

Средние суточные значения использовать нежелательно, поскольку для них характерен слишком высокий шум (ежедневные колебания погоды), который маскирует тренд и сезонность. Декомпозиция станет менее точной, с большим разбросом остатков, что усложнит интерпретацию. К тому же для длительного периода график будет перегружен и труден для анализа. В то же время использование для построения данного графика средних годовых температур приведет к потере сезонной компоненты, так как годовые средние усредняют колебания.

Построенный график необходимо проанализировать.

Например:

График декомпозиции временного ряда температуры воздуха, представленный на рисунке 6, является результатом аддитивного разложения исходного ряда средних месячных температур в г. N за период с 20XX по 20YY гг. Этот график разделяет временной ряд на три основные компоненты: тренд, сезонность и остатки, что позволяет провести детальный анализ динамики температурных изменений.

Верхняя панель графика иллюстрирует исходный временной ряд температуры с наложенным трендом. Здесь отчетливо прослеживается общая тенденция к повышению средней температуры воздуха. За анализируемый период наблюдается устойчивый рост температуры примерно на $0,5...1^{\circ}\text{C}$ каждые 10 лет, что соответствует глобальным трендам потепления климата. Например, средние значения температуры в зимние месяцы увеличились с минус 5°C в начале 2000-х гг. до минус 3°C к 2020-м гг., а летние максимумы выросли с 25°C до 27°C . Этот тренд может быть обусловлен антропогенными факторами, такими как увеличение выбросов парниковых газов, а также региональными изменениями в атмосферной циркуляции. Важно отметить, что тренд не является строго линейным: в периоды 2005-2010 и 2015-2020 годов наблюдаются фазы ускоренного роста, что может указывать на влияние экстремальных погодных событий, таких как засухи или волны тепла.

Средняя панель графика демонстрирует сезонную компоненту, отражающую повторяющиеся годовые колебания температуры. Как и ожидалось для умеренного климатического пояса, сезонность характеризуется четкими пиками: максимумы приходятся на июль-август (летний пик около $20...25^{\circ}\text{C}$), а минимумы – на январь-февраль (зимний минимум около минус $10...минус 5^{\circ}\text{C}$).

Амплитуда сезонных колебаний составляет примерно 30...35°C, что свидетельствует о значительной вариабельности, типичной для континентального климата г. N. Анализ показывает стабильность сезонного паттерна на протяжении всего периода, без существенных сдвигов в фазе или амплитуде, что подтверждает устойчивость естественных циклических процессов. Однако в последние годы (с 2018 г.) наблюдается небольшое увеличение амплитуды летних пиков, что может указывать на усиление экстремальных температурных аномалий, связанных с изменением климата.

Нижняя панель графика представляет остаточную компоненту, которая отражает нерегулярные вариации и случайный шум в данных после удаления тренда и сезонности. Остатки в основном распределены симметрично вокруг нуля, с стандартным отклонением около 2...3°C, что указывает на умеренную вариабельность. Однако в графике выделяются несколько аномальных периодов: например, в 2010 и 2021 гг. остатки достигают значений 5°C и минус 4°C, что соответствует экстремальным событиям, таким как аномально жаркое лето 2010 г. или холодная зима 2021 г. Эти отклонения могут быть связаны с локальными факторами, включая атмосферные фронты, осадки или влияние океанических течений.

В целом, график декомпозиции подчеркивает доминирующую роль тренда в долгосрочных изменениях температуры, с устойчивым потеплением или похолоданием, накладывающимся на стабильную сезонность. Сезонная компонента отражает тип климата региона (умеренный, субполярный, континентальный или морской и т.п.). Остатки выявляют случайные аномалии, которые могут быть использованы для оценки рисков экстремальных погодных явлений. Такой анализ способствует более точному пониманию климатических изменений в рассматриваемом регионе и может служить основой для прогнозирования. В контексте курсовой работы, учет климатических трендов, выявленных через анализ сезонных аномалий, является ключевым для понимания устойчивости экосистем и разработки стратегий минимизации климатических рисков, а также при планировании развития сельского и коммунального хозяйства, энергетики, адаптационных мероприятий и т.п. в исследуемом регионе.

2.3.6 Содержание заключения

Заключение не является простым перечислением выводов, оно содержит краткое обобщение результатов выполненной работы и оценку практической, хозяйственной, научной, социальной значимости рассмотренного вопроса. В числе основных выводов обязательно следует представить ключевые результаты исследования, основные находки, которые получены в ходе анализа. Например, это может быть подтверждение наличия или отсутствия определенного

тренда, выявленные особенности сезонных изменений, степени статистической значимости результатов.

Например:

На основе проведенного статистического анализа был выявлен статистически значимый тренд к повышению средней годовой температуры воздуха в регионе (указать название региона) за период (уточнить период исследования), составляющий 1,2 °C за десятилетие. Данный вывод подтверждается результатами регрессионного анализа (Раздел 4.2) и согласуется с общими глобальными тенденциями потепления.

Наблюдается увеличение продолжительности теплого периода года и сокращение продолжительности холодного периода. Это проявляется в более раннем наступлении весны и позднем наступлении осени, а также в снижении числа дней с отрицательными температурами.

Отмечено увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, таких как волны жары в летний период и, возможно, усиление интенсивности осадков в отдельные сезоны (здесь можно указать конкретные данные, подтверждающие это, например, увеличение числа дней с температурой выше 30 °C).

Сезонные аномалии температуры демонстрируют тенденцию к положительным отклонениям во все сезоны, однако наибольшие аномалии фиксируются в летний и осенний периоды (Приложение В).

В Заключении также следует предложить вероятные сценарии развития климата в рассматриваемом регионе, что способствует более глубокому пониманию климатических процессов и их возможных последствий. Сценарии должны основываться на различных предположениях о будущих антропогенных воздействиях, глобальных климатических моделях или естественной изменчивости.

Для того, чтобы дать общий прогноз климатических изменений для рассматриваемого региона, необходимо оценить и количественно описать долгосрочные изменения, на ближайшие пять лет, рассмотрев ожидаемые средние годовые и средние месячные значения температуры воздуха в разные сезоны, а также возможные воздействия таких изменений на население, экономику (туризм, сельское хозяйство, ЖКХ, промышленность, инфраструктура).

Пример:

Оценка долгосрочных изменений климата на ближайшие пять лет (указать интервал времени, для которого дается прогноз) показала, что прогнозируется дальнейшее повышение средней годовой температуры воздуха на °C по сравнению с базовым периодом (указать базовый период). Таким образом, при сохранении текущих тенденций ожидаемое среднее значение температуры воздуха на (назвать период прогнозирования) составит °C.

В декабре-феврале ожидается повышение средних месячных температур на °C, что приведет к более мягким зимам. Например, средняя температура января может достигнуть °C.

Весной прогнозируется повышение средних месячных температур на °C, с более ранним наступлением теплой погоды. Средняя температура апреля может составить ... °C.

Наиболее существенное повышение средних месячных температур (на °C), предполагается в летние месяцы, что может привести к увеличению числа дней с температурой выше 30 °C. При этом средняя температура июля может достигать ... °C.

Осенью ожидается более позднее наступление холодов на фоне повышения средних месячных температур на ... °C со значениями в сентябре и ноябре ... °C и ... °C соответственно.

Другой пример интерпретации результатов:

Наиболее теплым за период наблюдения стал 20... год со средней годовой температурой °C. Линейная регрессия показала, что $b = 0,03$ °C в год при $p\text{-value} = 0,001$ — статистически значимый положительный тренд, значит температура растёт в среднем на 0,03 °C ежегодно.

Декомпозиция выявила ярко выраженную сезонность с периодом 12 месяцев и амплитудой около 10 °C. Наибольшие положительные сезонные аномалии отмечались чаще всего зимой – в 70 % случаев, и достигали в декабре и феврале 2,3...2,7 °C. Максимальных значений среднемесячные температуры достигли в ... (назвать месяц) 20... года (... °C). Отрицательные сезонные аномалии наблюдались редко, преимущественно в осенние месяцы, но не превышала минус 0,4 °C (сентябрь 2018 г.).

Прогноз на следующие 5 лет показывает, что при сохранении текущих тенденций к 20... г. ожидаемая среднегодовая температура составит ... °C по сравнению с среднегодовой температурой в первом десятилетии XXI века, равной ... °C (посчитать среднегодовую температуру за период 2000-2009 гг.).

Текст должен быть лаконичным, логичным и строго научным, без избыточных рассуждений и эмоциональных оценок, однако при этом ясно демонстрировать значимость проведенной работы. Основные выводы должны обязательно быть подтверждены фактическим материалом. Важно не забывать указывать, что сценарии – это вероятностные модели, основанные только на текущих трендах, исключая другие возможные влияния. Целесообразно формулировать сценарии с учетом возможных последствий, например, для водных ресурсов, сельского хозяйства, здоровья населения и т. п.

3 Защита курсовой работы.

Являясь завершающим этапом изучения курса «Экологический мониторинг природных систем», курсовая работа позволяет судить о том, насколько студент усвоил теоретический курс и каковы его возможности применения полученных знаний для их обобщения.

В курсовой работе студент должен показать хорошее знание литературы по избранной теме, владение современными представлениями по данной теме, умение анализировать собранный материал.

Основная часть курсовой работы содержит вопросы, раскрывающие содержание темы. Особое внимание должно быть уделено раскрытию и обоснованию существенных свойств, закономерностей, принципов изучаемых процессов, их динамики. При этом отдельные разделы курсовой работы должны быть логически связаны между собой. Общетеоретические проблемы следует увязывать с конкретным исследуемым вопросом.

Подготовленная курсовая работа сдается на проверку в установленный срок.

Курсовая работа рецензируется научным руководителем, который решает вопрос о выполнении студентом требований, предъявляемых к курсовым работам, и о возможности представления ее к защите, а также определяет срок, место и время защиты курсовой работы согласно утвержденному графику учебного процесса. В рецензии руководителя курсовой работы отмечаются сильные и слабые стороны работы и на этом основании курсовая работа либо рекомендуется к защите, либо отправляется на доработку, либо указывается на необходимость написания новой работы.

Для курсовых работ предусмотрена их защита, которая включает написание доклада и подготовку по нему презентации в формате Microsoft PowerPoint с последующим обсуждением и дискуссией в группе.

В процессе защиты студент должен изложить основные исследуемые вопросы, а также ответить на вопросы и замечания, высказанные научным руководителем в рецензии.

В ходе устной защиты автору курсовой могут быть заданы вопросы, позволяющие определить уровень понимания и усвоения теоретического материала. Например, при подготовке к защите следует проработать ответы на следующие вопросы:

- 1) Какова цель выполненной курсовой работы?
- 2) Какие основные задачи были поставлены при выполнении исследования?
- 3) Почему важен анализ температурных данных в рамках экологического мониторинга?
- 4) Какие источники исходных данных использовались для исследования?
- 5) Какие основные методы статистического анализа применялись в работе?

- 6) Почему важно учитывать сезонные изменения температуры при общем анализе?
- 7) Какие модели временных рядов использовались для прогнозирования температуры?
- 8) Какие статистические показатели, характеризующие структуру и свойства данных, наиболее информативны? Почему?
- 9) Какие требования предъявляются к качеству исходных данных для анализа?
- 10) Что такое сезонные индексы и зачем они нужны?
- 11) Какие основные подходы к анализу температуры воздуха представлены в современной литературе?
- 12) Какие методы выявления трендов являются наиболее распространенными в зарубежных исследованиях?
- 13) Какие особенности сезонных изменений отражены в профильных публикациях?
- 14) Есть ли разница в подходах к анализу климатических данных в различных регионах?
- 15) Какие современные методы прогнозирования температуры воздуха существуют?
- 16) Какие достоинства и недостатки у методов анализа сезонности?
- 17) Какие тренды выявляются в последние годы в исследованиях климатических изменений?
- 18) Чем характеризуются модели временных рядов в исследованиях климатической динамики?
- 19) Какие методы оценки надежности трендов используются?
- 20) В чем заключается актуальность темы экологического мониторинга температурных параметров?
- 21) Что представляет собой набор обычных статистических показателей при анализе температуры?
- 22) Какие показатели позволяют охарактеризовать распределение температуры?
- 23) В чем заключается роль среднего значения и как его правильно интерпретировать?
- 24) Какие есть ограничения при использовании среднего температурного значения?
- 25) Почему важно учитывать экстремальные значения температуры?
- 26) Как рассчитывается средняя месячная и годовая температура?
- 27) Какие показатели характеризуют экстремальные температуры?
- 28) В чем различие между максимумом, минимумом и экстремальными значениями в статистике? Объясните их значения и роль при анализе температуры воздуха.

- 29) Какие меры используют для оценки вероятности экстремальных событий?
- 30) Как определять пороговые значения экстремальных температур?
- 31) Чем отличается медиана от среднего значения при анализе температурных данных?
- 32) В каких случаях медиана оказывается более информативной, чем среднее?
- 33) Что такое мода и как она используется в анализе температуры?
- 34) Как можно интерпретировать наличие или отсутствие моды в данных о температуре?
- 35) В чем преимущества использования медианы и моды по сравнению со средним?
- 36) Какая роль стандартного отклонения в анализе климатических данных?
- 37) Как стандартное отклонение связано с дисперсией?
- 38) Почему важна оценка вариации температурных данных?
- 39) Как стандартное отклонение помогает выявить экстремальные события?
- 40) Как интерпретировать значения стандартного отклонения при анализе трендов?
- 41) Что такое межквартильный интервал и для чего он используется?
- 42) Почему межквартильный интервал считается более устойчивым к выбросам по сравнению с стандартным отклонением?
- 43) Как рассчитывается доверительный интервал для среднего значения температуры?
- 44) В чем заключается значение доверительных интервалов при оценке тренда?
- 45) Какие уровни доверия обычно используют в климатических исследованиях?
- 46) Какие основные методы выявления сезонных колебаний в данных существуют?
- 47) Чем отличается графический анализ от методов математического моделирования?
- 48) Какие показатели помогают определить наличие сезонных колебаний?
- 49) Что такое гармонический анализ и как он помогает выявить сезонность?
- 50) Как выбрать оптимальную модель для анализа сезонных изменений?
- 51) Что такое сезонные индексы и как они рассчитываются?
- 52) В чем преимущество использования сезонных индексов в анализе температуры воздуха?

- 53) Какие типы сезонных индексов применяются в климатическом анализе?
- 54) Как сезонные индексы помогают выявить аномалии?
- 55) В чем заключается их практическое применение в экологическом мониторинге?
- 56) Что понимается под сезонной аномалией температуры воздуха?
- 57) Как рассчитываются сезонные аномалии на основе сезонных индексов?
- 58) Почему важно выявлять и анализировать сезонные аномалии температуры воздуха?
- 59) Какие значения признаков сезонных аномалий считаются значимыми?
- 60) Какие последствия могут иметь сильные сезонные аномалии для природных систем?
- 61) Какие методы анализа трендов в временных рядах являются наиболее распространенными?
- 62) В чем заключается суть метода наименьших квадратов (МНК)?
- 63) Почему важно тестировать статистическую значимость выявленных трендов?
- 64) Какие альтернативные методы оценки тренда существуют?
- 65) Как учитывать сезонность при анализе долгосрочных трендов?
- 66) Какие модели временных рядов используют для анализа температурных данных?
- 67) В чем отличие моделей авторегрессии, скользящего среднего и модели ARIMA?
- 68) Как выбрать подходящую модель для того типа данных, который используется в настоящей курсовой работе?
- 69) Какие критерии оценки качества модели применяются в настоящей курсовой работе?
- 70) Как интерпретировать параметры модели временных рядов?
- 71) Какие подходы используются для прогнозирования будущих температур воздуха?
- 72) Какие особенности и ограничения у методов сезонного прогнозирования?
- 73) Как оценивается точность прогноза?
- 74) В чем заключается риск неправильной интерпретации прогнозных данных?
- 75) Какие долгосрочные сценарии изменений температуры могут быть сформулированы?
- 76) Какие статистические критерии позволяют судить о надежности выявленного тренда?
- 77) Почему важно учитывать погрешности измерений и сезонность?

- 78) Какие методы используют для проверки гипотезы о наличии тренда?
- 79) В чем заключается роль доверительных интервалов в оценке трендов?
- 80) Какие источники ошибок могут повлиять на достоверность результатов анализа трендов?

4 Критерии и нормы оценки курсовой работы

По результатам содержания курсовой работы, ее защиты выставляется оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Система оценок и критерии их выставления приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Система оценок и критерии выставления оценки

Критерий	Оценка			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи

Критерий	Оценка			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Всего в курсовой работе должно быть представлено не менее 5 рисунков (все в основной части, в т.ч. три – в главе 2 и по одному – в главах 3 и 4):

1) рисунок 1 – График хода средней месячной температуры воздуха за исследуемый период, °С;

2) рисунок 2 – Гистограмма распределения температуры воздуха;

3) рисунок 3 – Диаграмма размаха температуры воздуха за исследуемый период («ящик с усами» для межгодовой изменчивости температуры воздуха);

4) рисунок 4 – Средние суточные температуры воздуха и скользящее среднее за исследуемый период;

5) рисунок 5 – Декомпозиция временного ряда средних месячных температур воздуха на тренд, сезонную компоненту и остатки.

Дополнительно, по желанию, могут быть представлены графики, позволяющие более подробно рассмотреть остатки. Построение графиков, как и расчет статистических показателей, удобно осуществлять при помощи R – свободно распространяемой программной среды статистического анализа.

При этом обязательным условием получения отличной оценки за курсовую работу, помимо аккуратного и грамотного оформления рисунков и таблиц, является непременно объяснение всех полученных результатов и их анализ.

Список рекомендуемых источников

1. Всемирная метеорологическая организация. Руководство по климатологической практике. 3-е изд. Женева: ВМО, 2018. 150 с. URL: <http://mgmtmo.ru/edumat/wmo/100.pdf> (дата обращения: 25.08.2025).
2. ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. М.: Стандартинформ, 2006. 27 с.
3. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2019. 26 с.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. Москва, 2025. 104 с.
5. Мостицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. - М.: ДМК Пресс, 2015. – 496 с.
6. Межправительственная панель по изменению климата (IPCC). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / V. Masson-Delmotte и др. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 3940 с. DOI: 10.1017/9781009157896.
7. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Научные технологии, 2022. 124 с.
8. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R.- Тольятти: Кассандра, 2014. 314 с.
9. Anderson, T. W. An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. 3rd ed. New York: Wiley, 2003. 752 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец оформления титульного листа курсовой работы

Федеральное агентство по рыболовству Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «КГТУ») КАФЕДРА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ И АКВАКУЛЬТУРЫ		<i>Край листа</i>
Курсовая работа допущена к защите Руководитель канд. геол.-мин. наук Н.А. Цупикова	Курсовая работа защищена с оценкой Руководитель канд. геол.-мин. наук Н.А.Цупикова	
НАЗВАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ Курсовая работа по дисциплине «Экологический мониторинг природных систем» КР44ЭП/мXXX		
	Работу выполнил студент гр. XXЭП/м И.О.Фамилия	
202X		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Образец оформления содержания

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Обзор литературы	5
2 Статистический анализ температурных данных	8
2.1 Общий обзор обычных показателей статистического анализа температуры воздуха	10
2.2 Средняя месячная и годовая температура, экстремумы	10
2.3 Медиана, мода	12
2.4 Стандартное отклонение	17
2.5 Межквартильный размах, доверительный интервал	19
3 Анализ сезонных изменений температуры воздуха	21
3.1 Общий обзор обычных методов выявления сезонности	21
3.2 Сезонные индексы	23
3.3 Сезонные аномалии	25
4 Исследование долгосрочных трендов изменений температуры воздуха	26
4.1 Основные методы выявления трендов изменения температуры	26
4.2 Модели временных рядов	27
4.3 Прогнозирование температурных изменений	29
4.4 Оценка достоверности трендов	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	32
ПРИЛОЖЕНИЕ А Исходные данные мониторинга	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Результаты расчетов базовых статистических показателей	36
ПРИЛОЖЕНИЕ В Сезонные аномалии	38

Локальный электронный методический материал

Цупикова Надежда Александровна

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 3,5. Печ. л. 3,1.

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1