

АНИКИН В. В., ДОЛГАЧЕВА Т. А., ДОЛГАЧЕВА А. С.
СОЗДАНИЕ КАРТ СРЕДНЕГОДОВЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье изучены пространственно-временные особенности изменения температуры воздуха на территории Республики Мордовия с применением ГИС-технологий. В результате исследования построены тематические карты. Основываясь на полученных картографических материалах, можно сделать вывод о том, что на территории Республики Мордовия зафиксирован положительный рост среднегодовой температуры воздуха, что свидетельствует о тенденции к потеплению.

Ключевые слова: климат, среднегодовые температуры воздуха, метеорологические станции, ГИС-технологии.

ANIKIN V. V., DOLGACHEVA T. A., DOLGACHEVA A. S.
MAKING ANNUAL AIR TEMPERATURE MAPS OF THE TERRITORY
OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA USING GIS TECHNOLOGIES

Abstract. The article studies the spatial and temporal features of air temperature changes on the territory of the Republic of Mordovia using GIS technologies. As a result, a series of thematic maps has been created. Considering the new maps, it can be concluded that a positive increase in the average annual air temperature was recorded on the territory of the Republic of Mordovia, which indicates a warming trend. The created maps can be used for further climate research.

Keywords: climate, average annual air temperatures, meteorological stations, GIS technologies.

Наиболее важной климатической переменной и часто используемой, как индикатор состояния и изменения климата, является температура воздуха в поверхностном слое земли. Это очень изменчивый метеорологический элемент, зависящий от множества факторов. Также с понятием температуры воздуха связаны такие явления как аномальная жара или морозы, что зачастую приводит к большим экологическим и экономическим ущербам [1; 5; 7]. Для климатических исследований активно использовали разнообразные картографические произведения, так как они являются мощным средством пространственного анализа климатических данных. С помощью математико-картографического моделирования составили тематические карты на основе среднегодовых, среднемесячных, суточных и сезонных значений. Данный способ является одним из важнейших и прогрессирующих направлений в современных климатических исследованиях.

На сегодняшний день изучение климатических изменений наиболее целесообразно проводить с применением ГИС-технологий. Так как эти технологии увеличивают возможности для анализа и моделирования природных явлений и их показателей, имеющих пространственное распространение [4; 10]. Нами для изучения среднегодовых температур воздуха на территории Республики Мордовии было выбрано несколько периодов метеонаблюдений. Первый период (1962 – 2018 гг.) является основным, так как за каждые 8 лет этого периода будет происходить изучение изменения температуры воздуха.

Второй период (1961 – 1990 гг.) официально является фиксированным базисным периодом. Этот период используется для сравнения изменения и изменчивости климата во всех странах по отношению к этому стандартному базисному периоду. Он остаётся фиксированным на бессрочной основе или до тех пор, пока не будет представлена научно обоснованная причина для его изменения.

Третий период (1981 – 2010 гг.) – новый текущий базовый период, который является климатической стандартной нормой. Он определяется как среднее значение климатических данных, рассчитываемых за последовательные 30-летние периоды.

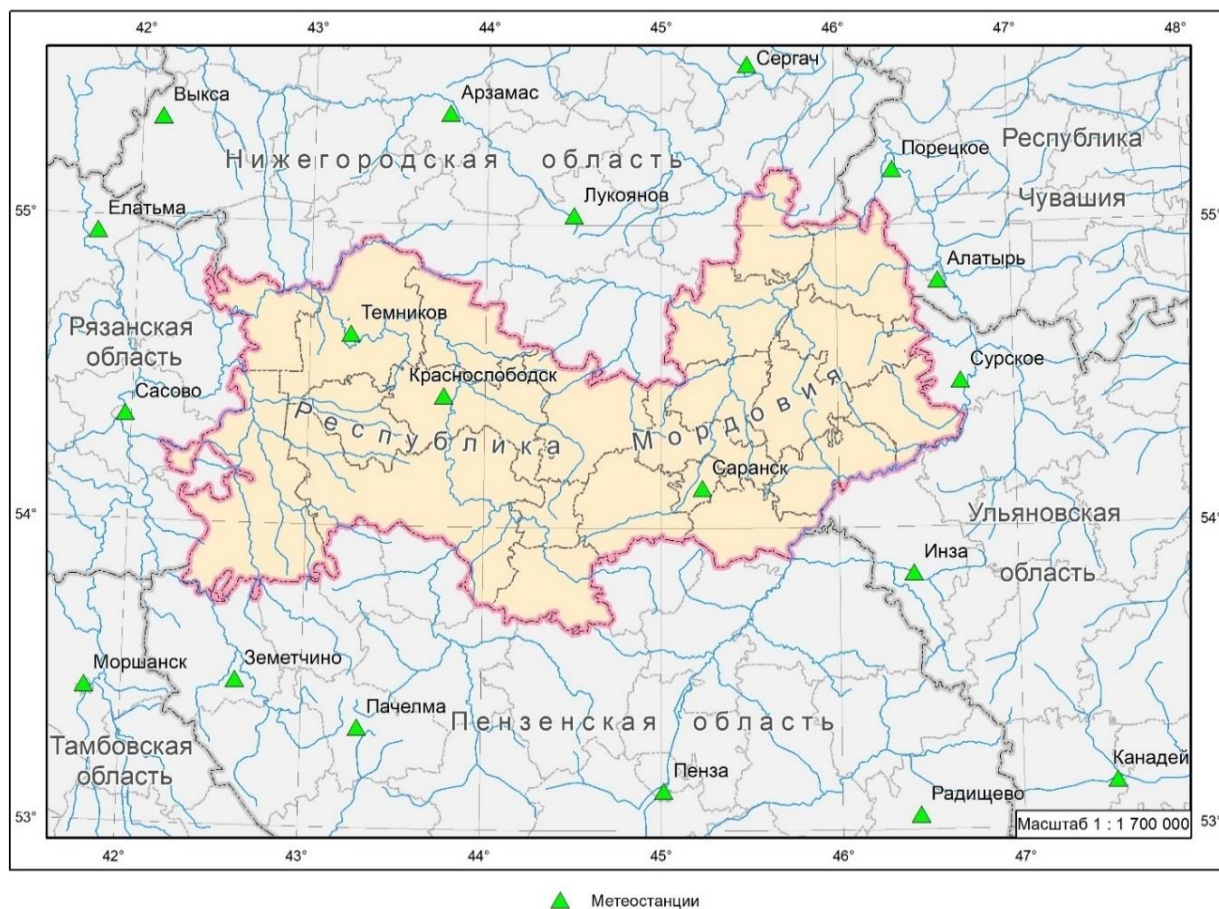


Рис. 1. Метеостанции Республики Мордовия и соседних регионов.

Так как на территории Мордовии расположено только 3 метеостанции, что является недостаточным для проведения исследования, были использованы данные метеорологических пунктов соседних регионов (см. рис.1). По результатам наблюдений с 19 метеорологических станций было выполнено картографирование изменений температуры воздуха на территории Республики Мордовия с 1962 по 2018 гг.

После добавления векторных слоев и метео данных получена серия карт среднегодовой и среднемноголетней температуры за разные годы, представленные на рисунках 2–4. На рисунке 5 размещены карты среднемноголетних температур воздуха за разные периоды.

Для анализа изменений температуры воздуха был использован инструмент «Калькулятор раstra» алгебры карт в ГИС Arc GIS 10.0. Нами проведено изучение изменения температур за разные периоды. Для этого из выбранных годов в период 1962 – 2018 гг. были вычтены данные базисного периода (1961 – 1990 гг.) (см. рис. 6–9). А для более точного разбора климатических изменений также вычитался новый период «норм» (1981 – 2010 гг.) (см. рис. 6–9).

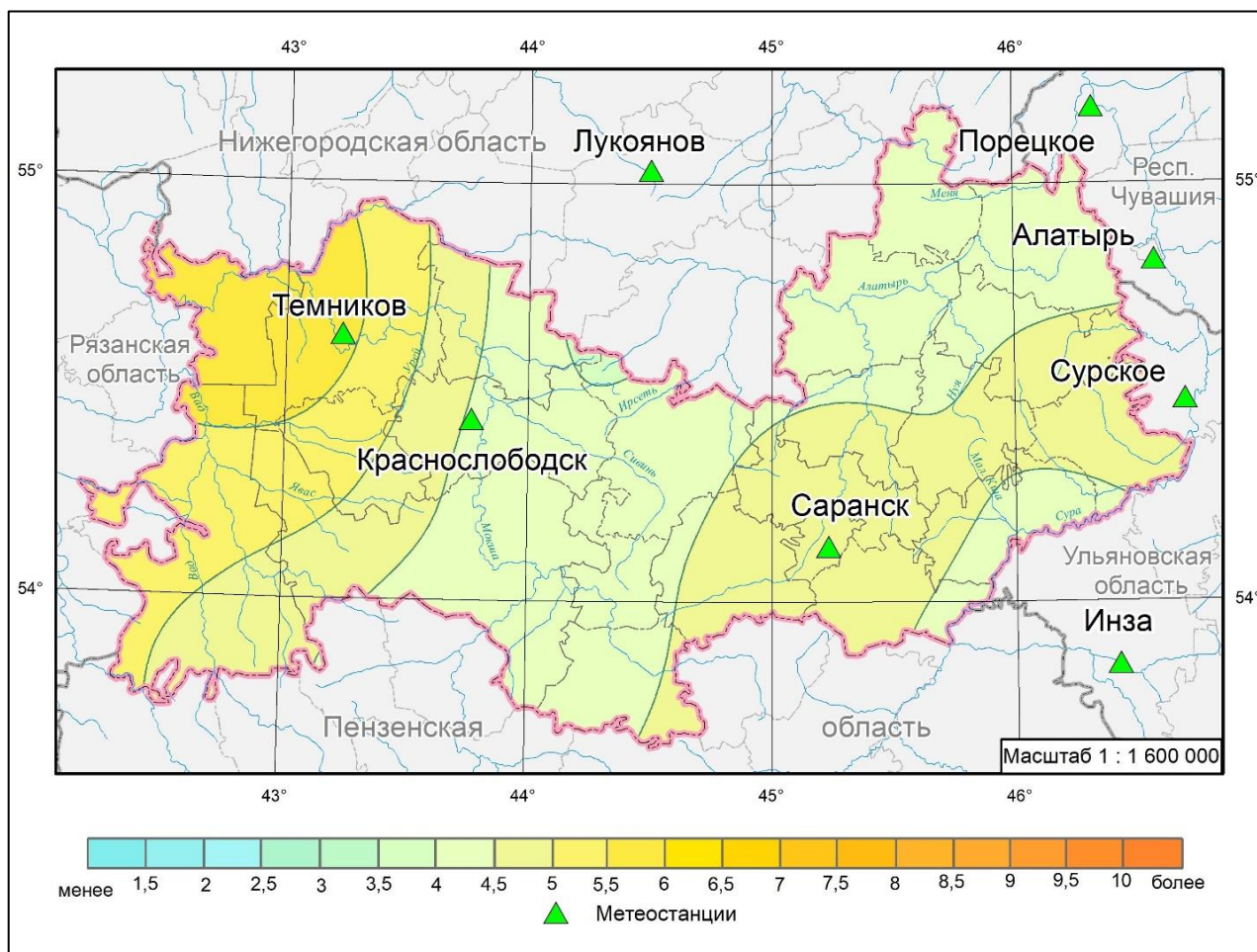


Рис. 2. Среднемноголетняя температура воздуха, °С за период 1962 – 2018 гг.

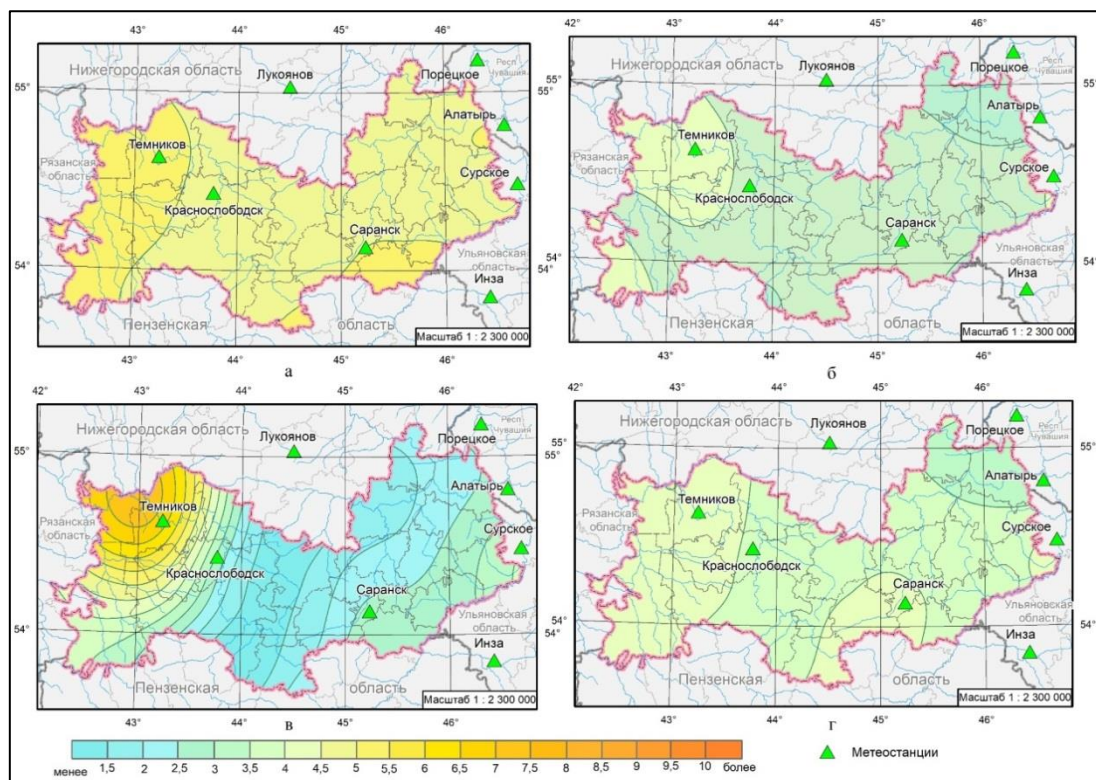


Рис. 3. Среднегодовая температура воздуха за разные года, °C:
а – 1962 г.; б – 1970 г.; в – 1978 г.; г – 1986 г.

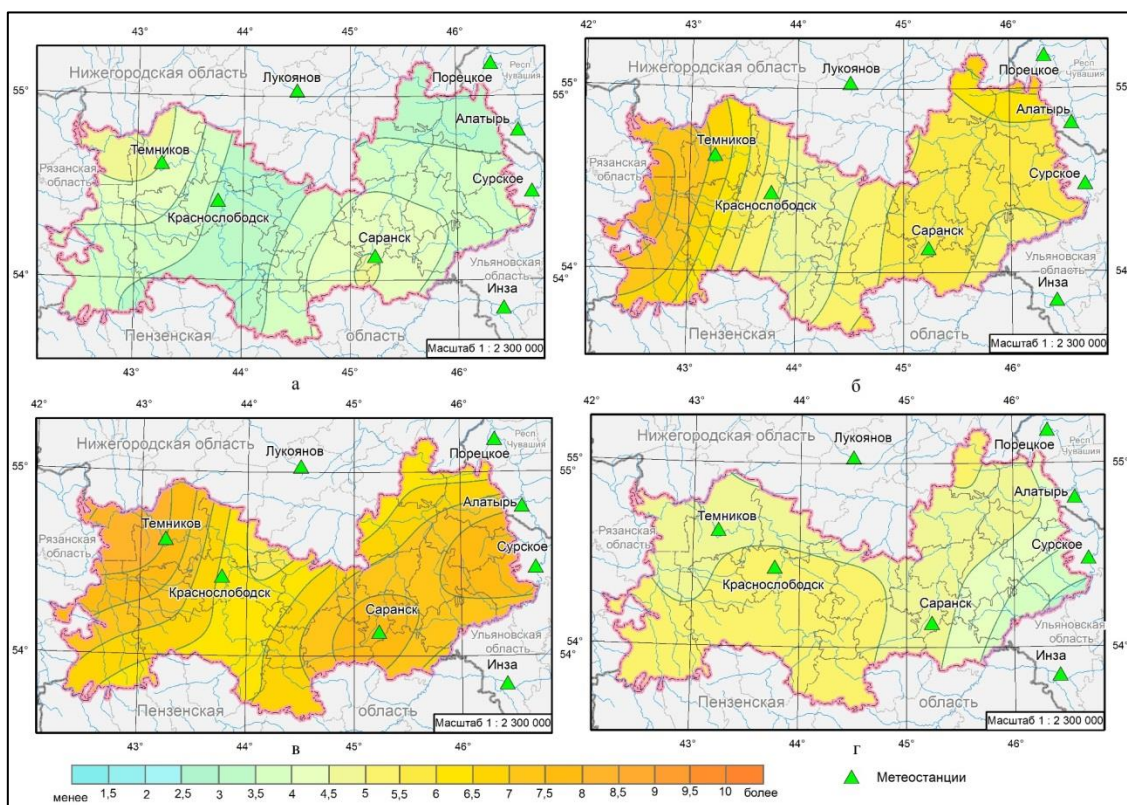


Рис. 4. Среднегодовая температура воздуха за разные года, °C:
а – 1994 г, б – 2002 г, в – 2010 г, г – 2018 г.

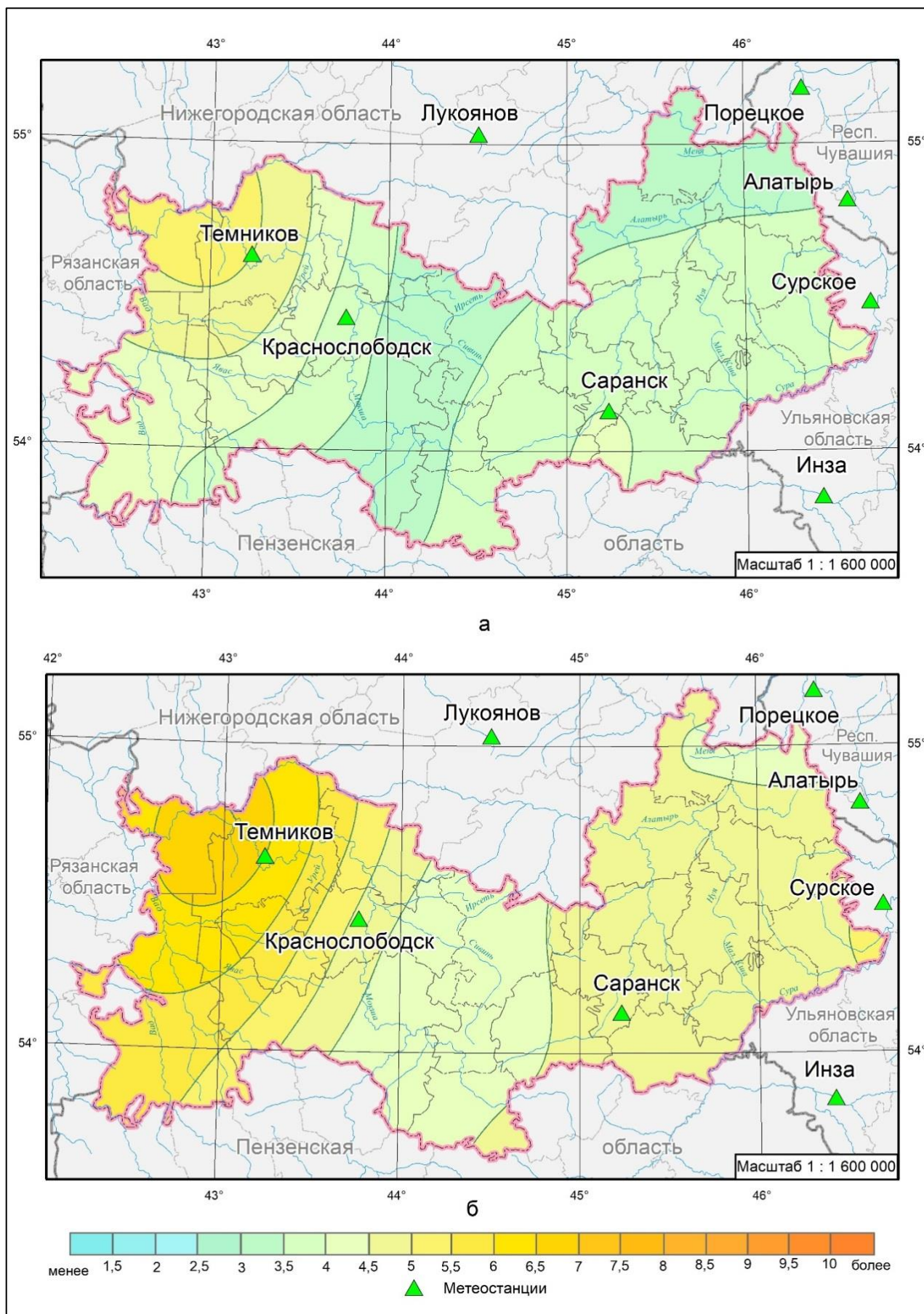


Рис. 5. Среднегодовая температура воздуха за разные периоды, °С «нормы»: а – за 1961 – 1990 гг., б – 1981 – 2010 гг.

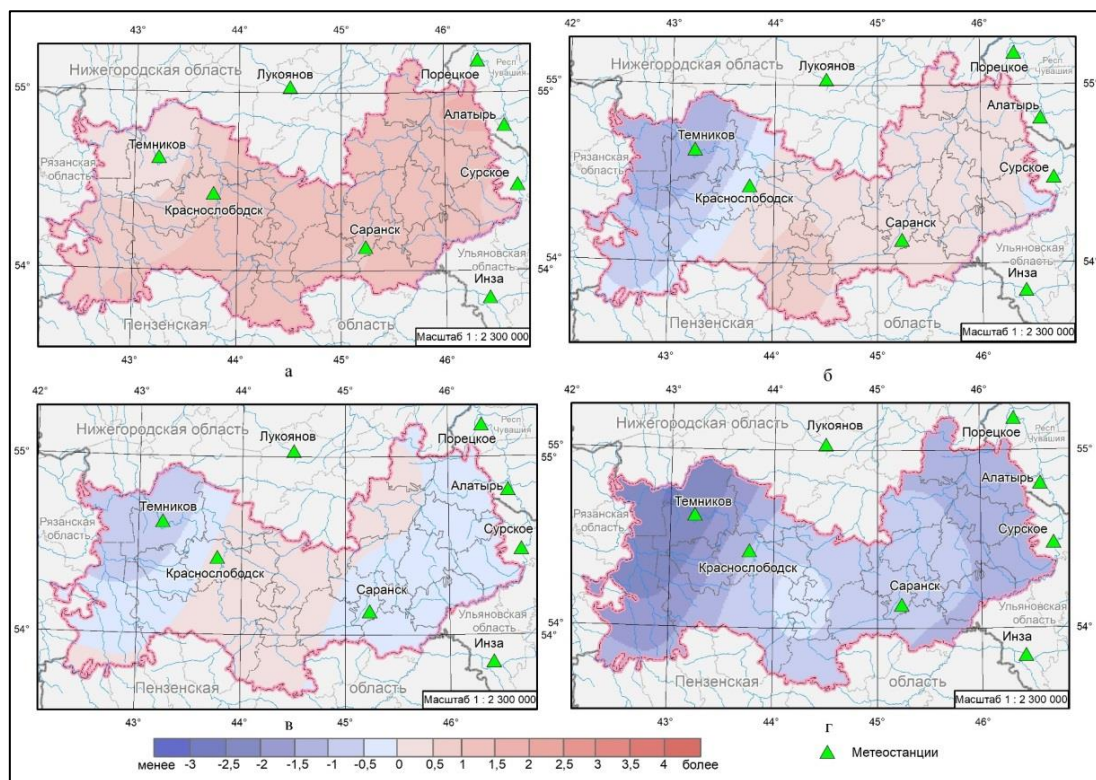


Рис. 6. Изменение среднегодовой температуры воздуха, °С:
а – 1962 год к 1961 – 1990 гг., б – 1962 год к 1981 – 2010 гг., в – 1970 год к 1961 – 1990 гг., г – 1970 год к 1981 – 2010 гг.

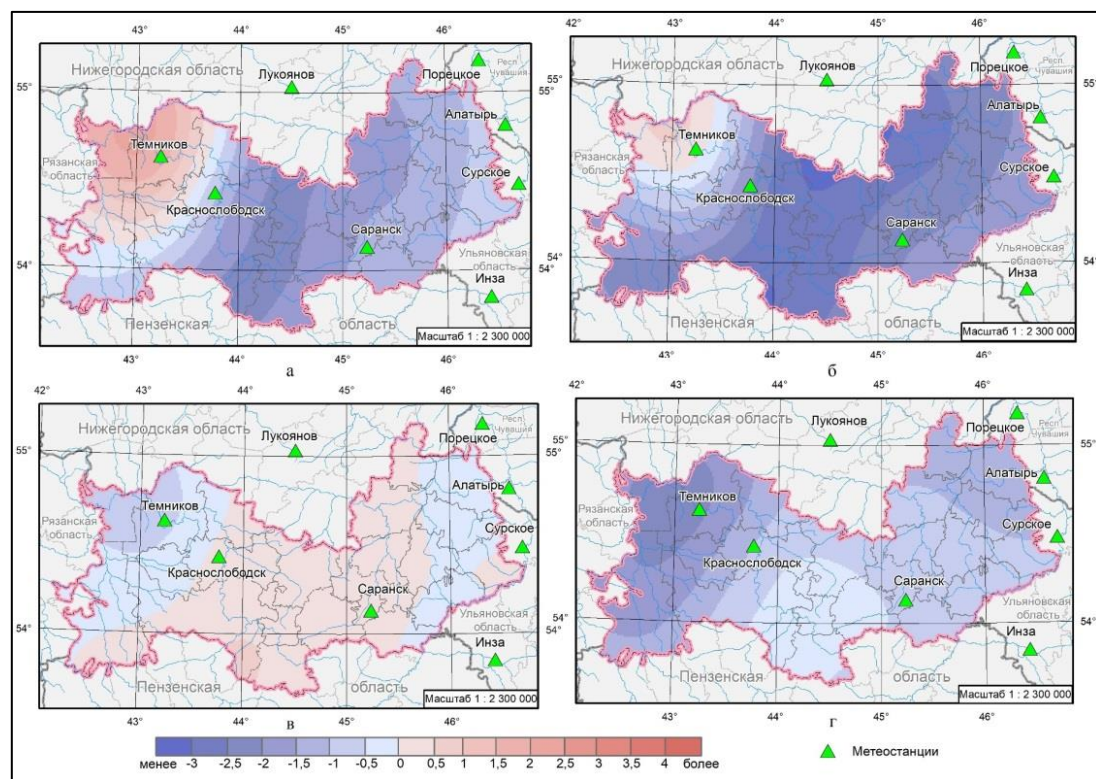


Рис. 7. Изменение среднегодовой температуры воздуха, °С:
а – 1978 год к 1961-1990 гг., б – 1978 год к 1981-2010 гг., в – 1986 год к 1961-1990 гг., г – 1986 год к 1981-2010 гг.

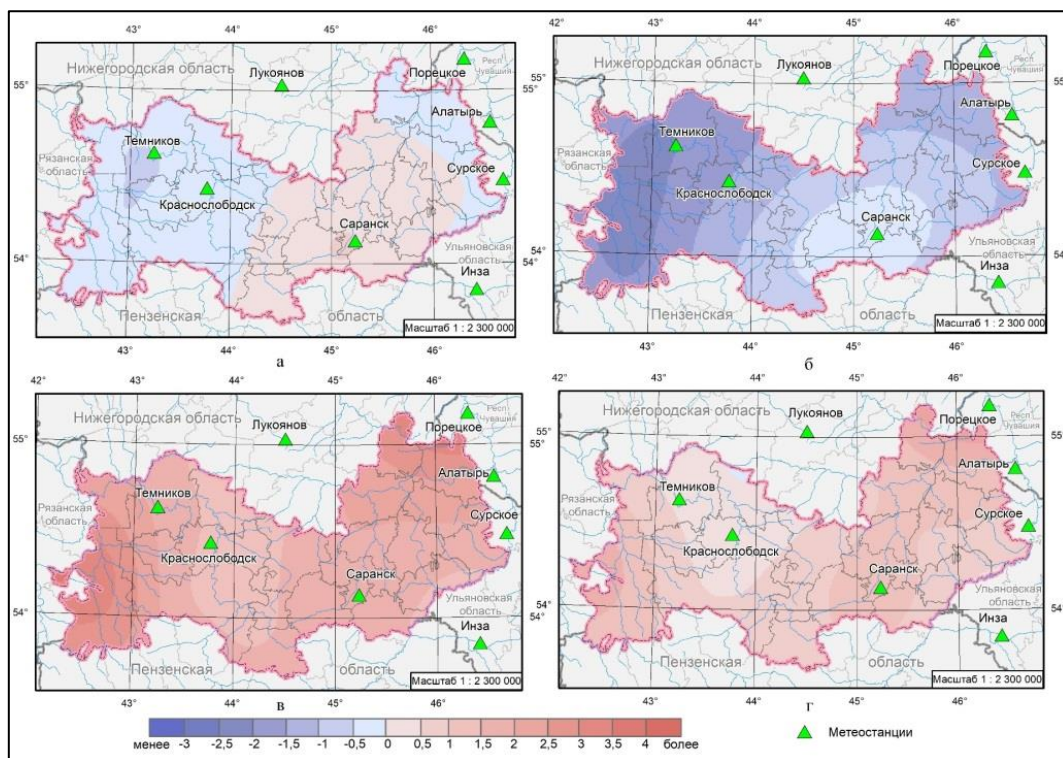


Рис. 8. Изменение среднегодовой температуры воздуха, $^{\circ}\text{C}$:
а – 1994 год к 1961-1990 гг., б – 1994 год к 1981-2010 гг., в – 2002 год к 1961-1990 гг., г – 2002 год к 1981-2010 гг.

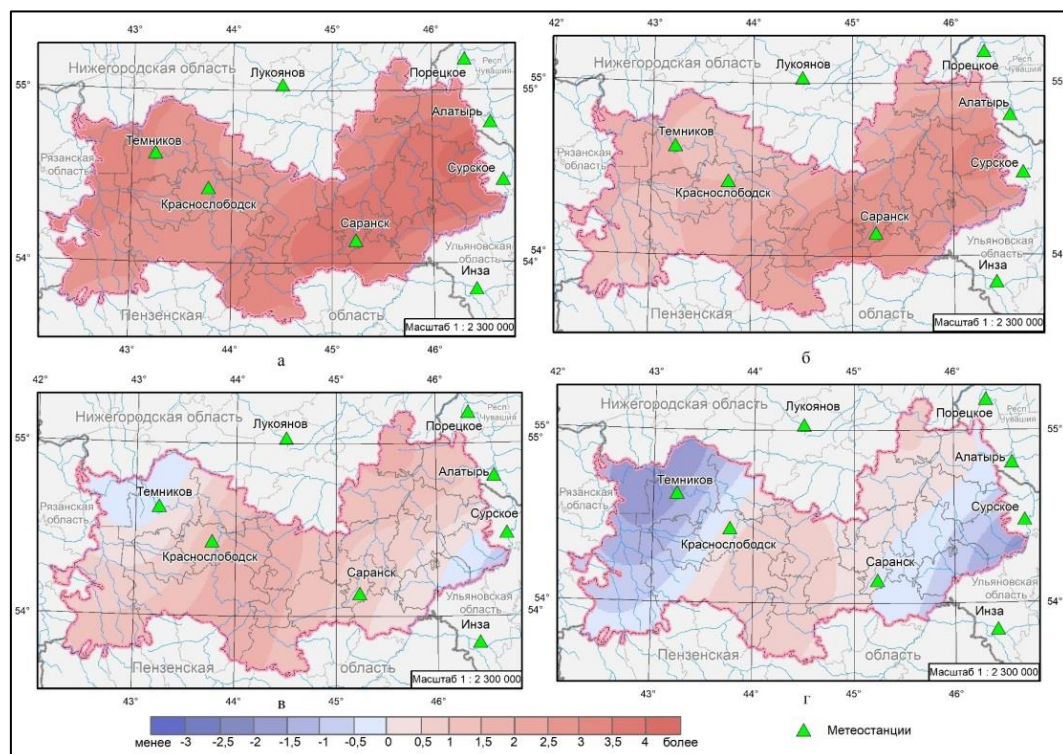
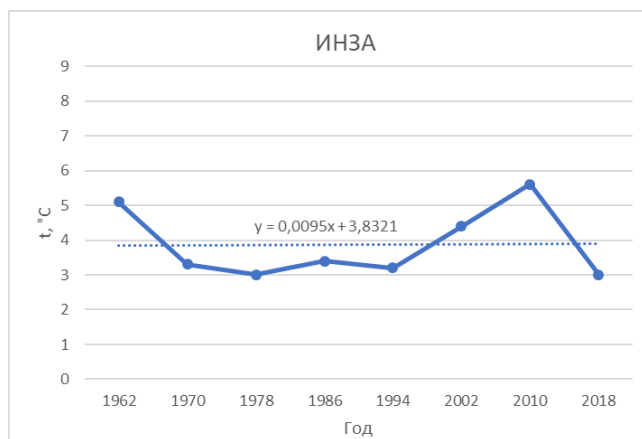
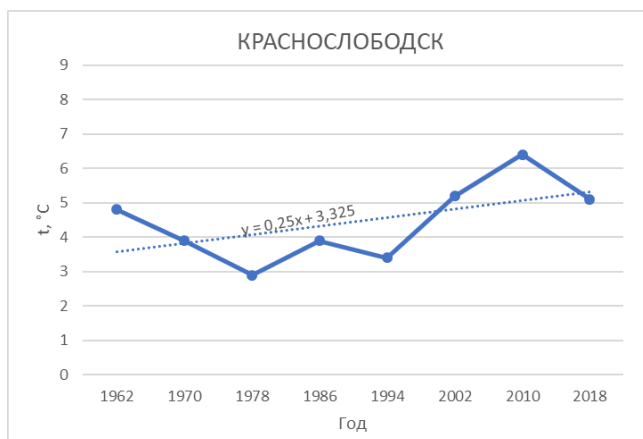
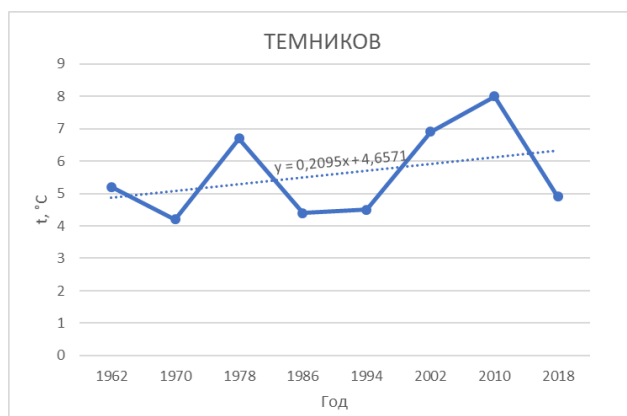
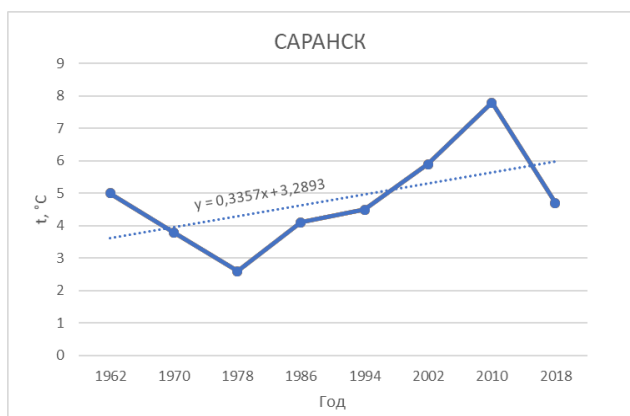


Рис. 9. Изменение среднегодовой температуры воздуха, $^{\circ}\text{C}$:
а – 2010 год к 1961-1990 гг., б – 2010 год к 1981-2010 гг.,
в – 2018 год к 1961-1990 гг., г – 2018 год к 1981-2010 гг.

При визуальном анализе карт среднегодовых температур можно наблюдать наиболее низкие температуры в центральной части региона, это прослеживается на всех картах среднегодовых температур. Самый прохладный год из представленных является 1978, а теплый – 2010 год. Максимум средней температуры было зафиксировано в 2010 году в районе метеостанции Темников и составило +8 °С, а минимум в 1978 году на метеостанции Саранск со значением +2,6 °С.

По представленным картографическим произведениям и графикам можно отметить положительный рост среднегодовой температуры воздуха, что говорит об общем повышении температуры воздуха на всей территории Республики Мордовия (см. рис. 10). Тенденция увеличения температуры с каждым годом свидетельствует, о говорящей во всем мире глобальной проблеме изменения климата, вызванной таянием ледников и повышением уровня Мирового океана. Данная проблема не раз обсуждалась на саммитах Организации Объединённых Наций. Следствие данной проблемы в будущем может вызвать коренную перестройку природных зон материков, если не предпринимать никаких действий [3].



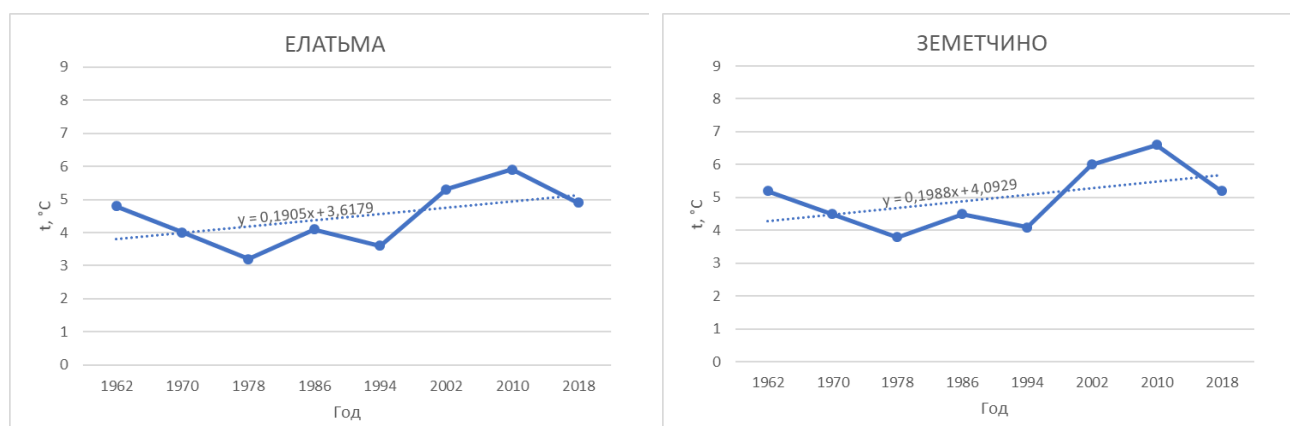


Рис. 10. Многолетний ход среднегодовой температуры воздуха по отдельным метеостанциям, °C.

Далее нами были определены аномалии за изучаемый временной период. На рисунке 12 в виде графиков и на рисунках 6 – 9 в виде картографического материала, представлены аномалии и изменения среднегодовых температур, как отклонение наблюдаемых значений от базисного периода (1961 – 1990 гг.) и от текущего базового периода (1981 – 2010 гг.). На данных графиках прослеживается положительная и отрицательная аномалия среднегодовой температуры воздуха. Максимальное значение отрицательной и положительной аномалии было зафиксировано в 1978 году и в 2010 году на метеостанции Саранск соответственно с показателями -1,4 °C и +3,8 °C. Особо отчетливо данное явление можно проследить на картах, представленных на рисунке 9.

Печально известный своими пожарами 2010 год характеризовался аномально жарким летом, а также повышенным температурным режимом в весенний и осенний периоды (см. рис. 11).

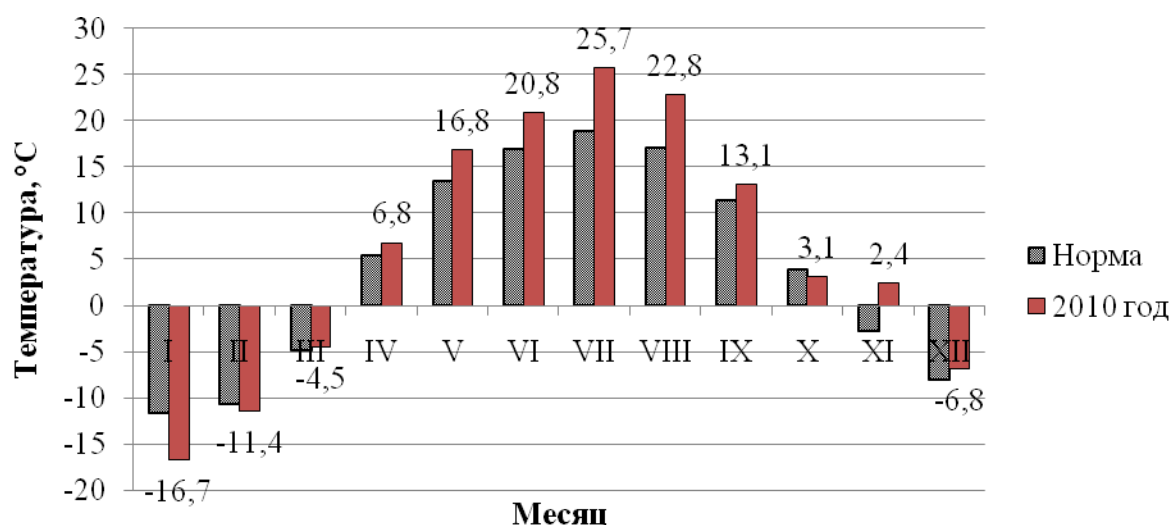


Рис. 11. Диаграмма годового хода температур по месяцам в 2010 году по ст. Саранск.

Особенностью климата современного периода является факт глобального повышения поверхностной температуры воздуха. На территории Мордовии значение коэффициента линейного тренда по ряду средних аномалий температуры воздуха в целом составило $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 10 лет, при этом рост температуры не был монотонным. Наиболее отчетливо тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха для территории Мордовии проявилась в 1991 – 2010 гг. Увеличение средних годовых значений температуры воздуха произошло в основном за счет потепления в зимний период [2].

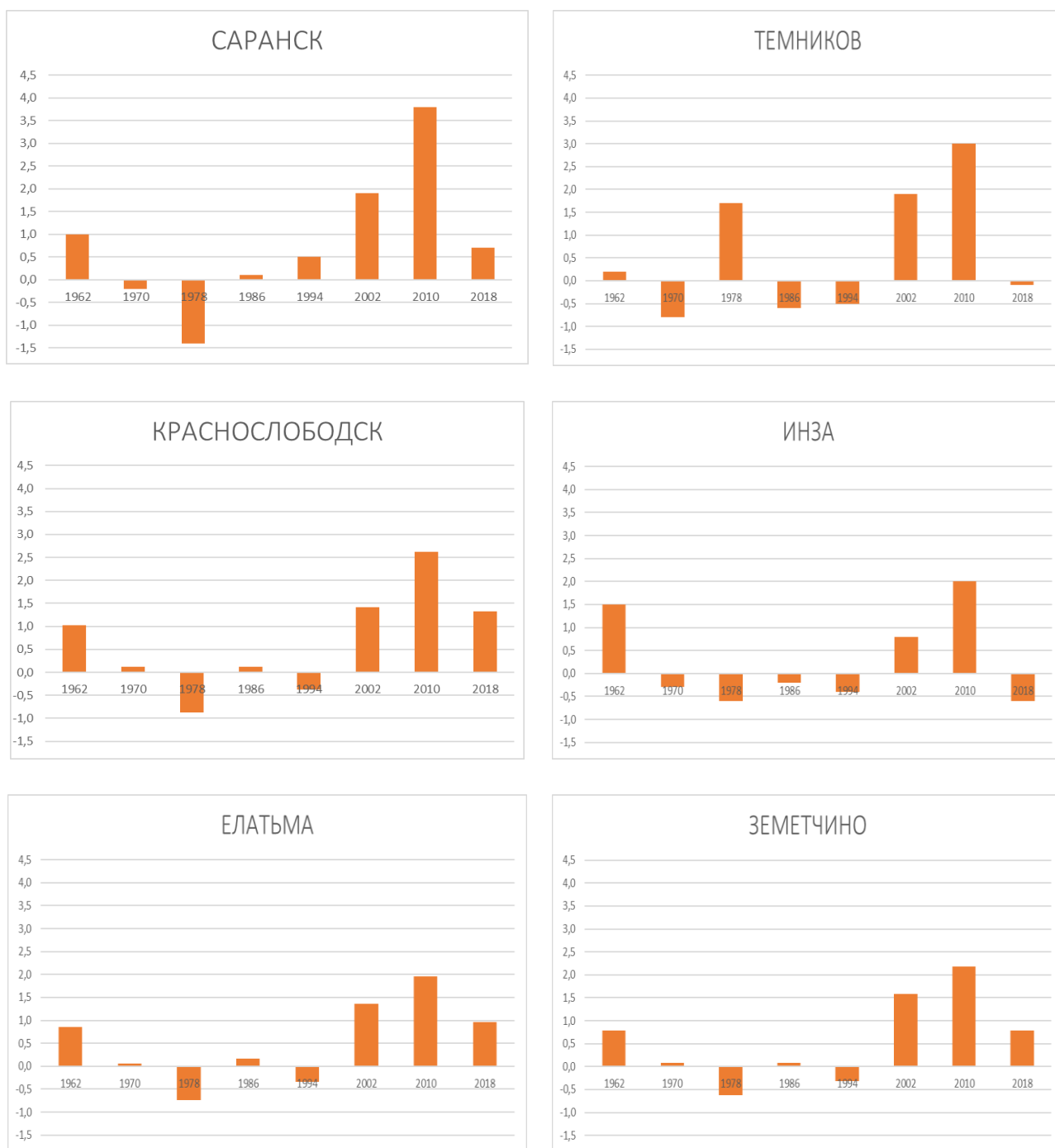


Рис. 12. Аномалии среднегодовой температуры воздуха по отдельным метеостанциям.

В результате проделанной работы был создан набор пространственных данных для изучения изменений температур воздуха на территории Республики Мордовия; разработано содержание и составлены тематические карты. Основываясь на полученных картографических материалах, можно сделать вывод о том, что на территории Республики Мордовия зафиксирован положительный рост среднегодовой температуры воздуха, что свидетельствует о тенденции к потеплению. Наиболее отчетливо данный факт проявился в 1991 – 2010 гг. Созданные картографические материалы могут быть использованы для дальнейших климатических исследований. Характеристика особенностей изменений температуры воздуха может быть использована в учебном процессе для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «География», «Экология и природопользование», «Картография и геоинформатика» [6; 8–9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгачева Т. А., Бучацкая Н. В., Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Картографическое моделирование оценки природно-экологической комфортности проживания населения в городе // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 6. – С. 16–19.
2. Долгачева Т. А., Аникин В. В. Анализ природных показателей комфортности городской среды (на примере города Саранска) // Природные опасности: связь науки и практики: Материалы II Междунар. научно-практ. конф. – Саранск, 2015. – С. 134–137.
3. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф., Хлевина С. Е. Пространственно-временной анализ изменения климата в зоне широколиственных лесов правобережья Волги // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2013. – Т. 19. – С. 62–68.
4. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф., Шайкунова Р. Б. Об опыте применения ГИС-технологий для изучения изменений среднегодовой температуры воздуха на территории европейской части России // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2019. – Т. 25. – № 2. – С. 121–132.
5. Ивлиева Н. Г., Долгачева Т. А., Манухов В. Ф., Бучацкая Н. В. Применение ГИС-технологий для оценки социальной комфортности проживания населения в городе // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2010. – Т. 16. – С. 140–144.
6. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Использование современных информационных технологий в дипломных работах // Интеграция образования. – 2008. – № 3 (52). – С. 103–107.
7. Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Изучение очагов пожаров и гарей в западной части Республики Мордовия с использованием космической информации // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2018. – Т. 24. – № 2. С. 178–185.

8. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Манухова В. Ф. Геоинформационная подготовка бакалавров географии // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2017. – Т. 1. – С. 204–207.
9. Манухов В. Ф., Тесленок С. А. Новые информационные технологии в учебном процессе // Интеграция образования. – 2010. – № 1 (58). – С. 30–34.
10. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г. О научно-исследовательской работе (производственной практике) студентов-картографов // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2018. – Т. 24. – № 1. – С. 167–178.