

## **Физическая география и геоэкология**

УДК 551.582.2

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2021-4-84-92>

### **ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ**

**А.Р. Сергеев, Н.Б. Прокофьева**

ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет», г. Тверь

Цель исследования – выявить климатические тенденции, возникающие в условиях минимального антропогенного влияния в пределах заповедной территории. Научная новизна исследования – в выборе «чистой» природоохранной территории, для которой выполнен анализ динамики температуры воздуха и количества осадков за многолетний и среднесезонный периоды.

***Ключевые слова:** изменение климата (изменение режима температур и количества осадков, температурные аномалии), Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник, сезонные колебания, линейные тренды.*

**Введение.** Глобальное изменение климата стало насущной проблемой современности. Международное сообщество обеспокоено увеличением числа различных природных катаклизмов, регистрируемых на нашей планете. Засухи, наводнения, пожары и другие природные катастрофы наносят многомиллионный ущерб экономикам различных стран мира. Все эти убытки становятся следствием глобальных изменений, происходящих в климатической, гидрологической и экологической системах [3, 4, 5].

В 2015 г. Всемирная метеорологическая организации (ВМО) отмечала, что «одним из самых действенных средств для адаптации к последствиям изменения климата является укрепление систем заблаговременных предупреждений о бедствиях и климатического обслуживания» [2, 10]. Таким образом, вопросы, связанные с изучением региональных проявлений трансформации метеорологических показателей по данным многолетних наблюдений на эталонных участках, таких как биосферные заповедники, заказники, национальные

© Сергеев А.Р., 2021

© Прокофьева Н.Б., 2021

парки и т. д., являются актуальными для изучения. Подобные исследования помогут дополнить целостную картину об объективных изменениях климата.

### **Объект и методы исследования**

Объектом исследования был выбран Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник (далее ЦЛГПБЗ), который является эталонным объектом для обширной области моренного рельефа центральной части Восточно-Европейской равнины, сохранившим естественные экосистемные условия. Заповедник располагается на западе Тверской области в пределах главного Каспийско-Балтийского водораздела Русской равнины бассейнов рек Волги и Западной Двины. Общая площадь объекта составляет 24700 га. В соответствии с геоботанической схемой районирования, предложенной А.Г. Исаченко, природный комплекс заповедника характерен для южно-таежной подзоны [8]. По классификации Б.П. Алисова Центрально-Лесной заповедник расположен в западной подобласти лесной атлантико-континентальной климатической области, для которой определяющим фактором является воздействие теплого Северо-Атлантического течения [8]. Фактором, усложняющим климатические особенности данного района, служит расположение объекта на юго-западном наветренном склоне Валдайской возвышенности.

Информационную базу работы составили материалы ФГБУ «Тверской центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды» по метеорологической станции «Лесной заповедник» (наблюдения ведутся с 1969 г.).

Для определения динамики климатических изменений в пределах эталонного участка были использованы данные многолетних метеорологических наблюдений за период с 1990 по 2020 гг. Анализу подвергались характеристики, связанные с изменениями температуры воздуха и осадков: температура воздуха среднегодовая и средняя по сезонам года, среднегодовое и среднемноголетнее количество осадков.

Для обработки, анализа и оценки этих материалов использовались общепринятые статистические методы [1].

### **Результаты исследования**

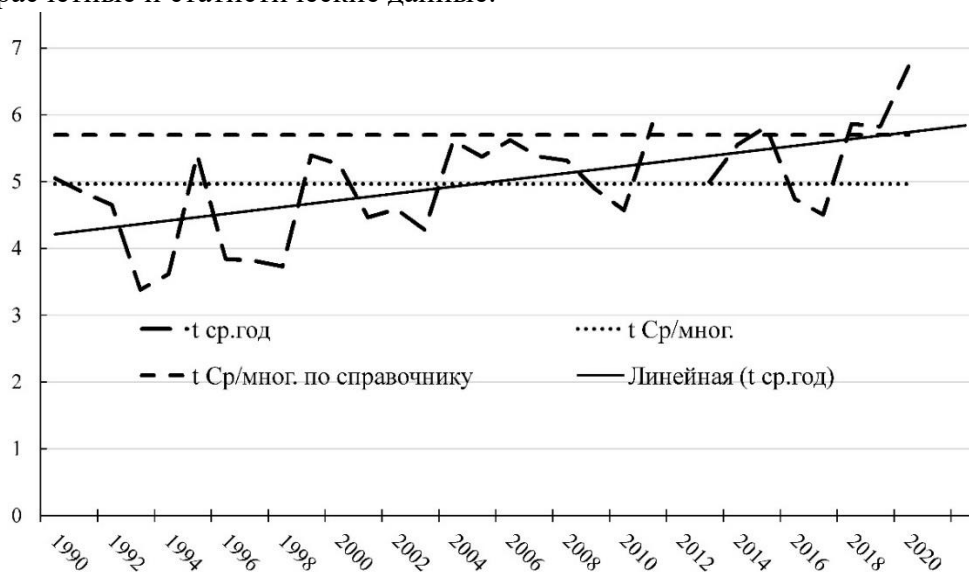
В соответствии с целью исследования были определены следующие направления работы:

1. Отбор и систематизация метеорологических данных по ЦЛГПБЗ за 30-летний период.

2. Анализ многолетней динамики температуры воздуха и количества осадков за период с 1990 по 2020 гг. с помощью инструментов статистического пакета анализа программы Microsoft Office Excel.

3. Выявление тенденций изменения среднегодовых и среднесезонных значений температуры воздуха и количества осадков за рассматриваемый период в сравнении со средними региональными показателями.

На рис. 1 представлена динамика среднегодовой температуры воздуха за период с 1990 по 2020 гг. Среднегодовой температурный прирост по данным линейного тренда составил примерно  $+1,6^{\circ}\text{C}$ . Среднемультилетнее значение температуры воздуха за 30 лет составило  $5^{\circ}\text{C}$ , в то время как по справочным данным среднее многолетнее значение температуры воздуха на территории Тверской области составляет  $5,7^{\circ}\text{C}$  [9]. Следовательно, за рассмотренный период заповедная территория (ЦЛГПБЗ) в среднем «холоднее», чем остальная территория области. Также интересно отметить, что среднегодовая температура воздуха в 2020 г. составила  $6,7^{\circ}\text{C}$ , что превышает расчётные и статистические данные.

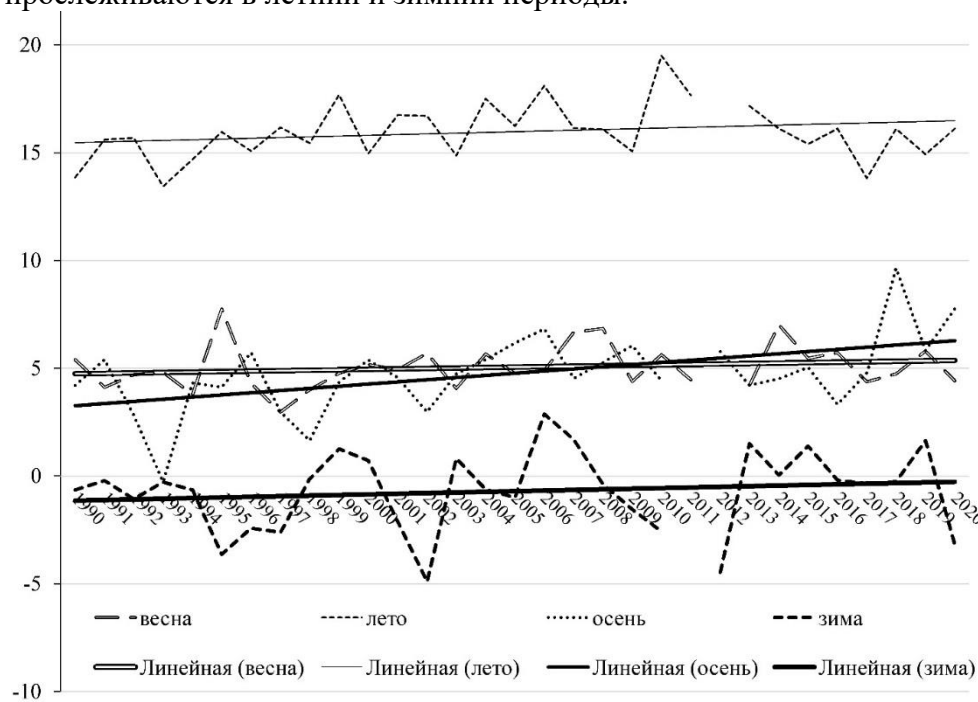


Р и с. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха, ЦЛГПБЗ (1990–2020 гг.)

Методом анализа Фурье были выделены сезонные колебания температуры воздуха относительно линии тренда с периодом 5 и 10–11 лет, что может быть связано с циклами солнечной активности. Ранее, в

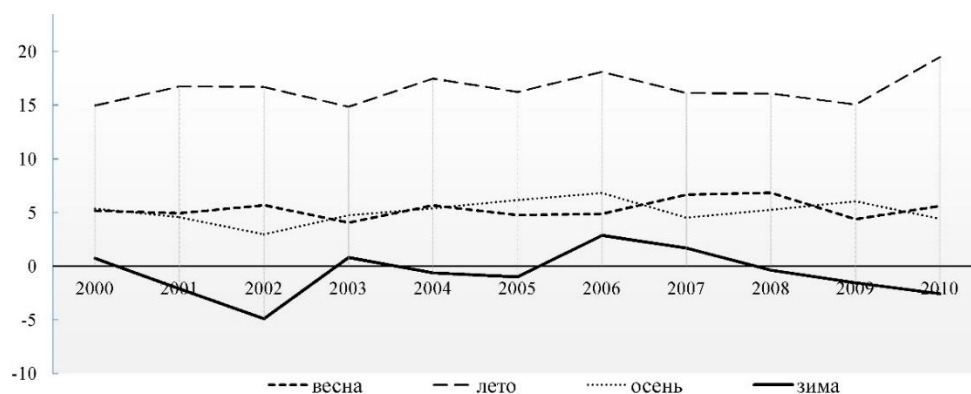
работе Лазарева О.Е. [7], аналогичные колебания были выявлены при изучении особенностей внутригодовой и межгодовой изменчивости температуры воздуха в г. Твери. Представленные температурные тенденции и колебания в среднегодовых значениях не полностью отражают особенности термических изменений, которые проявляются в рамках сезонных колебаний рассматриваемого периода.

На рис. 2 представлена динамика температуры воздуха, усредненная за период с 1990 по 2020 гг. по сезонам года. Наиболее динамичные изменения в средних сезонных температурах воздуха прослеживаются в летний и зимний периоды.



Р и с. 2. Динамика среднесезонной температуры воздуха, ЦЛГПБЗ (1990–2020 гг.)

В период с 2000 по 2010 гг. наблюдается аномальный ход среднесезонной температуры воздуха (рис. 3). При этом наблюдались диаметрально противоположные тенденции – рост средних температур воздуха летом и скачкообразное понижение зимой. В то время как 30-летние линейные тренды по всем сезонам года отражают общую тенденцию к повышению значений температуры воздуха в среднем на 0,8–1,2 °С.



Р и с. 3. Динамика среднесезонной температуры воздуха в ЦЛГПБЗ за период с 2000 по 2010 гг.

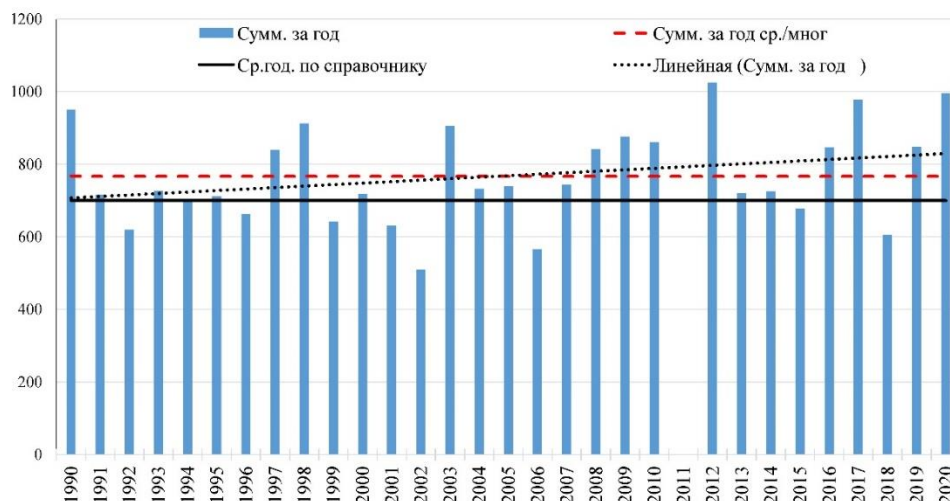
Для осеннего сезона сохраняются 5-летние циклы температурных колебаний, а для весеннего сезона прослеживаются 3-летние колебания. Относительно теплые осени и весны сменяются более холодными.

В целом за период с 1990 по 2020 гг. отмечается, что весной максимальное отклонение температуры воздуха от аппроксимированной кривой в сторону повышения температуры составляет примерно  $+1,1^{\circ}\text{C}$ , а осенью –  $+0,6^{\circ}\text{C}$ .

За последние 30 лет наиболее холодным было лето 1993 г., когда средняя температура воздуха составила  $13,4^{\circ}\text{C}$ , что ниже нормы по Тверской области на  $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$  [9]. Наиболее теплым было лето 2010 г., когда средняя температура достигала  $19,5^{\circ}\text{C}$  и превышала средние многолетние значения ( $15,9^{\circ}\text{C}$ ) на  $3,6^{\circ}\text{C}$ . Показатели 2010 г. можно связать с климатической аномалией – «блокирующим антициклоном», который установился над всей европейской частью РФ.

Динамические колебания средних осенних и весенних температур воздуха преимущественно асинхронны. В фазе находятся 2000 и 2004 гг., когда средняя температура осени и весны составила  $5,4^{\circ}\text{C}$ , а также: 2010 г. –  $5^{\circ}\text{C}$ ; 2015 г. –  $4,9^{\circ}\text{C}$ ; 2019 г. –  $5,2^{\circ}\text{C}$ ; при среднемноголетних значениях температуры осени в  $4,7^{\circ}\text{C}$  и весны в  $5^{\circ}\text{C}$ .

В изменении годового количества осадков (рис. 4) прослеживается общая тенденция к увеличению их количества в среднем на 130 мм за рассматриваемый период.



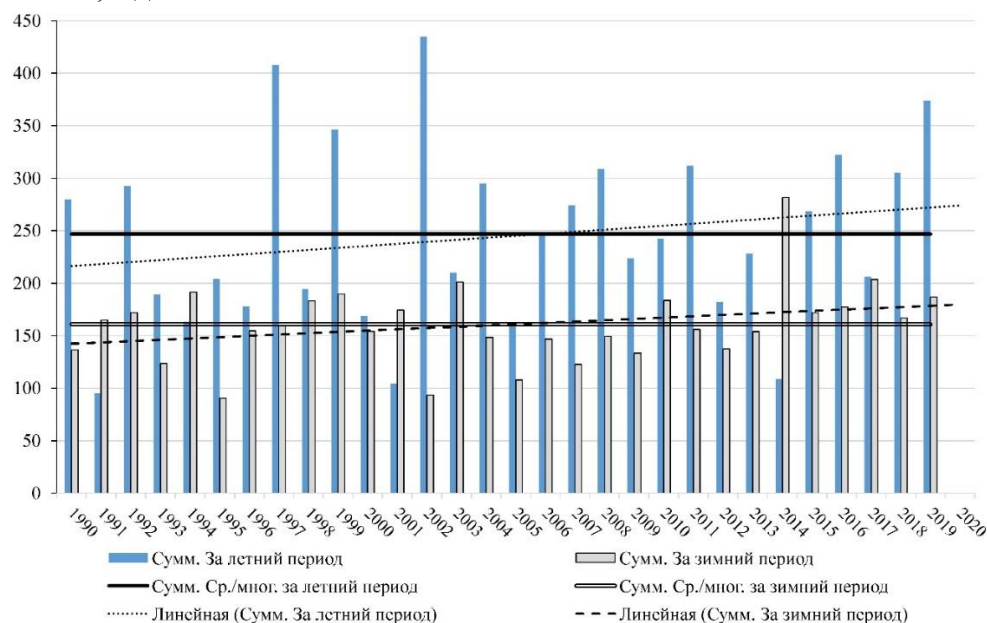
Р и с. 4. Динамика годового количества атмосферных осадков, ЦЛГПБЗ (1990–2020 гг.)

При рассмотрении изменений годового количества осадков и распределения количества осадков по теплым и холодным сезонам года (рис. 5), фиксируются колебания с периодом в 5 и 10–11 лет. При этом в общей структуре годового распределения осадков преобладают осадки летнего периода. Возможно, это может быть следствием общепланетарных процессов изменений климата, проявляющихся в общем повышении температуры и изменении показателей влажности воздуха [8]. Также в силу высокой степени лесистости рассматриваемой территории проявляются мезоклиматические особенности (относительно пониженные значения среднегодовой температуры воздуха и повышенная увлажненность территории), связанные с влагоудерживающей и терморегуляционной функциями растительности, особенностями подстилающей поверхности.

Интересно отметить, что наибольшие годовые значения количества осадков были зафиксированы в 1990, 1998, 2003, 2012, 2017, 2020 гг. По данным метеостанции заповедника в эти годы наблюдается превышение расчетного значения среднегодового количества осадков (767 мм) и справочных статистических данных по количеству осадков в Тверской области (700 мм) на 20–40 %. Абсолютный 30-летний максимум количества осадков зафиксирован в 2012 г. – 1025,4 мм.

При рассмотрении сезонной специфики количества осадков на основе отклонения от линейных трендов выявлено, что значение увеличения летних сумм осадков составило около 55 мм, а зимних сумм – 48 мм. Наибольшее количество осадков в зимний сезон наблюдалось в

2015 г. (281,7 мм), а наибольшее количество летних осадков – в 2003 г. (434,7 мм). Средние суммы осадков для зимнего сезона составили 161 мм, а для летнего – 247 мм.



Р и с. 5. Динамика количества осадков теплого и холодного периодов, ЦЛГПБЗ (1990–2020 гг.)

Особенности, выявленные в динамике показателей температуры воздуха и количества осадков на эталонной территории (ЦЛГПБЗ) за многолетний период, позволяют предположить, что и в ближайшие годы будет наблюдаться сохранение существующих тенденций, которые коррелируют с общими глобальными процессами изменения климата.

### Выводы

На основании проведенного исследования динамики среднегодовых показателей температуры воздуха и количества осадков за период с 1990 по 2020 гг. можно заключить следующее:

1. Среднегодовая температура воздуха в заповеднике повысилась примерно на 1,6 °С относительно показателей 1990 г., а 30-летние тренды по всем сезонам года отражают общую тенденцию к повышению температуры на 0,8–1,2 °С.

2. В период с 2000 по 2010 гг. наблюдается аномальное колебание среднесезонной температуры воздуха, выраженное в

диаметрально противоположных тенденциях изменения – рост средних температур воздуха летом и скачкообразное понижение зимой.

3. Количество среднегодовых осадков имеет тенденцию к увеличению, при этом наибольший вклад наблюдается преимущественно за счет осадков летнего периода.

4. За рассматриваемый период территория ЦЛГПБЗ в среднем остается «холоднее» и «влажнее», чем остальная территория Тверской области, что согласуется с выводами Лазарева О.Е. и Мартьяновой И.А. [6].

5. Прослеживается общая тенденция к потеплению и росту количества осадков на эталонной территории, что может являться одним из следствий глобальных процессов трансформации климата Земли.

### Список литературы

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студентов вузов. – М.: ИД Юрайт, 2011.
2. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2015 году. URL: [http://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1167\\_ru.pdf](http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1167_ru.pdf) (дата обращения: 18.12.2016).
3. Изменения климата и их последствия/ Под ред. Г.В. Менжулина. – СПб., 2002.
4. Изменение климата // Ежемесячный информационный бюллетень. – М., 2016. URL: <http://www.global-climate-change.ru/index.php/ru/bulizmenenieklimate/archive-of-bullet>. Дата обращения: 18.12.2016.
5. Кондратьев К. Я. Глобальные изменения климата: данные наблюдений и результаты численного моделирования // Исследование Земли из космоса. – 2004. – № 2. – С. 61–96.
6. Лазарев, О. Е. Изучение температурного режима и режима осадков территории Волговерховья с использованием современных метеорологических данных / О. Е. Лазарев, И. А. Мартьянова // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. – 2012. – № 1. – С. 65-83.
7. Лазарев О. Е. Особенности внутригодовой и межгодовой изменчивости температуры воздуха по данным метеостанции города Твери // Вестник Тверского гос. университета. Серия География и геоэкология. – 2006. – №7 (24). – С. 121–127.
8. Писарчук Н.М., Новенко Е.Ю., Козлов Д. Н., Шилов П. М. Влияние климатических изменений на лесные экосистемы и процессы заболачивания в Центрально-Лесном заповеднике // Вестник



- Московского университета. – Серия 5. География. – № 4. – 2016. – С. 73–82.
9. Погода и климат [Электронный ресурс]: Архивы погоды. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php?id=ru&region=69>.
10. Сухова, М. Г. Динамика изменения температуры воздуха и осадков в Чуйской котловине / М. Г. Сухова, О. В. Журавлева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2017. – № 1(193). – С. 124–129.

**CHANGES IN AIR TEMPERATURE AND THE QUANTITY  
OF PRECIPITATION IN THE TERRITORY OF THE CENTRAL  
FOREST STATE NATURAL BIOSPHERE RESERVE  
IN THE LAST 30 YEARS**

**A.R. Sergeev, N.B. Prokofieva**

Tver State University, Tver

The purpose of the study is to identify climatic trends that arise under conditions of minimal anthropogenic influence within the protected area. The scientific novelty of the research lies in the choice of a “clean” nature conservation area, for which the analysis of the dynamics of air temperature and precipitation amount for long-term and mid-season periods has been carried out.

**Keywords:** *climate change (change in temperature and precipitation, temperature anomalies), Central Forest State Natural Biosphere Reserve, seasonal fluctuations, linear trends.*

*Об авторах:*

СЕРГЕЕВ Антон Романович – студент 4-го курса (бакалавриат) кафедры физической географии и экологии ТвГУ, e-mail: arsergeev2000@gmail.com.

ПРОКОФЬЕВА Наталья Борисовна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физической географии и экологии ТвГУ, e-mail: prokofjevanat@mail.ru.