

УДК 53.043

DOI: 10.34220/2311-8873-2020-3-3-25-30

РОЛЬ ФЛУКТУАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В ЕСТЕСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ

Крутских Ю.В., Камалова Н.С., Матвеев Н.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический  
университет им. Г.Ф. Морозова»

E-mail: [rc@icmail.ru](mailto:rc@icmail.ru)

**Аннотация:** В статье подробно анализируются метеорологические данные о максимальной суточной температуре дня (полдень) и вечера (на закате). На основании анализа формируется вербальная модель влияния планетарного движения Земли и круговорота воды в природе на флуктуации температуры и, следовательно, на состояние лесов. Затем приводится формальная модель этих влияний, которая при определенном компьютерном моделировании хорошо согласуется с экспериментом.

**Ключевые слова:** флуктуации температуры, распределение Гаусса, лесные массивы, системы прогноза пожаров, регулирование состояния лесов.

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL TEMPERATURE FLUCTUATION  
IN THE NATURAL REGULATION OF FOREST STATE

Krutsikh Yu.V., Kamalova N.S., Matveev N.N.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State  
University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov»

E-mail: [rc@icmail.ru](mailto:rc@icmail.ru)

**Summary:** The paper analyzes meteorological data on the maximum daily temperature of the day (noon) and evening (at sunset) in detail. Based on the analysis, a verbal model of the influence of the planetary motion of the Earth and the water cycle in nature on temperature fluctuations and, consequently, on the state of forests is formed. Then a formal model of these influences is presented, that is in good agreement with experiment at a certain computer simulation.

**Keywords:** temperature fluctuations, Gauss distribution, woodlands, fire forecasting systems, forest management.

В настоящий момент огромное значение для охраны и воспроизводства, а также хозяйственного использования лесов имеет фундаментальная концепция естественного регулирования лесов. Такая концепция позволит не только сформировать представление о процессах влияния внешних факторов на существование лесных массивов, но и стать базой для разработки аппаратуры контроля за ее состоянием, что в свою очередь приведет к созданию автоматизированных систем своевременного реагирования на возникновение угрозы таких катастрофических ситуаций, как пожары. Как сравнительно недавно выяснилось, в естественном регулировании древесных растений немалую роль играют флуктуации температуры [1-7]. Интересным фактом является то, что метеорологические наблюдения показывают влияние солнечной активности на эти флуктуации. Это дает основания думать о комплексном влиянии окружающей среды на состояние лесов [8-9].

Целью настоящего исследования было выявление общих закономерностей флуктуаций среднесуточной температуры дня и вечера в течение года на основе общедоступных данных и адекватных физических представлений и обоснование возможности исследования состояния древесных массивов цифровыми методами.

В исследовании в качестве экспериментальных данных использовали общедоступные данные мониторинга ГИСМЕТЕО об изменениях среднесуточных температур дня (полдень) и вечера (на закате) в течение года. Анализировалось распределение величины разности этих температур (средней флуктуации в течение суток) по пяти интервалам ( $\Delta t < -1$ ;  $-1 < \Delta t < 1$ ;  $0 < \Delta t < 4$ ;  $3 < \Delta t < 5$ ;  $6 < \Delta t < 15$ ).

На рисунках 1-4 показаны полученные в результате анализа распределения средней флуктуации в течение суток для зимне-весеннего, весеннего, весенне-летнего и осеннего периодов, соответствующих активному жизненному циклу естественного регулирования состояния древесных растений в 2018-ом году. Функция распределения имеет характер, близкий к распределению Гаусса. На рисунках видно, что максимум распределения попадает в различные интервалы температур. Причем, если сначала характер этих изменений вербально понятен, то затем заставляет задуматься. С января по июнь идет непрерывное нарастание солнечной активности, поэтому в принципе ожидаемо, что максимум распределения смещается в сторону больших по величине флуктуаций температуры в течение суток ( $3 < \Delta t < 5$ ), правильность рассуждений подтверждает увеличение доли флуктуаций с максимальной величиной ( $6 < \Delta t < 15$ ). Однако, в июне и июле, в

период наибольшей длительности дня, наблюдается смещение максимума распределения в интервал средних флуктуаций температуры  $0 < \Delta t < 4$ . В августе максимум смещается в сторону максимальной флуктуации среднесуточной температуры, а затем смещается в сторону меньших по величине флуктуаций.

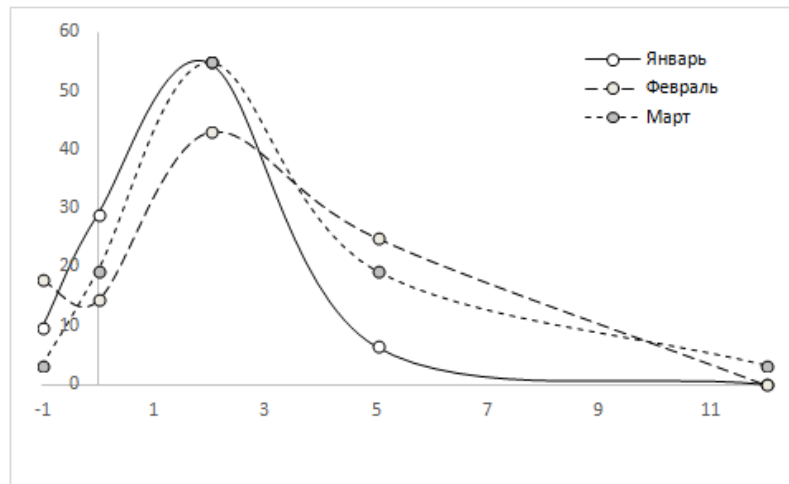


Рисунок 1 – Распределение флуктуаций среднесуточной температуры в зимне-весенний период 2018 года

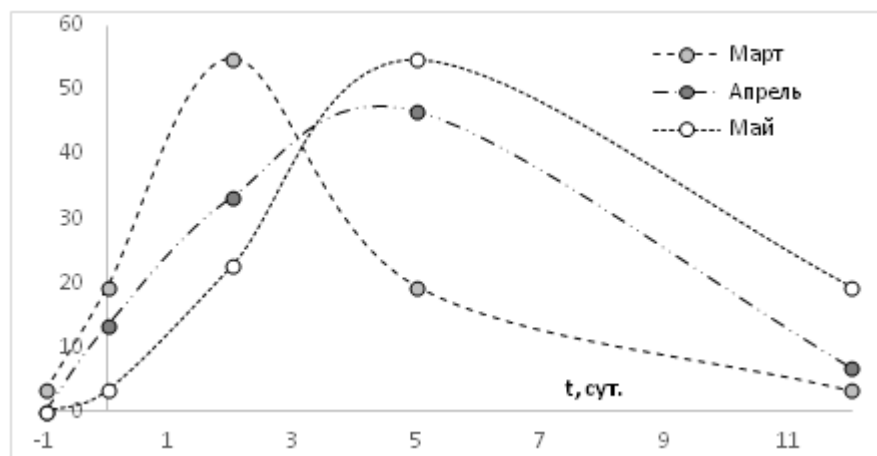


Рисунок 2 – Распределение флуктуаций среднесуточной температуры в весенний период 2018 года

Объяснить данное явление можно, если сопоставить данные с определенными ключевыми астрономическими датами планетарного движения Земли. С прибавлением длительности дня энергия Солнца, потребляемая поверхностью и атмосферой Земли, увеличивается, поэтому растет и доля флуктуаций с максимальной величиной (рис. 1). Следующим интересным временем наблюдения является период после весеннего равноденствия (приблизительно с начала апреля). В это время происходит плавный переход в новое состояние, характери-

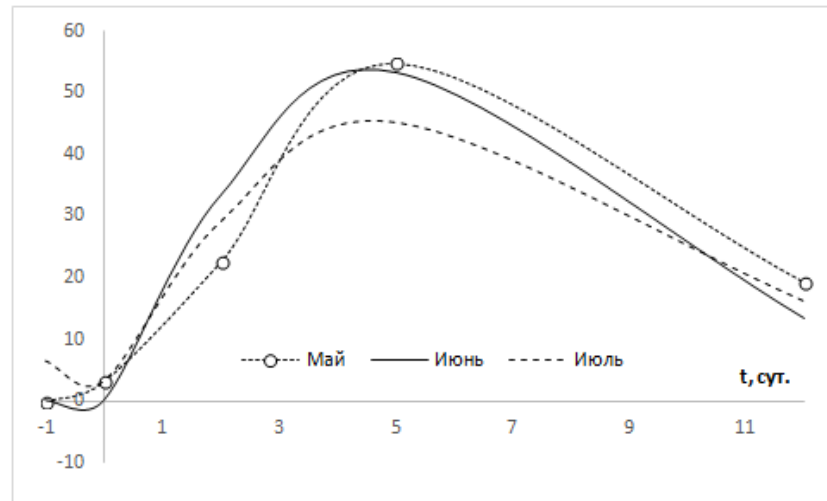


Рисунок 3 – Распределение флуктуаций среднесуточной температуры в весенне-летний период 2018 года

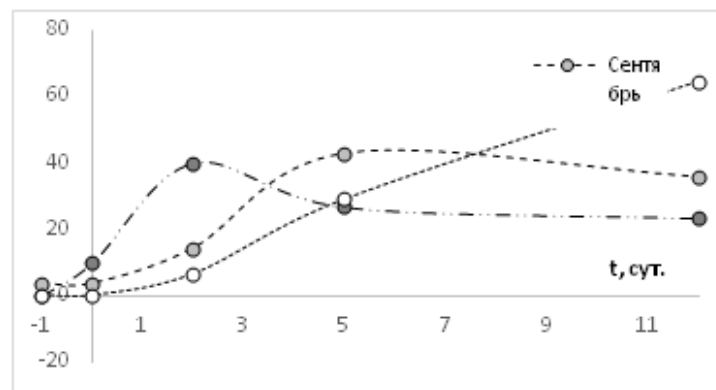


Рисунок 4 – Распределение флуктуаций среднесуточной температуры в летний период 2018 года

зуемое большей величиной наиболее вероятного перепада температуры в течение дня (рис. 2). Затем к летнему солнцестоянию (рис. 3) активизируются процессы испарения влаги и выпадения осадков. Поскольку вода обладает большой теплоемкостью, то наблюдается снижение доли максимальной флуктуации, а затем в августе, с засыханием листвы, доля максимальной флуктуации возрастает и к осеннему равноденствию, с убыванием солнечной энергии, окончательно возвращается в интервал средних флуктуаций (рис. 4).

В рамках такого подхода целесообразно моделировать функцию распределения разностью функций Гаусса:

$$P(t) = P_s(t) - P_v(t) , \quad (1)$$

где  $P_s(t) = P_{ms} \exp(-(t - t_{0s})^2 / \sigma_s)$  определяется прибавлением длительности дня (линия точек на рис. 4), а  $P_v(t) = P_{mv} \exp(-(t - t_{0v})^2 / \sigma_v)$  определяется увеличением влажности в атмосфере (серая линия на рис. 5).

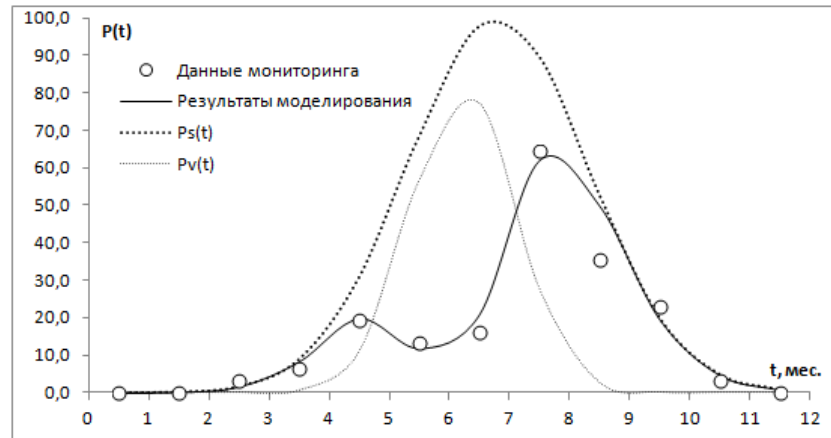


Рисунок 5 – Распределение вероятности максимального перепада температуры  $6 < \Delta t < 15$  в течении года (пример 2018 г.)

Обе функции характеризуются своими параметрами. Методом минимизации среднеквадратичного отклонения для модельных функций было получено, что  $P_{mv} = 0,81P_{ms}$ . Дисперсия первой функции около 4,5 месяцев, а второй – всего 1,5 месяца. При этом период наибольшая вероятность явлений приходится на июль и июнь соответственно (рис. 5).

В заключение хотелось бы отметить, что приведенные рассуждения однозначно доказывают влияние солнечной энергии и круговорота воды в естественной среде на распределение флуктуации температуры окружающей среды, которая, в свою очередь, существенно изменяет состояние лесов (нарастание и спадание лиственного покрова, а, следовательно, рост, развитие и замирание). Для систем контроля это имеет первостепенное значение, поскольку перепады температуры окружающей среды вызывают в стволах деревьев возникновение разности потенциалов вследствие пьезоэлектрических и пироэлектрических свойств древесины и термополяризационных явлений в ней [10].

Исследования проведены в рамках локального гранта ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», выделенного на проект «Разработка принципа работы цифрового устройства для измерения разности потенциалов в ксилеме стволов древесных растений».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Meinzer, Frederick C. Water transport in trees: current perspectives, new insights and some controversies / Frederick C. Meinzer, Michael J. Clearwater,

Guillermo Goldstein // *Environmental and Experimental Botany*. – 2001. – № 45. – P. 239-262.

2 Koo, Hae. Investigating water transport through the xylem network in vascular plants / Hae Koo, Kim Joonghyuk, Park Ildoo Hwang // *Journal of Experimental Botany*. – 2014. – V. 65. – № 7. – P. 1895–1904.

3 Kumar, Rohitashw. Evaluation of root water uptake models – a review / Rohitashw Kumar, Vijay Shankar, Mahesh Kumar Jat // *ISH Journal of Hydraulic Engineering*. – 2014. – № 21(2). – P. 115-124.

4 Reinecke, Sabine. Discourses across Scales on Forest Landscape Restoration. Pesticide productivity and food security / Sabine Reinecke, Mareike Blum // *Sustainability*. – 2018. – V. 10. – № 3. – P. 613.

5 Stucki, Virpi. Integrated Approaches to Natural Resources Management in Practice: The Catalyzing Role of National Adaptation Programmes for Action / Virpi Stucki, Mark Smith // *Ambio*. – 2011. – V. 40. – № 4. – P. 351–360.

6 The mechanism of the appearance of a potential difference in the natural high-molecular heterostructures by natural temperature changes / N. N. Matveev, N. S. Kamalova, N. Yu. Evsikova, Yu. A. Litvinova, L. A. Litvinova // *Ferroelectrics*. – 2018. – Vol. 536. – Issue 1. – P. 187-193. DOI : 10.1080/00150193.2018.1497413.

7 The possible mechanism for the water transport in the tree trunks in early spring / N. N. Matveev, A. A. Rychkov, N. S. Kamalova, N. Yu. Evsikova // *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*. – 2019. – Vol. 226. – 012047.

8 Матвеев, С. М. Климатический сигнал в радиальном приросте сосновых древостоев модальных типов леса воронежской области / С. М. Матвеев // *Лесохозяйственная информация*. – 2017. – № 1. – С. 99-108.

9 Матвеев, С. М. Дендроклиматический анализ 200-летнего древостоя сосны обыкновенной в Воронежском биосферном заповеднике / С. М. Матвеев, Д. А. Тимащук // *Лесоведение*. – 2019. – № 2. – С. 93-104.

10 Сканирование электрического поля в стволах древесных растений как метод выявления жизненного состояния / Н. Ю. Евсикова, Н. Н. Матвеев, О. М. Корчагин, Н. С. Камалова, В. Ю. Заплетин // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. – 2008. – № 6. – С. 43-49.