



# HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

17 / 2022



# HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

**17 / 2022**

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

---

**Главный редактор**

А. А. Прохоров

**Редакционный совет**

П. Вайс Джексон  
Лей Ши  
Йонг-Шик Ким  
Т. С. Мамедов  
В. Н. Решетников

**Редакционная коллегия**

Г. С. Антипина  
Е. М. Арнаутова  
А. В. Бобров  
Ю. К. Виноградова  
Е. В. Голосова  
Е. Ф. Марковская  
Ю. В. Наумцев  
Е. В. Спиридович  
К. Г. Ткаченко  
А. И. Шмаков

**Редакция**

Е. А. Платонова  
С. М. Кузьменкова  
А. Г. Марахтанов

---

**Адрес редакции**

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2022 А. А. Прохоров

**На обложке:**

Драконовы деревья в ботаническом саду 'Vieta-i-Klaviho', о-в Гран Канария (фото А. Прохорова, 15.12.2011)

**Разработка и техническая поддержка**

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,  
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2022

## Метеорологические условия теплого периода на территории Ботанического сада-института ПГТУ

**МУХАМЕТОВА**  
Светлана Валерьевна

*Поволжский государственный технологический университет,  
пл. Ленина, 3, Йошкар-Ола, 424000, Россия  
MuhametovaSV@volgatech.net*

### Ключевые слова:

наука, вегетационный период, период активной вегетации, сумма эффективных температур, сумма активных температур, гидротермический коэффициент, сумма осадков, погодные условия, ботанический сад

**Аннотация:** Приведена характеристика метеоусловий теплого периода за 22-летний период с 2000 по 2021 годы для территории Ботанического сада-института Поволжского государственного технического университета (г. Йошкар-Ола). В ходе выполненной работы определены агроклиматические показатели: даты устойчивого перехода среднесуточных температур через 0 °С, 5 °С, 10 °С, 15 °С, сумма эффективных и активных температур, продолжительность вегетационного периода и периода активной вегетации, ГТК Селянинова. Указаны отличительные особенности некоторых лет. Для региона характерны слабозасушливые условия в период активной вегетации и выявлена тенденция повышения засушливости метеорологических условий.

**Получена:** 03 декабря 2021 года

**Подписана к печати:** 27 апреля 2022 года

### Введение

Известно, что потребность растений в тепле выражают суммами активных и эффективных температур. В сельскохозяйственной метеорологии активная температура – это среднесуточная температура воздуха (или почвы) выше биологического минимума развития культуры. Эффективная температура – это среднесуточная температура, уменьшенная на значение биологического минимума. Развитие растений происходит только при определенном уровне тепла – если среднесуточная температура превышает их биологический минимум, который составляет, в частности, для плодовых культур 5 °С. Установлено, что для многих сортов яблони в зоне умеренного климата европейской части России сумма эффективных температур от начала вегетации до начала цветения равна 185±10 °С, до конца цветения – 310±25 °С. Цветение груши начинается при накоплении суммы эффективных температур 125±10 °С, вишни – 150±10 °С (Лосев, 1994; Лосев, Журина, 2001). Осадки – основной источник влаги для растений, но непосредственное влияние их на растения может быть положительным или отрицательным в зависимости от фазы развития растений, интенсивности и продолжительности осадков. Так, для формирования завязи плодовых культур благоприятны слабые кратковременные дожди после цветения, а обильные дожди в сочетании с ветром вызывают механические повреждения плодов, преждевременное опадение завязей и плодов. В период цветения частые интенсивные дожди смывают пыльцу, препятствуют лету насекомых. Длительное отсутствие дождей обуславливает засуху, что приводит к уменьшению накопления в растениях органических веществ. Растения начинают увядать, засыхают их листья и органы плодоношения, плоды опадают (Лосев, Журина, 2001).

Территория Республики Марий Эл входит в умеренный климатический пояс, район с умеренно-холодной зимой, область недостаточного увлажнения (Лазарева, 2010). Ботанический сад-институт Поволжского государственного технологического университета находится в черте г. Йошкар-Олы, столицы Республики. Географическое положение сада – 56°37' с. ш., 47°46' в. д., 100 м над уровнем моря. Природная зона – Ветлужско-Приуральный округ смешанных лесов. Почвы свежие слабоподзолистые средне- и тяжелосуглинистые на покровных глинах и суглинках, подстилаемых песчано-глинистыми Пермскими породами (Коллекционные фонды ..., 2011). По данным метеопоста Ботанического сада-института за 1968–2010 гг., среднегодовая температура воздуха составляет +3,6 °С. Средняя годовая сумма осадков – 580 мм, в том числе 206 мм приходится на зимний период. Продолжительность вегетационного периода составляет 175 дней, периода активной вегетации – 138 дней. Средние даты перехода среднесуточных температур воздуха через 5 °С приходятся весной на 16 апреля, осенью – 7 октября, через 10 °С – 7 мая и 21 сентября соответственно. Обеспеченность теплом

характеризуется следующими показателями: сумма эффективных температур 5 °С – 1583 °С, сумма эффективных температур +10 °С – 834 °С, сумма активных температур 10 °С – 2046 °С (Лазарева, 2010).

По данным ряда авторов в Республике Марий Эл, как и на территории других регионов, наблюдается потепление климата (Демаков и др., 2009; Замятин и др., 2010; Гончаров и др., 2019; Демаков, Исаев, 2020). Установлено повышение среднегодовой температуры воздуха со второй половины XX века. Даты устойчивого перехода среднесуточных температур сдвигаются весной на более ранние сроки, а осенью – на более поздние (Гончаров и др., 2019). Отмечены тенденции увеличения безморозного периода в результате сдвига первых осенних заморозков на более поздние сроки (Замятин и др., 2010).

**Целью** настоящего исследования являлся анализ метеорологических условий теплых периодов с 2000 по 2021 гг. в городе Йошкар-Ола по данным метеопоста Ботанического сада-института ПГТУ.

### **Объекты и методы исследований**

Характеристика метеорологических условий приведена по данным метеопоста БСИ ПГТУ. В период до 2017 года ежедневно в 8 часов снимали показания срочного, максимального и минимального термометров, установленных в психрометрической будке. Среднесуточная температура определена как среднее между минимальной и максимальной температурой за прошедшие сутки. Количество осадков за истекшие сутки учитывали с помощью осадкомера Третьякова с учетом поправок на смачивание. С 2017 г. метеорологические данные собираются метеостанцией Davis Vantage Pro2. Среднесуточная температура рассчитана в программе WeatherLin1 как средняя за 24 часа. В холодное время года количество твердых осадков, выпавших за истекшие сутки, были измерены вручную. За дату устойчивого перехода среднесуточных температур через 0 °С, 5 °С, 10 °С и 15 °С весной принят первый день периода, сумма положительных отклонений которого превышает сумму отрицательных отклонений любого из последующих периодов с отрицательными отклонениями, осенью – первый день того периода, сумма отрицательных отклонений которого превышает сумму положительных отклонений любого из последующих периодов с такими отклонениями (Кельчевская, 1971). Даты перехода температуры воздуха через 0 °С показывают начало весны и конец осени, весенний и осенний переход через +5 °С – начало и конец вегетационного периода (ВП), через 10 °С – начало и конец периода активной вегетации (ПАВ), через 15 °С – начало и конец летнего периода (Лосев, 1994). Сумму эффективных температур (ЭТ) выше 5 °С определяли путем суммирования средних суточных температур воздуха, уменьшенных на значение биологического минимума 5 °С. Сумму активных температур (АТ) выше 10 °С определяли путем суммирования средних суточных температур воздуха за все дни между датами устойчивого перехода через 10 °С. Оценка условий увлажнения за период активной вегетации дана по значению гидротермического коэффициента (ГТК) увлажнения Г. Т. Селянинова: более 1,6 – избыточно влажные, 1,6–1,3 – влажные, 1,3–1,0 – слабо засушливые, 1,0–0,7 – засушливые, 0,7–0,4 – очень засушливые, менее 0,4 – сухие (Лосев, 1994; Лосев, Журина, 2001). Календарные даты были переведены в непрерывный числовой ряд с 1 марта (Зайцев, 1981). Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета анализа данных прикладной программы Microsoft Excel на 95-процентном уровне значимости. Ранние, средние и поздние сроки выделены по критерию  $x_{cp} \pm \sigma$ .

### **Результаты и обсуждение**

Даты перехода температуры воздуха через различные пределы характеризуют периоды подъема и спада температур, а также начало и конец периодов развития растений (Кельчевская, 1971). В таблице 1 приведены даты устойчивого перехода через различные пределы за 22-летний период исследования. В среднем начало весны (устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С) приходилось на 29 марта, начало ВП (переход через 5 °С) – на 18 апреля, начало ПАВ (переход через 10 °С) – на 4 мая, начало метеорологического лета (переход через 15 °С) – на 29 мая.

Для наглядности данные таблицы 1 отражены на рисунке 1.

Таблица 1. Даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через температурные пределы в 2000–2021 гг.

Table 1. Dates of sustainable transition of the average daily air temperature through the temperature limits in 2000–2021.

| Годы    | Дата устойчивого перехода через 0 °С |                 | Дата устойчивого перехода через 5 °С |               | Дата устойчивого перехода через 10 °С |              | Дата устойчивого перехода через 15 °С |                |
|---------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------|---------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----------------|
|         | весной                               | осенью          | весной                               | осенью        | весной                                | осенью       | весной                                | осенью         |
| 2000    | 31.III                               | 8.XI            | 13.IV                                | 8.X           | 20.V**                                | 14.IX        | 26.V                                  | 8.IX**         |
| 2001    | 2.IV                                 | 12.XI           | 13.IV                                | 8.X           | 20.IV*                                | 25.IX        | 4.VI                                  | 21.VIII*       |
| 2002    | 11.IV**                              | 5.XI            | 13.IV                                | 3.X*          | 27.IV                                 | 21.IX        | 11.VI**                               | <b>6.VIII*</b> |
| 2003    | 28.III                               | 23.X*           | 8.IV*                                | 16.X          | 1.V                                   | <b>8.X**</b> | <b>22.VI**</b>                        | 3.IX           |
| 2004    | 9.IV**                               | 17.XI           | 27.IV**                              | 11.X          | 29.IV                                 | 1.X**        | 7.VI                                  | 3.IX           |
| 2005    | 5.IV                                 | 26.X            | 6.IV*                                | 18.X          | 5.V                                   | 5.X**        | 7.V*                                  | 21.VIII*       |
| 2006    | 30.III                               | 6.XI            | 18.IV                                | 7.X           | 8.V                                   | 13.IX*       | 31.V                                  | 11.IX**        |
| 2007    | 15.III*                              | 5.XI            | 17.IV                                | 25.X**        | 9.V                                   | 30.IX        | 17.V                                  | 28.VIII        |
| 2008    | 24.III                               | <b>12.XII**</b> | <b>25.III*</b>                       | <b>3.XI**</b> | 11.V                                  | 10.IX*       | 11.VI**                               | 1.IX           |
| 2009    | 29.III                               | 26.X            | 26.IV**                              | 21.X          | 27.IV                                 | 19.IX        | 28.V                                  | <b>15.IX**</b> |
| 2010    | 28.III                               | 18.XI           | 15.IV                                | 30.IX*        | 1.V                                   | 30.IX        | <b>3.V**</b>                          | 30.VIII        |
| 2011    | 3.IV                                 | 4.XI            | 24.IV                                | 14.X          | 28.IV                                 | 19.IX        | 29.V                                  | 11.IX*         |
| 2012    | 1.IV                                 | 10.XI           | 15.IV                                | 22.X          | <b>16.IV*</b>                         | 24.IX        | 29.V                                  | 21.VIII**      |
| 2013    | 1.IV                                 | 19.XI**         | 18.IV                                | <b>27.IX*</b> | 10.V                                  | 24.IX        | 26.V                                  | 8.IX*          |
| 2014    | <b>15.IV**</b>                       | <b>17.X*</b>    | 28.IV**                              | 1.X*          | 10.V                                  | 28.IX        | 1.VI                                  | 24.VIII        |
| 2015    | 10.III*                              | 7.XI            | 28.IV**                              | 6.X           | 29.IV                                 | 30.IX        | 21.V                                  | 23.VIII        |
| 2016    | 27.III                               | 23.X*           | 13.IV                                | 8.X           | 26.IV                                 | 14.IX        | 20.V                                  | 29.VIII        |
| 2017    | 5.IV                                 | 21.X*           | 25.IV                                | 20.X          | <b>24.V**</b>                         | 21.IX        | 9.VI                                  | 26.VIII        |
| 2018    | 1.IV                                 | 9.XI            | 25.IV                                | 21.X          | 3.V                                   | 24.IX        | 17.VI**                               | 3.IX           |
| 2019    | 18.III*                              | 8.XI            | 20.IV                                | 29.X**        | 3.V                                   | 15.IX        | 27.V                                  | 25.VIII        |
| 2020    | <b>6.III*</b>                        | 10.XI           | <b>29.IV**</b>                       | 17.X          | 4.V                                   | 15.IX        | 4.VI                                  | 2.IX           |
| 2021    | 21.III                               | 10.XI           | 11.IV                                | 19.X          | 6.V                                   | <b>4.IX*</b> | 9.V*                                  | 26.VIII        |
| Среднее | 29.III±2,1                           | 6.XI±2,6        | 18.IV±1,9                            | 14.X±2,1      | 4.V±1,9                               | 22.IX±1,8    | 29.V                                  | 30.VIII        |
| CV, %   | 33,9                                 | 4,9             | 17,9                                 | 4,3           | 13,6                                  | 4,2          | 14,2                                  | 5,0            |

Примечание: \* – ранние даты, \*\* – поздние даты, без выделения – средние даты; полужирным шрифтом выделены лимиты.

Note: \* - early dates, \*\* - late dates, without highlighting - middle dates; Limits are in bold.

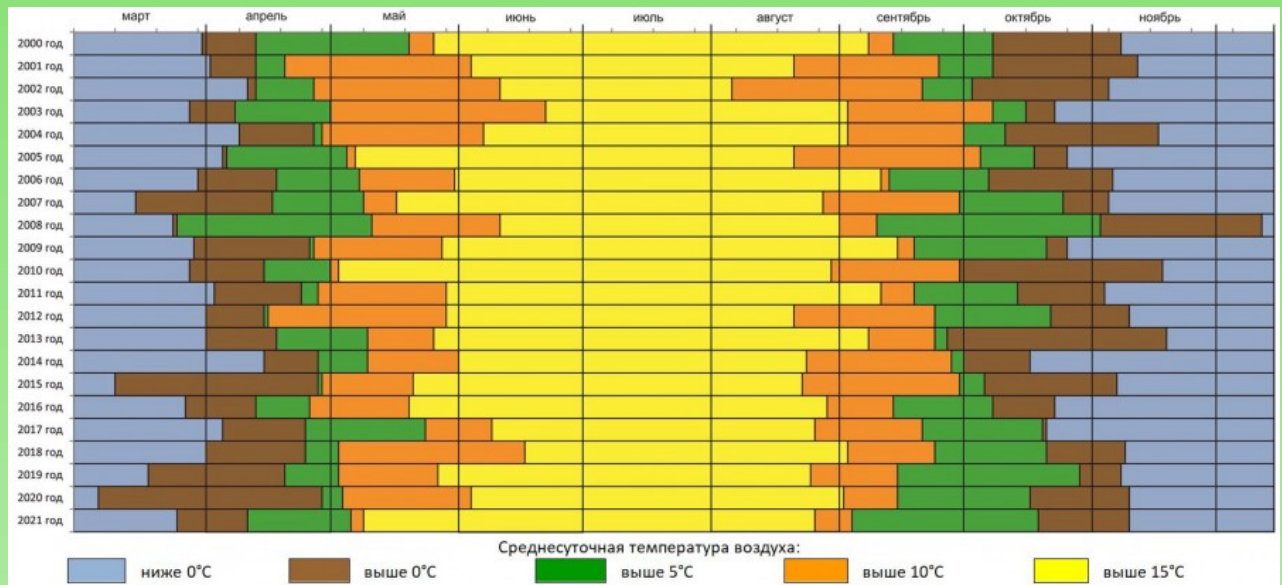


Рисунок 1. Динамика изменения среднесуточной температуры в изученные годы.

Fig. 1. Dynamics of changes in the average daily temperature in the studied years.

В 2008 году установлен самый ранний переход через 5 °С в сторону повышения и самый поздний – в сторону понижения. Также данный год характеризовался самым поздним началом метеорологической зимы (переходом через 0 °С). В 2020 году был отмечен самый ранний переход через 0 °С в сторону повышения и самый поздний переход через 5 °С, интервал между указанными датами составил 54 дня. В отдельные годы (2005 и 2008 гг.) данный интервал составлял 1 день, среднее значение за период исследования –  $20 \pm 2,9$  дней. Самое раннее начало ПАВ было зафиксировано в 2012 году (16 апреля), когда данный период начался на следующий день после начала ВП. Подобное резкое потепление также было отмечено в 2009 и 2015 годах. Самый ранний переход температуры через 15 °С произошел в 2010 году (3 мая), через 2 дня после наступления перехода через 10 °С. Аналогичный интервал в 2 дня зафиксирован и в 2005 году. Самое позднее наступление лета было отмечено в 2003 году (22 июня).

Средняя многолетняя дата начала осени (перехода температуры через 15 °С) – 30 августа, окончания ПАВ (перехода через 10 °С) – 22 сентября, окончания ВП (перехода через 5 °С) – 14 октября, начало метеорологической зимы (переход через 0 °С) – 6 ноября. Самым ранним началом осени (6 августа) характеризовался 2002 год, самым поздним началом осени (15 сентября) – 2009 год. В 2021 году установлено самое раннее окончание ПАВ (4 сентября), в 2003 году – самое позднее окончание данного периода (8 октября). ВП в 2013 году закончился в самые ранние сроки (27 сентября). Наиболее позднее его окончание установлено в 2008 году (3 ноября), в этот год устойчивое снижение температуры ниже 0 °С произошло лишь 12 декабря.

Корреляционный анализ изученных сроков выявил наибольшую связь лишь между датами перехода температуры через 5 °С весной и 0 °С осенью ( $r=-0,39$ ), а также через 5 °С осенью и 0 °С весной ( $r=-0,35$ ), между остальными датами корреляция более слабая. Иными словами, чем раньше температура весной переходит через 0 °С, тем позднее осенью она переходит через 5 °С, и чем раньше весной переход через 5 °С, тем позднее осенью через 0 °С. Также установлена обратная корреляция интервалов между датами перехода через следующие температурные пределы. Весной, чем меньше разница между датами перехода через 0 °С и 5 °С, тем больше разница между 5 °С и 10 °С ( $r=-0,50$ ). Осенью, чем меньше разница между датами перехода через 15 °С и 10 °С, тем больше между 10 °С и 5 °С ( $r=-0,58$ ). То есть после более резкого изменения температуры следовало менее интенсивное ее изменение и наоборот.

Продолжительность периода с температурами выше определенных пределов характеризуют длительность вегетации растений. От продолжительности этого периода и обеспеченности теплом зависят рост и развитие видов растений (Кельчевская, 1971). В таблице 2 приведены значения продолжительности различных периодов в изученные годы. Среднее многолетнее значение продолжительности периода с положительной температурой составило  $223 \pm 3,7$  дня, вегетационного периода –  $179 \pm 3,1$  дней, периода активной вегетации –  $142 \pm 2,9$  дня, метеорологического лета –  $93 \pm 3,2$  дня.

Таблица 2. Продолжительность периодов вегетации в 2000–2021 гг.

Table 2. Duration of growing seasons in 2000–2021

| Годы    | Продолжительность периода с температурой выше 0 °С, дни | Продолжительность вегетационного периода, дни | Продолжительность периода активной вегетации, дни | Продолжительность метеорологического лета, дни |
|---------|---|---|---|--|
| 2000    | 222   | 178   | <b>117*</b>                                       | 105  |
| 2001    | 224   | 178   | 158**   | 78*  |
| 2002    | 208   | 173   | 147   | <b>56*</b>                                     |
| 2003    | 209   | 191   | 160**   | 73*  |
| 2004    | 222   | 167   | 155**   | 88   |
| 2005    | 204*  | 195**   | 153   | 106  |
| 2006    | 221   | 172   | 128*  | 103  |
| 2007    | 235   | 191   | 144   | 103  |
| 2008    | <b>263**</b>  | <b>223**</b>                                  | 122*  | 82   |
| 2009    | 211   | 178   | 145   | 110**  |
| 2010    | 235   | 168   | 152   | <b>119**</b>                                   |
| 2011    | 215   | 173   | 144   | 105  |
| 2012    | 223   | 190   | <b>161**</b>                                      | 84   |
| 2013    | 232   | 162*  | 137   | 105  |
| 2014    | <b>185*</b>   | <b>156*</b>                                   | 141   | 84   |
| 2015    | 242**   | 161*  | 154   | 94   |
| 2016    | 210   | 178   | 141   | 101  |
| 2017    | 199*  | 178   | 120*  | 78*  |
| 2018    | 222   | 179   | 144   | 78*  |
| 2019    | 235   | 192   | 135   | 90   |
| 2020    | 249**   | 171   | 134   | 90   |
| 2021    | 230   | 191   | 121*  | 109**  |
| Среднее | 223 ± 3,7   | 179 ± 3,1                                     | 142 ± 2,9   | 93 ± 3,2                                       |
| CV, %   | 7,8   | 8,2   | 9,5   | 16,4   |

Примечание: \* – короткая продолжительность, \*\* – длительная продолжительность; полужирным шрифтом выделены лимиты.

Note: \* - short duration, \*\* - long duration; Limits are in bold.

Наименьшей продолжительностью периода с положительной температурой и ВП характеризовался 2014 год (185 и 156 дней соответственно). Наиболее длительными указанные периоды были в 2008 году (263 и 223 дня). В 2000 году отмечен самый короткий ПАВ (117 дней), в 2012 году – самый длительный (161 день). Продолжительность метеорологического лета была наименьшей в 2002 году (56 дней), наибольшей – в 2010 году (119 дней).

Продолжительность лета коррелировала в большей степени с датами его начала ( $r=-0,80$ ), чем с датами окончания ( $r=0,54$ ). Чем раньше наступало лето, тем оно было более продолжительным. Продолжительность ПАВ одинаково зависела и от начала, и от окончания данного периода ( $r=-0,78$  и  $r=0,77$  соответственно). Сходная закономерность выявлена и у продолжительности ВП ( $r=-0,77$  и  $0,82$ ).

В таблице 3 отражены суммы температур и осадков за различные периоды анализируемых лет. Средняя многолетняя сумма положительных температур составила 2759 °С, сумма ЭТ выше 5 °С – 1738 °С, сумма АТ выше 10 °С – 2334 °С, сумма осадков за ПАВ – 268 мм. Среднее многолетнее значение ГТК равно 1,2, что свидетельствует о слабо-засушливых условиях региона.

Таблица 3. Агроклиматические показатели в 2000–2021 гг.

Table 3. Agro-climatic indicators in 2000–2021

| Годы    | Сумма положительных температур, градусы | Сумма эффективных температур выше 5 °С, градусы | Сумма активных температур выше 10 °С за период активной вегетации, градусы | Сумма осадков за период активной вегетации, мм | ГТК Селянинова |
|---------|---|---|--|--|----------------|
| 2000    | 2704                                    | 1669  | 2078*  | 295  | 1,42           |
| 2001    | 2773                                    | 1748  | 2488   | 292  | 1,17           |
| 2002    | 2495*                                   | 1540*   | 2217   | 106*   | 0,48*          |
| 2003    | 2722                                    | 1721  | 2435   | 439**  | 1,80**         |
| 2004    | 2731                                    | 1723  | 2474   | 292  | 1,18           |
| 2005    | 2825                                    | 1823  | 2475   | 230  | 0,93           |
| 2006    | 2679                                    | 1653  | 2138   | 363  | 1,70**         |
| 2007    | 2935                                    | 1848  | 2452   | 328  | 1,34           |
| 2008    | 2947**                                  | 1777  | 2041*  | 367**  | 1,80**         |
| 2009    | 2740                                    | 1781  | 2391   | 228  | 0,96           |
| 2010    | <b>3221**</b>                           | <b>2122**</b>                                   | <b>2815**</b>  | 177  | 0,63*          |
| 2011    | 2779                                    | 1789  | 2404   | 329  | 1,37           |
| 2012    | 2869                                    | 1857  | 2561**   | 341  | 1,33           |
| 2013    | 2718                                    | 1714  | 2344   | 304  | 1,30           |
| 2014    | 2429*                                   | 1523*   | 2169   | 238  | 1,10           |
| 2015    | 2815                                    | 1817  | 2570**   | 247  | 0,96           |
| 2016    | 2924                                    | 1939**  | 2482   | 152*   | 0,61*          |
| 2017    | <b>2420*</b>                            | <b>1461*</b>                                    | <b>1880*</b>   | 347  | <b>1,85**</b>  |
| 2018    | 2697                                    | 1687  | 2337   | 191  | 0,82           |
| 2019    | 2608                                    | 1529*   | 2099*  | 243  | 1,16           |
| 2020    | 2652                                    | 1569*   | 2096   | 354  | 1,66**         |
| 2021    | 3004**                                  | 1941**  | 2375   | <b>34*</b>                                     | <b>0,14*</b>   |
| Среднее | 2759 ± 39,8                             | 1738 ± 33,7                                     | 2334 ± 46,3  | 268 ± 20,4                                     | 1,2 ± 0,1      |
| CV, %   | 6,8                                     | 9,1   | 9,3  | 35,6   | 39,0           |

Примечание: \* – низкие значения, \*\* – высокие значения; полужирным шрифтом выделены лимиты.

Note: \* – low values, \*\* – high values; Limits are in bold.

Наименьшей обеспеченностью теплом характеризовался ВП 2017 года. При среднем количестве выпавших осадков в данный год условия увлажнения в ПАВ были избыточно влажными, ГТК был максимальным (1,85). Также высокие значения ГТК установлены в 2003, 2006, 2008 и 2020 годы. Наибольшей обеспеченностью теплом в период вегетации отличался 2010 год, он отнесен к группе с очень засушливыми условиями наряду с 2002 и 2016 годами. Аномально сухим было лето 2021 года, выпало аномально низкое количество осадков при аномально высокой температуре. В течение 34 дней температура воздуха поднималась выше 30 °С. Значение ГТК за ПАВ 2021 года составило 0,14.

В годы наблюдений сумма положительных температур очень тесно коррелировала с суммой ЭТ 5 °С ( $r=0,96$ ) и значительно – с суммой АТ 10 °С ( $r=0,69$ ). В свою очередь данные суммы температур тесно коррелировали между собой ( $r=0,81$ ). Чем больше сумма АТ, тем меньше интервал между датами осеннего перехода через 10 °С и 5 °С ( $r=-0,50$ ), иными словами после более жаркого периода наступало более быстрое снижение температуры. Значения ГТК в большей степени коррелировали с суммой

осадков ( $r=0,96$ ), чем с суммой активных температур ( $r=-0,49$ ).

Регрессионный анализ показал, что динамика суммы осадков и ГТК имеет нисходящий тренд, то есть существует тенденция изменения метеоусловий на более засушливые (рисунок 2). Построенные регрессионные модели статистически значимы (для суммы осадков  $F_{\text{факт.}}=1,71 > F_{\text{крит.}}=0,21$ , для ГТК  $F_{\text{факт.}}=0,81 > F_{\text{крит.}}=0,38$ ). Достоверного изменения сумм эффективных и активных температур не выявлено ( $F_{\text{факт.}} < F_{\text{крит.}}$ ).

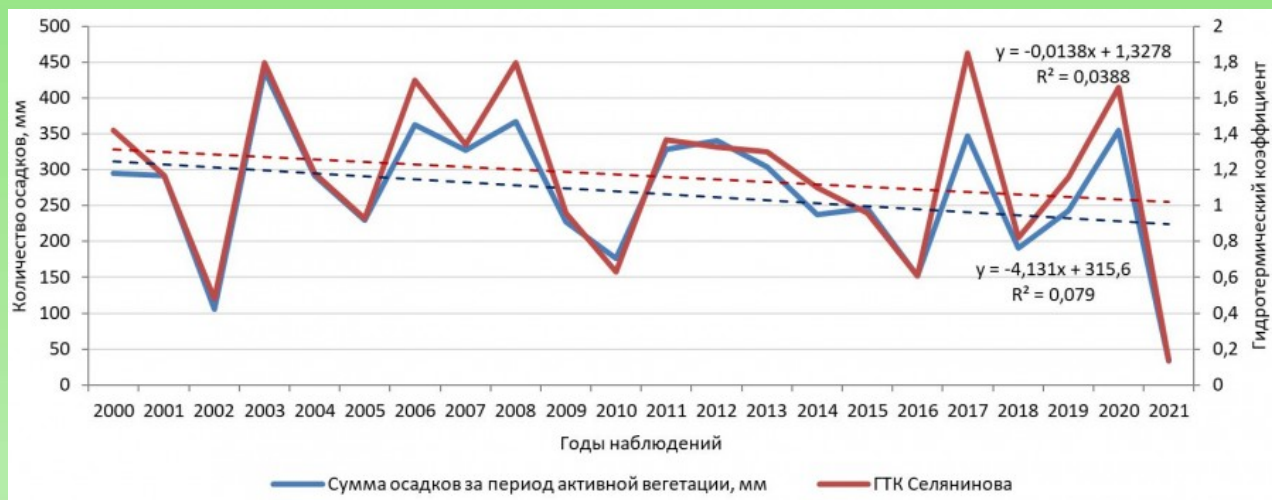


Рисунок 2. Динамика суммы осадков и ГТК увлажнения за период активной вегетации.

Figure 2. Dynamics of total precipitation and HTC moisture for the period of active vegetation.

Данные о метеорологических особенностях различных лет на территории БСИ используются сотрудниками, студентами и аспирантами ПГТУ для проведения научных исследований и подготовки публикаций в области изучения сезонного развития древесных и травянистых растений (Доронина, 1999; Разумников и др., 2009; Разумников, 2011; Лазарева, 2014; Мухаметова, Лазарева, 2014; Мухаметова, Куклина, 2018, 2019; Мухаметова и др., 2020; Сухарева и др., 2021; Окач и др., 2021), содержания биохимических соединений в плодах растений (Мухаметова, Скочилова, 2016; Мухаметова и др., 2017; Мухаметова, 2019; Мухаметова, Скочилова, 2020), показателей цветков и плодов (Мухаметова, 2013; Мухаметова, Акшикова, 2016; Мухаметова и др., 2021) и т.д.

## Заключение

Таким образом, приведена характеристика метеоусловий теплого периода 22-х лет наблюдений с 2000 по 2021 годы для территории Ботанического сада-института. В ходе выполненной работы определены среднесуточные температуры и сумма атмосферных осадков, на основании которых рассчитаны агроклиматические показатели: даты устойчивого перехода среднесуточных температур через 0 °С, 5 °С, 10 °С, 15 °С, сумма эффективных и активных температур, продолжительность вегетационных периодов и периодов активной вегетации, ГТК Селянинова. Указаны отличительные особенности некоторых лет. Установлены следующие закономерности: после более резкого изменения температуры следовало менее интенсивное ее изменение и наоборот; летние периоды с ранними сроками наступления были более продолжительными; после более жаркого периода наступало более быстрое снижение температуры. Для региона характерны слабозасушливые условия в период активной вегетации и выявлена тенденция повышения засушливости метеорологических условий.

## Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество», грант № 05\_2021-И.

## Литература

Гончаров Е. А., Булыгина Н. А., Кухтенко Н. А. Динамика климатических показателей города Йошкар-Олы // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный

мониторинг: междунар. сб. науч. статей. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. С. 12—21. DOI: 10.25686/6013.2019.5.58347 .

Демаков Ю. П., Исаев А. В. Сезонная и многолетняя динамика микроклимата почв в различных экотопах Республики Марий Эл // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». 2020. № 4. С. 133—166.

Демаков Ю. П., Сафин М. Г., Смыков А. Е. Изменения климата и состояния лесов Республики Марий Эл в XX столетии // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2009. № 2. С. 40—48.

Доронина Г. У. Особенности сезонного развития рододендронов в Ботаническом саду МарГТУ // Проблемы дендрологии на рубеже XXI века: Тезисы докладов Междунар. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения чл.-корр. РАН П. И. Лапина. М.: РАН, 1999. С. 97—98.

Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. М.: Наука, 1981. 120 с.

Замятин С. А. Измestьев В. М., Виноградов Г. М., Лапшин Ю. А., Виноградова И. А. Тенденции в изменении климата, влияющие на земледелие // Земледелие. 2010. № 4. С. 13—14.

Кельчевская Л. С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. 216 с.

Коллекционные фонды Ботанического сада-института Марийского государственного технического университета / Л. И. Котова, С. М. Лазарева, Л. В. Сухарева ; отв. ред. С. М. Лазарева. Изд. 2-е, доп., испр. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. 152 с.

Лазарева С. М. Использование методик обработки данных фенологических наблюдений (на примере представителей семейства Pinaceae Lindl.) // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». 2010. Т. 4. № 2. С. 56—65.

Лазарева С. М. Фенология пихт Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета // Хвойные бореальной зоны. 2014. Т. 32. № 3—4. С. 29—34.

Лосев А. П. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1994. 244 с.

Лосев А. П., Журина Л. Л. Агрометеорология. М.: Колос, 2001. 297 с.

Мухаметова С. В. Изменчивость массы плодов видов боярышника в Среднем Поволжье // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2013. Т. XVI. С. 113—116.

Мухаметова С. В. Содержание каротина и сахаров в плодах некоторых видов рода *Crataegus*, культивируемых в условиях Республики Марий Эл // Растительные ресурсы. 2019. Т. 55. № 1. С. 122—129. DOI: 10.1134/S0033994619010096 /.

Мухаметова С. В., Акшикова Н. А. Плодоношение представителей рода *Vaccinium* в Республике Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 4 (32). С. 78—88. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.4.78 .

Мухаметова С. В., Куклина Е. Э. Фенология дальневосточных кленов в условиях Республики Марий Эл // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 4. Т. 1. С. 9—11.

Мухаметова С. В., Куклина Е. Э. Фенология дальневосточных видов бересклета в Республике Марий Эл // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. №12. Т. 1. С. 15—17.

Мухаметова С. В., Лазарева С. М. Сезонный ритм развития видов боярышника, интродуцированных в Республику Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. Лес. Экология. Природопользование. 2014. № 2 (22). С. 63—76.

Мухаметова С. В., Новгородская Н. О., Анисимова С. В. Сезонное развитие европейских кленов в условиях Республики Марий Эл // Сельское хозяйство. 2020. № 2. С. 33—41. DOI: 10.7256/2453-8809.2020.2.33821 .

Мухаметова С. В., Павлова Е. Н., Нехорошкова Е. В. Показатели плодов и размножение фундука 'Академик Яблоков' // Сельское хозяйство. 2021. № 3. С. 1—12. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.3.36844 .

Мухаметова С. В., Скочилова Е. А. Параметры плодоношения и биохимическая характеристика сортов шиповника в Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. Лес, экология, природопользование. 2016. № 2 (30). С. 94—103. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.94 .

Мухаметова С. В., Скочилова Е. А. Показатели массы плодов боярышника и содержание в них дубильных веществ в условиях Республики Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2020. № 1 (45). С. 90—95. DOI: 10.25686/2306-2827.2020.1.90 .

Мухаметова С. В., Скочилова Е. А., Протасов Д. В. Параметры плодоношения и содержание флавоноидов и аскорбиновой кислоты в плодах голубики (*Vaccinium*) // Химия растительного сырья. 2017. № 3. С. 113—121. DOI: 10.14258/jcprm.2017031785 .

Окач М. А., Мухаметова С. В., Лямина Г. В. Сезонное развитие крокусов в условиях Республики Марий Эл // Сельское хозяйство. 2021. № 2. С. 35—42. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.2.36465 .

Разумников Н. А. Рост и плодоношение *Eleutherococcus senticosus* (Araliaceae) при выращивании в Республике Марий Эл // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47. № 3. С. 43—47.

Разумников Н. А., Конюхова О. М., Рябинин М. И. Груша уссурийская в Среднем Поволжье: биологические, экологические особенности и пути использования биоресурсного потенциала. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2009. 167 с.

Сухарева Л. В., Мухаметова С. В., Веселова К. А. Сезонное развитие сортов *Philadelphus* в Республике Марий Эл // Сельское хозяйство. 2021. № 1. С. 1—7. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.1.36053 .

## Meteorological conditions of warm period in the territory of the Botanical Garden-Institute of VSUT

**MUKHAMETOVA**  
**Svetlana Valeryevna**

Volga State University of Technology,  
Lenin square, 3, Yoshkar-Ola, 424000, Russia  
MuhametovaSV@volgatech.net

### Key words:

science, vegetation period, active vegetation period, sum of effective temperatures, sum of active temperatures, hydrothermal coefficient, precipitation amount, weather conditions, botanical garden

### Summary:

The characteristic of the weather conditions of the warm period for the 22-year period from 2000 to 2021 for the territory of the Botanical Garden-Institute of VSUT (Yoshkar-Ola) is given. The agro-climatic indicators were determined: the dates of the steady transition of average daily temperatures through 0 °C, 5 °C, 10 °C, 15 °C, the sum of effective and active temperatures, the duration of the growing season and the period of active vegetation, Selyaninov Hydrothermal Coefficient. The distinctive features of some years are presented. The region is characterized by slightly arid conditions during the active vegetation period and a tendency to increase the aridity of meteorological conditions has been revealed.

Is received: 03 december 2021 year

Is passed for the press: 27 april 2022 year

### References

- Gontcharov E. A., Bulygina N. A., Kukhtenko N. A. Dinamika klimaticheskikh pokazatelej goroda Joshkar-Oly // Lesnye ekosistemy v usloviyakh izmeneniya klimata: biologiticheskaya produktivnost i distantsionnyj monitoring: mezhdunar. sb. nauch. statej. Yoshkar-Ola: PGTU, 2019. S. 12—21. DOI: 10.25686/6013.2019.5.58347 .
- Demakov Yu. P., Isaev A. V. Sezonnaya i mnogoletnyaya dinamika mikroklimata potchv v razlichnykh ekotopakh Respubliki Marij El // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Bolshaya Kokshaga». 2020. № 4. S. 133—166.
- Demakov Yu. P., Safin M. G., Smykov A. E. Izmeneniya klimata i sostoyaniya lesov Respubliki Marij El v KhKh stoletii // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. 2009. № 2. S. 40—48.
- Doronina G. U. Osobennosti sezonnogo razvitiya rododendronov v Botanicheskom sadu MarGTU // Problemy dendrologii na rubezhe XXI veka: Tezisy dokladov Mezhdunar. konf., posvyatsh. 90-letiyu so dnya rozhdeniya tchl.-korr. RAN P. I. Lapina. M.: RAN, 1999. S. 97—98.
- Zajtsev G. N. Fenologiya drevesnykh rastenij. M.: Nauka, 1981. 120 s.
- Zamyatin S. A. Izmestev V. M., Vinogradov G. M., Lapshin Yu. A., Vinogradova I. A. Tendentsii v izmenenii klimata, vliyayutshie na zemledelie // Zemledelie. 2010. № 4. S. 13—14.
- Keltchevskaya L. S. Metody obrabotki nablyudenij v agroklimatologii. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. 216 s.
- Kolleksionnye fondy Botanicheskogo sada-instituta Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta / L. I. Kotova, S. M. Lazareva, L. V. Sukhareva ; otv. red. S. M. Lazareva. Izd. 2-e, dop., ispr. Joshkar-Ola: MarGTU, 2011. 152 s.
- Lazareva S. M. Ispolzovanie metodik obrabotki dannykh fenologiticheskikh nablyudenij (na primere predstavitelej semejstva Pinaceae Lindl.) // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Biologiya. Ekologiya». 2010. T. 4. № 2. S. 56—65.
- Lazareva S. M. Fenologiya pikht Botanicheskogo sada-instituta Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta // Khvojnye borealnoj zony. 2014. T. 32. № 3—4. S. 29—34.
- Losev A. P. Praktikum po agrometeorologicheskomu obespetcheniyu rastenievodstva. Sankt-Peterburg: Gidrometeoizdat, 1994. 244 s.
- Losev A. P., Zhurina L. L. Agrometeorologiya. M.: Kolos, 2001. 297 s.
- Mukhametova S. V. Izmentchivost massy plodov vidov boyaryshnika v Srednem Povolzhe // Plodovodstvo,

semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rastenij. 2013. T. XVI. S. 113—116.

Mukhametova S. V. Soderzhanie karotina i sakharov v plodakh nekotorykh vidov roda *Crataegus*, kultiviruemykh v usloviyakh Respubliki Marij El // *Rastitelnye resursy*. 2019. T. 55. № 1. S. 122—129. DOI: 10.1134/S0033994619010096 /.

Mukhametova S. V., Akshikova N. A. Plodonoshenie predstavitelej roda *Vaccinium* v Respublike Marij El // *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. Ser. Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. 2016. № 4 (32). S. 78—88. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.4.78 .

Mukhametova S. V., Kuklina E. E. Fenologiya dalnevostotchnykh klenov v usloviyakh Respubliki Marij El // *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2019. № 4. T. 1. S. 9—11.

Mukhametova S. V., Kuklina E. E. Fenologiya dalnevostotchnykh vidov bereskleta v Respublike Marij El // *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2018. №12. T. 1. S. 15—17.

Mukhametova S. V., Lazareva S. M. Sezonnij ritm razvitiya vidov boyaryshnika, introdutsirovannykh v Respubliku Marij El // *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. Ser. Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. 2014. № 2 (22). S. 63—76.

Mukhametova S. V., Novgorodskaya N. O., Anisimova S. V. Sezonnoe razvitie evropejskikh klenov v usloviyakh Respubliki Marij El // *Selskoe khozyajstvo*. 2020. № 2. S. 33—41. DOI: 10.7256/2453-8809.2020.2.33821 .

Mukhametova S. V., Pavlova E. N., Nekhoroshkova E. V. Pokazateli plodov i razmnozhenie funduka 'Akademik Yablokov' // *Selskoe khozyajstvo*. 2021. № 3. S. 1—12. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.3.36844 .

Mukhametova S. V., Skotchilova E. A. Parametry plodonosheniya i biokhimicheskaya kharakteristika sortov shipovnika v Marij El // *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. Ser. Les, ekologiya, prirodopolzovanie. 2016. № 2 (30). S. 94—103. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.94 .

Mukhametova S. V., Skotchilova E. A. Pokazateli massy plodov boyaryshnika i sodержanie v nikh dubilnykh veshchestv v usloviyakh Respubliki Marij El // *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. 2020. № 1 (45). S. 90—95. DOI: 10.25686/2306-2827.2020.1.90 .

Mukhametova S. V., Skotchilova E. A., Protasov D. V. Parametry plodonosheniya i sodержanie flavonoidov i askorbinovoj kisloty v plodakh golubiki (*Vaccinium*) // *Khimiya rastitelnogo syrya*. 2017. № 3. S. 113—121. DOI: 10.14258/jcprm.2017031785 .

Okatch M. A., Mukhametova S. V., Lyamina G. V. Sezonnoe razvitie krokusov v usloviyakh Respubliki Marij El // *Selskoe khozyajstvo*. 2021. № 2. S. 35—42. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.2.36465 .

Razumnikov N. A. Rost i plodonoshenie *Eleutherococcus senticosus* (Araliaceae) pri vyratshivanii v Respublike Marij El // *Rastitelnye resursy*. 2011. T. 47. № 3. S. 43—47.

Razumnikov N. A., Konyukhova O. M., Ryabinin M. I. Grusha ussurijskaya v Srednem Povolzhe: biologicheskie, ekologicheskie osobennosti i puti ispolzovaniya bioresursnogo potentsiala. Joshkar-Ola: PGTU, 2009. 167 s.

Sukhareva L. V., Mukhametova S. V., Veselova K. A. Sezonnoe razvitie sortov *Philadelphus* v Respublike Marij El // *Selskoe khozyajstvo*. 2021. № 1. S. 1—7. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.1.36053 .

---

Цитирование: Мухаметова С. В. Метеорологические условия теплого периода на территории Ботанического сада-института ПГТУ // *Hortus bot.* 2022. T. 17, 2022, стр. 262 - 273, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=8146>. DOI: [10.15393/j4.art.2022.8146](https://doi.org/10.15393/j4.art.2022.8146)

Cited as: Mukhametova S. V. (2022). Meteorological conditions of warm period in the territory of the Botanical Garden-Institute of VSUT // *Hortus bot.* 17, 262 - 273. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=8146>