

УДК 551.581

В.А. Шкляев, Л.Н. Ермакова, Л.С. Шкляева

**ОСОБЕННОСТИ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК
ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ***Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail:shkلياev@psu.ru

Рассматриваются временные изменения некоторых агроклиматических показателей на территории Пермского края. Выявлено, что при увеличении наблюдаемой продолжительности вегетационного периода суммы активных температур изменяются мало, а средняя суточная температура за вегетационный период в конце XX столетия даже уменьшилась.

Ключевые слова: агроклиматические показатели; вегетационный период; долговременные изменения.

Глобальное повышение температуры воздуха, наблюдаемое в последние десятилетия, сказывается на различных отраслях хозяйственной деятельности. В частности, сельскохозяйственное производство реагирует на подобные изменения климата и нуждается в определенной адаптации. Временные колебания температуры воздуха должны рассматриваться с учетом региональных особенностей территории, поскольку они могут проявляться по-разному и с различной интенсивностью. Все это сказывается на различных агроклиматических показателях: характеристиках вегетационных периодов, биоклиматическом потенциале, гидротермическом коэффициенте (ГТК Селянинова), дискриминантной функции и др. Некоторые из перечисленных показателей использовались для районирования территории Пермского края [1]. В дополнение к проведенному исследованию были проанализированы пространственные особенности характеристик вегетационных периодов и выявлены их долговременные колебания. Исследовалась продолжительность вегетационного периода, а также суммы активных температур, режим увлажнения, продолжительность беззаморозкового периода и др.

Оценка условий вегетационных периодов в Пермском крае за 40 лет (1970-2009 гг.) показала, что общая тенденция изменений сумм активных температур сохранилась и в конце исследуемого периода (2000-2009 гг.). По тенденциям изменения сумм активных температур на территории Пермского края были выделены 3 района:

1. В северной части территории (севернее 59° с.ш.) повышение сумм активных температур с 2000 по 2009 г. сохранилось, но уменьшилось до 13-20°C/10 лет.

2. В юго-восточной части территории края (южнее 59° с.ш. и восточнее 56° в.д.) наметилась очередная тенденция некоторого уменьшения сумм температур выше 10°C в период с 2000 по 2009 г.

3. В юго-западной части территории (южнее 59° с.ш. и западнее 56° в.д.) возросла положительная тенденция увеличения сумм активных температур с 5°C/10 лет до 15°C/10 лет.

Режим увлажнения оценивался по гидротермическому коэффициенту Селянинова. За вегетационные периоды 2000-2009 гг. эти коэффициенты характеризуют условия северной и юго-восточной частей Пермского края как избыточно-влажные (ГТК>1,6) и влажные (ГТК=1,3-1,6), а юго-западной части – как влажные (ГТК=1,3-1,6) и слабо засушливые (ГТК=1,0-1,2), а в 2004 г. – засушливые (ГТК=0,9).

Таким образом, тенденции изменения термических условий северной и юго-западной частей Пермского края несколько сближаются, характеризуясь повышением сумм активных температур. В юго-западной части слабо засушливые и засушливые условия наблюдались в 30% рассматриваемого периода (2000-2009 гг.), что в сочетании с уменьшением весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы ухудшает условия произрастания яровых зерновых культур. Это подтверждается и тем, что климатический индекс биологической продуктивности в южной части территории Пермского края имеет отрицательную тенденцию к концу исследуемого периода.

Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе (на почве) составляет: в северной части территории – 100-117 дней (55-109 дней), в центральной части – 102-136 (86-119) дней, в юго-западной части – 117-157 (102-128) дней, в юго-восточной – 89-123 (87-119) дней. Таким образом, она

© Шкляев В.А., Ермакова Л.Н., Шкляева Л.С., 2012

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант р_урал_а, № 10-05-96067

закономерно увеличивается с севера на юго-запад и несколько уменьшается в юго-восточном направлении. В 2009 г. беззаморозковый период на почве не превысил 100 дней на всей территории Пермского края, кроме юго-запада. Весенние заморозки интенсивностью $-2...-3$ °С отмечались в северной части территории до 4 июня, на юго-западе – до 6 мая, на юго-востоке – до 25 мая. Учитывая, что всходы яровой пшеницы в период 2000-2009 гг. появлялись 16-26 мая, в северных и юго-восточных районах Пермского края возможно повреждение посевов заморозками. Таким образом, необходима корректировка сроков сева с учетом прогноза дат окончания весенних заморозков.

Из неблагоприятных явлений вегетационных периодов в 2000-2009 гг. наиболее часто наблюдалось полегание посевов, вызванное сильными ливнями и переувлажнением почвы. В северной части территории Пермского края полегание охватывало до 10% площади посевов яровой пшеницы, в юго-восточной части – до 20%.

Тенденции линейных трендов климатической составляющей изменчивости урожаев яровой пшеницы позволяют разделить территорию Пермского края на 2 части: крайняя южная с положительными тенденциями и вся остальная территория – с отрицательными коэффициентами линейных трендов. Таким образом, происходит постепенное расширение зоны наиболее неустойчивых урожаев. Коэффициенты линейных трендов в зоне умеренно устойчивых урожаев положительные, но очень малы (например, $0,3 \cdot 10^{-3}$). Это свидетельствует о том, что размеры и локализация зоны в ближайшее время практически не изменятся.

Исследовались вариации продолжительности вегетационного периода и сумм активных температур в течение XX столетия. Для этой цели были определены даты перехода через температуру 10°C . Использовались средние декадные температуры воздуха в марте-мае и августе-октябре. Определение дат перехода в весенний период осуществлялось по формуле:

$$D_n = \frac{10 - t_{cp}}{\Delta t} N + 5, \quad (1)$$

где D_n – дата начала вегетационного периода, t_{cp} – средняя температура декады до наступления даты перехода (декада 1, при которой $t_{cp} < 10^{\circ}\text{C}$), Δt – разность декадных температур при переходе через 10°C (разность декадных температур декады 2 и 1), N – число дней в декаде 1 (10 или 11 дней). Дата, полученная по формуле (1), определялась относительно начала декады 1.

Даты окончания вегетационного периода определялись по следующей формуле:

$$D_k = \frac{t_{cp} - 10}{\Delta t} N + 5, \quad (2)$$

где D_k – дата окончания вегетационного периода, t_{cp} – средняя температура декады до наступления даты перехода (декада 1, при которой $t_{cp} > 10^{\circ}\text{C}$), Δt – разность декадных температур при переходе через 10°C (разность декадных температур декады 1 и 2), N – число дней в декаде 1 (10 или 11 дней). Дата, полученная по формуле (2), определялась относительно начала декады 1.

Кроме продолжительности вегетационных периодов вычислялась сумма активных температур. Полученные ряды использовались для выявления долговременных колебания найденных агроклиматических характеристик. Применялась процедура скользящего сглаживания по 11-летнему периоду. Это позволило выявить достаточно длительные циклы увеличения или уменьшения продолжительности вегетационного периода (рис. 1).

В течение более чем столетнего периода можно выделить несколько интервалов уменьшения продолжительности вегетационного периода: с начала прошедшего столетия до 1915 г.; с 1930 по 1942 г.; с 1952 по 1962 г.; с 1978 по 1984 г. Следует отметить, что уменьшение продолжительности вегетационного периода во втором и четвертом циклах проходило достаточно быстро, по сравнению с его последующим ростом. На фоне таких изменений выявлялся общий незначительный тренд на увеличение продолжительности вегетационного периода, которое составило около 5 дней за 100 лет.

Выявленная особенность последних десятилетий заключается в значительном росте температуры воздуха. В Перми такие изменения были наиболее существенны, начиная с 1965-1970 гг. [3]. Однако увеличение продолжительности вегетационного периода началось позднее отмеченного роста средней температуры воздуха, а именно с 1984-1986 гг. При этом тренд увеличения продолжительности вегетационного периода был существенно заметнее, чем для векового интервала (рис. 2).



Рис. 1. Изменение продолжительности вегетационного периода в Перми (сглаженные 11-летние средние) и характеристики линейного тренда



Рис. 2. Изменение продолжительности вегетационного периода за 25 лет и характеристики линейного тренда, г. Пермь

Можно выделить начальный период, до 1995 г., когда увеличение происходило наиболее быстро, а далее – после некоторого сокращения темпы роста замедлились. Общее удлинение вегетационного периода за 25 лет составило около 13 дней.

Существенные изменения статистических характеристик вегетационных периодов также произошли начиная с 1991 г. (табл. 1). Увеличилась средняя продолжительность вегетационного периода, и при этом уменьшилась разность между максимальной и минимальной продолжительностью по сравнению с этими величинами, найденными за весь период исследования.

Существенное увеличение дисперсии (σ^2) указывает на более резкие колебания продолжительности вегетационного периода в последние 17 лет, что подтверждает вывод об активизации атмосферных процессов вследствие климатических изменений последних десятилетий.

Интервал, включающий 30-тилетний период, приходящийся на начало XX в., можно характеризовать как наиболее устойчивый, для него величина дисперсии наименьшая – 180 дней². Однако в этом случае следует учитывать возможную неоднородность ряда температуры воздуха, используемого при определении дат перехода через $+10^{\circ}$.

Таблица 1

**Статистические характеристики продолжительности вегетационных периодов
за разные временные интервалы**

Период	Статистическая характеристика				
	средняя	минимальная	максимальная	σ^2	σ
Весь период	123	100	159	213	14,6
1901-1930	121	101	147	180	13,4
1931-1960	122	100	148	220	14,8
1961-1990	123	101	159	215	14,7
1991-2007	129	102	155	245	15,7

Выполненный анализ проведен для метеостанции Пермь, однако, как показано в [2], вариация продолжительности вегетационных периодов по территории Пермского края может колебаться от 100 до 165 дней. Но в этом случае общее изменение продолжительности вегетационных периодов по отдельным районам территории от года к году будет происходить синхронно, учитывая определяющую роль крупномасштабных (фоновых) процессов. Поэтому проведенный анализ вековых изменений продолжительности вегетационного периода может быть перенесен и на другие районы Пермского края с соответствующими поправками на особенности рельефа и подстилающей поверхности.

Анализ вековых изменений сумм активных температур также позволил выявить некоторые особенности, которые лучше оценивать по аномалиям. За норму принималась величина суммы активных температур за период 1961-1990 гг. Было установлено, что за прошедшие 100 лет средняя сумма активных температур практически не увеличилась, это хорошо видно по линии тренда (рис. 3), что существенно отличает рассмотренный показатель от продолжительности вегетационного периода. Наблюдалась периоды увеличения и уменьшения рассмотренной характеристики. Можно выделить 3 периода положительных аномалий: с 1919 по 1940 г., с 1947 по 1964 г., с 1985 по 2007 г. Кроме этого, прослеживаются незначительные положительные аномалии в начале XX в. и в период с 1975 по 1980г.

Можно предположить, что с увеличением продолжительности вегетационного периода произойдет и увеличение суммы активных температур, однако такая закономерность прослеживается не всегда. На это указывает некоторая асинхронность наблюдаемых изменений рассматриваемых показателей и различие в вековых трендах.

Средние суточные температуры воздуха за вегетационный период, вычисленные за разные временные интервалы, снижаются в последние 50 лет (табл. 2). Это происходит на фоне увеличении длительности вегетационных периодов, что подтверждает вывод о том, что наблюдаемое глобальное повышение температуры лучше прослеживается в зимние месяцы [4]. В летние месяцы, например в августе, выявлен отрицательный тренд – это одна из причин уменьшения средней суточной температуры вегетационных периодов.

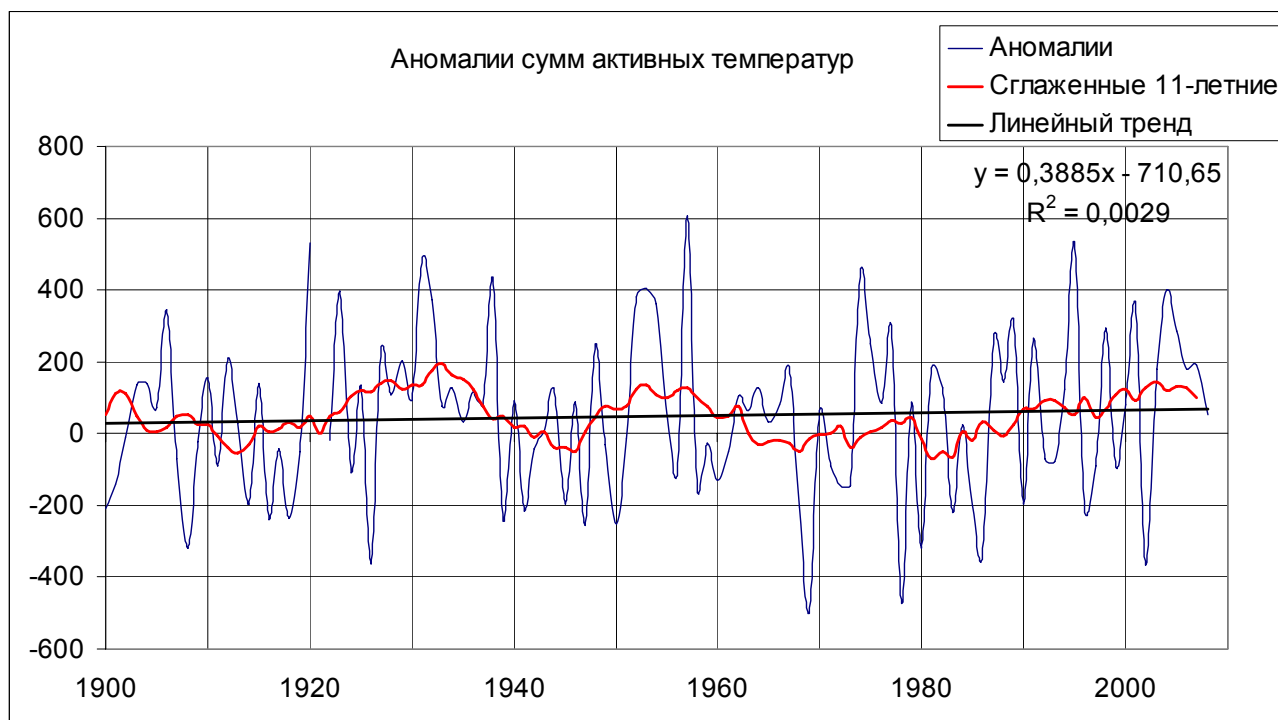


Рис. 3. Изменение аномалий сумм активных температур в Перми (годовые значения, сглаженные 11-летние средние и характеристики линейного тренда)

Таблица 2

Средняя суточная температура воздуха за вегетационный период при различных вариантах осреднения

Период осреднения	Средняя суточная температура, °С
1901-2007 гг.	15,8
1901-1930 гг.	15,9
1931-1960 гг.	16,2
1961-1990 гг.	15,4
1991-2007 гг.	15,5

В целом более низкие температуры начала и конца вегетационных периодов приводят к общему уменьшению средних температур. Более резкие колебания температуры в летние месяцы также могут повлиять на среднюю суточную температуру воздуха за вегетационный период.

Выводы

Таким образом, выявлен положительный тренд увеличения продолжительности вегетационных периодов в XX в. в Пермском крае.

На фоне общего увеличения длительности вегетационных периодов выявлены 4 периода ее уменьшения. В последние десятилетия увеличение продолжительности периода вегетации происходит наиболее интенсивно.

Существенное увеличение дисперсии продолжительности вегетационного периода в последние 17 лет указывает на активизацию атмосферных процессов вследствие климатических изменений последних десятилетий.

Суммы активных температур за последние 100 лет изменялись незначительно, что подтверждается небольшим положительным трендом. Кроме того, средняя суточная температура за вегетационный период в последние 50 лет даже снизилась.

Библиографический список

1. *Ермакова Л.Н., Толмачева Н.И., Безматерных Е.А.* Оценка агроклиматических ресурсов территории Пермского края // Географический вестник / Перм. ун-т. Пермь, 2010. № 2 (13). С. 52-58.
2. *Ермакова Л.Н., Толмачева Н.И., Попова Е.В.* Оценка и прогноз теплообеспеченности вегетационных периодов Пермского края и Свердловской области // Географический вестник / Перм. ун-т. Пермь, 2008. № 1 (8). С. 159-167.
3. *Шкляев В.А., Шкляева Л.С.* Оценка изменений температуры воздуха и осадков среднего и южного Урала в XX веке // Вестник Челябинского госуниверситета. Сер. Экология. Природопользование. 2011. Вып. 5. № 5 (220). С. 61-69.
4. *Шкляев В.А., Шкляева Л.С.* Изменения климатических характеристик, связанных с экстремальными температурами и осадками на Урале в XX веке // Географический вестник / Перм. ун-т. Пермь, 200. № 1 (5). С. 117-129.

V.A. Shklyayev, L.N. Ermakova, L.S. Shklyayeva

FEATURES OF LONG-TERM CHANGES OF PARAMETRES OF THE VEGETATIVE PERIODS IN THE PERM EDGE

Time changes of some agroclimatic parameters in territory of the Perm edge are considered. It has been received, that at increase in observable duration of the vegetative period, the sum of active temperatures change a little, and the average daily temperature for the vegetative period in the end of XX century even has decreased.

К е у w o r d s : agroclimatic parameters; the vegetative period; long-term changes.