

УДК 502.313 (551.524.31)

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДА АКТИВНОЙ ВЕГЕТАЦИИ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

К. А. СЕМЕНОВА \*

*Институт мониторинга климатических и экологических систем,  
Сибирское отделение РАН, Томск, Россия*

Для пространственно-временного анализа изменчивости климатических параметров периода активной вегетации статистико-аналитическим и сравнительным методами обработан массив метеоданных по 6 метеостанциям за последний 20-летний период. В результате исследования отмечено увеличение периода активной вегетации от 2 дней на станции “Ялуторовск”, до 7 дней на станции “Пудино” при сравнении двух десятилетних отрезков (2005–2014 гг. и 2015–2024 гг.). Среднемноголетнее смещение даты по исследуемым станциям составило 6 дней весной и 4 дня осенью. Отмечается возрастание суммы активных температур во втором десятилетнем периоде с максимальным приростом на станции “Томск” +266°C.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.543>

**Keywords:** climatic parameters, active vegetation, crop production, growing season, sum of active temperatures, Western Siberia.

**Введение.** В последнее десятилетие на юге Западной Сибири многими исследователями отмечается увеличение продолжительности периода активной вегетации, и вместе с тем изменение ряда климатических показателей, оказывающих воздействие на урожайность местных сельхозкультур [1–4]. Периодом активной вегетации считается период между датами устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через +10°C весной и осенью, когда происходит рост и развитие большинства сельхозкультур.

Увеличение продолжительности периода активной вегетации и рост климатического оптимума для растений на юге Западной Сибири имеет ряд положительных последствий: позволяет культивировать более теплолюбивые сорта культурных растений, сдвигать сроки проведение посадочных и уборочных полевых работ. Но вместе с тем неблагоприятные климатические явления, имеющие место в этот период, способны нанести весомый урон сельхозпроизводителям. С этих позиций важно знать тенденцию состояния основных климатических параметров для адаптации местной системы растениеводства к изменяющимся климатическим условиям. Отсюда целью

---

\* E-mail: [ksenia\\_ska@mail.ru](mailto:ksenia_ska@mail.ru)

исследования является пространственно-временной анализ изменчивости основных климатических параметров на юге Западной Сибири, оказывающих влияние на урожайность сельхозкультур, во время периода активной вегетации.

**Материалы и методы исследования.** Для оценки изменчивости климатических параметров с помощью созданной в ИМКЭС СО РАН базы данных “Характеристика опасных и неблагоприятных климатических явлений периода вегетации для растениеводства на территории южной тайги Западной Сибири” [5] проанализирован массив метеорологических данных по 6 репрезентативным метеостанциям (МС): Ялуторовск, Тобольск, Кыштовка, Томск, Пудино, Мариинск, за 20-летний период (2005–2024 гг.) с 1 мая по 30 сентября. Эти сроки были определены с учетом данных о датах устойчивых переходов среднесуточной температуры через  $+5^{\circ}\text{C}$  и  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Для анализа изменчивости были выбраны следующие наиболее значимые для региона исследования климатические параметры.

*Дата наступления периода активной вегетации*, когда среднесуточная температура становится выше  $+10^{\circ}\text{C}$ . С этого времени начинается рост и развитие основных сельхозкультур. Этот показатель определялся методом, разработанным Д.А. Педь [6].

*Дата окончания активной вегетации*, когда среднесуточная температура воздуха снижается ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ , в этот период времени замедляется развитие и прекращается рост растений [6].

*Продолжительность периода активной вегетации* – сумма дней с даты наступления до даты окончания периода активной вегетации.

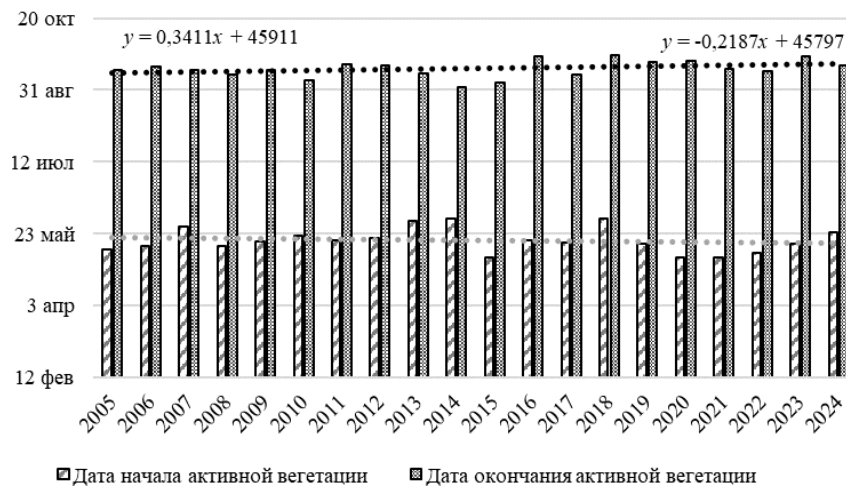
*Сумма активных температур (САТ)* – сумма среднесуточных температур воздуха более  $+10^{\circ}\text{C}$  с даты наступления до даты окончания активной вегетации, это биологический минимум температуры, необходимой для развития определенного вида растения.

*Среднесуточная температура периода активной вегетации* – среднесуточная температура воздуха с даты наступления до даты окончания периода активной вегетации.

Для выявления пространственно-временной общности были использованы статистико-аналитический и сравнительный методы.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Полученные рядом ученых данные свидетельствуют о постепенном смещении даты наступления вегетации на более ранние сроки и увеличении вегетационного периода [1–3, 7], что в основном связывают с потеплением климата.

При рассмотрении 20-летнего периода с 2005 г. по 2024 гг. вероятность сроков наступления устойчивого перехода через  $+10^{\circ}\text{C}$  в первой декаде мая на МС “Ялуторовск” и “Кыштовка” достигает 74% и 45% соответственно. Во второй декаде мая начало периода активной вегетации отмечается на МС “Томск” и “Мариинск” с долей случаев 42% и 45,5% соответственно. На более северных МС “Тобольск” и “Пудино” вероятность наступления начала активной вегетации 35% и 40% соответственно фиксируется в третьей декаде мая. Среднемноголетнее значение даты устойчивого перехода температуры через  $+10^{\circ}\text{C}$  по 6 станциям весной приходится на 18 мая, а осенью – на 14 сентября (см. рисунок и табл. 1).



Изменение даты начала и окончания активной вегетации за период 2005–2024 гг.

Таблица 1

Изменение климатических параметров периода активной вегетации с 2005 по 2024 гг.

Станция	Дата начала активной вегетации	Дата окончания активной вегетации	Средняя длительность акт. вегетации, дней	Сумма активных температур, °С	Среднесут. температура периода акт. вегетации, °С
Ялуторовск	09.05	17.09	131	2099	16,5
Тобольск	19.05	12.09	116	1854	16,3
Кыштовка	18.05	15.09	121	1921	15,9
Томск	18.05	15.09	120	1889	16,4
Пудино	23.05	10.09	111	1703	15,9
Мариинск	18.05	16.09	121	1922	16,4
Среднее значение	18.05	14.09	120	1898	16,2

Таблица 2

Изменение климатических параметров за два десятилетних периода

Станция	Дата начала активной вегетации		Дата окончания активной вегетации		Средняя длительность акт. вегетации, дней		Сумма активных температур, °С		Среднесут. температура периода акт. вегетации, °С	
	2005–2014	2015–2024	2005–2014	2015–2024	2005–2014	2015–2024	2005–2014	2015–2024	2005–2014	2015–2024
Ялуторовск	09.05	10.05	14.09	20.09	129	131	2070	2130	16,5	17
Тобольск	21.05	18.05	11.09	14.09	114	116	1792	1916	16,3	16
Кыштовка	22.05	14.05	13.09	16.09	115	120	1860	1984	16	16
Томск	23.05	14.05	11.09	18.09	112	119	1756	2022	16,5	16
Пудино	29.05	17.05	08.09	13.09	104	111	1600	1814	16	16
Мариинск	21.05	15.05	13.09	19.09	115	120	1818	2025	16,3	17
Среднее значение	20.05	14.05	12.09	16.09	115	120	1816	1982	16,3	16,2

Сумма активных температур – важный показатель, который позволяет определить возможность произрастания того или иного вида сельскохозяйственных культур в конкретной местности. Согласно данным Русанова В.И., который рассмотрел изменение САТ за почти 125-летний рассматриваемый срок (1875–1997 гг.) по МС “Томск” [8], динамика изменения САТ сменялась четырьмя чередующимися периодами потепления и похолодания в сравнении с многолетней средней САТ. В настоящее время, согласно предлагаемому подходу, отмечается увеличение САТ (табл. 2). В период активной вегетации среднеемноголетние значения величины САТ на некоторых западных станциях достигают около 2100°C, на восточных – 1700°C. В некоторые годы (2012, 2016, 2020, 2023) величина САТ превышала среднеемноголетние значения. Анализ климатических показателей зафиксировал возрастание САТ в восточном направлении. Например, во втором десятилетнем периоде максимальный прирост активных температур отмечен на МС “Томск” +266°C (2005–2014 гг. – САТ 1756°C, 2015–2024 гг. – САТ 2022°C).

Анализ изменения сроков устойчивого перехода среднесуточной температуры через +10°C при сравнении двух десятилетних периодов 2005–2014 гг. и 2015–2024 гг. (табл. 2) показал, что весной устойчивый переход среднесуточной температуры через +10°C на некоторых восточных МС, таких как “Томск” и “Мариинск”, стал наступать на 6–9 дней раньше. Для западных МС, “Кыштовка” и “Тобольск”, эти даты сдвинулись на 3–8 дней, в “Ялуторовске” за эти периоды наблюдался обратный сдвиг на один день. Осенью наблюдается смещение дат окончания активной вегетации на более поздние сроки, так на МС “Тобольск” и “Кыштовка” – позже на три дня, “Ялуторовск”, “Пудино” и “Мариинск” – на шесть дней. Среднеемноголетнее смещение даты по исследуемым МС составило 6 дней весной и 4 дня осенью (табл. 2).

Продолжительность периода активной вегетации по некоторым станциям за 20-летний период в среднем варьирует от 131 дня на МС “Ялуторовск” до 111 дней на МС “Пудино” (табл. 1). За рассматриваемый промежуток времени отмечается увеличение длительности периода активной вегетации при сравнении двух десятилетних отрезков от 2 дней на МС “Ялуторовск” и до 7 дней на МС “Пудино” (табл. 2), что подтверждает наши выводы об изменении продолжительности вегетационного периода, которые совпадают с выводами исследований по г. Новосибирску, в которых также отмечается общее увеличение дней вегетации [7].

Дисперсия среднеемноголетней среднесуточной температуры теплого периода года на территории исследуемого района зарегистрирована незначительная, и изменяется в диапазоне от 16,5°C на МС “Ялуторовск” до 15,9°C на МС “Пудино” и “Кыштовка”, что объясняется в основном расположением станций в северо-восточном направлении.

**Заключение.** Из анализа следует, что практически на всех выделенных станциях, кроме МС “Ялуторовск”, отмечается существенное смещение даты наступления активной вегетации. На МС “Пудино”, при сравнении двух десятилетних периодов – 2005–2014 гг. и 2015–2024 гг., выявлена дата устойчивого перехода через +10°C в среднем на 12 дней раньше.

В первом десятилетнем периоде переход через  $+10^{\circ}\text{C}$  наблюдался 29 мая, а во втором – 17 мая. Увеличение продолжительности периода активной вегетации возрастает от 2 дней на МС “Ялutorовск”, до 7 дней на МС “Пудино”, что позволяет культивировать в этих местностях более теплолюбивые сельхозкультуры. За вегетационный период сумма активных температур колеблется от  $1600^{\circ}\text{C}$  до  $2100^{\circ}\text{C}$  при среднемноголетней среднесуточной температуре от  $+15,9^{\circ}\text{C}$  до  $+17^{\circ}\text{C}$ , что также благоприятствует возделыванию основных сельхозкультур региона.

В целом более раннее наступление и более позднее окончание активной вегетации, увеличение ее продолжительности, повышение температурного фона на исследуемой территории позволяет расширить ассортимент выращиваемых культур, но с обязательным учетом возможных климатических рисков [3].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта № 121031300226-5, FWRG-2021-0003.*

Поступила 04.04.2025

Получена с рецензии 28.05.2025

Утверждена 15.08.2025

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Носырева О.В. Климатические характеристики режимов устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной Сибири. *Изв. РАН. Серия географическая* **1** (2015).
2. Гордов Е.П., Богомолов В.Ю. и др. Анализ региональных климатических процессов Сибири: подход, данные и некоторые результаты. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии* **1(9)** (2011), 56–66.
3. Мельник М.А., Семенова К.А., Волкова Е.С. Пространственно-временная характеристика комплекса климатических рисков в сфере растениеводства подзоны южной тайги Западной Сибири. *Геосферные исследования* **4** (2024), 160–177.  
<https://doi.org/10.17223/25421379/33/10>
4. Носырева О.В., Соян Д.А. Оценка агроклиматической ресурсообеспеченности территории Томской области за период активной вегетации. *Современные проблемы географии и геологии. Материалы III Международной научно-практической конференции с элементами школы-семинара для студентов, аспирантов и молодых ученых* (2014), 575–579.
5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624752 «Характеристика опасных и неблагоприятных климатических явлений периода вегетации для растениеводства на территории южной тайги Западной Сибири» 20.10.2024 г.
6. Педь Д.А. Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения. *Метеорология и гидрология* **10** (1951), 38–39.
7. Фомин Э.С., Фомина Т.И. Изменение фенологии многолетних растений в Западной Сибири на фоне глобального потепления климата. *Сибир. эколог. жур.* **5** (28) (2021), 543–556.  
<https://doi.org/10.15372/SEJ20210504>
8. Русанов В.И. Мониторинг сумм активных температур на юге Томской области. *Фридмановские чтения. Всероссийская научная конференция. Тез. докладов.* Пермь (1998), 118–119.

Կ. Ա. ՍԵՄԵՆՈՎԱ

ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՍԻԲԻՐԻ ՀԱՐԱՎՈՒՄ ԱԿՏԻՎ ԲՈՒՍԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ  
ՇՐՋԱՆԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ակտիվ բուսականության շրջանի կլիմայական պարամետրերի փոփոխության տարածաժամանակային վերլուծության համար վիճակագրականալիտիկական և համեմատական մեթոդներով մշակվել է վերջին 20 տարվա ընթացքում 6 օդերևութաբանական կայաններից ստացված օդերևութաբանական տվյալները: Ուսումնասիրությունը ցույց է տվել ակտիվ վեգետացիոն ժամանակահատվածի աճ՝ Յալուտորովսկի կայանում 2 օրից մինչև Պուդինո կայանում 7 օր՝ համեմատելով երկու տասնամյա ժամանակահատվածները (2005–2014 և 2015–2024): Ուսումնասիրված կայաններում ամսաթվերի միջին տեղաշարժը զարնանը կազմել է 6 օր, իսկ աշնանը՝ 4 օր: Երկրորդ տասնամյա ժամանակահատվածում նկատվում է ակտիվ ջերմաստիճանների գումարի աճ՝ Տոմսկի կայանում առավելագույն աճով  $+266^{\circ}\text{C}$ :

K. A. SEMENOVA

CLIMATIC CHANGES IN THE PARAMETERS OF THE ACTIVE  
VEGETATION PERIOD IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Summary

For the spatio-temporal analysis of the active vegetation period climatic parameters variability, a meteorological data array from 6 meteorological stations for the last 20-year period was processed using statistical-analytical and comparative methods. The study is showed an increase in the active vegetation period in 2 days at the Yalutorovsk Station to 7 days at the Pudino Station, when comparing two ten-year periods (2005–2014 and 2015–2024). The average long-term date shift for these stations was 6 days in Spring and 4 days in Autumn. An increase in the sum of active temperatures in the second ten-year period with a maximum increase at the Tomsk Station of  $+266^{\circ}\text{C}$  was noted.