

УДК 631/635

**ДИНАМИКА ТЕПЛОВЫХ РЕСУРСОВ  
В АГРОЛАНДШАФТАХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ НА ТЕРРИТОРИИ РСО – АЛАНИЯ  
ЗА ПОСТБАЗОВЫЙ ПЕРИОД ВСЕМИРНОЙ  
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (ВМО) 1991–2014 ГГ.**

<sup>1,2</sup>Айларов А.Е., <sup>2</sup>Тебиева Д.И., <sup>3</sup>Борадзева М.С., <sup>2</sup>Мирошниченко Н.А.

<sup>1</sup>*Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного  
и предгорного сельского хозяйства ФАНО России, e-mail: ailarov@bk.ru;*

<sup>2</sup>*Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова,  
Владикавказ, e-mail: d\_tebieva@mail.ru; natali.frozen@mail.ru;*

<sup>3</sup>*Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение школа № 2115,  
Москва, e-mail: bms70@mail.ru*

В статье приводятся результаты статистического анализа многолетних рядов температур по метеостанции (м/с) Моздок (Индекс ВМО 37145). Метеостанция расположена в центральной части исследуемого региона (сухостепная зона Центрального Предкавказья) на высоте 135 м над у.м. Впервые для этой территории установлены климатические («многолетние») нормы показателей базового периода ВМО 1961–1990 гг. Выявлены положительные тренды тепловых ресурсов для постбазового периода ВМО 1991–2014 гг. Показан рост термических ресурсов для агроландшафтов сухостепной зоны Центрального Предкавказья в связи с подтверждаемой тенденцией на основе статистики многолетних рядов температур. Первичной временной базой расчетов послужили декадные значения температур по месяцам, на основании которых получены ключевые результаты выполненной работы: нормы сумм положительных температур для различных пределов и наличие доказанных трендов периода 1991–2014 гг.; продолжительность вегетационного периода основных сельскохозяйственных культур и суммы хозяйственно-необходимых температур для полноценного созревания урожая. Декадные значения температур отражают характеристики изменений гораздо точнее, нежели месячные данные. При этом повышается надежность расчетов по запасам тепловых ресурсов для основных сельскохозяйственных культур характеризуемой территории.

**Ключевые слова:** термические ресурсы, базовый период, климатические нормы, тренд, потенциал сельскохозяйственных культур

**THE DYNAMICS OF THERMAL RESOURCES  
IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF DRY STEPPE ZONE  
OF THE CENTRAL PRE-CAUCASIAN AREA OF THE REPUBLIC OF NORTH  
OSSETIA – ALANIA DURING THE POST BASE PERIOD OF THE WORLD  
METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO) 1991–2014**

<sup>1,2</sup>Aylarov A.E., <sup>2</sup>Tebieva D.I., <sup>3</sup>Boradzeva M.S., <sup>2</sup>Miroshnichenko N.A.

<sup>1</sup>*North-Caucasian mountain and piedmont agriculture scientific-research institute  
of the Federal Agency of Scientific Organization of Russia, e-mail: ailarov@bk.ru;*

<sup>2</sup>*K. Khetagurov North Ossetian State University, Vladikavkaz, e-mail: d\_tebieva@mail.ru;*

<sup>3</sup>*State budgetary educational institution school № 2115, Moscow, e-mail: bms70@mail.ru*

The article considers the results of the statistical analysis of long-term time-series of temperatures at the weather station (WS) Mozdok (WMO id 37145). For the first time, for this area climatic («long-term») norms of the sums of positive temperatures for the basic (reference) period of the World Meteorological Organization (WMO) 1961–1990 are established. It is proven that the positive trends in the growth of thermal resources exists for the post basic period of WMO 1991–2014. The growth of thermal resources in agricultural landscapes of dry steppe zone of Central Pre-Caucasian area was established. Based on decadal intervals by month the key results of the study had obtained. The positive trends in the growth of thermal resources in Pre-Caucasian area increases the potential implementation of agricultural technologies for cultivation of crops and modernization of farming systems.

**Keywords:** thermal resources, basic period, climatic norms, trend, potential of crops

Изменение климатических условий на юге Российской Федерации предполагает расчет параметров климата по тепловым ресурсам для агроландшафтов сухостепной зоны РСО – Алания, как для базового периода ВМО 1961–1990 гг. (климатические

нормы), так и постбазового – 1991–2014 гг. Наряду с характеристикой климатических условий региона необходима комплексная ландшафтно-климатическая оценка современного состояния территории, которая давалась нами ранее [2, 3, 8].

Степная зона с дефицитом увлажнения в пределах Моздокского района РСО – Алания является основным аграрным районом субъекта Российской Федерации. Нами впервые даны итоги статистических оценок суммарных температур для различных пределов в виде климатических норм 1961–1990 гг. и климатических сдвигов за постбазовый период ВМО 1991–2014 гг.

**Цель и задачи** – определить основные показатели многолетних норм по м/с Моздок в рамках базового периода ВМО 1961–1990 гг. и выявить наличие трендов в изменении тепловых ресурсов для постбазового периода ВМО 1991–2014 гг.

#### **Методика выполнения работы**

Расчеты проводились по данным Гидрометбюро РСО – Алания за периоды ВМО, при этом основным интервалом для расчета показателей послужили не только месячные, но и декадные значения температур. Значения периода 1931–1960 гг. были взяты из Агроклиматического справочника 1980 года [1].

Здесь мы исходили из того, что декадные значения и декадный ход температур гораздо точнее отражают годовой ход температурных значений и, соответственно, расчеты, хотя и более трудоемкие, становятся точнее. Статистика параметров многолетних сумм температур определялась в соответствии с работами Н.А. Дашко [4], Л. Закса [5], Л.А. Кармановой [6], Л.С. Кельчевской [7], методическими руководствами и материалами ВМО [9, 10].

#### **Характеристика полученных результатов**

Изменения сумм положительных температур по м/с Моздок для периодов ВМО 1961–1990 гг. и 1991–2014 гг. Основные показатели базового и постбазового периодов ВМО для м/с Моздок приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, суммы положительных температур, как тепловых ресурсов, претерпели значительные изменения в положительную сторону, т.е. произошел их существенный прирост.

Так, если базовый период 1961–1990 гг. по суммам температур несколько проигрывает периоду 1931–1960 гг., то период 1991–2014 гг. характеризуется их существенным приростом. Впервые за всю историю наблюдений суммы температур не только выше  $0^{\circ}\text{C}$ , но и выше  $5^{\circ}\text{C}$  превысили предел  $4000^{\circ}\text{C}$ .

Для периода с температурами выше  $0^{\circ}\text{C}$  это значение стало равно  $4208,95^{\circ}\text{C}$ , для периода со значениями выше  $5–4078,95^{\circ}\text{C}$ .

Заметным стал прирост тепловых ресурсов для значений  $15$  и  $20^{\circ}\text{C}$ . Для периода с  $15^{\circ}\text{C}$  прирост составил свыше  $160^{\circ}\text{C}$ : с  $2946$  до  $3106,45$ . Для периода с температурами выше  $20–300^{\circ}\text{C}$ : с  $1983,85$  до  $2283,95$ .

Таким образом, для широты м/с Моздок по всему спектру агроклиматических ресурсов отмечен заметный прирост сумм положительных температур по всем значениям пределов. Для температурных рядов по годам, сезонам и декадам показатель  $z$  критерия Кокса – Стюарта (знаковый и двусторонний) по ряду позиций превышал значение  $1,96$ , что подтверждает наличие положительных трендов [5, с. 68–69].

Так, для месячных и декадных значений критерий Кокса – Стюарта имеет следующие значения (табл. 2).

Из всех декад 13 имеют положительный тренд – от  $2,1$  до  $2,84$ . При этом 1 и 2 декады имеют по 5 трендовых значений  $z$ , третьи декады имеют 3 положительных тренда. Из месячных интервалов четыре имеют доказанный положительный тренд температур – март, июнь, сентябрь, октябрь. Остальные месяцы имели значение  $z$  гораздо ниже  $1,96$  – от  $0,0$  до  $1,36$ , что говорит об отсутствии трендов. Как результат – ни одна декада и ни один месяц не отмечены отрицательными трендами. Годовое значение  $z = 2,1$  здесь выступает как интегральный параметр общей тенденции роста температур, а значит и увеличения запасов тепловых ресурсов данной территории.

Оценка тепловых ресурсов для основных сельскохозяйственных культур на широте м/с Моздок за постбазовый период ВМО 1991–2014 гг.

Наличие оценок сумм положительных температур и продолжительности периодов с различными температурными пределами, а также дат переходов через эти пределы позволяют проводить оценку потенциала сельскохозяйственных культур для данной территории в условиях изменившихся климатических параметров.

Для Моздокского района РСО – Алания основными сельскохозяйственными культурами являются озимая пшеница, яровой ячмень, овес, масличные и бобовые культуры: рапс, люцерна, подсолнечник, гречиха и многие другие, близкие по температурам биологического минимума, для которых даны расчеты запасов тепловых ресурсов.

Ключевую роль для сельскохозяйственных культур играют температуры биологического минимума, при которых данный агрофитоценоз может начать созревать и давать полноценный урожай.

**Таблица 1**

Изменение сумм температур для различных пределов по периодам ВМО на м/с Моздок, °С

Температурные пределы, °С	Базовые и постбазовый периоды ВМО			Превышение 1991–2014 над 1961–1990, °С
	1931–1960 гг.	1961–1990 гг.	1991–2014 гг.	
0°С	3998	3956,35	4208,95	252,6
5°С	3881	3841,35	4078,95	237,6
10°С	3597	3496,35	3756,45	260,1
15°С	3059	2946,35	3106,45	160,1
20°С	–	1983,85	2283,95	300,1

**Таблица 2**

Значение  $z$  критерия Кокса – Стюарта для декадных и месячных показателей температур по м/с Моздок за 1991–2014 гг. (годовое значение  $z = 2,1$ )

Месяц	Декады			Месяц
	1	2	3	
Январь	0,0	1,36	2,44	1,36
Февраль	0,62	0,62	1,36	0,62
Март	0,0	2,44	1,36	2,84
Апрель	2,44	0,0	0,62	0,62
Май	0,0	1,36	2,10	0,62
Июнь	2,10	2,10	1,36	2,10
Июль	2,10	2,10	0,62	1,36
Август	0,62	2,10	0,62	1,36
Сентябрь	2,84	0,62	0,62	2,10
Октябрь	1,36	1,36	2,84	2,10
Ноябрь	0,62	2,44	1,36	1,36
Декабрь	2,10	0,62	1,36	1,36

Примечание. Расчеты даны для  $n = 22$  по взвешенным средним (3 года) с поправкой Йейтса [5, с. 356].

В табл. 3 приведены данные расчетов для таких сельскохозяйственных культур, как озимая пшеница, гречиха, кукуруза (при орошении) и подсолнечник.

Как видно из таблицы, все эти культуры имеют различные температуры биологического минимума: от 6°С для озимой пшеницы, 12°С – гречихи и кукурузы, до 13°С – подсолнечника. Данные расчетов свидетельствуют, что практически для всех культур складываются благоприятные условия теплообеспеченности.

Сравнительные оценки по сельскохозяйственным культурам приведены с опорой на значения базового периода ВМО 1961–1990 гг. Из данных табл. 3 следует, что за период 1991–2014 гг. произошел значительный прирост термических ресурсов.

Увеличились фактические суммы эффективных температур, превышающие хозяйственно необходимые (75–90% уровень вероятности созревания урожая), так же как и фактическая продолжительность периодов вегетации превышает необходимый временной интервал.

Особенно это наглядно отражается на культурах кукурузы и подсолнечника, как самых теплолюбивых для данной широты. Здесь и по фактической продолжительности вегетационного периода, и по суммам эффективных температур в соотношении с хозяйственно-необходимыми для подсолнечника и кукурузы (при условии орошения) имеются значительные дополнительные ресурсы тепла.

Для всех культур сложились благоприятные условия по продолжительности вегетационного периода и запасов тепловых ресурсов. Примечательно, что если для кукурузы за базовый период были условия для выращивания только ранне- и среднеспелых групп, то в настоящее время ресурсы тепла возросли до таких уровней, когда можно выращивать и позднеспелые сорта этой культуры.

Таким образом, полученная оценка тепловых ресурсов позволяет констатировать, что для основных сельскохозяйственных культур сформировались условия, когда возможно

Таблица 3

Суммы эффективных температур для различных культур в период вегетации для м/с Моздок по данным периодов ВМО 1961–1990, 1991–2014 гг.

№ п/п	Культура	Необходимый период вегетации, дни	Фактический период вегетации, дни	$t_n^*$ – температура биологического минимума (нуля) для данной культуры, °С	$t_{act}$ – сумма активных (эффективных) температур для данной культуры, °С	$t_{act}$ – фактическая сумма активных (эффективных) температур для данной культуры, °С	$t_{хоз}$ – сумма хозяйственно необходимых температур, °С	Дополнительный ресурс сумм активных (эффективных) температур для данной культуры, °С запасы	Рекомендуемые группы спелости
<b>Базовый период ВМО 1961–1990 гг.</b>									
1.	Озим. пшеница	90–125	231	6	1300–1600	3767	1500–1800	2267–1967	все группы
2.	Гречиха	70–95	177	12	1200–1400	3375	1450–1650	1925–1725	все группы
3.	Кукуруза (орош.)	90–200	177	12	2200–3200	3375	2550–3550	825–0	ранне- и средне-спелые
4.	Подсолнечник	115–145	168	13	1900–2300	3270	2200–2600	1070–670	все группы
<b>Постбазовый период ВМО 1991–2014 гг.</b>									
1.	Озим. пшеница	90–125	229	6	1300–1600	4023	1500–1800	2523–2223	все группы
2.	Гречиха	70–95	179	12	1200–1400	3580	1450–1650	2130–1930	все группы
3.	Кукуруза (орош.)	90–200	179	12	2200–3200	3570	2550–3550	1020–20	все группы
4.	Подсолнечник	115–145	163	13	1900–2300	3386	2200–2600	1186–786	все группы

выращивание всех видов сортов – от ранних до поздних и в более широком ассортименте.

### Заключение

Впервые для РСО – Алания по м/с Моздок определены значения климатических норм базового периода ВМО для сумм температур по различным пределам и на их основе выявлены климатические сдвиги постбазового периода ВМО 1991–2014 гг.

По итогам статистического анализа многолетних рядов динамики тепловых ресурсов следует вывод – произошел значительный прирост сумм положительных температур для всех значений температурных пределов. Суммы положительных температур для 0°С и +5°С впервые превысили уровень 4000°С. Наличие положительных трендов подтверждается расчетами критерия Кокса – Стюарта, где параметр  $z$  превышает значение 1,96.

Это означает весьма значительный прирост тепловых ресурсов для широты м/с Моздок и возможность вводить более широкий ассортимент новых культур близких температурных диапазонов, корректировать структуру посевных площадей и форми-

ровать более гибкий комплекс адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

### Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Кабардино-Балкарской, Северо-Осетинской, Чечено-Ингушской АССР / под ред. Ш.Ш. Народецкой. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 272 с.
2. Айларов А.Е., Братков В.В., Засеев Г.З. Ландшафтная основа устойчивого развития территорий // Устойчивое развитие горных территорий: проблемы и перспективы. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 1998. – С. 41–62.
3. Айларов А.Е. Изменение характера увлажнения вегетационного периода в агроландшафтах территории предгорной зоны РСО-Алания за период 1990–2011 гг. // Научная жизнь. – 2012. – № 6. – С. 67–75.
4. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: ДВГУ, 2005. – 523 с.
5. Закс Л. Статистическое оценивание: пер. с нем. В.Н. Варыгина / под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
6. Карманова Л.А. Методические рекомендации по курсу «Агрометеорология». – М.: Изд. Росс. ун-та Дружбы народов, 1998. – 48 с.
7. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агрометеорологии: методическое пособие. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 216 с.
8. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Айларов А.Е., Шалыгина А.А. Агроэкологическое районирование и основные разновидности адаптивно-ландшафтных систем земледелия предгорной зоны РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. – Т. 50. – № 1. – С. 68–71.
9. The role of climatological normals in a changing climate. World Meteorological Organization (Geneva, March 2007). (Contributions by: B. Trewin). Edited by: Omar Baddour and Hama Kontongomde. – 2007. WMO/TD. – № 1377. – 46 p.
10. Guide to Agricultural Meteorological Practices. – 2010 edition. – WMO № 134. – Geneva, 2012. – 799 p.