

ДИНАМИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ЛЕТА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Д.Н. Василевский¹, И.А. Лисина², С.Н.Мушта², Л.Н. Василевская²

¹Дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Владивосток, Россия

²ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, Россия

Аннотация. Выполнена статистическая оценка динамики сроков начала, окончания и общей длительности метеорологического лета за 1966-2025 гг. на двух метеостанциях (Владивосток и Дальнереченск), расположенных на южном побережье и в западной (континентальной) части Приморского края.

Ключевые слова: метеорологическое лето, прибрежная и континентальная часть Приморского края, динамика границ летнего сезона

DYNAMICS OF METEOROLOGICAL SUMMER IN PRIMORSKY KRAI

D.N. Vasilevskiy¹, I.A. Lisina², S.N. Mushta², L.N. Vasilevskaya²

¹Far Eastern Branch of FSBI Russian Research Institute for the Integrated Use and Protection of Water Resources, Vladivostok, Russia

²FGAOU VO "Far Eastern Federal University", Vladivostok, Russia;

Annotation. A statistical assessment of the dynamics of the start, end, and total duration of meteorological summers for the period 1966-2025 was performed at two meteorological stations (Vladivostok and Dalnerechensk), located on the southern coast and in the western (continental) part of Primorsky Krai.

Keywords: meteorological summer, coastal and continental parts of Primorsky Krai, dynamics of the summer season boundaries

Введение. В условиях глобальных климатических изменений границы сезонов сдвигаются, что напрямую влияет на экосистемы, туристическую отрасль и в целом на экономику регионов. В современной научной практике выделяют два основных подхода к определению сезонов: астрономический, опирающийся на даты солнцестояний и равноденствий, и синоптический, основанный на смене атмосферных процессов. Однако для климатологии ключевое значение имеет выделение периодов с однородными термическими условиями, базирующееся на анализе дат устойчивого перехода температуры воздуха через установленные пороговые значения [4]. Для начала и окончания метеорологического лета таковой является температура +15°C. В условиях умеренного муссонного климата наступление летнего сезона запаздывает из-за влияния охлажденного моря, а осень характеризуется длительным теплым периодом. В данной работе рассматриваются особенности летнего сезона Приморья через призму температурных показателей на южном побережье и в континентальной части.

Целью настоящего исследования является детальный анализ характеристик метеорологического лета (сроков начала, окончания и общей продолжительности) на двух репрезентативных станциях Приморского края – Владивосток и Дальнереченск, расположенных на южном побережье и в его континентальной части.

Задачи, поставленные в работе, включают: анализ многолетних изменений температуры воздуха в летний период на двух станциях; создание хронологической базы данных (календаря) дат наступления и окончания метеорологического лета; определение

статистических характеристик и хронологических границ метеорологического лета за 60-летний период; оценку направленности и скорости трендов смещения дат начала, окончания и продолжительности летнего сезона; сравнительный анализ динамики летнего сезона в прибрежной (Владивосток) и континентальной (Дальнереченск) зонах региона.

Материалы и методы. Исходные материалы: сведения о температуре воздуха с 1966 по 2024 гг. восьмисрочного, суточного и месячного разрешения, представленные на сайте ВНИГМИ-МЦД [3]; восьмисрочные наблюдения за 2025 г. (rp.5.ru) по двум станциям Приморского края (Владивосток и Дальнереченск) (рис.1).

За начало лета по методике Н.В. Кобышевой [4] принимается устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через отметку $+15^{\circ}\text{C}$ в сторону повышения. Критерием устойчивости начала лета считается первый день периода, когда температура держится выше $+15^{\circ}\text{C}$ в течение 5 и более дней подряд. А окончанием лета служит дата устойчивого перехода среднесуточной температуры ниже $+15^{\circ}\text{C}$ в сторону похолодания.

Статистическая обработка рядов включала расчет основных параметров распределения (минимум, максимум, среднее арифметическое, медиана, квартили). Оценка значимости линейных трендов производилась по величине коэффициента детерминации (R^2). Для анализируемого 60-летнего ряда при 95% уровне значимости пороговая величина R^2 составляет 0,065 [1].

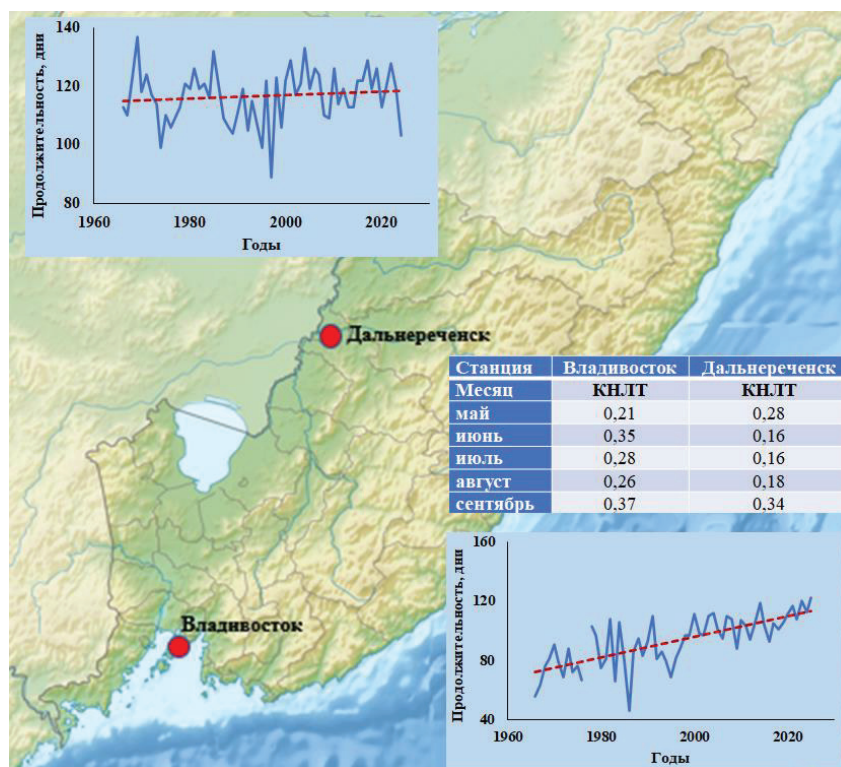


Рис. 1. Расположение метеорологических станций, графики динамики продолжительности метеорологического лета и коэффициент наклона линейного тренда (КНЛТ) температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет)

Результаты и их обсуждение. В ходе предыдущих исследований [2] установлено устойчивое повышение среднегодовой температуры воздуха во Владивостоке за период 1966–2022 гг., достигающее $1,3\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$. Рассчитанные за период 1966–2025 гг. среднегодовые температуры в районе Дальнереченска показали более значительный рост – около 2°C . Изменения температуры воздуха во Владивостоке за июнь–сентябрь характеризуются стабильным, устойчивым повышением, составляющим $0,26\text{--}0,37^{\circ}/10$ лет (рис. 1). Стоит

отметить, что наибольшее повышение температуры приходится на первый и последний месяц метеорологического лета – 0,35 и 0,37°C /10 лет соответственно. В Дальнереченске также выявлено потепление в мае–сентябре, наибольшее в крайние месяцы (май – 0,28 и сентябрь 0,34°C /10 лет). Этот факт определенно является предпосылкой изменения структуры метеорологического лета, которая, несомненно, должна повлиять на хозяйственную и рекреационную деятельность юга Приморья.

Основные статистические характеристики дат начала, окончания и продолжительности метеорологического лета для обеих станций представлены в таблице 1, а их графическое распределение в виде box plot – на рисунке 2.

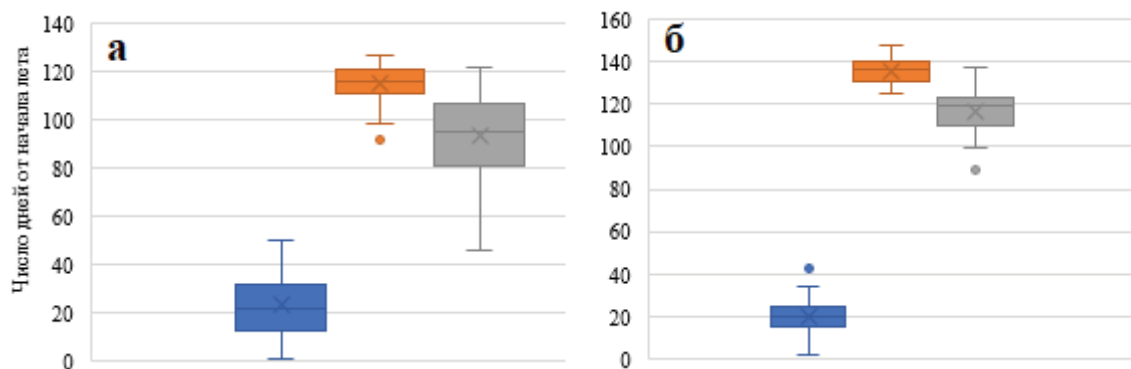


Рис. 2. Результаты статистической оценки дат начала, окончания и продолжительности летнего сезона в течение 1966–2025 гг. во Владивостоке (а) и Дальнереченске (б)

Для станции Владивосток половина всех значений даты начала лета (синий блок на рис. 2а) находится в промежутке от 13 июня до 2 июля (межквартильный интервал равен 19 дням). В 50% случаев лето начиналось не позже 22 июня. Самое раннее начало приходится на 1 июня (2014 г.), позднее – на 20 июля (1983 г.). 25% лет начинались раньше 13 июня, 75% лет начинались до 2 июля, то есть только 25% сезонов стартовали позже этой даты. Разброс данных относительно велик, что говорит о нестабильности даты начала лета в рассматриваемый период. Асимметрия распределения положительная (медиана смещена к нижнему квартилю), что указывает на большее количество ранних начал относительно центральной тенденции. Межквартильный интервал даты окончания лета (оранжевый блок на рис.2а) охватывает значения от 111 до 121 дня (10 дней), медиана приходится на 116 дней. Это означает, что половина летних сезонов заканчивалась между 19 и 29 сентября. Размах варьирует от 31 августа (1986 г.) до 5 октября (2025 г.). 25% лет заканчивались до 19 сентября, 75% лет заканчивались до 29 сентября, и только 25% сезонов длились дольше. По сравнению с началом, дата окончания лета демонстрирует меньшую изменчивость (межквартильный интервал в 1,9 раз уже). Распределение обладает небольшой отрицательной асимметрией, указывая на смещение в сторону более поздних окончаний.

Таблица 1

Даты и продолжительность летнего сезона, определенные за 1966-2025 гг.

Характеристика даты	Начало		Окончание		Продолжительность	
	Владивосток	Дальнереченск	Владивосток	Дальнереченск	Владивосток	Дальнереченск
Минимум наступления	1 июня	2 мая	31 августа	2 сентября	42 дня	82 дня
Максимум наступления	20 июля	12 июня	5 октября	25 сентября	126 дней	146 дней
Средняя дата	23 июня	20 мая	23 сентября	13 сентября	93 дня	116 дней
Медиана	22 июня	20 мая	24 сентября	13 сентября	94 дня	116 дней

Дата 75% обеспеченности	13 июня	15 мая	19 сентября	8 сентября	108 дней	125 дней
Дата 72% обеспеченности	2 июля	25 мая	29 сентября	17 сентября	79 дней	106 дней

Продолжительность летнего сезона определяется как разность между датой окончания и датой начала. Оценка этой характеристики показала, что медианная продолжительность составляет 94 дня, наиболее типичная максимальная длина составляет 108 дней, а минимальная типичная продолжительность – 79 дней (серый блок на рис. 2а). Таким образом, в 50% случаев продолжительность лета колеблется от 79 до 108 дней. Самое раннее окончание лета происходило 31 августа, а самое позднее начало 20 июля, т.е. самое короткое лето может составить 42 дня. А если судить по позднему окончанию (5 октября) и самому раннему началу (1 июня) абсолютная максимальная продолжительность лета составит 126 дней. Таким образом, продолжительность лета варьирует в широких пределах – от 42 до 126 дней, причём основной вклад в эту вариацию вносит нестабильность даты начала сезона.

Для даты наступления лета в Дальнереченске характерна умеренная стабильность: межквартильный интервал составляет 10 дней (с 15 по 25 мая), а медианное значение приходится на 20 мая (синий блок на рис. 2б). Это означает, что в 50% случаев лето начиналось в указанный десятидневный период, причем ровно половина сезонов стартовала не позднее 20 мая. Начало летнего периода варьирует от 2 мая (2017 г.) до 12 июня (1997 г.). Распределение симметрично относительно медианы: 25% лет начинаются до 15 мая, а еще 25% – после 25 мая. Окончание летнего сезона демонстрирует схожую вариативность. Половина всех значений окончания сосредоточена в интервале с 8 по 17 сентября (межквартильный размах – 9 дней), а медиана зафиксирована на 136-м дне (оранжевый блок на рис. 2б). Крайние сроки окончания приходятся на 2 сентября (1978 г.) и 25 сентября (2015 г.), лишь четверть сезонов заканчивается позже 17 сентября.

Продолжительность лета характеризуется значительным разбросом: от минимальных 82 до максимальных 146 дней (серый блок на рис. 2б). Однако в половине случаев длительность сезона колеблется в пределах от 106 до 125 дней, а медианная продолжительность составляет 116 дней, что соответствует примерно 4 месяцам.

Оценка направленности изменений временных границ лета (табл. 2, рис. 3) выявила существенные различия в динамике для двух станций. Для Владивостока характерен устойчивый тренд к увеличению продолжительности летнего периода за счет более раннего начала и, в особенности, более позднего окончания. Наибольшая скорость роста продолжительности зафиксирована в последние десятилетия (+0,58 дня/год за 1997–2025 гг.). В Дальнереченске, напротив, значимых долговременных трендов не обнаружено.

Таблица 2

Коэффициенты наклона линейных трендов для дат и продолжительности летнего сезона (дней/год)

Период	Владивосток			Дальнереченск			Дальнереченск	
	1966-1996	1997-2025	1966-2025	1966-1996	1997-2024	1966-2024	1966-1998	1999-2024
Начало	-0,25	-0,33	-0,45	0,24	-0,04	0,02	0,27	0,099
Конец	0,18	0,25	0,26	-0,0	0,09	0,08	-0,02	0,02
Продолжительность	0,43	0,58	0,71	-0,24	0,13	0,06	-0,29	-0,08

Перелом тенденций, приходящийся на конец 1990-х – начало 2000-х годов, согласуется с глобальными климатическими сдвигами и проявляется в ускорении темпов роста продолжительности лета во Владивостоке и стагнации показателей в Дальнереченске.

Самым теплым на южном побережье стало лето 2025 года со средней температурой 20,6°С. Далее следуют 1994 (20,2°С) и 2024 (20,0°С) годы. Самыми холодными были 1971 (16,6°С), 1998 (17,0°С), а также 1987, 1993, 2002 и 2003 годы (17,1°С). Диапазон средних летних температур составляет 4°С (от 16,6 до 20,6°С) при многолетней норме 18,3°С. Корреляция между температурой лета и его продолжительностью отсутствует.

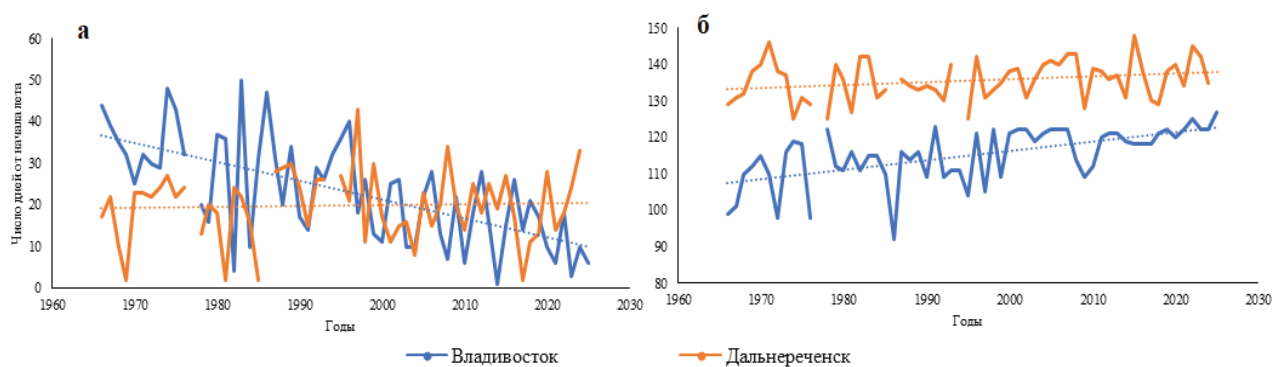


Рис. 3. Динамика начала метеорологического лета (а) и его окончания (б) за 1966-2025 гг.

Самым теплым за исследуемый период (1966–2025 гг.) в континентальной части стало также лето 2025 года (21,3 °С), за ним следуют 1997 г. (21°С), 2010 г. (20,7 °С) и 2021 г. (20,4 °С). Наиболее низкие показатели отмечены в 1983 г. (17,8 °С), а также в 1989 и 2002 гг. (18,1 °С). Средняя многолетняя температура метеорологического лета в Дальнереченске составляет 19,3 °С при амплитуде колебаний в 3,1 °С.

Таким образом показатели термического режима летнего сезона как на побережье, так и в континентальной части Приморского края существенно различаются. Основное различие заключается в том, что на континенте более теплое лето с высокой нормой (19,3°С) и значительными экстремумами. Так, очень холодное лето фиксируется во Владивостоке в 1971 г. (средняя температура сезона 16,6°С), в то время как в Дальнереченске самым холодным было лето 1983 г. (17,8°С). Список рекордно теплых лет на двух станциях также не совпадает.

Заключение

В данной работе рассмотрена динамика изменения сроков наступления летнего метеорологического сезона, которая является одним из наиболее чувствительных индикаторов современной климатической изменчивости. Анализ временных границ этого сезона позволяет оценить реальную теплообеспеченность территории.

Климатические изменения в Приморском крае проявляются в устойчивом повышении среднегодовой температуры воздуха на 1,5-2 °С. Положительные тренды фиксируются во все сезоны.

Реакция границ метеорологического лета на потепление существенно различается в зависимости от географического положения. Для прибрежной станции (Владивосток) характерен статистически значимый тренд к увеличению продолжительности летнего сезона (со скоростью +0,71 дня/год), что обусловлено как сдвигом дат начала на более ранние сроки, так и смещением окончания на более поздние.

В континентальной части (Дальнереченск) межгодовая изменчивость границ лета остается в пределах естественных колебаний; значимых долговременных трендов не выявлено. Продолжительность сезона здесь выше (около 4 месяцев), чем на побережье (около

3 месяцев), а его термический режим характеризуется более высокими значениями средней температуры.

Выявленные различия необходимо учитывать при климатическом обслуживании отраслей экономики (сельское хозяйство, рекреация, энергетика и т.п.), чувствительных к изменению теплообеспеченности вегетационного периода.

Литература

1. Брукс К. Применение статистических методов в метеорологии / Брукс К., Карузерс Н. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 144 с.
2. Василевский Д.Н., И.А. Лисина, Л.Н. Василевская, А.С. Шпак, А.Г. Федорова, В.С.Боброва Оценка температурно-влажностного режима юга Приморского края и его влияние на речной сток // Сборник научных статей конференции «Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры». – Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2024. – С. 512-517
3. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. <http://www.meteo.ru/data>
4. Кобышева Н. В. «Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики» (2008 г.)