

doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-457-462



МОНИТОРИНГ МОЩНОСТИ СЕЗОННО-ТАЛОГО СЛОЯ НА РОССИЙСКИХ ПЛОЩАДКАХ CALM

✉ Анисимов О.А., Морозов А.П., Жильцова Е.Л.

ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Санкт-Петербург, Россия

✉ anisimov.travel@gmail.com

В 2008 году был разработан информационный портал, на котором представлены и ежегодно обновляются данные измерений мощности сезонно-талого слоя на российских площадках, входящих в международный проект мониторинга CALM. Представленные на нем данные служат основой для подготовки ежегодно публикуемых Росгидрометом Докладов об особенностях климата. Проведенный анализ данных за все годы показал, что на 69 из 71 мониторинговых площадках наблюдаются положительные тренды мощности СТС. Наиболее ярко они выражены на севере Европейской территории России (до 37 см/10 лет) и в Западной Сибири (до 48 см/10 лет). В остальных секторах они заметно ниже на фоне большой межгодовой изменчивости. Атрибутивный анализ показал, что на севере ЕТР главным фактором является увеличение температуры воздуха, в то время как в Сибири, в особенности в Якутии, более важную роль играет увеличение зимних осадков.

Ключевые слова: *многолетнемёрзлые грунты, мониторинг, сезонно-талый слой, площадки CALM, российский Север.*

В середине 1990х годов под эгидой Всемирной метеорологической организации была создана международная программа циркумполярного мониторинга деятельного слоя (Circumpolar Active-layer Monitoring, CALM). Мониторинговые площадки располагаются в типичных ландшафтных условиях, первичные данные представляют собой ежегодные измерения максимальной мощности сезонно-талого слоя (СТС) в 121 точке в узлах регулярной сетки с шагом 100 м на площадках размером 1000 м × 1000 м, или же с шагом 10 м на меньших площадках размером 100 м × 100 м.

В настоящее время глобальная сеть CALM включает более 260 площадок, все данные измерений депонированы и ежегодно обновляются на международном информационном портале <https://www2.gwu.edu/~calm/> университета Дж. Вашингтона, США. Политически мотивированная приостановка членства России в Международной ассоциации мерзлотоведения в 2024 году привела к тому, что данные российских площадок перестали поступать в базу данных CALM. В таких условиях важно обеспечить независимые средства для сбора и обобщения данных продолжающихся измерений по всем площадкам на территории России с обеспечением свободного доступа к ним российских пользователей.

Эти функции выполняет специализированный русскоязычный портал www.permafrost.su. Он был создан в 2008 году как русскоязычное «зеркало» части международного портала, охватывающее только российские измерения. Представленные на нем данные служат основой для подготовки ежегодно публикуемых Росгидрометом Докладов об особенностях климата в части анализа особенностей мощности СТС прошедшего года и ее длительных трендов [Доклад... 2024]. В данной работе приводится обзор базы данных на русскоязычном портале, анализируются межгодовая изменчивость и длительные тренды мощности СТС, а также проводится анализ обуславливающих их климатических факторов в различных секторах континентальной части криолитозоны России.

Таблица 1. Обозначения и местоположения российских площадок мониторинга мощности СТС

Код	Широта	Долгота	Год начала наблюдений	Название
Север Европейской части (5 площадок)				
R2	67,58	64,18	1996	Аяч-Яха, Воркута
R23	67,33	63,73	1998	Тальник
R24	68,30	54,50	1999	Болванский
R24A	68,23	53,85	2010	О. Кашин
R52	67,07	62,93	2012	Сейда
Западная Сибирь (22 площадки)				
R1A	65,31	72,86	1997	Надым
R1B	65,23	72,52	2013	Надым
R3	69,72	66,75	1995	Марре Сале, п-ов Ямал
R5	70,28	68,90	1993	Васькины Дачи, п-ов Ямал
R5A	70,28	68,89	2007	Васькины Дачи, п-ов Ямал
R5B	70,30	68,88	2007	Васькины Дачи, п-ов Ямал
R5C	70,30	68,84	2007	Васькины Дачи, п-ов Ямал
R5D	70,27	68,89	2014	Васькины Дачи, п-ов Ямал
R50A	66,31	76,90	2008	Уренгой, ГП5
R50B	67,48	76,70	2008	Уренгой, ГП15
R53	66,72	66,08	2016	Харп, Полярный Урал
R54A	70,89	78,42	2016	Гыда, Гыданский п-ов
R54B	70,89	78,43	2016	Гыда, Гыданский п-ов
R54C	70,87	78,55	2017	Гыда, Гыданский п-ов
R55A	73,33	70,09	2009	О. Белый (ил)
R55B	73,33	70,09	2009	О. Белый (песок)
R56	66,71	66,57	2013	Октябрьский
R57	66,70	66,36	2013	Лабытнанги
R58	68,23	69,14	2017	Еркута, п-ов Ямал
R59	66,54	66,73	2021	Салехард
R60	66,57	66,88	2021	Горноknязевск
R61	66,05	76,64	2020	Новый Уренгой
Центральная Сибирь (7 площадок)				
R29B	71,79	71,42	2004	Быковский, дельта Лены (алас)
R29C	71,79	129,42	2015	Быковский, дельта Лены (едома нов.)
R32	69,43	88,47	2005	Талнах, Норильск
R40	67,48	86,43	2008	Игарка
R42	62,01	129,66	2008	Туймада, Якутия
R43	62,32	129,50	2008	Нелегер, Якутия
R51	72,37	126,48	2002	Самойлов
Восточная Сибирь (20 площадок)				
R13A	70,08	159,58	1997	Мыс Чукочий, Колыма (едома)
R13B	70,08	159,92	2000	Мыс Чукочий, Колыма (алас)
R14	69,48	156,98	1996	Река Чукочьа, Колыма

R15A	69,38	158,47	1996	Река Конковая, Колыма
R15B	69,38	158,47	1999	Река Конковая, Колыма
R16	69,08	158,90	1996	Холм Сегодня, Колыма
R17	68,82	161,00	1996	Канал Ахмело, Колыма
R18	68,93	161,50	1996	Гора Родинка, Колыма
R18A	68,74	161,50	2003	Гора Родинка, Колыма (10 м)
R19	68,80	160,95	1996	Озеро Глухое, Колыма
R20	68,52	161,43	1996	Канал Малчиловская, Колыма
R21	68,83	161,03	1996	Озеро Ахмело, Колыма
R22	69,32	154,98	1998	Река Алазея
R25	69,85	159,50	1999	Озеро Якутское
R31	70,55	147,43	2004	Аллаиха (Индиگیرка басин)
R35	68,73	158,90	2007	Омолон
R36	69,17	154,43	2005	Андрюшкино
R38A	68,70	161,55	2003	Гора Родинка (контрольная)
R38B	68,72	161,53	2003	Гора Родинка, (пал)
R38C	68,74	161,39	2003	Гора Родинка (станция)
Дальний Восток (6 площадок)				
R9	64,78	176,97	1994	Мыс Рогожный, Чукотка
R11	64,57	177,20	1996	Гора Дионисий, Чукотка
R27	65,60	-171,05	2000	Лаврентия, Чукотский п-ов
R41	65,54	-171,63	2010	Лорино, Чукотский п-ов
R45	64,63	176,97	2010	Круглая, Анадырь
R30C	55,89	160,54	2006	Плоский Толбачик, Камчатка

На территории Российской Федерации расположены 71 площадка CALM, на которых когда-либо проводились измерения, в том числе 60 площадок с длительными непрерывными наблюдениями более 10 лет. База данных сгруппирована по 5 секторам. В таблице 1 приведены международные обозначения российских площадок, их координаты, годы начала наблюдений и названия. Количество площадок, с которых поступают данные, изменяется от года к году. Из-за прекращения действовавшего ранее механизма централизованного сбора данных на международном портале CALM российские измерения за 2024 год в настоящее время недоступны. Данные за 2023 год имеются на 35 площадках. В их числе 2 (из 5 действовавших ранее) площадки на Европейском Севере, в Западной Сибири – 9 площадок (в 2022 году поступили данные с 21 площадки), в Центральной Сибири – все 7 действующих площадок. Восточная Сибирь представлена данными 13 площадок (в 2022 году – 16) и с Дальнего Востока (Чукотка и Камчатка) поступили данные с 4 площадок (в 2022 году их было 6).

Данные о трендах мощности СТС за период с 2009-2023 гг. представлены на рисунке 1. Они свидетельствуют об устойчивой тенденции ее увеличения в 21-м веке, которая в настоящее время усиливается. Наиболее значительное увеличение мощности СТС за последние 5 лет отмечалось на севере Европейской части России. На площадках мыс Болванский (R24) и остров Кашин (R24A) глубина оттаивания составляла более метра. Максимумы мощности СТС на этих площадках были зафиксированы в 2020 и 2022 годах.

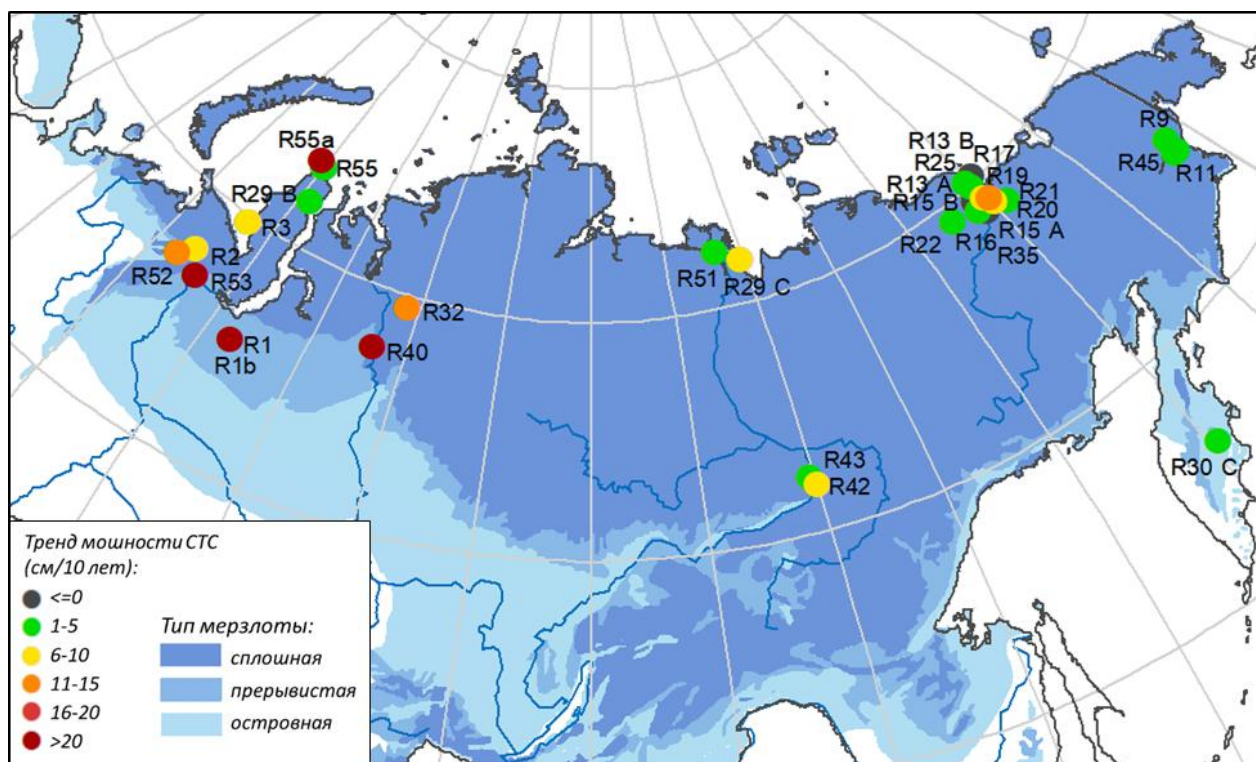


Рис. 1. Тренды мощности CTC (см за 10 лет) за период с начала наблюдений по 2023 год.

Западная Сибирь (прибрежные районы и острова) наиболее полно освещена данными, хотя основной массив начал поступать с 2007-2008 гг. Наибольшая мощность СТС за период с 2019-2023 гг. отмечались в центральных районах Ямала, на Полярном Урале, на полуострове Гыдан и в районе Нового Уренгоя.

В Центральной Сибири наиболее интенсивно увеличение мощности СТС происходит в районе Норильска и Игарки, в течение всего последнего пятилетнего периода отмечались величины, превышающие 100 и более сантиметров.

В Восточной и Северо-восточной Сибири данные площадок CALM начали поступать с конца 1990-х годов, но в последние годы увеличилось количество пропусков наблюдений. В течение последнего 5-летнего периода изменения СТС положительны, но по абсолютной величине относительно небольшие. Наибольшие значения мощности СТС отмечались на площадках в районе Колымы (гора Родинка, озеро Глухое, площадки R18, R18A, R19).

Данные о мощности СТС на Дальнем Востоке и Камчатке регулярно приходят с 5-6 площадок, но имеются пропуски. Величины мощности СТС относительно небольшие и меняются они значительно меньше, чем в других секторах.

На рисунке 2 представлена серия карт, которая показывает изменения мощности СТС с 2020 по 2023 годы по отношению к предыдущему году. Отчетливо выделяется 2020 год, когда практически на всей территории криолитозоны РФ отмечалось значительное увеличение мощности СТС. Подобная картина имело место и в 2022 году по отношению к 2021 году. Тогда мощность СТС также увеличилась практически на всей территории криолитозоны, приращения были более скромными по сравнению с изменениями 2020 года.

Таким образом, данные наблюдений показывают, что в континентальной части криолитозоны России мощность СТС увеличивается на фоне значительной межгодовой изменчивости. Атрибутивный анализ показал, что на севере ЕТР главным фактором увеличения мощности СТС является увеличение температуры воздуха, в то время как в Сибири, в особенности в Якутии, более важную роль играет увеличение зимних осадков. Заметим, что этот вывод не распространяется на островную криолитозону, где, по-видимому, значительное стабилизирующее влияние оказывает морское окружение.

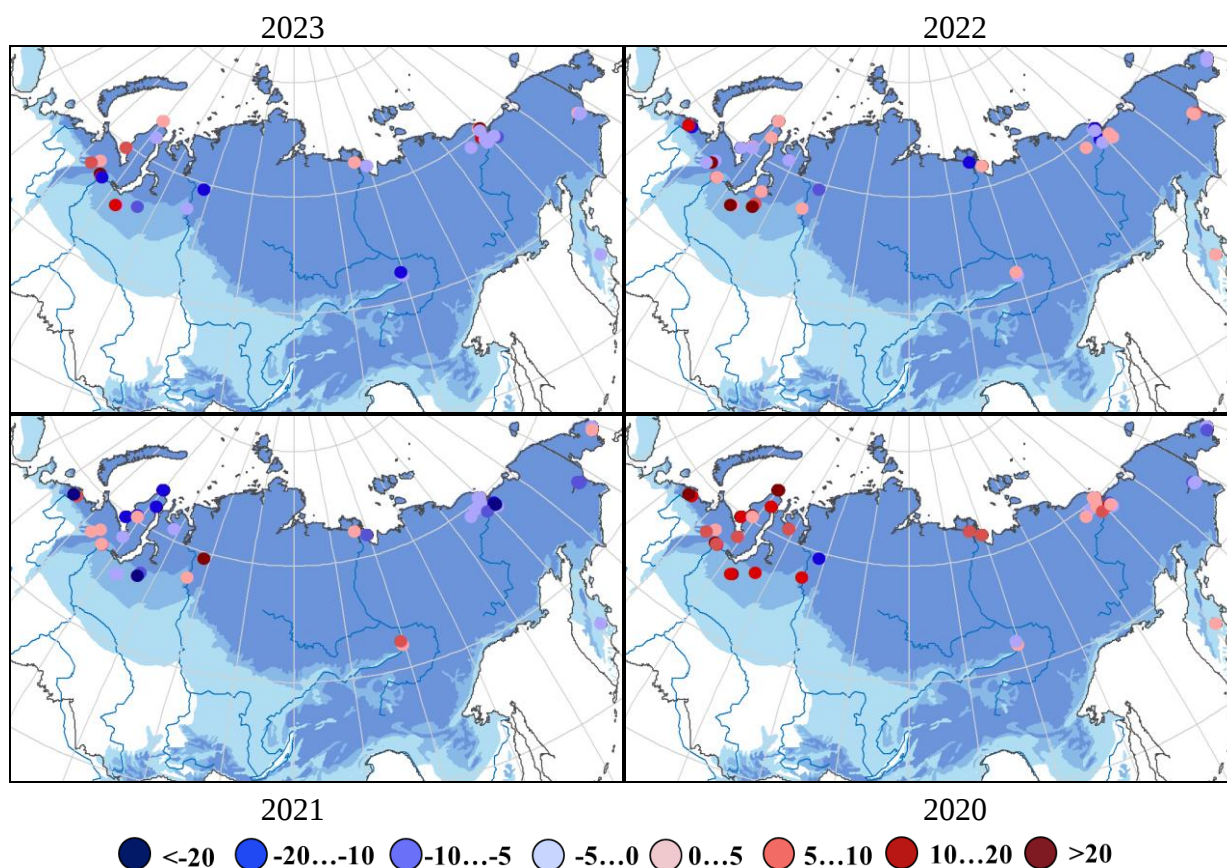


Рис. 2. Изменение мощности CTC по отношению к предыдущему году (см).

ЛИТЕРАТУРА

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год / Москва: Росгидромет. 2024. 104 с.

MONITORING OF THE ACTIVE-LAYER THICKNESS ON RUSSIAN CALM SITES

Anisimov O.A., Morozov A.P., Zhiltcova Ye.L.

State hydrological Institute, St.Petersburg, Russia

In 2008, an information portal was developed, which presents and annually updates data on active-layer thickness (ALT) measurements at Russian sites included in the international CALM monitoring project. The data presented on the portal serve as a basis for the preparation of annual Climate Reports published by Roshydromet. The analysis of the data for all years showed that positive ALT trends are observed at 69 out of 71 monitoring sites. They are most pronounced in the north of the European territory of Russia (up to 37 cm/10 years) and in Western Siberia (up to 48 cm/10 years). In the other sectors, they are noticeably lower against the background of large interannual variability. Attribute analysis showed that in the north-European Russia the main factor is the increase in air temperature, while in Siberia, especially in Yakutia, the increase in winter precipitation plays a more important role.

Keywords: permafrost, monitoring, active-layer thickness, CALM monitoring sites, Russian North

REFERENCES:

A report on climate features on the territory of the Russian Federation in 2023 / Moscow: Roshydromet. 2024. 104 pp.