

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



**Геолого-
географический
факультет**

Томского
государственного
университета

ДИНАМИКА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР ЗЕМЛИ

Материалы Всероссийской конференции с международным участием,
посвященной 100-летию подготовки в Томском государственном университете
специалистов в области наук о Земле

8-12 ноября 2021 года

ТОМ II

Томск 2021

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАТ ОБРАЗОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ ПО РАЗНЫМ НАБОРАМ ДАННЫХ

А.А. Матюхина¹, Н.Н. Воропай^{2,3}, Ю.В. Мартынова³

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, *matyukhina_nastya08@mail.ru*

²Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, *voropay_nn@mail.ru*

³Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия, *foxyj13@gmail.com*

Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы № 121031300158-9.

В статье представлен анализ дат образования снежного покрова (СП) и установления устойчивого снежного покрова (УСП) на территории Сибири по данным наблюдений метеорологических станций и спутниковым данным NOAA. Для дат рассчитаны статистические характеристики – среднее, максимум, минимум, тренд, значимость. Снежный покров способствует существенным изменениям радиационного и теплового баланса подстилающей поверхности по сравнению с открытой почвой, поэтому даты появления снежного покрова и образования устойчивого снежного покрова являются важными характеристиками состояния окружающей среды при современных изменениях климата.

Ключевые слова: снежный покров, Сибирь, устойчивый снежный покров, наземные, спутниковые данные.

The article presents an analysis of the dates of the formation of snow cover (SP) and the establishment of stable snow cover (SSS) in Siberia based on observations of meteorological stations and satellite data from NOAA. Statistical characteristics were calculated for dates – average, maximum, minimum, trend, significance. Snow cover contributes to significant changes in the radiation and heat balance of the underlying surface in comparison with the open soil; therefore, the dates of the appearance of snow cover and the formation of stable snow cover are important characteristics of the state of the environment under current climate changes.

Keywords: snow cover, Siberia, stable snow cover, ground, satellite data.

Снежный покров (СП) оказывает огромное влияние на климат, рельеф, гидрологические и почвообразовательные процессы, жизнь растений и животных. Снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания и сохраняет озимые посевы, поглощает азотистые соединения, удобряя тем самым почву, адсорбирует атмосферную пыль, охлаждает приземные слои воздуха. Малая теплопроводность и большая теплоемкость снега приводит к тому, что теплообмен через снежный покров замедлен, суточные колебания температуры быстро затухают с глубиной, проникая на глубину 25–35 см (Ландшафтно-экологический ..., 2009).

Сибирь – обширный географический регион на севере Азии, ограниченный с запада Уральскими горами, с востока – водораздельными хребтами, идущими вдоль Тихого океана, с севера – Северным Ледовитым океаном, с юга – государственной границей России (Поспелов, 2002). Для Сибири характерен континентальный и резко континентальный климат. Климат Восточной Сибири за исключением центральных и южных районов Красноярского края – резко континентальный. Западная часть Сибири – равнина, за исключением южных окраин, причем в более южной части она не отделяется от Европейской России какими-либо естественными преградами, поэтому и климат не отличается от климата Европейской России хоть сколько-нибудь резко; по мере движения на

восток он становится более континентальным; в более северной полосе, начиная от 62° с. ш. почти до Ледовитого океана, границей Европейской России и Западной Сибири служит Уральский хребет, поэтому здесь климат различается резко: с октября по март холодная и более ясная погода, снега выпадает меньше, поэтому он тает ранее, и ранее же наступает весеннее тепло; лето немного теплее на востоке.

При анализе многолетнего изменения дат образования СП за 1970–2020 гг. использованы ежедневные данные о степени покрытия окрестности снегом на 161 станции Сибири, находящихся в пределах 60–120° в.д. и 50–70° с.ш. Данные наблюдений были скачаны с базы данных Всемирного научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) (Булыгина и др., 2014). Также для исследования в работе были использованы данные спутниковых наблюдений NOAA о протяженности снежного покрова, полученные на основе еженедельных отчетов по Северному полушарию. Они были оцифрованы с карт снежного покрова на декартовую сетку, наложенную на полярную стереографическую проекцию. Данные имеют пространственное разрешение 190,6 км на широте 60°, обновляются ежемесячно, и охватывают период с 4 октября 1966 года по настоящее время, в рамках данной работы был рассмотрен период с 1970 года. В связи с тем, что используемые данные имеют недельное раз-

решение по времени, дата начала формирования СП определялась, как дата начала недели, где впервые за сезон было отмечено появление СП на территории (Estilow et al, 2015). Доступ к данным предоставляется в сетевой форме общих данных (netCDF) и архивировано Национальным центром климатических данных (NCDC) NOAA в рамках программы спутниковой записи климатических данных.

Для дат появления СП и установления устойчивого снежного покрова (УСП) по наземным и спутниковым данным был рассчитан тренд и его значимость, а также среднее, минимум, максимум, стандартное отклонение полученных трендов для всех станций и станций, на которых зафиксированы статистически значимые изменения.

В таблице 1 представлены статистические характеристики трендов дат появления СП и образования УСП по наземным и спутниковым данным. Зафиксировано 27 значимых трендов дат появления СП по наземным данным и 18 по спутниковым. Максимальное значение значимых трендов по наземным данным составило 7,88 дней/10 лет, по спутниковым – 6,15 дней/10 лет. Минимальное значение значимых трендов по наземным данным составило -5,98 дней/10 лет, по спутниковым -6,25 дней/10 лет. Среднее значение значимых трендов и по наземным, и по спутниковым данным отрицательное, и равно -0,79 и -2,64 соответ-

ственно. Стандартное отклонение значимых трендов равно 3,75 по наземным данным и 2,47 по спутниковым. Таким образом, значимых трендов дат появления СП по наземным данным преобладающее количество. Максимальный сдвиг появления СП на более ранние сроки зафиксирован по спутниковым данным на 6,25 дней/10 лет (ст. Верхняя Гутара) (рис. 1 а).

Для дат установления УСП отмечено 13 значимых трендов по наземным данным и 21 по спутниковым. Наибольшее положительное значение трендов по наземным данным составило 5,35 дней/10 лет на ст. Антипаюта, наибольшее отрицательное -9,79 дней/10 лет на ст. Турочак, (рис. 1 б), по спутниковым – все статистически значимые тренды отрицательные (от -8,3 на ст. Верхняя Гутара до -2 дня/10 лет). Среднее значение значимых трендов по наземным данным составило 0,56 по спутниковым -4,42.

Стандартное отклонение значимых трендов равно 4,9 по наземным данным и 1,6 по спутниковым. Таким образом, значимых трендов дат установления УСП по спутниковым данным преобладающее количество, но все значимые тренды по спутниковым данным отрицательны. Положительные значения тренда преобладает по наземным данным, то есть происходит сдвиг дат установления УСП на более поздние сроки. Согласно анализу спутниковых данных, происходит сдвиг установления УСП на более ранние сроки (табл. 1).

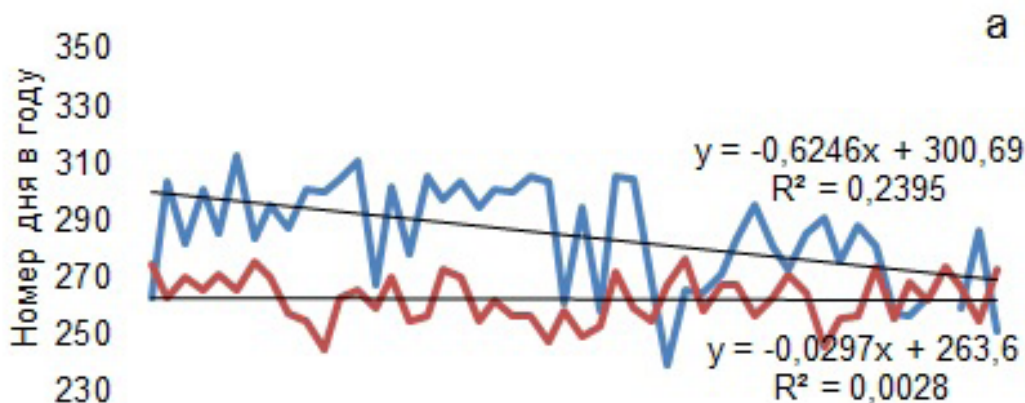


Рис. 1. Многолетние изменения дат появления СП на ст. Верхняя Гутара – а, многолетние изменения дат установления УСП на ст. Турочак – б

Таблица 1. Статистические характеристики трендов дат появления СП и образования УСП по наземным и спутниковым данным

Даты	Данные	Тренды	Кол-во станций	Среднее	Минимум	Максимум	Станд. откл.
Дата появления СП	Наземные данные	Все значения трендов	161	-0,01	-7,16	7,88	1,96
		Значимые тренды	27	-0,79	-5,98	7,88	3,75
	Спутниковые данные	Все значения трендов	161	-0,90	-6,25	6,15	1,47
		Значимые тренды	18	-2,64	-6,25	6,15	2,47

Дата установления УСП	Наземные данные	Все значения трендов	161	0,44	-9,79	7,30	2,47
		Значимые тренды	13	0,56	-9,79	5,35	4,90
	Спутниковые данные	Все значения трендов	161	-1,29	-8,30	1,57	1,71
		Значимые тренды	21	-4,42	-8,30	-2,00	1,60

Литература

1. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. «Описание массива данных характеристики снежного покрова на метеорологических станциях России и бывшего СССР» [электронный ресурс]. – <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#описание-массива-данных>. (дата обращения 03.01.2021).
2. Ландшафтно-экологический образ зеленых островов ВАО. Снежный покров. М.: ДДЮТЭ «Родина», 2009.
3. Поспелов Е. М. Сибирь // Географические названия мира: Топонимический словарь: Ок. 5000 единиц / Отв. ред. Р. А. Агеева. 2-е изд., стереотип. М.: Русские словари, Астрель, АСТ, 2002.
4. Estilow T. W., Young A. H. and Robinson D. A. A long-term Northern Hemisphere snow cover extent data record for climate studies and monitoring // Earth System Science Data, 2015. V. 7, No 1. pp. 137–42.

УДК 502.53

ОЦЕНКА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ В УСЛОВИЯХ АРИДНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

О.В. Мезенцева¹, А.А. Кусаинова²

¹Омский государственный университет, Омск, Россия, mezolga@yandex.ru

²Карагандинский технический университет, Караганда, Казахстан, aimarh@mail.ru

В статье проведена оценка влагообеспеченности территории в условиях аридной зоны Северного Казахстана с использованием данных трех метеостанций: Балкашино, Есиль и Атбасар. Определена динамика и тенденция количества осадков за 30-летний период (1991–2020 гг.) в сравнении с предыдущим таким же периодом (1961–2020 гг.). Сделаны выводы о том, что в условиях недостаточности количества осадков и высокой температуры воздуха в летний период возрастает вероятность дефицита почвенной влаги и аридизации территории.

Ключевые слова: температура воздуха, количество осадков, вегетационный период засушливость, аридизация.

The article evaluates the moisture availability of the territory in the conditions of the arid zone of Northern Kazakhstan using data from three weather stations: Balkashino, Yesil and Atbasar. The dynamics and trend of precipitation over a 30-year period (1991–2020) are determined in comparison with the previous same period (1961–2020). Conclusions are drawn that in conditions of insufficient precipitation and high air temperature in summer, the probability of soil moisture deficiency and aridization of the territory increases.

Keywords: air temperature, precipitation, vegetation period aridity, aridization.

В современный период изменчивость климатических характеристик приобрела особую актуальность в связи с мировыми трендами глобальных изменений климата. Исследование повторяемости засушливых и влажных лет имеет практическое значение для нужд аграрного природопользования. Оценка влагообеспеченности территории в условиях аридной зоны Северного Казахстана направлено на определение тенденции изменчивости характеристик климата. Среди характеристик климата на засушливость территории большое воздействие оказывает изменчивость температурного режима и количества осадков вегетационного периода (май–август). По результатам исследования климатических характеристик Северного Казахстана

за последние три десятилетия (1991–2020 гг.) определен отрицательный тренд динамики среднемесячного количества осадков за июль, то есть его снижение (Мезенцева, 2021).

Для степной зоны Северного Казахстана характерно уменьшение годовых сумм атмосферных осадков по широте с севера на юг, что достоверно подтверждается анализом территориального распределения средних значений годовых сумм осадков.

Для проведения исследования использованы метеорологические данные метеостанций сельскохозяйственных районов Северного Казахстана – Балкашино, Есиль, Атбасар, расположенные в степной природной зоне (рис. 1) (Метеорологический ..., 2021).