



ИНВЕСТИЦИОННЫЙ
ЦЕНТР
(г. Братск)



II-ая Байкальская международная научно-практическая конференция

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ, АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ, АЭРОЗОЛИ: ТЕХНОЛОГИЯ, КЛИМАТ И ЭКОЛОГИЯ

The second Baikal International Scientific and Practical Conference

SNOW COVER, ATMOSPHERIC PRECIPITATION, AEROSOLS: TECHNOLOGY, CLIMATE AND ECOLOGY

Irkutsk, lake Baikal 25-30.06.2018



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ, АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ, АЭРОЗОЛИ:
ТЕХНОЛОГИЯ, КЛИМАТ И ЭКОЛОГИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ
II-й Байкальской международной научно-практической конференции
(25–30 июня 2018 г.)**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского
технического университета
2018**

УДК 502; 541; 551
ББК 26

Печатается по решению редакционно-издательского совета ИРНИТУ

Снежный покров, атмосферные осадки, аэрозоли: технология, климат и экология : мат-лы II-ой Байкальской международной научно-практической конференции (25–30 июня 2018 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 258 с.

Сборник содержит материалы докладов II-ой Байкальской международной научно-практической конференции «Снежный покров, атмосферные осадки, аэрозоли: технология, климат и экология» (г. Иркутск, п. Хужир, о. Ольхон, оз. Байкал, 25–30 июня 2018 г.). Материалы докладов представляют интерес для специалистов в области химии снежного покрова, атмосферных осадков и аэрозолей, гидрометеорологии, гляциологии и охраны окружающей среды.

Snow cover, atmospheric precipitation, aerosols: technology, climate and ecology: Reports of the second Baikal international scientific and practical conference (June 25–30, 2018). – Irkutsk : INRTU, 2018. – 258 p.

The collection includes the materials of the reports presented at the first Baikal international scientific and practical conference «Snow cover, atmospheric precipitation, aerosols: technology, climate and ecology» (Irkutsk, Khuzhir, Olkhon Island, Lake Baikal, June 25–30, 2018), dedicated to the Year of Ecology 2018 in Russia. Materials of the reports of interest to specialists in the field of chemistry of snow, atmospheric precipitation and aerosols, hydrometeorology, glaciology and environmental protection.

Редактор - Н.И. Янченко

Редакционная коллегия: Н.И. Янченко, Ю.С. Букин, М.А. Живетьев, В.Л. Аршинский, А.Н. Баранов

Дизайн обложки: А.М. Янченко

Верстка: Ю.С. Букин

Печатается с файлов, предоставленных авторами

ISBN 978-5-8038-1287-6

© Янченко Н.И.,
Букин Ю.С., составление 2018.
© Янченко Н.И., Букин Ю.С.,
Баранов А.Н., Живетьев М.А.,
оформление 2018.
© ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 2018.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель: **Янченко Н.И.**, д. т. н., ИРНИТУ, г. Иркутск
Амиргалиев Н.А., д. г. н., Институт географии, г. Алматы, Казахстан
Баранов А.Н., д. т. н., ИРНИТУ, г. Иркутск
Ветров В.А., д. г.-м. н., ИГКЭ Росгидромета и РАН, г. Москва
Голохваст К.С., д. б. н., ДВФУ, г. Владивосток
Дагуров П. Н., д. ф.-м. н, ИФМ СО РАН, г. Улан-Удэ
Кузнецов В.А., д. т. н., РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва
Макаров В.Н., д. г.-м. н., ИМЗ СО РАН, г. Якутск
Норматов И.Ш., д. х. н., чл.-корр. АН Респ. Таджикистан, г. Душанбе
Сосновский А.В., д. г. н., Институт географии РАН, г. Москва
Анциферов Е.А., к. х. н., ИРНИТУ, г. Иркутск
Аршинский В.Л., к. т. н., ИРНИТУ, г. Иркутск
Бабина С.Г., зам. директора ФГБУ «Заповедное Прибайкалье», г. Иркутск
Букин Ю.С., к. б. н., ЛИН СО РАН, г. Иркутск
Генсиоровский Ю.В., к. г.-м. н., СФ ДВГИ ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск
Живетьев М.А., к. б. н., СИФИБР СО РАН, г. Иркутск
Кзаков Н.А., к. г.-м. н., СФ ДВГИ ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск
Мадибеков А.С., к. г. н., Институт географии, г. Алматы, Казахстан
Нысанбаева А.С., к. г. н., КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
Скороход А.И., к. г. н., ИФА им. А.М. Обухова РАН, г. Москва
Сократов С.А., к. г. н., МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва
Огнёв И.А., к. т. н., ИРНИТУ, г. Иркутск
Таловская А.В., к. г.-м. н., ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г. Томск
Чередниченко А.В., д. г. н., КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
Shuhei Takahashi, professor, President of the Japanese Society of Snow and Ice

1. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.
2. Экогеохимия городских ландшафтов [под ред. Н.С. Касимова]. – М.: МГУ, 1995. – 336 с.
3. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89 часть III (действует с 01.07.1991). -М.: Госкомгидромет, 1991.
4. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
5. Мадибеков А.С., Чередниченко В.С. Сравнительный анализ концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках и в снежном покрове. Вестник КРСУ, серия географическая, Том 11 №11. Бишкек: 2011, С. 171-174.
6. Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В., Лопатина Д.Н. Загрязнение снега на акватории озера Байкал и прилегающей территории. Водные ресурсы, 2017, том 44, №3, с.340-353.
7. Чередниченко В.С., Мадибеков А.С., Чередниченко А.В., Нысанбаева А.С., Жумалипов А.Р. Особенности распределения концентраций тяжелых металлов в осадках над территорией Казахстана. Материалы VII Международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» – Семипалатинск, 2012.– С. 311-316.
8. Cherednichenko V.S., Cherednichenko A.V., Madibekov A.S., Nessianbaeva A.S., Zhumalipov A.R. Heavy metal content in the snow cover in the Republic of Kazakhstan. Advances in Environmental Biology, 8(5) April 2014, Pages: 1393-1398.
9. СанПиН 28.07.10. Санитарно-эпидемиологические требования к водным источникам, хозяйственно-питьевому водоснабжению, местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов № 554, - Астана, 2010 –136 с.
10. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. М.: Минздрав РФ, 2003 - 84 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАРГУЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ) В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ

А.А. Ананин, Т.Л. Ананина

ФГБУ «Заповедное Подлеморье», Улан-Удэ, Россия,
E-mail: a_ananin@mail.ru

Аннотация. Особенности снежного покрова прибрежной зоны Северного Прибайкалья изучены на территории Баргузинского заповедника. Установлена тесная зависимость продолжительности залегания снежного покрова от дат его установления и разрушения, определяемых температурным режимом осени и весны. Анализ метеоусловий за период 1935-2015 гг. показал, что в последние три десятилетия наблюдается потепление климата, в том числе и в зимний период. Это выражается в росте средних температур воздуха февраля, более позднем начале зимы и раннем наступлении весны. В результате таких изменений снежный покров сходит раньше и продолжительность его залегания значительно сокращается.

Ключевые слова: Байкал, Баргузинский заповедник, снежный покров, потепление

CHARACTERISTICS OF THE SNOW COVER OF THE COASTAL ZONE OF THE BARGUZIN RESERVE (NORTHERN PRIBAIKALIE) IN THE LONG-TERM ASPECT

A.A. Ananin, T.L. Ananina

Federal State Establishment "Zapovednoe Podlemorye", Ulan-Ude, Russia,
E-mail: a_ananin@mail.ru

Summary. The features of the snow cover of the coastal zone of the Northern Baikal region have been studied in the Barguzinsky Reserve. A close relationship between the duration of snow cover and the date of its formation and destruction was established. This depends on the features of the autumn and spring temperature regimes. Analysis of meteorological conditions for the period 1935-2015 showed that in the last three decades there has been a warming of the climate, including in the winter. This is expressed in the growth of the average air temperatures in February, the later beginning of winter and the early onset of spring. Because of such changes, the snow cover descends earlier and its duration is significantly reduced.

Key words: Baikal, Barguzinsky reserve, snow cover, warming

Снежный покров – важный экологический фактор, влияющий на определенные условия для развития биологической составляющей экосистемы (Дажо, 1975).

Локальные особенности снежного покрова исследованы в прибрежной зоне Баргузинского заповедника, расположенного на западном макросклоне одноименного хребта. Регулярные наблюдения за климатом охва-

тывают период с середины XX века. Температурный режим и выпадения атмосферных осадков показаны по данным двух восьмисрочных метеостанций второго разряда «Сосновка» (1935-1945 гг.) и «Давша» (1955-2015 гг.), расположенных в прибрежной зоне заповедника. Фенологические наблюдения – дата установления и разрушения, продолжительность залегания, мощность (высота) снежного покрова проанализированы с использованием Летописей природы Баргузинского заповедника. Рассмотрен холодный период года с октября по апрель. Специфику временных изменений исследуемых показателей оценивали стандартными приемами математической статистики. Дополнительно к исследованиям были привлечены литературные материалы (Ладохин, 1948; Ладохин, Цуркан, 1948; Тимофеев, 1948; Филонов, 1978; Ананин, Ананина, 2002; Ананина, Ананин, 2017).

Изучены временные ряды длительностью 60-70 лет. Для удобства сравнения мы разбили их на декады (1935-1945, 1955-1964, 1965-1974, 1975-1984, 1985-1994, 1995-2004, 2005-2015 гг.).

На климат исследуемой территории большое влияние оказывает огромный объем воды (около 23 тыс. км³), сосредоточенный в байкальской впадине, и горный рельеф местности (Ладохин, Цуркан, 1948). Накапливая тепло летом, Байкал отдает его окружающей местности осенью. Наоборот, весной, поглощая тепло в период таяния льда, он охлаждает окружающий воздух. Баргузинский хребет задерживает влагу, испаряемую с поверхности Байкала, которая выпадает здесь же, на территории заповедника в виде твердых и жидких атмосферных осадков (Тимофеев, 1948).

Эволюцию снежного покрова лучше всего характеризовать, используя сезонные фенологические фазы, принятые в описании зимних фенологических явлений Баргузинского заповедника: снежная зима, морозная зима и предвесенье (Филонов, 1978). *Снежная зима* начинается с момента установления прочного снежного покрова 25 октября (табл. 1). Первый снег на побережье Байкала может выпадать и таять в сентябре, уже в октябре прибывает до 20,6 % от общего количества твердых осадков. В ноябре и декабре продолжается интенсивное парение Байкала, вызывая частые и обильные снегопады (26,8 % и 25,4 %). В этот период северо-западные ветры переносят влагу к восточному побережью, вызывая дополнительное количество осадков (Ладейщиков и др., 1977).

Морозная зима определяется замерзанием Байкала. В январе и феврале количество осадков незначительно (7,1 % и 4,1 %). В заключительную фазу зимы (*предвесенье*), в марте снег идет также редко (4,7 %), но высота снежного покрова достигает наивысшего значения (59,6 см) (табл. 1). С марта на побережье Байкала сохраняется температурная инверсия – холодные воздушные течения с озера охлаждают нижние слои воздуха. Лишь в середине апреля на побережье появляются проталины, оттаивают бровки байкальских террас, высота снега начинает систематически уменьшаться, но и в апреле нередки обильные снегопады (11,3 %). На берегу весна имеет

затяжной характер, в отличие от горно-лесного пояса (Филонов, 1978). С переходом минимальных температур воздуха выше нуля (9 мая) снежный покров на побережье Байкала окончательно разрушается.

Таблица 1. Характеристика снежного покрова прибрежной зоны Баргузинского заповедника в многолетнем аспекте (1935-2015 гг.)

Декады	1935-1945	1955-1964	1965-1974	1975-1984	1985-1994	1995-2004	2005-2015	Среднее
Дата установления снежного покрова	22.10	23.10	25.10	24.10	1.11	30.10	1.11	25.10
Дата полного схода снежного покрова	13.05	10.05	10.05	6.05	6.05	4.05	2.05	9.05
Продолжительность залегания снежного покрова, дни	203	197	199	196	189	185	182	191
Высота снежного покрова, см	82	нет данных	51	55	53	57	60	60
Сумма твердых осадков (октябрь-апрель), мм	152,1	180,7	161,5	162,3	157,4	180,3	177,8	170,0
Средние температуры воздуха фенологической зимы (октябрь-апрель)	-12,8	-12,9	-13,7	-12,5	-11,5	-11,4	-12,0	-12,3

В зимний период дней с осадками больше, но объем их значительно меньше, чем летом. Климатическая норма годовых осадков за исследуемый период составила 420,8 мм. На летние осадки приходится 59,6 %, на зимние – 40,4%. Такое соотношение характерно для прибрежной зоны. В верхних растительных поясах снег выпадает гораздо чаще и больше, и лежит значительно дольше (Ладохин, 1948).

Установление снежного покрова (1 ноября) начинает запаздывать с 1985-1994 гг. Самой длительной продолжительностью залегания снежного покрова была в 1935-1945 гг. (203 дня), а наиболее короткой – в 2005-2015 гг. (182 дня) (табл. 1).

Анализ многолетней динамики минимальных почвенных температур в холодное время года выявил отсутствие значимых коэффициентов линейных трендов в октябре-марте, и наличие положительной тенденции в апреле и мае ($R^2= 0,1505$ и $R^2= 0,2244$) (Ананина, Ананин, 2017). Сходимость результатов дат залегания снежного покрова, мощности, суммы твердых осадков довольно высока – величины коэффициентов уравнений линейных трендов не значимы. Такое постоянство служит косвенным указанием на отсутствие экстремально резких изменений почвенных условий, важных для перезимовки травянистых растений и беспозвоночных животных в состоянии диапаузы. Напротив, вариабельность даты полного схода снежного покрова, продолжительности залегания, средней температуры

фенологической зимы показали наличие значимых тенденций (коэффициентов линейных трендов) (рис. 1).

Тренд считается отрицательным в случае, если событие наступает раньше, и положительным, если позднее. Корреляционные отношения, рассчитанные для пар переменных «продолжительность залегания – дата полного схода снежного покрова» и «продолжительность залегания – дата установления снежного покрова» показали значимые коэффициенты корреляции ($K=0,512$ и $K=-0,520$ соответственно). Этот факт указывает на тесную зависимость продолжительности залегания снежного покрова от температурного режима осени и весны (Ананина, Ананин, 2017).

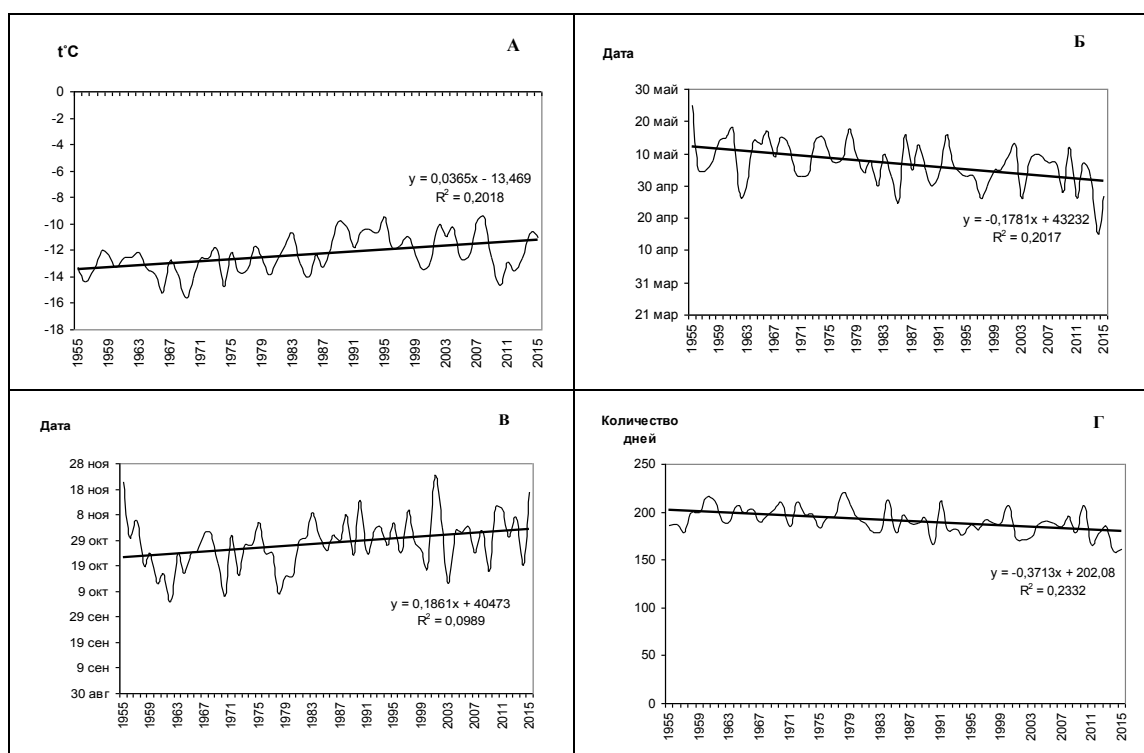


Рисунок 1. Параметры снежного покрова и зимней температуры воздуха в прибрежной зоне Баргузинского заповедника за период 1955-2015 гг. Обозначения: А – динамика средних температур воздуха фенологической зимы (октябрь-апрель); Б – дата полного схода снежного покрова; В – дата установления снежного покрова; Г – продолжительность залегания снежного покрова.

Наибольшее количество твердых осадков (180,7 мм) выпадало в 1955-1964 гг., наименьшее (152,1 мм) в 1935-1945 гг. Так в 2015 г. по сравнению со среднемноголетними значениями недобор осадков составил 43 %. В эти годы существенно понизился уровень Байкала. Снежный покров был выше (82 см) в 1937-1941 гг. (Ладохин, 1948) и ниже (51 см) – в 1965-1974 гг. Зимние температуры воздуха были ниже климатической нормы ($-12,3^{\circ}\text{C}$) в 1965-1974 гг., а с 1985-1994 гг. – значительно выше (табл. 1).

Проведенный анализ метеоусловий позволяет сделать вывод, что на территории заповедника, особенно в последние три десятилетия, наблюда-