

УДК 911.52

ТЕМПЕРАТУРА ГРУНТОВ В ЛАНДШАФТАХ ПРИРОДНОГО ПАРКА «СИБИРСКИЕ УВАЛЫ»

© 2014 С.Е. Коркин, Е.К. Кайль

Нижевартовский государственный университет

Поступила в редакцию 14.05.2014

В статье проанализированы данные мониторинга годовых колебаний температур поверхностного слоя в ландшафтах таежной зоны Западной Сибири на территории природного парка «Сибирские увалы». Проведена фиксация, анализ и мониторинг термических показателей грунтов естественных ландшафтов территории, относящейся к островной криолитозоне, для дальнейшего сравнения с техногенными ландшафтами. Представленные результаты входят в базу данных фоновых температурных показателей верхней части слоя годовых теплооборотов, на основе которой можно строить прогнозы изменений и использовать данные в проектообеспечивающих работах.

Ключевые слова: *температура, грунт, многолетнемерзлотные породы, термохрон, термоскважина, территория островной криолитозоны, природный парк «Сибирские увалы»*

С начала 90-х гг. XX в. для измерения физических величин (температуры, давления, влажности и др.) в различных средах, в том числе в грунтах, стали широко использоваться логгеры (в иностранной научной литературе: data loggers) – малогабаритные цифровые измерительные устройства для длительной автономной регистрации данных [5]. Возможность фиксировать и хранить большие массивы данных делает логгеры привлекательными для использования в качестве термометрических средств. Фактический материал, накопленный благодаря исследованиям А.В. Павлова [18,19], А.А. Васильева [1], П.Т. Орехова [16] показывает, что реакция верхних горизонтов многолетнемерзлотных пород (ММП) на современные изменения климата сильно зависит от ландшафтно-геологических условий.

Методика исследования статьи сформирована благодаря работам А.В. Павлова [17], В.П. Мельникова, А.Н. Хименкова, А.В. Брушкова и др. [14], П.Я. Константинова, А.Н. Федорова, Т. Мичимура и др. [4]. Понятия, использованные в работе, заимствованы из справочных материалов Ю.В. Мудрова [15], В.М. Котлякова, А.И. Комаровой [13]. В работе А.Д. Дучкова, В.Т. Балобаева, В.Н. Девяткина и др. [2] представлена схема изменения современных среднегодовых значений температуры пород на глубине 15-20 м для территории Западной Сибири. На данной схеме рассматриваемая нами территория находится в диапазоне температур более 2°C и соответствует южной криолитозоне. Развитие мерзлоты для северного полушария показано в работе [20]. В представленном исследовании применяется стационарный метод с использованием современной приборной базы, благодаря которой информация

о состоянии пород имеет высокую точность и возможность отслеживания тенденций в различных природно-территориальных комплексах природного парка «Сибирские увалы» Ханты-Мансийского автономного округа-Югры.

Экспериментальная часть. Для изучения температуры грунтов в ландшафтах природного парка «Сибирские увалы» в 2010 г. был организован стационарный пост, включающий три термоскважины, в 2011 г. была добавлена четвертая термоскважина (термоскважина 8) для фиксации изменений мерзлого грунта в пределах болотной гряды. Определение ландшафтов базируется на районирование Ханты-Мансийского автономного округа В.В. Козина, Н.Н. Москвиной [3]. Термоскважина 1 с глубиной 6 м относится к слабо холмисто-рядовой равнине с сосновыми беломошными лесами на подзолах иллювиально-железистых языковатых. Термоскважина 2 с глубиной 3 м располагается в ландшафтах поймы р. Глубокий Сабун с листовничником зеленомошном на аллювиально-дерновых почвах. Термоскважины 3 с глубиной 2 м и 8 с глубиной 1 м находятся в пределах грядово-мочажинного болота на олиготрофных торфяных почвах.

В статье анализируются данные за три сезона наблюдений: а) 2010-2011 гг.; б) 2011-2012 гг.; в) 2012-2013 гг. Местоположения термоскважин и детальный анализ полученных показателей температурного состояния грунтов территории природного парка «Сибирские увалы» в работе не приводятся, так как они уже опубликованы [5-11].

Обобщения и разъяснения полученных данных. Средняя температура воздуха в период с августа 2010 по июль 2011 г. составила -3,9°C, теплым стал июнь 2011 г. (17,38°C), холодным – декабрь 2010 г. (-29,25°C). В целом период 2010-2011 гг. характеризовался прохладным летом и холодной зимой. В зимний период зафиксировано 12 выходов температуры за пределы -40°C. Средняя температура воздуха в период с 06.08.2011 г.

Коркин Сергей Евгеньевич, кандидат географических наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Геоэкологические исследования». E-mail: egf_nv@mail.ru
Кайль Елена Константиновна, аспирантка

по 02.08.2012 г. составила $-1,9^{\circ}\text{C}$, тёплым стал июнь 2012 г. ($19,73^{\circ}\text{C}$), холодным – январь 2012 г. ($-22,8^{\circ}\text{C}$). В целом зимний период характеризовался температурами в пределах нормы и был зафиксирован 1 выход за -40°C (28.01.2012 продолжительностью 4 ч. 15 мин.) [12]. Для периода 2012-2013 гг. среднегодовая температура воздуха составила $-3,38^{\circ}\text{C}$. Тёплым стал июль 2013 г. ($20,84^{\circ}\text{C}$), холодным – январь 2012 г. (-24°C). Наименьшая минимальная температура в зимний период зафиксирована 19.01.2013 г. $-38,5^{\circ}\text{C}$.

В 2010-2011 гг. в сосняке беломошнике (термоскважина 1) на глубине 40 см температура в январе достигала -8°C . Переход от положительных к отрицательным температурным показателям на глубине 40 см произошел 12.11.2010 г. (25.11.2010 г. – 60 см, 28.11.2010 г. – 1 м, 04.12.2010 г. – 2 м, 02.01.2011 г. – 3 м, 18.02.2011 г. – 4 м, а обратно первого мая 2011 г. (06.05.2011 г. – 60 см, 14.05.2011 г. – 1 м, 21.05.2011 г. – 2 м, 06.06.2011 г. – 3 м, 10.06.2011 г. – 4 м. На глубинах от 40 см до 4 м в холодно-снежный период фиксируются переходы через ноль в сторону понижения, а на глубинах от 5 до 6 м температуры в течение года сохраняют положительный ход. Среднегодовая температура на всех глубинах зафиксирована со знаком плюс и составила $2,3^{\circ}\text{C}$. (40 см – $2,35^{\circ}\text{C}$, 60 см – $2,63^{\circ}\text{C}$, 1 м – $2,47^{\circ}\text{C}$, 2 м – $2,4^{\circ}\text{C}$, 3 м – $2,51^{\circ}\text{C}$, 4 м – $2,17^{\circ}\text{C}$, 5 м – $1,83^{\circ}\text{C}$, 6 м – $2,06^{\circ}\text{C}$).

Для 2011-2012 гг. в сосняке беломошнике (термоскважина 1) на глубине 40 см температура января достигала -2°C . Переход от положительных к отрицательным температурным показателям на глубине 40 см произошел 11.11.2011 г. (04.12.2011 г. – 60 см, 02.01.2012 г. – 1 м, 26.02.2012 г. – 2 м), а обратно на положительные температуры – 18 мая 2012 г. (24.05.2012 г. – 60 см, 29.05.2012 г. – 1 м, 31.05.2012 г. – 2 м). На глубинах от 40 см до 2 м в холодно-снежный период фиксируются переходы через ноль в сторону понижения, а на глубинах от 3 до 6 м температуры в течение года сохраняют положительный ход. Среднегодовая температура на всех глубинах зафиксирована со знаком плюс и составила $2,85^{\circ}\text{C}$ (40 см – $3,48^{\circ}\text{C}$, 60 см – $3,27^{\circ}\text{C}$, 1 м – $3,18^{\circ}\text{C}$, 2 м – 3°C , 3 м – $2,66^{\circ}\text{C}$, 4 м – $2,5^{\circ}\text{C}$, 5 м – $2,27^{\circ}\text{C}$, 6 м – $2,44^{\circ}\text{C}$).

В период 2012-2013 гг. среднегодовая температура для термоскважины 1 составила $2,21^{\circ}\text{C}$. На глубине 20 см температура января достигала $-5,5^{\circ}\text{C}$. Переход от положительных к отрицательным температурным показателям на глубине 20 см произошел 17.10.2012 г. (11.11.2012 г. – 40 см, 12.12.2012 г. – 1 м, 30.04.2013 г. – 3 м), а обратно переход на положительные температуры – 02.06.2013 г. (05.06.2013 г. – 40 см, 10.06.2013 г. – 1 м, 15.06.2013 г. – 3 м). Среднегодовая температура на глубине 20 см составила $2,23^{\circ}\text{C}$ (40 см – $2,55^{\circ}\text{C}$, 1 м – $2,51^{\circ}\text{C}$, 3 м – $2,63^{\circ}\text{C}$, 4 м – $2,62^{\circ}\text{C}$, 5 м – $2,44^{\circ}\text{C}$, 6 м – $2,63^{\circ}\text{C}$). Для ландшафтов поймы (в листовничнике зеленомошно-ягодниковом – термоскважина 2) среднегодовой ход по 4 термохронам дал отрицательный показатель $-0,34^{\circ}\text{C}$ (20 см – $-0,34^{\circ}\text{C}$, 40 см – $-0,5^{\circ}\text{C}$, 60 см – $-0,45^{\circ}\text{C}$, 1 м – $-0,07^{\circ}\text{C}$)

В период 2011-2012 гг. для термоскважины 2 среднегодовой ход по 4 термохронам дал положительный показатель $0,6^{\circ}\text{C}$ (20 см – $0,69^{\circ}\text{C}$, 40 см – $1,16^{\circ}\text{C}$, 60 см – $0,44^{\circ}\text{C}$, 1 м – $0,47^{\circ}\text{C}$, 2 м – $0,24^{\circ}\text{C}$). Для периода 2012-2013 гг. среднегодовой ход термоскважины 2 по 4 термохронам дал положительный показатель $0,25^{\circ}\text{C}$ (20 см – $-0,07^{\circ}\text{C}$, 40 см – $0,54^{\circ}\text{C}$, 60 см – $0,07^{\circ}\text{C}$, 1 м – $0,46^{\circ}\text{C}$). На верховом грядово-мочажинном болоте (термоскважина 3), а именно в пределах мочажины среднегодовой ход по 4 термохронам в период 2010-2011 гг. дал высокий положительный показатель $3,55^{\circ}\text{C}$ (20 см – $3,91^{\circ}\text{C}$, 40 см – $3,59^{\circ}\text{C}$, 60 см – $3,55^{\circ}\text{C}$, 1 м – $3,14^{\circ}\text{C}$). Отрицательные показатели были зафиксированы на глубине 20 см в период с 17.12.2010 по 25.04.2011 гг.

В период 2011-2012 гг. среднегодовой ход по 4 термохронам дал высокий положительный показатель $4,15^{\circ}\text{C}$ (20 см – $4,51^{\circ}\text{C}$, 40 см – $4,19^{\circ}\text{C}$, 60 см – $4,15^{\circ}\text{C}$, 1 м – $3,74^{\circ}\text{C}$). Отрицательные показатели были зафиксированы на глубине 20 см в период с 15.01.2011 г. по 22.02.2012 г. В 2012-2013 гг. на термоскважине 3 среднегодовой ход по 4 термохронам дал высокий положительный показатель $3,56^{\circ}\text{C}$ (20 см – $3,43^{\circ}\text{C}$, 40 см – $3,91^{\circ}\text{C}$, 60 см – $3,21^{\circ}\text{C}$, 1 м – $3,64^{\circ}\text{C}$, 2 м – $3,63^{\circ}\text{C}$). Отрицательные показатели были зафиксированы на глубине 20 см в период с 16.01.2012 г. по 25.04.2013 г., что свидетельствует о промерзании данного участка до 30 см.

На контрольном участке – болотная гряда с мерзлым основанием (термоскважина 8) среднегодовой ход по 4 термохронам в период 2010-2011 гг. дал положительный показатель $1,30^{\circ}\text{C}$ (20 см – $2,45^{\circ}\text{C}$, 40 см – $1,06^{\circ}\text{C}$, 60 см – $0,65^{\circ}\text{C}$, 1 м – $1,07^{\circ}\text{C}$). Переход от положительных к отрицательным температурным показателям на глубине 20 см произошел 01.11.2011 г. (06.12.2012 г. – 40 см, 22.03.2012 г. – 60 см), а обратно 01.05.2012 г. (08.06.2012 г. – 40 см, 01.05.2012 г. – 60 м). На глубинах от 20 см до 60 см в холодно-снежный период фиксируются переходы через ноль в сторону понижения, а на глубине 1 м температура в течение года сохраняет положительный ход.

Температура мерзлых пород в летний период 2011 г. по показателям термоскважины 8 составила $-0,625^{\circ}\text{C}$. За период 2012-2013 гг. на участке термоскважина 8 среднегодовой ход по 4 термохронам дал положительный показатель $1,55^{\circ}\text{C}$ (20 см – $1,78^{\circ}\text{C}$, 40 см – $1,5^{\circ}\text{C}$, 60 см – $1,36^{\circ}\text{C}$). Переход от положительных к отрицательным температурным показателям на глубине 20 см произошел 07.11.2012 г., на глубине 40 см – 05.12.2012 г., а обратно 20 см – 10.04.2013 г., 40 см – 09.06.2013 г. На глубине 60 см в холодно-снежный период переходов температур не зафиксировано. Результаты температурного мониторинга по трем термоскважинам, проведенного на территории природного парка «Сибирские Увалы», представлены в табл. 1. На рис. 1 приведены данные среднегодовых показателей температуры грунтов по четырем термоскважинам природного парка «Сибирские увалы».

Таблица 1. Среднегодовые показатели температур по четырем термоскважинам

№ термо-скважины	1			2			3			4	
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	б	в
20 см	н.д.	н.д.	2,23	-0,34	0,69	-0,07	3,91	4,51	3,43	2,45	1,78
40 см	2,35	3,48	2,55	-0,50	1,16	0,54	3,59	4,19	3,91	1,06	1,5
60 см	2,63	3,27	н.д.	-0,45	0,44	0,07	3,55	4,15	3,21	0,65	1,36
1 м	2,47	3,18	2,51	-0,07	0,47	0,46	3,14	3,74	3,64	1,07	н.д.
2 м	2,40	3,00	н.д.	н.д.	0,24	н.д.	н.д.	н.д.	3,63		
3 м	2,51	2,66	2,63								
4 м	2,17	2,5	2,62								
5 м	1,83	2,27	2,44								
6 м	2,06	2,44	2,63								
Сред.	2,30	2,85	2,52	-0,34	0,6	0,25	3,55	4,15	3,56	1,30	1,55

Примечание: а – 2010-2011 гг. б – 2011-2012 гг. в – 2012-2013 гг.



Рис. 1. График среднегодовых показателей температуры грунтов в ландшафтах природного парка «Сибирские увалы»

Выводы и рекомендации: были получены фоновые показатели температуры пород по различным природным комплексам территории природного парка «Сибирские увалы». Полученные данные четырех рассмотренных термоскважин свидетельствуют о том, что среднегодовой ход имеет положительный показатель. Наиболее высокие средние температуры характерны для сосняка беломошника (термоскважина 1) и на верховом грядово-мочажинном болоте (термоскважина 3), диапазон данных от 2,39°C до 4,44°C. Для ландшафтов поймы (термоскважина 2) и гряды грядово-мочажинного болота (термоскважина 8) средние температурные показатели от 0,37°C до 2,45°C. Эти результаты свидетельствуют о высоких температурах периода наблюдения 2011-2012 гг. В результате этого в пределах наблюдаемых торфяников произошло вытаивание многолетней ледяной линзы. Данные по термоскважинам послужат в дальнейшем базой для составления прогнозов изменения.

Работа выполнена в рамках исполнения базовой части государственного задания № 2014/801 Минобрнауки России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Васильев, А.А. Динамика морских берегов в криолитозоне Западного сектора Российской Арктики

(на примере Карского моря): Автореф. дисс.... д-ра геол.-мин. наук. – Тюмень, 2004. 49 с.

2. Дучков, А.Д. Геотермическая модель криолитозоны Западной Сибири / А.Д. Дучков, В.Т. Балобаев, В.Н. Десяткин и др. // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 8. С. 72-81.

3. Козин, В.В. Дробное ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа / В.В. Козин, Н.Н. Москвина // Проблемы географии и экологии Западной Сибири: Сборник. Выпуск 3. – Тюмень: Издательство ТюмГУ, 1998. С. 3-39.

4. Константинов, П.Я. Использование автоматических регистрирующих устройств (логгеров) для температурного мониторинга многолетнемерзлых грунтов / П.Я. Константинов, А.Н. Федоров, Т. Мичмура и др. // Криосфера Земли. 2011. Том. XV. № 1. С. 23-32.

5. Коркин, С.Е. Анализ проявлений изменения климата на процессах деградации многолетней мерзлоты // М-лы IV конф. геокриологов России. МГУ имени М.В. Ломоносова, 7-9 июня 2011 г. Т. 2. Ч. 5. Региональная и историческая геокриология. Ч. 6. Динамическая геокриология. – М.: Университетская книга, 2011. С. 251-254.

6. Коркин, С.Е. Особенности геокриологических процессов в центральной части Западной Сибири // Мат-лы межд. конф. «Криогенные ресурсы полярных и горных регионов. Состояние и перспективы инженерного мерзлотоведения» (г. Тюмень, 21-24 апреля 2008 г.). – Тюмень: Институт криосферы Земли СО РАН, 2008. С. 243-245.

7. Коркин, С.Е. Мониторинг сезонного промерзания и оттаивания на территории ПП «Сибирские Увалы» // Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий: Мат-лы II научно-практ. конф. с межд. участ. (г. Нижневартовск, 30 марта 2011 г.) / Отв. ред. В.Б. Иванов. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2011. С. 72-75.

8. Коркин, С.Е. Мониторинг температуры пород в криолитозоне на территории природного парка «Сибирские Увалы» // Современные проблемы биологических исследований в Западной Сибири и на сопредельных территориях: Мат-лы Всеросс. науч. конф., посвященной 15-летию биол. фак. Сургутского государственного университета, 2-4 июня 2011 г., город Сургут / Отв. ред. В.П. Стариков. – Сургут, Издательство ООО «Таймер», 2011. С. 14-17.

9. Коркин, С.Е. Мониторинговые исследования температуры пород для получения фоновых показателей территории природного парка «Сибирские Увалы» // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 7. С. 69-75.
10. Коркин, С.Е. Результаты измерительного процесса температуры грунтов / С.Е. Коркин, Е.К. Кайль // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: Мат-лы II Всерос. науч.-прак. конф.(г. Нижневартовск, 8 февраля 2013 года) / Отв. ред. А.В. Коричко. –Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. Ч. V. С. 13-16.
11. Коркин, С.Е. Постановка режимных наблюдений за температурой пород природного парка «Сибирские увалы» / С.Е. Коркин, Е.К. Кайль // Сб. по результатам XV заоч. науч. конф. Research Journal of International Studies / Международный научно-исследовательский журнал ISSN 2303-9868. Гл. ред. А.В. Миллер. – Екатеринбург, 2013. №5 (12) Часть 3. С. 17-19.
12. Коркин, С.Е. Фоновые показатели температуры грунтов южной криолитозоны на примере территории природного парка «Сибирские увалы» / С.Е. Коркин, Е.К. Кайль // Ресурсы и риски регионов с мерзлотой: Мат-ы сессии Всемирного снежного форума (Новосибирск, 17 января 2014 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2014. С. 39-42.
13. Котляков, В.М. Толковый двуязычный словарь по географии / В.М. Котляков, А.И. Комарова. – М.: АНО «Диалог культур», 2012. 768 с.
14. Мельников, В.П. Криогенные геосистемы: проблемы исследования и моделирования / В.П. Мельников, А.Н. Хименков, А.В. Брушков и др. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. 390 с.
15. Мудров, Ю.В. Мерзлотные явления в криолитозоне равнин и гор. Основные понятия и определения. Иллюстративный энциклопедический справочник. – М.: Научный мир, 2007. 316 с.
16. Орехов, П.Т. Ландшафтная дифференциация температурного режима грунтов северной тайги Западной Сибири // М-лы Междун. конф. «Криогенные ресурсы полярных и горных регионов. Состояние и перспективы инженерного мерзловедения» (г. Тюмень, 21-24 апреля 2008 г.). – Тюмень: Институт криосферы Земли СО РАН, 2008. С. 252-255.
17. Павлов, А.В. Мониторинг криолитозоны. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. 229 с.
18. Павлов, А.В. Прогноз эволюции криолитозоны на севере Западной Сибири (по данным мониторинга) // Итоги фундаментальных исследований криолитозоны Земли в Арктике и Субарктике: М-лы Межд. конф. –Новосибирск: Наука, 1997. С. 94-102.
19. Павлов, А.В. Реакция криолитозоны на современные ожидаемые в XXI веке климатические изменения // Разведка и охрана недр. 2001. № 5. С. 8-14.
20. Vandenberghe, J. The Last Permafrost Maximum (LPM) map of the Northern Hemisphere: permafrost extent and mean annual air temperatures, 25–17 ka BP / J. Vandenberghe, H.M. French, A. Gorbunov et al. – Boreas, 2014, 10.1111/bor.12070.

TEMPERATURE OF SOILS IN LANDSCAPES OF NATURAL PARK “SIBIRSKIE UVALY”

© 2014 S.E. Korkin, E.K. Kayl

Nizhnevartovsk State University

In article data of monitoring of annual fluctuations of surface layer temperatures in landscapes of taiga zone of West Siberia in the territory of natural park "Sibirskie uvaly" are analyzed. Fixing, analysis and monitoring of soils thermal indexes of natural landscapes at the territory, belong to the island cryolitozone, for further comparison with technogenic landscapes is carried out. The presented results are included in database of background temperature indexes of annual heatturns upper layer on the basis of which it is possible to build forecasts of changes and to use data in the project providing works.

Key words: *temperature, soil, permafrost rocks, thermochron, thermchink, territory of island cryolitozone, natural park "Sibirskie uvaly"*