НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Проблемы изучения растительного покрова Сибири

Труды VII Международной научной конференции,
посвященной 135-летию Гербария им. П.Н. Крылова
Томского государственного университета
и 170-летию со дня рождения П.Н. Крылова

(Томск, 28–30 сентября 2020 г.)

Томск
Издательство ТГУ
2020

Пространственно-временная дифференциация температуры почв и ее влияние на растительность в экспозиционной лесостепи Забайкалья

О.А. Аненхонов¹, Д.В. Санданов¹, А.А. Зверев², А.Ю. Королук³,
Б.Б. Найданов¹, Д.Г. Чимитов¹

¹ Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия; anen@yandex.ru

² Томский государственный университет, Томск, Россия; ibiss@rambler.ru

³ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия; akorolyuk@rambler.ru

Аннотация. В результате многолетнего мониторинга температуры почв установлена ее дифференциация в связи с экотопологическими и эколого-географическими особенностями растительных сообществ лесостепи Забайкалья. Установлено, что динамика температуры в течение года на разных участках, распределенных в пределах территории протяженностью более 550 км, характеризуется высокой синхронностью, отражая макроклиматическое единство исследуемого региона. Показана существенно более высокая теплообеспеченность южных склонов по сравнению с северными, выявлены особенности дифференциации температуры почв в связи с размерами лесных участков в лесостепи, а также на субширотном профиле в связи с различиями эколого-географических ситуаций. Подчеркиваются различия в типологическом составе растительности между северными и южными склонами, а также между географически рассредоточенными в пределах региона ключевыми участками. Эти различия связаны с пространственной дифференциацией температуры почв. При этом установлено, что растительность южных склонов относительно более гомогенна, относясь к одному классу *Cleistogenetea squarrosae*, тогда как на северных склонах развиты сообщества трёх классов: степного *Cleistogenetea squarrosae* и лесных – *Rhytidio-Laricetea* и *Vaccinio-Piceetea*.

Ключевые слова: температура почв, экспозиция склонов, лесостепь, *Cleistogenetea squarrosae*, *Rhytidio-Laricetea*, *Vaccinio-Piceetea*, Забайкалье.

The spatial-and-temporal differentiation of the soil temperature and its influence on vegetation in the exposure-related forest-steppe of Transbaikalia

O.A. Anenkhonov¹, D.V. Sandanov¹, A.A. Zverev², A.Yu. Korolyuk³,
B.B. Naidanov¹, D.G. Chimitov¹

¹ Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia; anen@yandex.ru

² Tomsk State University, Tomsk, Russia; ibiss@rambler.ru

³ Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia; akorolyuk@rambler.ru

Abstract. The long-term soil temperature monitoring in the area of more than 550 km in length within the region of Transbaikalia has been carried out. Sites for the monitoring were represented by the forest-steppe vegetation of different ecotopological and eco-geographical patterns. It was revealed that the dynamics of temperature regimens are highly synchronized reflecting the macroclimatic unity of the region. The sufficiently higher heat supply on the southerly exposed slopes comparing to northerly exposed ones was demonstrated. The distinctness between soil temperature regimens in different sites was revealed and attributed to the size of forested patches within the forest-steppe landscape, as well as discrepancies between eco-geographical features of sites along the sublatitudinal gradient. Differences between the vegetation types that occurred on the northern and southern slopes as well as between key sites scattered throughout the region were underlined. These differences are suggested to be connected with the spatial differentiation of the soil temperature. It was established that vegetation on the southern slopes is relatively more homogeneous being related to the single class *Cleistogenetea squarrosae*, while on the northern slopes plant communities related to three classes were developed, namely steppe class *Cleistogenetea squarrosae*, and two forest classes – *Rhytidio-Laricetea* and *Vaccinio-Piceetea*.

Key words: soil temperature, slope exposure, forest-steppe, *Cleistogenetea squarrosae*, *Rhytidio-Laricetea*, *Vaccinio-Piceetea*, Transbaikalia.

В гористых регионах умеренных широт ориентация и крутизна склона выступает в качестве «перераспределителя» инсоляции, за счет чего во время вегетационного периода, например в лесостепи Внутренней Азии, северные склоны получают гораздо меньше тепла – около 410–450 ватт/м² в сравнении с южными – 600–700 ватт/м² (Береснева, 1983). В результате, на южных инсолируемых склонах происходит испарение большего количества воды, чем на северных теневых, и это различие усиливается с повышением крутизны склонов, которая, наряду с экспозицией, контролирует испарение (Liu et al., 2012). Такая дифференциация гидротермических условий обуславливает глубокую гетерогенность растительного покрова, приводя к формированию экспозиционной лесостепи. Очевидно, что исходным фактором возникновения этой гетерогенности является температура. Развитие возможностей компьютерного моделирования различных факторов (см., например, Hais et al., 2016)

позволяет рассматривать многие аспекты существования и функционирования лесостепи. Однако результаты моделирования не могут заменить натурные данные, которые следует считать «верификатором» результатов моделирования. Ранее существовали серьезные трудности в сборе многолетних натурных данных о температурных режимах. Теперь они могут преодолеваться благодаря возможности применения непрерывно действующих автоматических датчиков. Нами были использованы такие датчики (*HOBO Pro v2*, и *Thermochron DS-1922L*), установленные на 7 модельных участках в почве на глубине 10 см в 2008, 2013 и 2015 гг.

При обобщении полученных данных выявляется генеральный тренд температуры почв. На большинстве участков среднегодовые показатели температуры были около нуля, либо немного выше. Лишь на самом северном (и холодном) участке Исинга в начальные годы наблюдений выявлены отрицательные среднегодовые температуры. В пределах наблюдаемого периода температура повышается на всех участках наблюдений, и на участке Исинга линия аппроксимации пересекает 0°C, переходя в область положительных значений. По данным датчиков это происходит не только в относительно более теплом степном сообществе, но и в более холодном лесном. Принимая во внимание общее потепление климата, и с учетом того, что участок Исинга находится в зоне прерывистой многолетней мерзлоты, такой переход к положительным температурам может иметь значение критического порога для мерзлотных экосистем (Аненхонов и др., 2020).

Как и следовало ожидать, температурные режимы почв на разных участках не идентичны. Даже в пределах одного ключевого участка (Хошун-Узур) наблюдались различия величин температуры в связи с размером залесенного участка в лесостепи. Залесенный участок малого размера был наиболее теплообеспечен, тогда как участок большого размера – наиболее холодный (рис. 1).

Рис. 1. Температурный режим почв лесостепи ключевого участка Хошун-Узур в лесостепи Забайкалья (данные за теплый период 2015 г.)

В целом, динамика температур на протяжении года характеризуется относительной синхронностью колебаний температуры по данным всех датчиков как в пределах каждого из ключевых участков, так и разных участков. Этот факт свидетельствует о макроклиматическом единстве всех изучаемых участков. Кроме того, на разных участках наблюдаются более существенные различия между показателями температуры на северных склонах, по сравнению с южными. Северные склоны трёх участков (Армак, Хошун-Узур, Можайка) характеризуются высоким сходством величин температуры. По сравнению с ними, значительно менее теплообеспеченным является северный склон самого северного полигона «Исинга». В противоположность ему, северный степной склон полигона «Цайдам» – значительно более теплообеспеченный, чем все остальные (рис. 2). На участке «Исинга» развита даурсколиственнично-луговостепная лесостепь, а участок Цайдам, где наблюдаются наибольшие значения температуры почв и высокая засушливость, условия для формирования лесных сообществ на северных склонах отсутствуют и все склоны покрыты только степями. Более теплообеспеченным является также и северный склон на

участке Дырестуй, но в явно меньшей степени, чем в Цайдаме. Следует отметить и то, что размах различий нарастает к летним месяцам (июнь, июль, август), а в холодное время года (по крайней мере, в межсезонье) линии хода температур на всех участках сближаются. Динамика температурных условий теплого периода на южных степных склонах в общих чертах повторяет таковую на северных склонах, но имеются и свои особенности. В первую очередь, различия в средних температурах между разными участками имеют меньший размах, чем на северных склонах. По величинам температур южные склоны полигонов Армак, Дырестуй, Цайдам, Хошун-Узур различаются слабо, и лишь самые северные полигоны (Можайка и, особенно, Исинга) занимают несколько обособленное положение, характеризуясь сравнительно пониженным температурным фоном (Аненхонов и др., 2020).

Рис. 2. Распределение температурных показателей почв в лесостепи Забайкалья на северных склонах ключевых участков (данные за теплый период 2017 г.)

Дифференциация температурных условий местообитаний, отражаемых температурой почв, находит выражение и в различиях типологического состава растительности на северных и южных склонах, а также между географически рассредоточенными в пределах региона ключевыми участками. Установлено, что растительность южных склонов относительно более гомогенна и на всех участках относится к одному классу степной растительности – *Cleistogenetea squarrosae*. В отличие от них на северных склонах разных участков отмечены сообщества трёх классов. Так, на участке Цайдам на северном склоне развиты степи класса *Cleistogenetea squarrosae*. На остальных участках северные склоны хотя бы частично покрыты лесной растительностью. В подавляющем большинстве лесостепных районов лесные сообщества относятся к классу гемибореальных лесов *Rhytidio-Laricetea*. Лишь на самом северном и наиболее холодном участке Исинга леса образованы сообществами бореально-таежного класса *Vaccinio-Piceetea*.

Исследования проведены при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-44-030025 и в рамках государственного задания по темам № гос. регистрации AAAA-A17-117011810036-3 (ИОЭБ СО РАН) и № гос. регистрации AAAA-A17-117012610052-2 (ЦСБС СО РАН).

ЛИТЕРАТУРА

- Аненхонов О.А., Санданов Д.В., Liu H., Королюк А.Ю., Хи С., Guo W., Зверев А.А., Найданов Б.Б., Чимитов Д.Г. Значение термических условий почв в дифференциации растительности экспозиционной лесостепи Забайкалья // Сибирский экологический журнал. 2020. № 5. (в печати).
- Береснева И.А. Климат // Горная лесостепь Восточного Хангая. М.: Наука, 1983. С. 32–39.
- Hais M., Chytry M., Horsak M. Exposure-related forest-steppe: A diverse landscape type determined by topography and climate // Journal of Arid Environments. 2016. Vol. 135. P. 75–84.
- Liu H., He S., Anenkhonov O.A., Hu G., Sandanov D.V., Badmaeva N.K. Topography-controlled soil water content and the coexistence of forest and steppe in Northern China // Physical Geography. 2012. Vol. 33, No 6. P. 561–573.