

О тундростепи в горах Южной Сибири¹

Понятие «тундростепь», широко используемое в палеоботанике и палеозоологии, в современной геоботанической литературе встречается нечасто. Остановимся более подробно на характеристике этого явления. Наиболее широкое распространение тундростепи связывают с позднеледниковым периодом (13–11 тыс. лет назад) [1]. В то время перигляциальные ландшафты занимали значительную часть равнинной территории Сибири и преобладали в горах юга Сибири. Последующий голоценовый оптимум повлек за собой широкое распространение лесной растительности, что обусловило территориальное разделение тундр и степей лесной зоной на равнинах и лесным поясом в горах. Однако элементы перигляциальной растительности сохранились в современном растительном покрове Сибири. В научной литературе констатируется наличие *перигляциальных реликтовых видов*. Аркто-альпийские и степные виды отмечены в лесной зоне Средней Сибири [6]; аркто-альпийские виды постоянны в ряде степных сообществ Хакасии (Средняя Сибирь) [5; 7]. Б. А. Юрцев [9; 10] описал *тундростепные сообщества* на северо-востоке Сибири. О тундростепях на юге Тувы писал И.М. Красноборов [2]. На сегодняшний день наиболее подробная характеристика тундрово-степных сообществ Юго-Восточного Алтая принадлежит Г. Н. Огуревой [4], которая характеризовала их как «ксерофилизированный вариант луговых осоково-злаковых и кобрезиевых тундр». Вопрос о существовании *современных тундростепных ландшафтов* ранее не рассматривался.

Как следует из реконструкций растительного покрова Сибири, позднеледниковье было временем доминирования криоаридных степей и тундростепей, существовавших в условиях сурового холодного и сухого климата [1]. С тех времен климатические условия кардинально изменились на всей территории Сибири, однако в силу современных климатических особенностей высокогорное плоскогорье Укок, расположенное в юго-западной части Юго-Восточного Алтая, представляет собой уникальное место, где тундростепные ландшафты имели возможность сохраниться. На западе плоскогорья Укок ограничивает Катунский хребет, на юге – хр. Южный Алтай, на севере – Южно-Чуйский хр., на востоке – хр. Сайлюгем. Современный рельеф плоскогорья обязан своим образованием ледникам: он представляет собой сочетание выровненных пространств и глубоко врезуемых троговых долин. Высотные отметки водоразделов составляют 2 200–2 700 м, отдельные горные гряды возвышаются до высот 3 200 м над ур.м. На плато широко распространены моренные отложения, речные долины приурочены к древним ледниковым трогам.

Плоскогорье характеризуется умеренным резко континентальным климатом с холодным летом и суровой зимой [8]. Средняя температура января немногим ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; средняя температура июля колеблется около $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$: на высоте 2 300–2 600 м над ур.м. она равна $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2 600–2 800 м над ур.м. – $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Годовая амплитуда средних температур на плоскогорье Укок составляет 32° , в то время как в Кош-Агаче (1 760 м над ур.м., Чуйская котловина, Юго-Восточный

* Н. И. Макунина, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (Новосибирск).

E-mail: natali.makunina@mail.ru

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН № 0312-2016-0004 по проекту «Ценотическое разнообразие растительного покрова Западной Сибири и ее горного обрамления: экологические и географические закономерности формирования», а также при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-04-00822-А).

Алтай) превышает 40° (www.worldclim.org). Среднегодовая температура равна – 8,3 °С (2 250 м над ур.м., метеостанция Бертек, плоскогорье Укок), что на 3° ниже, чем в общепризнанном алтайском «полюсе холода» Кош-Агаче. Сумма температур выше 0° на высоте 2 300–2 600 м над ур.м. изменяется от 850 до 950 °С, выше 2 600 м над ур.м. – не превышает 800 °С. При этом крутые северные склоны (> 25°) зимой почти все время находятся в тени, а крутые склоны юго-западной и юго-восточной экспозиции получают в два раза больше солнечной радиации, чем горизонтальные поверхности. Летом солнечная радиация распределяется более равномерно. Годовое количество осадков на плоскогорье варьирует от 200 до 300 мм, половина из них выпадает летом. Сплошное распространение на водоразделах неглубоко залегающих многолетнемерзлых пород в условиях прохладной летней погоды даже при небольшом количестве осадков приводит к переувлажнению. Большие скорости ветра в холодное время года определяют метелевое распределение твердых осадков: с верхних участков наветренных юго-западных склонов снег перевевается в сторону подветренных северо-восточных [8].

Как основные элементы растительного покрова тундростепных ландшафтов палеоботаники рассматривают тундростепи и криофитные степи [1]. Определение тундростепных сообществ дал Б. А. Юрцев [9]: «тундростепными я называю сообщества с господством степных и аркто-альпийских видов». Криофитные степи Юго-Восточного Алтая подробно охарактеризовал Б. Б. Намзалов [3]. Согласно его представлению, криофитные степи составляют две группы сообществ. Первая – криоксерофитные степи – более ксерофитна и имеет тесные связи с настоящими степями: наряду с выраженной группой криоксерофильных, много ксерофильных видов. Во второй группе – типичных криофитных степях – ведущие позиции занимают криоксерофильные виды, однако еще велика доля горностепных ксерофильных видов. В представляемой статье мы придерживаемся объема понятия «тундростепь», предложенного Б. А. Юрцевым [9], и рассматриваем тундростепь, с одной стороны, как сообщество, с другой – как ландшафт.

Как можно судить из представленного выше обзора, в нижней части высокогорного пояса плоскогорья Укок тундростепные ландшафты, возможно, формируют отдельный подпояс. Чтобы протестировать это предположение, мы исследовали растительность двух ключевых участков в северо-восточной части плоскогорья Укок, высотные отметки которых составляли от 2 200–2 300 до 2 700–2 800 м над ур.м. Они расположены в междуречье верховий рек Жумалы и Джазатор. Первый ключевой участок представляет собой выровненную территорию с холмисто-увалистым рельефом (2 200–2 300 м над ур.м.), на которой расположены небольшие озера, соединенные короткими речками. Озера разделяют невысокие моренные гряды, увеличивающие высоты ближе к горным сооружениям. Второй ключевой участок расположен в междуречье верховий р. Жумалы и ее безымянного притока. Реки текут в троговых долинах, расположенных на высоте 2 300–2 400 м над ур.м. Долина р. Жумалы на этом отрезке имеет четковидную форму: ее расширенные участки заболочены или заняты небольшими озерами, крутые борта суженных участков образованы ригелями. Ширина троговых долин варьирует от 300 м до 1 км, их днища покрывают моренные отложения, образующие отдельные группы невысоких пологосклонных холмов. Крутые склоны трогов представляют собой выходы коренных пород, в разной степени перекрытые щебнем.

Работа основана на 85 полных геоботанических описаниях, выполненных Н. И. Макуниной в 2016 году. В обработку включены растительные сообщества ороплакоров (пологих склонов разной экспозиции) и крутых световых склонов. В результате анализа флористического состава сообществ мы выделили 6 единиц, в общих чертах соответствующих следующим формациям эколого-фитоценологической классификации:

- 1) кобрезиевая;
- 2) крыловотипчаково-алтайскоовсецовая;
- 3) крыловотипчаково-оттянутомятликовая;
- 4) петрофитная скальноосоково-чуйскотипчаковая;
- 5) петрофитная холоднопопынно-чуйскотипчаковая;
- 6) петрофитная холоднопопынно-дерновиннозлаковая.

Для определения фитоценотической принадлежности сообществ мы использовали спектры высотно-поясных групп, которые, в свою очередь, тесно связаны с экологическими и фитоценотическими группами. Мы рассматривали следующие высотно-поясные группы:

- Высокогорная. Основу составляют гемикриофитные и криофитные мезоксерофиты и мезофиты.
- Монтанная. Группа включает виды, одинаково часто встречающиеся в разных поясах, а также виды, центрированные в лесном поясе. Преимущественно микротермные мезофиты.
- Горно-лесостепная. Виды, центрированные в лесостепном поясе. Преобладают микротермные ксеромезофиты (лугово-степные виды).
- Горно-степная. Виды, центрированные в степном поясе. Преимущественно микротермные ксерофиты (степные виды).
- Высокогорно-степная. Группа объединяет криоксерофиты – виды, встречающиеся исключительно в высокогорных степях.

В кобрезиевых сообществах абсолютно преобладают высокогорные виды; петрофитные холоднопопынно-дерновиннозлаковые сообщества, где степные виды составляют больше трех четвертей, можно назвать степями. Остальные формации имеют более сложный спектр высотно-поясных групп. Петрофитные скальноосоково-чуйскотипчаковая и холоднопопынно-чуйскотипчаковая формации представляют собой криофитные степи. В скальноосоково-чуйскотипчаковых сообществах доля высокогорной и высокогорно-степной групп видов сходна и составляет около трети каждая; согласно терминологии Б. Б. Намзалова [3] они должны быть названы типичными криофитными степями. В петрофитных холоднопопынно-чуйскотипчаковых сообществах на долю высокогорных видов приходится лишь десятая часть, тогда как доля высокогорно-степных видов достигает 20 %, они представляют собой криоксерофитные степи. Основу спектра крыловотипчаково-алтайскоовсецовых и крыловотипчаково-оттянутомятликовых составляют высокогорные и степные виды; такие сообщества, вслед за Б. А. Юрцевым, мы называем тундростепями.

Таким образом, среди растительных сообществ высокогорного пояса плоскогорья Укок действительно присутствуют сообщества, характеристики которых соответствуют определениям тундростепей и криофитных степей.

Анализ высотного распределения растительных сообществ показал, что граница нижнего и верхнего подпоясов на высокогорном плоскогорье Укок расположена на высоте 2 600 м. Нижний, тундростепной подпояс занимает около трети территории плоскогорья. Крыловотипчаково-алтайскоовсецовые тундростепи занимают световые склоны моренных холмов, кобрезиевники – теневые, а крыловотипчаково-оттянутомятликовые тундростепи – выровненные пространства. На щебнистых участках световых склонов обычны холоднопопынно-чуйскотипчаковые криофитные степи. К крутым южным склонам бортов трогов, представляющих в большинстве случаев каменистые осыпи, приурочены холоднопопынно-дерновиннозлаковые степи. В растительном покрове собственно высокогорного подпояса безраздельно господствуют кобрезиевники. Лишь на выпуклых площадках южных румбов, покрытых мелким щебнем, небольшими пятнами встречаются скальноосоково-чуйскотипчаковые криофитные степи.

На основании сказанного выше можно сделать вывод, что на плоскогорье Укок действительно существуют тундростепные ландшафты – аналоги тундростепей позднегляциального периода. Их существование обусловлено современными климатическими условиями плоскогорья. Основу растительного покрова современных тундростепных ландшафтов составляют тундростепи и криоксерофитные степи.

Литература

1. Бляхарчук Т. А. Послеледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным спорово-пыльцевого анализа болотных и озерных отложений) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Томск, 2010. – 43 с.
2. Красноборов И. М. О «тундростепях» на юге Средней Сибири // Растительный покров высокогорий. – Л., 1986. – С. 131–136.
3. Намзалов Б. Б. Степи Тувы и Юго-Восточного Алтая. – Новосибирск : Гео, 2015. – 295 с.
4. Огуреева Г. Н. Ботаническая география Алтая. – М., 1980. – 186 с.
5. Ревердатто В. В. Ледниковые реликты во флоре Хакасских степей // Труды ТГУ. – 1934. – Т. 86. – С. 1–8.
6. Ревердатто В. В. Ледниковые и степные реликты во флоре Средней Сибири в связи с историей флоры // Научные чтения памяти М. Г. Попова. – Новосибирск, 1960. – С. 111–131.
7. Соболевская К. А. К вопросу о реликтовой флоре восточных склонов Кузнецкого Алатау и Хакасских степей // Известия ЗСФ АН СССР. Сер. : Биол. – 1946. – № 1. – С. 33–40.
8. Харламова Н. Ф. Климатические особенности плоскогорья Укок и прилегающих территорий // Известия Алтайского государственного университета. – 2004. – № 3. – С. 71–77.
9. Юрцев Б. А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. – Л., 1974. – 160 с.
10. Юрцев Б. А. Реликтовые степные комплексы Северо-Восточной Азии. – Новосибирск, 1981. – 168 с.

N. I. Makunina,

Central Siberian botanical garden
of SB RAS (Novosibirsk)

ON THE TUNDRA-STEPPE IN THE MOUNTAINS OF SOUTHERN SIBERIA

According to the reconstructions of plant cover of Siberia, the late glacial was time of domination of cryoarid steppes and tundra-steppes, which existed in the cold and dry climate [1]. Since that time climatic conditions have changed dramatically. However due to current climatic features, the high mountain plateau Ukok (the South-Western part of the South-East Altai, 2 200–3 200 m) is the unique place where the fragments of tundra-steppe landscapes could still exist. The plateau is characterized by temperate sharply continental climate with cool summers and mild winters [8]. To find tundra-steppes, we investigated the vegetation of «oroplacors» and steep southern slopes (possible steppe locations) throughout high-mountain belt (2 200–2 800 m above s.l.); 6 formations were revealed:

1. formation with *Kobresia myosuroides* dominance;
2. formation with *Festuca krylovii* and *Helictotrichon altaicum* dominance;
3. formation with *Festuca krylovii* and *Poa attenuata* dominance;
4. petrophytic formation with *Carex rupestris* and *Festuca tschuensis* dominance;
5. petrophytic formation with *Artemisia frigida* and *Festuca tschuensis* dominance;
6. petrophytic formation with *Artemisia frigida* and bunch-grass dominance.

To determine the phytocoenotic identity of these formations, we analyzed their altitudinal belt spectra. Formation 1 represents mountain tundra (alpine species prevail), formation 6 is steppe

(steppe species dominate). The basis of the spectra of formations with *Festuca krylovii* dominance (formations 2, 3) is formed by alpine and steppe species. According to B. A. Yurtsev's opinion [10], they must be named the «tundra-steppes». Two petrophytic formations with *Festuca tschuensis* dominance (formations 4, 5) represent cryophytic steppes. On plateau Ukok the tundra-steppes (formation 2, 3) are found out to be altitudinal zonal communities of the low part of high-mountain belt (2 200–2 600 m above s. l.). The background vegetation of the upper part of high-mountain belt (> 2 600 m above s.l.) is *Kobresia* communities (formation 1).