

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермский государственный университет»

Пермское отделение Русского ботанического общества

Ботанические исследования на Урале

Материалы региональной с международным участием
научной конференции, посвященной памяти П. Л. Горчаковского

Ответственный редактор
С. А. Овеснов

Пермь
2009

УДК 581.9
ББК 28.58. (2р36)
Б86

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

О. Г. Баранова, Е. И. Демьянова, О. З. Еремченко, Е. Г. Ефимик (секретарь),
М. М. Ишмуратова, С. А. Овеснов (гл. редактор), Л. А. Чудинова

Б86 **Ботанические** исследования на Урале: материалы регион. с
междунар. участием науч. конф., посвящ. памяти
П. Л. Горчаковского / отв. ред. С.А. Овеснов; Перм. гос. ун-т. –
Пермь, 2009. – 397 с. : ил.

ISBN 978–5–7944–1347–2

Настоящий сборник научных трудов включает материалы, представленные участниками конференции. Включенные в него статьи знакомят с характером работ ботаников в Уральском регионе.

Сборник адресован научным сотрудникам, преподавателям, аспирантам и студентам профильных специальностей.

УДК 581.9
ББК 28.58. (2р36)

Печатается по решению оргкомитета конференции

ISBN 978–5–7944–1347–2

© Пермский государственный университет, 2009

УДК 574.4+581.524.3

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ФОТОСНИМКОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ВЫСОКОГОРЬЯХ УРАЛА

С. Г. Шиятов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург

В настоящее время изучению пространственно-временной динамики высокогорных лесотундровых, лесолуговых и лесных сообществ уделяется большое внимание в связи с необходимостью качественной и количественной оценки их реакции на изменения климата и антропогенные воздействия (Шиятов, Мазепа, 2007; Kullman, 1990; Körner, 1999; Holtmeier, 2003). Древесная растительность, произрастающая на верхнем пределе своего распространения в экстремальных почвенно-климатических условиях, наиболее чутко реагирует на изменение условий среды и чаще всего используется для индикации этих изменений (Горчаковский, Шиятов, 1985).

Перспективными районами для сравнительного изучения реакции древесной растительности на изменение условий среды являются высокогорные районы Урала, где преобладают открытые ландшафты и простые по составу древостои, представленные небольшим количеством одних и тех же доминирующих видов (*Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Betula tortuosa*, *Pinus sibirica*). Кроме того, для этих районов характерна сильная изменчивость климатических условий различной длительности, а древесная растительность до сих пор не испытывала существенных антропогенных воздействий.

Состав и структура лесотундровых и лесолуговых сообществ на их верхнем пределе распространения в горах Урала изучены достаточно хорошо благодаря работам Б.Н. Городкова, В.Б. Сочавы, В.С. Говорухина, Л.Н. Тюлиной, К.Н. Игошиной, А.А. Корчагина, Б.А. Тихомирова, А.М. Овеснова и других ботаников. Наибольший вклад в изучение высокогорной растительности Урала, в том числе древесной, внес П.Л. Горчаковский, который с 1948 по 1959 гг. и в 1971 г. проводил обстоятельные исследования в горах Приполярного, Северного и Южного Урала (Горчаковский, 1975). При этом он подчеркивал важность решения проблемы взаимоотношения лесных сообществ с контактирующими с ними тундровыми и луговыми сообще-

ствами. По его наблюдениям и данным, основанным на изучении прироста и возрастной структуры древостоев, а также естественного лесовозобновления в подгольцовых мелкоколесьях и в прилегающей к ним полосе горно-тундрового пояса, в горах Урала в настоящее время отсутствуют признаки деградации древесной растительности. Наблюдается постепенное расселение древесных растений выше в горы в связи с улучшением климатических и почвенно-грунтовых условий.

В последние годы учениками П.Л. Горчаковского проводятся обширные исследования динамики древесной растительности, произрастающей в высокогорьях Урала. Основное внимание уделяется качественной и количественной оценке изменений в составе, структуре и распределении лесотундровых, лесных и кустарниковых сообществ, произрастающих в экотоне верхней границы древесной растительности, под влиянием прошлых и современных изменений климата (Капралов и др., 2006; Шиятов, Мазепа, 2007; Мазепа, Дэви, 2007; Кошкина, Моисеев, Горяева, 2008). Для решения поставленных задач используются различные методы и подходы (лесоводственные, геоботанические, картографические, дендрохронологические, дендроклиматические, морфометрические и дистанционные). Кроме того, используется метод анализа изображений на ландшафтных фотоснимках, сделанных с одних и тех же точек в разное время.

В работе обсуждается опыт использования редко используемого в нашей стране метода ландшафтных фотоснимков для оценки изменений в древесной растительности на верхнем пределе ее распространения в горах Урала. Достоинствами этого метода являются:

- 1) наглядность информации, получаемой с поверхности земли,
- 2) получение качественной и количественной информации о составе, структуре и пространственном положении древостоев и сообществ крупных кустарников,
- 3) возможность получать сравнительную информацию для больших

участков земной поверхности (на удалении до 5–7 км).

Разновременные ландшафтные фотоснимки являются одними из лучших средств документирования изменений во времени и пространстве достаточно крупных наземных объектов, в частности древесной и кустарниковой растительности. Наиболее легко определяемыми параметрами на фотоснимках являются видовой состав древостоя, высота деревьев, древостоев и крупного подроста, диаметр стволов, густота и сомкнутость крон древесного яруса, возрастная структура древостоя, форма роста деревьев, жизненное состояние деревьев и древостоев, наличие сухостоя и валежа, высота и проективное покрытие полога крупных кустарников. На разновременных фотоснимках можно также определить величину вертикального и горизонтального смещения границ распространения сомкнутых лесов, редколесий, редин и отдельных деревьев, переход одного типа лесотундрового сообщества в другой и изменение степени облесенности территории.

В нашей стране первые работы по использованию старых ландшафтных фотографий для оценки состояния высокогорной древесной растительности были проведены на Урале в середине 1970-х годов. При этом были использованы снимки, сделанные Л.Н. Тюлиной в конце 1930-х годов на массиве Ирмель (Шиятов, 1983). В позднее опубликованных работах (Moiseev, Shiyatov, 1999, 2003) метод повторных фотографий был использован для оценки динамики древесной растительности на верхнем пределе ее произрастания в горах Полярного и Южного Урала. Исторические и современные ландшафтные фотоснимки неоднократно использовались для иллюстрации современной экспансии древесной растительности в горах Урала (Изменения климата ..., 2001; Shiyatov, 2003; Ваганов, Шиятов, 2005; Шиятов, Мазепа, 2007).

Сотрудниками Института экологии растений и животных УрО РАН и Уральским лесотехническим университетом в настоящее время проводится большая работа по сбору и обработке исторических ландшафтных фотоснимков, которые сохранились у научных сотрудников, фотохудожников, туристов, а также в различного рода архивах. Большую ценность представляют фотоснимки, опубликованные в статьях, книгах и альбомах, а также материалы любительских и профессиональных киносъемок. В настоящее время в нашем распоряжении имеется около 3000 шт. негативных и позитивных фотоснимков, сделанных 20–105 лет тому назад в высокогорьях Полярного, Приполярного, Северного и Южного Урала. Наибольшее количество исторических фотоснимков получено из архивов С.Г. Шиятова (1956–1983 гг.), П.Л. Горчаковского (1948–1971 гг.), Л.Д. Долгушина (1939–1953 гг.), К.Н. Игошиной (1953–1962 гг.), Л.Н. Тюлиной (1927–1930 гг.). Наиболее старые

снимки (1903 г.) получены на хребте Таганай профессиональным фотографом Матенковым.

Наиболее важной и сложной работой при работе с историческими фотоснимками является определение места и времени съемки. Не располагая такими данными, невозможно сделать повторный снимок с той же точки и определить промежуток времени, прошедший между съемками. Наш опыт повторного фотографирования показывает, что даже в хорошо знакомом районе, где господствуют открытые и многоплановые горные ландшафты, требуется затратить много времени для поиска прежних точек съемки. Затруднения в определении точного места съемки часто возникают в результате формирования на переднем плане густого и высокого древостоя, который закрывает задние планы.

К настоящему времени повторная фотосъемка произведена примерно на 1300 точках, в основном на Полярном и Южном Урале. При помощи GIS-приемников для каждой фототочки определяются географические координаты (широта, долгота, высота над ур. м.). Поэтому любой желающий, располагающий такими данными, может легко найти на местности интересующую его точку. Кроме того, в течение последнего десятилетия в высокогорьях Урала сделано свыше 4000 шт. ландшафтных фотоснимков, на которых изображена современная древесная и кустарниковая растительность. Эти фотоснимки через 20–30 лет и более с успехом могут быть использованы для оценки изменений в высокогорной растительности в связи с изменениями условий среды. Для хранения и широкого использования оцифрованных исторических и современных фотоснимков в научных целях лабораторией ГИС-технологий в области наук о лесе и экологии (г. Екатеринбург) начата разработка интернет-ориентированной базы данных на основе интерактивного взаимодействия системы управления базами данных (СУБД) DB2 Universal Workgroup Server Edition 8 (IBM, США) с пользователем.

Ниже приведены примеры использования исторических и современных ландшафтных фотоснимков в различных провинциях Урала для оценки изменений в составе, структуре и пространственном положении лесотундровых и лесолуговых сообществ, произрастающих в экотоне верхней границы древесной растительности (ЭВГДР), под которым понимается переходный пояс растительности в горах между верхней границей распространения сомкнутых лесов и верхней границей распространения отдельных деревьев в тундре. Год съемки указан в правом верхнем углу каждого кадра.

На фото 1 приведены снимки, сделанные Л.Н. Тюлиной в 1929 г. и П.А. Моисеевым в 1999 г., показывающие изменения в древесной растительности, которые произошли в течение 70 лет на юго-западном склоне г. Мал. Ирмель и северном

склоне г. Бол. Ирмель. Обращает на себя внимание значительный сдвиг верхней границы произрастания криволесий и сомкнутых лесов из ели сибирской и березы извилистой на пологом склоне Мал. Ирмеля (до 60–80 м по высоте и 600–900 м вдоль склона). На северном склоне Бол. Ирмеля в конце 1930-х годов имелось много луговых полян, на которых к настоящему времени сформировались сомкнутые елово-березовые леса. Существенно возросла сомкнутость и высота ранее существовавших еловых древостоев.

1929



1999



Фото 1. Вид на вершину г. Мал. Ирмель с северного отрога г. Бол. Ирмель.

На фото 2 приведены снимки, сделанные с одной и той же точки Л.Д. Долгушиным в 1939 г. и П.А. Моисеевым в 2008 г., на которых изображена долина р. Народы в ее верхнем течении. За прошедшие 69 лет древостой лиственничных редколесий, произрастающие на дне долины и у подножия пологих склонов, стали более сомкнутыми и продуктивными. Высота деревьев увеличилась не менее, чем на 2–3 м. Значительно возросла площадь и сомкнутость ивняков (*Salix lanata*, *S. phylicifolia*), занимающих наиболее увлажненные местообитания вблизи русла реки. На крутых каменистых склонах несколько увеличилась площадь, покрытая куртинами ольховника (*Dushekia fruticosus*), которые на снимках отличаются от ивняков более темным цветом.

На фото 3 приведены снимки, сделанные С.Г. Шиятовым в 1977 и 2004 гг. на массиве Рай-Из. На верхнем снимке видны три живые лиственницы высотой 1, 2 и 3 м и многочисленные остатки довольно крупных деревьев, которые формировали верхнюю границу леса во время средневекового потепления климата (VIII–XIII вв.). Наступившее затем похолодание климата (XIV–XIX вв.) привело к отмиранию деревьев и древостоев и снижению верхней границы леса. В течение



1939



2008

Фото 2. Вид на верховья р. Народы (Приполярный Урал).



1977



2004

Фото 3. Вид на южном склоне массива Рай-Из (Полярный Урал)

рассматриваемого интервала времени (27 лет) на этом склоне наблюдалось интенсивное возобновление лиственницы, в результате чего сформировался молодой густой древостой, а верхняя граница леса поднялась выше в горы на 30–40 м. Этот склон хорошо прогревается и защищен от сильных ветров, поэтому молодые лиственницы имеют высокий прирост в высоту и по диаметру.

На фото 4 приведены снимки С.Г. Шиятова, сделанные в 1960 и 2002 гг. Они показывают общий вид моренных отложений, расположенных по левому берегу р. Кердоманшор. На заднем плане видны отроги массива Рай-Из в верховьях р. Кердоманшор. По вершине пологого возвышения (средний план) проходит верхняя граница распро-

странения лиственничных редины и редколесий. В 1960 г. на моренных отложениях произрастали редкие и угнетенные деревья преимущественно многоствольной формы роста, высота которых не превышала 3–4 м. К настоящему времени редины превратились в редколесья, а максимальная высота деревьев составляет 7–8 м. Несмотря на неблагоприятные почвенно-грунтовые и микроклиматические условия (дефицит влаги, бедные почвы, сильные ветры, малая мощность снегового покрова), произошло существенное облесение этого склона. В последние десятилетия этот процесс стал более интенсивным, о чем свидетельствует наличие большого количества подроста лиственницы (см. передний план на фото 2002). В значительной степени это обусловлено защитной ролью более старого поколения лиственницы, способствующего снижению скорости ветра и отложению более мощного снегового покрова.

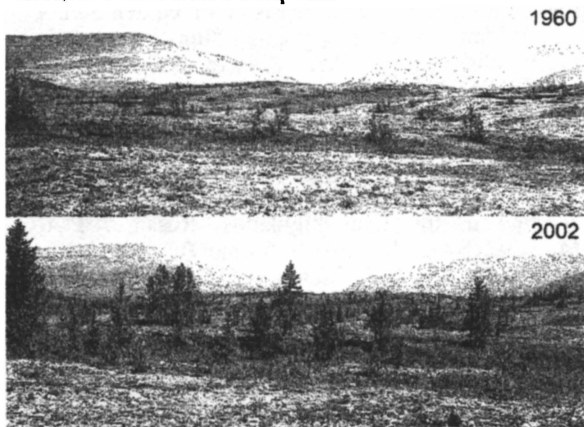


Фото 4. Вид на моренные отложения на левом берегу р. Кердоманшор. На заднем плане массив рай-Из (Полярный Урал).

Снимки, приведенные на фото 5, сделаны С.Г. Шиятовым в 1960 и 2006 гг. на юго-восточном склоне г. Черной, в верхней части полосы ольховника (*Dushekia fruticosus*), где крутой каменистый склон переходит в более пологий. Отдельные кусты ольховника поднимаются до высоты 440–450 м над ур. м. Площадь, занимаемая ольховником, за последние 46 лет увеличилась не менее чем на 20%. При этом прогалы между отдельными кустами и куртинами исчезли или уменьшились в размерах. Высота кустов (до 2–3 м) увеличилась незначительно в связи с воздействием сильных ветров в зимние месяцы.

Использование разновременных ландшафтных фотоснимков, полученных для высокогорий Урала, свидетельствует о том, что в течение последних 30–70 лет происходила интенсивная экспансия древесной и кустарниковой растительности. Она выражалась в увеличении густоты, сомкнутости полога и продуктивности ранее существовавших древостоев, преобладании одноствольной формы хвойных видов деревьев, продвижении верхней границы леса выше в горы, увеличении степени облесенности ЭВГДР.

Однонаправленный характер этих смен в раз-

личных провинциях Урала, на склонах различной экспозиции, а также в местообитаниях, различающихся почвенно-грунтовыми и микроклиматическими условиями, свидетельствует о том, что эти процессы проходили под воздействием общего внешнего фактора. Поскольку в районе исследованной антропогенная нагрузка на лесотундровые и лесолуговые сообщества до сих пор незначительная, а пожары лишь местами достигали верхней границы леса, то такими факторами могут быть только климатические.

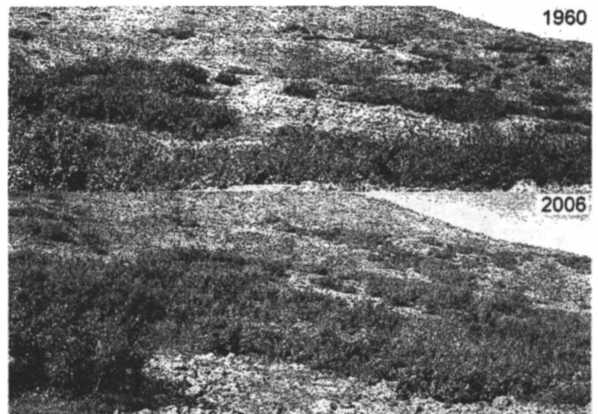


Фото 5. Полоса ольховника на восточном склоне г. Черной (Полярный Урал).

Мы считаем, что современная экспансия древесной и кустарниковой растительности в основном обусловлена существенным улучшением летних и зимних температурных условий. Например, на Полярном Урале (по данным ближайшей метеостанции Салехард) температура летних месяцев (июня–августа) в 1883–1920 гг. составляла 10,7 °С, в 1920–2004 гг. – 11,4 °С, т.е. возросла на 0,7 °С, а зимних месяцев (ноябрь–март) – на 1,1 °С (с –20,8 до –19,7 °С). Количество выпавших осадков в летние месяцы увеличилось на 32 мм (с 147 до 179 мм), а зимних – на 46 мм (с 67 до 113 мм). Существенное значение для интенсивной экспансии древесной и кустарниковой растительности имело более раннее начало вегетационного периода.

Опыт использования метода повторных ландшафтных фотоснимков показал его перспективность для качественной и количественной оценки многих важных параметров, характеризующих состав, структуру и распределение древесной и кустарниковой растительности в высокогорных ландшафтах благодаря высокой степени наглядности, фиксации на снимках большого количества деталей, которые трудно описать словесно, а также охвату значительной территории. Информация, полученная при помощи этого метода, должна быть составной частью системы ботанического и экологического мониторинга. В связи с этим важной задачей является поиск и долговременное хранение старых ландшафтных фотоснимков, повторное фотографирование с тех же точек, анализ полученной информации, а также возможность широкого их

использования специалистами различных дисциплин.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 08-04-00208..

Библиографический список

- Ваганов, Е.А. Дендроклиматические и дендрэкологические исследования в северной Евразии / Е.А. Ваганов, С.Г. Шиятов // Лесоведение. 2005. № 4. С. 18–27.
- Горчаковский, П.Л. Растительный мир высокогорного Урала / П.Л. Горчаковский. М.: Наука, 1975. 283 с.
- Горчаковский, П.Л. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях / П.Л. Горчаковский, С.Г. Шиятов. М.: Наука, 1985. 208 с.
- Изменения климата и их влияние на горные экосистемы Национального парка «Таганай» за последние столетия / С.Г. Шиятов, В.С. Мазепа, П.А. Моисеев, М.Ю. Братухина // Влияние изменения климата на экосистемы. М., 2001. Разд. 2, С. 16–31.
- Капралов, Д.С. Изменения в составе, структуре и высотном положении мелколесий на верхнем пределе их произрастания в горах Северного Урала / Д.С. Капралов, С.Г. Шиятов, П.А. Моисеев, В.В. Фомин // Экология. 2006. № 6. С. 403–409.
- Кошкина, Н.Б. Особенности возобновления ели сибирской в экотоне верхней границы леса Южного Урала (массив Ирмель) / Н.Б. Кошкина, П.А. Моисеев, А.В. Горяева // Экология. 2008. № 2. С. 93–102.
- Мазепа, В.С. Образование многоствольных жизненных форм деревьев лиственницы сибирской в экотоне верхней границы леса на Полярном Урале как индикатор изменения климата / В.С. Мазепа, Н.М. Дэви // Экология. 2007. № 6. С. 471–475.
- Шиятов, С.Г. Опыт использования старых фотоснимков для изучения смены лесной растительности на верхнем пределе ее произрастания // Флористические и геоботанические исследования на Урале. Свердловск, 1983. С. 76–109.
- Шиятов, С.Г. Климатогенная динамика лесотундровой растительности на Полярном Урале / С.Г. Шиятов, В.С. Мазепа // Лесоведение. 2007. № 6. С. 11–22.
- Holtmeier, F.-K. Mountain Timberlines. Ecology, Patchiness, and Dynamics / F.-K. Holtmeier. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publ., 2003. 369 p.
- Körner, Ch. Alpine Plant Life / Ch. Körner. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. 343 p.
- Kullman, L. Dynamics of altitudinal tree-limits in Sweden: a review / L. Kullman // Norsk geogr. Tidskr. 1990. Vol. 44. P. 103–106.
- Moiseev, P.A. Revisitation of the upper treeline sites in the South Urals: A comparison of contemporary and old landscape photographs of upper treeline in the Southern Urals / P.A. Moiseev, S.G. Shiyatov // ALPNET News: Workshop report and contribution presented at the Second Workshop, Innsbruck, Austria, 30–31 Oct. Innsbruck, 1999. № 2. P. 30–31.
- Moiseev, P.A. Vegetation dynamics at the treeline ecotone in the Ural highlands, Russia / P.A. Moiseev, S.G. Shiyatov // Alpine Biodiversity in Europe / L. Nagy, G. Grabherr, D.B.A. Thompson, Eds. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. P. 423–435.
- Shiyatov, S.G. Rates of change in the upper treeline ecotone in Polar Ural Mountains / S.G. Shiyatov // PAGES News. 2003. Vol. 11, № 1. P. 8–10.