

МЕТОДИКА И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Качественную и количественную оценку пространственно-временных изменений в составе, структуре и распределении лесотундровых, лесных и кустарниковых сообществ, произрастающих в ЭВГДР, производили при помощи метода сравнения изображений (дешифрирования) на исторических и современных ландшафтных фотографиях, сделанных с одних и тех же точек. Следует отметить, что вертикальный градиент изменения растительности в горах более сжат по сравнению с горизонтальным градиентом на равнинах, что намного облегчает изучение ее пространственно-временной динамики.

Необходимым условием проведения такой работы является наличие исторических ландшафтных фотоснимков, сделанных 30–150 лет назад, которые сохранились до настоящего времени в личных коллекциях и архивах или опубликованы в статьях, книгах и фотоальбомах. Чем старше снимок, тем большую ценность он представляет. Кроме того, необходимо знать место и время съемки. К сожалению, старые негативы и позитивные отпечатки, полученные научными работниками, туристами, журналистами и любителями природы, не всегда хранятся надлежащим образом. После ухода авторов из жизни большую трудность представляет восстановление места и, особенно, времени съемки. Без наличия таких данных фотоснимок мало пригоден для пространственно-временной оценки изменений в растительности и ландшафте.

Перед нами таких проблем не возникало, так как абсолютное большинство исторических фотоснимков сделано автором. При этом сохранились не только негативы, но и записи, когда и где был сделан тот или иной снимок (см. Приложение). Наибольшее количество фотоснимков получено в 1960–1962 гг. во время выполнения аспирантской темы по изучению динамики верхней границы древесной растительности на Полярном Урале в бассейне р. Собь (Шиятов, 1962, 1965). Впоследствии фотографирование в этом районе производилось в 1965, 1966, 1969, 1977 и 1983 гг. За это время было сделано свыше 1500 черно-белых и цветных снимков с изображением древесной и кустарниковой растительности, произрастающей на верхнем пределе своего распространения. Съемками была охвачена большая часть бассейна р. Собь в его горной части – от долины р. Бол. Ханмей на севере до долины р. Хараматалоу на юге. Для съемок применялись различные типы любительских фотокамер с фокусным расстоянием объектива 50 мм. Размер кадра составлял 24×36 мм, использовалась отечественная черно-белая и цветная пленка. Кроме того, было изучено 6 черно-белых позитивных фотоснимков восточного отрога г. Поур-Кеу, сделанных К.Н. Игошиной в 1962 г.

Повторное фотографирование в 1996 г. показало, что в течение 35 лет в этом районе произошли существенные изменения в структуре и пространственном положении лесотундровых сообществ на их верхнем пределе произрастания, которые четко зафиксированы на ландшафтных фотоснимках. Поэтому было принято решение продолжить работу, которая проводилась одновременно с описанием и крупномасштабным картированием лесотундровых сообществ (Шиятов и др., 2005). В течение 1996–2007 гг. в бассейне р. Собь нами были сделаны повторные фотоснимки с 911 точек. Фотографирование производилось на

- 14 цветной негативной пленке Fujifilm-100(200) при помощи зеркальной камеры “Yashika” и объективом с фокусным расстоянием 50 мм. В 2004–2007 гг. дополнительные снимки были сделаны также при помощи цифровой камеры CANON. Для каждой точки определяли географические координаты с помощью GPS-приемников. До 2001 г. для гражданских лиц в систему координат вводилась случайная ошибка, поэтому точность определения координат точки съемки была меньшей (до 30–40 м) по сравнению с более поздними определениями. Особенно это касалось высоты над уровнем моря. Поэтому высоты точек уточняли при помощи топографических карт М 1:25 000. Знание точных географических координат точек фотосъемки позволит в дальнейшем легко найти их местонахождение любому желающему, введя соответствующие данные в GPS-приемник.

Следует отметить, что, несмотря на хорошее знание автором района исследований и преобладание открытых ландшафтов, нахождение прежней точки съемки оказалось довольно трудоемкой работой. Обычно за световой день удавалось сделать не более 10–15 повторных фотоснимков, точки съемки которых были расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Затруднения чаще всего возникали в результате закрытия вершин гор густыми облаками, что не позволяло выбрать хорошо заметные ориентиры на местности, а также в связи с увеличением густоты и высоты древостоев вблизи точки съемки, в результате чего задние планы ландшафта оказывались закрытыми для обзора.

В районе исследований, где преобладают открытые и многоплановые горные ландшафты, отыскать точку, с которой был сделан снимок, в большинстве случаев не представляло большой сложности. Поиск таких точек производился при помощи хорошо разработанного в топографии способа, который состоит в нахождении места пересечения двух и более линий, проходящих через хорошо заметные ориентиры на фотоснимке и местности. С помощью этого способа можно определить точку съемки с точностью до 10–15 м. Для достижения большей степени точности (до 1–2 м) определение производили на основе анализа взаимного расположения более или менее крупных объектов на переднем плане (форм nano- и микрорельефа, камней, деревьев и их отмерших остатков, кустарников). Если такие объекты отсутствовали, то использовали совмещение границ кадра, которые мы видели на фотоснимке и в рамке фотоаппарата, приближаясь или удаляясь от объекта съемки. Большую помощь в определении местонахождения точки съемки оказывали крупномасштабные топографические карты.

Фотосъемки проводили в дни с благоприятным солнечным освещением (безоблачное небо или легкая дымка). Ранним утром и вечером съемку не производили из-за наличия больших теней от деревьев и неровностей рельефа. Была затруднена съемка и в дни с сильным развитием кучевой облачности, когда поверхность земли представляла собой «одеяло» из светлых и темных пятен. Иногда приходилось подолгу ждать момента, когда интересующие нас объекты оказывались нормально освещенными. Положение Солнца на горизонте также сильно влияет на качество изображения древесной растительности, поэтому примерно для 15 % точек нами сделаны повторные снимки в разное время дня. Довольно много фотоснимков было сделано в апреле 1962 г., т. е. в период максимального снегонакопления, и в середине июня 1961 г., т. е. до начала вегетации древесных растений. Сопоставление фотоизображений, сделанных в это время и в период вегетации, затрудняло оценку изменений в древесной и кустарниковой растительности. Сравнение разновременных фотоснимков (апрель 1962 и 2006 гг.) показало перспективность использования зимних фотоизображений для оценки изменений в древесном ярусе, поскольку стволы и кроны деревьев резко контрастируют на фоне белого снега.

Из 911 точек, для которых были сделаны повторные ландшафтные фотоснимки, для анализа были отобраны снимки с 217 точек, которые более или менее равномерно покрывают территорию от р. Бол. Ханмей на севере до р. Макару-Ружь на юге и от ж.д. станции Собь на западе до пос. Харп на востоке. При этом отбирали снимки, содержащие наиболее типичные случаи изменения состава, структуры и пространственного положения лесотундровых сообществ, произрастающих в ЭВГДР.

Современные технические средства позволяют быстро и качественно отсканировать фотоизображение, а также устранить многие имеющиеся дефекты (царапины, пятна, потемнения, осветления, пожелтения, потеря резкости и др.). Сканирование исторических и современных пленочных негативов производилось в профессиональной фотолаборатории с разрешением 1544×1100 пикселей (снимок размером 10×15 см имел разрешение 260 dpi). Для устранения дефектов и улучшения качества изображений использовали программу Adobe Photoshop CS2. Поскольку большинство старых фотоснимков было сделано на негативной черно-белой пленке, а современные снимки – на цветной негативной, то возникла проблема получения таких позитивных изображений, которые позволили бы произвести возможно более детальный сравнительный анализ изменений в составе, структуре и пространственном положении древесной и кустарниковой растительности. После ряда экспериментов мы пришли к выводу, что лучше всего для этих целей подходят цветные изображения. В связи с этим было произведено тонирование черно-белых цифровых изображений в режиме RGB при помощи программы Adobe Photoshop.

Чтобы уменьшить размер файлов и более экономно разместить фотоснимки в работе, отсекали те части фотоизображения, на которых отсутствует древесная и кустарниковая растительность. В большинстве случаев это была верхняя часть изображения, которую обычно занимает небо.

Наиболее сложным оказалось дешифрирование фотоизображений. Метод ландшафтных фотографий, как и любой другой, обладает как определенными достоинствами, так и недостатками.

К достоинствам данного метода относятся:

1. Наглядность информации, получаемой с поверхности земли или вертикальных природных и искусственных объектов (деревьев, каменных останцов, вышек, зданий).

2. Получение качественной и количественной информации о составе, структуре и пространственном положении достаточно крупных объектов, фиксируемых светочувствительными материалами. К таким объектам относятся, в частности, деревья и крупные кустарники.

3. Возможность получения информации для больших участков земной поверхности (на удалении до 5–10 км).

4. Ландшафтные фотоснимки являются одними из лучших средств документирования состояния и изменения древесной и кустарниковой растительности на локальном уровне.

Основные недостатки ландшафтных фотоснимков следующие:

1. Искажение объектов, находящихся на разном удалении от точки съемки и в разных частях фотоснимка, в связи с различиями в наклоне оптической оси фотоаппарата и использованием различных типов объективов.

2. Трудность подгонки проекций первоначального и повторного фотоснимков.

3. Затруднения, связанные с определением района и точки съемки исторического снимка.

4. Неопределенность даты съемки исторического фотоснимка.

5. Низкое качество исторического фотоснимка.

Оценку качественных и количественных характеристик древесной и кустарниковой растительности производили на основе визуальной оценки и сопоставления видимых растительных объектов на разновременных позитивных фотоснимках, сделанных в одном и том же масштабе. К наиболее легко определяемым параметрам относятся видовой состав древостоя, высота деревьев и древостоев, 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 многих склонах удалось определить величину вертикального и горизонтального смещения верхней границы распространения сомкнутых лесов, редколесий, редин и отдельных деревьев в тундре, переход одного типа лесотундрового сообщества в другой и изменение степени облесенности территории.

Специфика метода ландшафтных фотографий состоит в том, что по мере удаления от точки съемки количество оцениваемых параметров древесной растительности изменяется. Если лесотундровый фитоценоз находится на удалении до 100 м, то можно оценить все основные параметры конкретного древостоя, включая подрост. На расстоянии от 100 до 800–1000 м некоторые параметры древостоя (диаметр ствола, подрост, плодоношение, наличие валежа) определить трудно или невозможно, но зато хорошо оцениваются верхние границы распространения различных типов лесотундровых сообществ и степень облесенности территории. На большем удалении с меньшей точностью определяются густота и проективное покрытие древесного и кустарникового ярусов, степень облесенности территории и пространственное положение лесотундровых сообществ. На участках склонов, удаленных на 3–4 км и более, оценка состояния древесной и кустарниковой растительности производилась лишь в тех случаях, когда качество исторических фотоснимков было удовлетворительным.

Ранее нами (Шиятов, 1983) на массиве Иремель (Южный Урал) оценка изменения параметров кустарниковой и древесной растительности производилась непосредственно на точке съемки – сравнивалось изображение на фотоснимке с визуальным изображением на местности. Этот способ позволяет более точно определять сравнительные параметры древесной растительности, но требует значительно больших затрат времени. Однако на Полярном Урале он не использовался в связи с необходимостью произвести повторное фотографирование на большом количестве точек. Дешифрировали фотоснимки в камеральных условиях. Автоматизированные методы анализа изображений ландшафтных фотографий находятся в начальной стадии разработки, поэтому в этой работе они не применялись.

Конкретный фитоценоз относили к тому или иному фитоценоотическому типу на основании густоты древостоя, которую оценивали через среднее расстояние между деревьями: к сомкнутому лесу относили сообщества, в которых среднее расстояние между деревьями составляет менее 7–10 м, к редколесьям – от 7–10 до 20–30 м, к рединам – от 20–30 до 50–60 м, а к тундре с одиночными деревьями – свыше 50–60 м. Наличие перекрытия в расстояниях между перечисленными выше типами сообществ обусловлено размерами деревьев. Если на участке произрастают крупные и старые деревья, то использовали максимальные значения (10, 30 и 60 м для сомкнутого леса, редколесья и редины соответственно) (Шиятов и др., 2005).

Таким образом на разновременных ландшафтных фотоснимках была произведена оценка изменений многих важных параметров древесной и кустарниковой растительности, пространственное положение лесотундровых сообществ, степень облесенности территории, которые произошли в течение 25–45 лет.

Многие из перечисленных выше показателей не фиксируются на аэро- и космоснимках. Поэтому анализ изображений на разновременных ландшафтных фотоснимках дает ценную дополнительную информацию о динамике древесной и кустарниковой растительности на верхнем пределе ее произрастания, основанную на использовании прямых методов наблюдений.

Изменения климата в этом районе оценивали по данным инструментальных наблюдений на метеостанции Салехард за последние 120 лет, которая расположена в 55 км к востоку от района исследований, а также на высокогорной станции Ра-Из. Последняя находилась на вершине массива Рай-Из на высоте 890 м и на ней проводились наблюдения с 1936 по 1998 г. Кроме того, осуществлялась дендроклиматическая реконструкция летних температур за 1150–1995 гг. по лиственнице сибирской, произрастающей на верхнем пределе распространения в бассейне р. Сось (Shiyatov, 1995).

Анализ изменений в древесной и кустарниковой растительности осуществлен отдельно по 15 районам, которые отличаются друг от друга по геологии, рельефу, мезоклимату и растительности. Эти районы пронумерованы с севера на юг (см. рисунок). Нумерация точки съемки соответствует номеру фотоснимка с добавлением года съемки. Точки фотоснимков в пределах каждого района расположены по порядковым номерам (с 1 по 217) за исключением снимков, сделанных с точек 25 (район 2) и 112 (район 8).