

Методика выполнения исследовательской работы "Оценка динамики высокогорной древесной и кустарниковой растительности по анализу фотоизображений у разновременных ландшафтных фотоснимков, сделанных с одной и той же точки"

Методические указания по анализу фотоизображений у разновременных ландшафтных фотоснимков, сделанных с одной и той же точки, для оценки динамики высокогорной древесной и кустарниковой растительности

1. Перспективы использования разновременных ландшафтных фотоснимков для изучения динамики лесных и кустарниковых сообществ

Лесные и кустарниковые сообщества, произрастающие в экстремальных климатических и почвенно-грунтовых условиях, чутко реагируют на изменение внешней среды. Особенно чувствительна древесная и кустарниковая растительность, произрастающая на верхнем пределе своего распространения, на изменение климатических условий и воздействие антропогенных факторов. В настоящее время большое внимание уделяется изучению реакции высокогорных сообществ на современное потепление климата и антропогенные факторы, используя различные методы и подходы (морфометрический и продукционный анализы, возрастная структура древостоев и подростов, годичный прирост стволов в высоту и по диаметру, картирование и повторные измерения особей на постоянных пробных площадях и высотных профилях, использование разновременных аэрофотоснимков, космоснимков и топографических карт). Особый интерес представляет использование разновременных ландшафтных снимков, анализ фотоизображений которых позволяет количественно и качественно оценивать изменения в древесной и кустарниковой растительности за последние 110 лет. По наглядности, детальности и длительности оценочного интервала времени метод разновременных ландшафтных фотоснимков превосходит перечисленные выше методы. В нашей стране этот метод использовался в высокогорных провинциях Полярного, Приполярного, Северного и Южного Урала (Шиятов, 1983, 2009; Шиятов, Мазепа, Моисеев, Братухина, 2001; Григорьев, Моисеев, Нагимов, 2012; Шиятов, Моисеев, Григорьев, 2014, 2014а; Шиятов, Мазепа, 2015, 2015а; Фомин, Михайлович, Шиятов, 2015; Фомин, Шиятов, Михайлович, 2015; Moiseev, Shiyatov, 2003; Shiyatov, 2003).

2. Выбор районов и объектов фотографирования

Наиболее перспективно использование разновременных ландшафтных фотоснимков для оценки изменений в древесной и кустарниковой растительности, произрастающей в пределах открытых и многоплановых ландшафтов, где легче найти точку прежней съемки. Такими являются горные районы в пределах экотона верхней границы древесной растительности, т.е. растительного пояса на склонах гор от верхней границы распространения сомкнутых лесных сообществ до верхней границы произрастания одиночных деревьев и кустарников. Высокогорные районы наиболее часто посещались научными сотрудниками и туристами и по таким районам имеется значительное количество старых ландшафтных фотоснимков, сохранившихся до настоящего времени в различного рода архивах. Необходимым условием является то, чтобы на этих фотоснимках была изображена древесная и кустарниковая растительность.

3. Поиск старых (исторических) ландшафтных фотоснимков

Наиболее сложной и трудной задачей является поиск возможно более старых фотоснимков. Наш опыт показывает, что снимки, полученные 15–20 лет тому назад, уже

пригодны для оценки изменений в древесной и кустарниковой растительности. Самые старые фотоснимки были сделаны на Южном Урале в начале XX в. (до 1917 г.) такими профессиональными фотографами и путешественниками, как В.Л. Метенков, С.М. Прокудин-Горский, А.Н. Павлович и др. Фотоснимки этих авторов широко использовались в начале прошлого столетия для оформления почтовых открыток, издававшихся большими тиражами. Довольно большое количество таких открыток сохранилось до настоящего времени благодаря усилиям филокартистов. Значительное количество старых снимков было опубликовано в книгах, статьях, справочных изданиях путешественников, например в книге М.А. Круковского (1909). Важным источником поиска старых фотоснимков являются государственные архивы, музеи, отчеты геологических партий и туристических групп, а также сохранившиеся негативные и позитивные фотоматериалы географов, геологов и ботаников, работавших в высокогорьях Урала (Л.Н. Тюлина, П.Л. Горчаковский, К.Н. Игошина, Л.Д. Долгушин, М.В. Фишман, Е.П. Калинин и др.). Большое количество высокогорных ландшафтных фотоснимков, полученных в течение последних 15–20 лет, размещено в Google Планета Земля. В настоящее время сотрудниками лаборатории дендрохронологии Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН (С.Г. Шиятов, П.А. Моисеев, А.А. Григорьев, В.С. Мазепа) собрана большая коллекция одиночных и повторных ландшафтных фотоснимков, на которых изображена древесная и кустарниковая растительность, произрастающая в экотоне верхней границы леса на Полярном, Приполярном, Северном и Южном Урале.

4. Определение района, времени съемки и автора фотоснимков

Важной и наиболее трудной работой является возможно более точное определение района и времени съемки каждого фотоснимка, при этом желательно знать автора снимка. У ныне живущих авторов такие данные получить гораздо проще по сравнению с авторами, которых давно нет в живых. Наиболее полная информация (автор, место и время съемки, географические координаты, тип фотокамеры, параметры съемки) содержится у современных фотоснимков, размещенных в Google Планета Земля. Однако, чтобы воспользоваться такими снимками необходимо получить разрешение автора. Информация о снимках содержится в отчетах туристических групп, которые хранятся в специальных архивах и в Интернете. Много ландшафтных фотоснимков содержится в ранее секретных, а сейчас рассекреченных отчетах геологических экспедиций и партий, хранящихся в научно-исследовательских институтах и геологических учреждениях. Необходимую информацию о снимках можно также найти в научных статьях и монографиях.

5. Оцифровка и улучшение качества фотоснимков при помощи компьютерных программ и их печать

Отобранные для повторного фотографирования снимки, как негативные, так и позитивные, следует отсканировать при помощи сканнеров или цифрового фотоаппарата с разрешением не менее 300 dpi. Если качество снимка неважное (плохая резкость, темные и светлые пятна различной величины, царапины, слишком большая площадь занята небом), следует улучшить его качество при помощи компьютерных программ. Для этих целей наиболее часто используется программа Photoshop. Перед выездом в район съемок снимки следует напечатать на фотобумаге снимки размером не более 10 x 15 см, на обратной стороне которых нанести такую информацию, как место и время съемки, автор и код снимка. Отобранные снимки взять с собой, завернув в непромокаемые пакеты.

6. Поиск точек на местности, с которых были сделаны исторические ландшафтные фотоснимки

В пределах открытых и многоплановых высокогорных ландшафтов отыскать точку, с которой был сделан старый снимок, в большинстве случаев не представляет большой сложности. Поиск таких точек производится 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 (1–2 м) следует сравнить взаимное расположение таких объектов на переднем плане, как различные формы нано- и микрорельефа, камней, растущих деревьев и их отмерших остатков, кустарников. Если такие объекты отсутствуют, то нужно использовать совмещение границ на фотоснимке и в рамке фотоаппарата, приближаясь или удаляясь от объекта съемки. Большую помощь в определении местонахождения точки съемки оказывают крупномасштабные топокарты (от 1:10000 до 1:100000).

7. Повторное фотографирование со старых точек съемки

В настоящее время широко используются цифровые фотокамеры с объективом, дающим возможность снимать при различном фокусном расстоянии. В прошлом наиболее часто использовались фотообъективы с фокусным расстоянием 50 мм. Современные цифровые фотокамеры позволяют получать качественные цветные фотоизображения. Перед съемкой следует настроить фотокамеру на пейзажную съемку и соответствующую цветопередачу. С каждой точки следует сделать не менее 2–3 снимков с разными режимами настройки фотообъектива. Полезно иметь запасные аккумуляторы и сим-карты для фотокамеры. Важным условием является определение географических координат точки съемки (широта, долгота, высота над уровнем моря) при помощи GPS-приемников. Это позволит наносить точки съемки на электронные карты, использовать эти данные при создании базы данных, а в дальнейшем легко находить местонахождение точек съемки любому желающему.

Фотосъемку желательно производить в дни с благоприятным солнечным освещением (безоблачное небо или легкая дымка). Нежелательно фотографировать при наличии густой кучевой облачности, когда на поверхности земли чередуются затемненные и ярко освещенные участки. Иногда приходится ждать момента, когда интересные объекты оказываются нормально освещенными. Положение Солнца на горизонте также сильно влияет на качество изображения древесной растительности, поэтому иногда приходится делать повторные снимки в разное время дня. Наиболее благоприятным временем суток для съемки является период примерно с 10 до 14 часов местного времени, когда тени от деревьев наиболее короткие. Затруднения чаще всего возникают в результате закрытия вершин гор густыми облаками, что не позволяет выбрать хорошо заметные ориентиры на местности. Довольно часто встречаются случаи, когда точное местонахождение исторической точки съемки определить не удастся из-за увеличения высоты и густоты древесного яруса и закрытия деревьями задних планов. В этом случае можно сделать снимки с менее точным определением точки на местности. Иногда на поиски старой точки съемки требуется затратить довольно много времени. Хорошие сравнительные результаты можно получить при повторном фотографировании в зимнее время, поскольку древесная растительность отчетливо контрастирует на фоне снежного покрова. Наиболее удобными сезонами для фотографирования являются весна и осень. На таких снимках четко различается видовой состав древостоев.

Наиболее легко определяемыми параметрами на ландшафтных фотоснимках являются видовой состав древостоя, высота деревьев и древостоев, диаметр стволов, густота и сомкнутость крон древесного яруса, возрастные поколения, форма роста деревьев, жизненное состояние деревьев и древостоев, наличие сухостоя и валежа, высота и проективное покрытие полога крупных кустарников. На многих склонах удавалось 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 разновременных ландшафтных фотографий состоит в том, что по мере удаления от точки съемки количество оцениваемых параметров древесной растительности изменяется. Если лесной 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 производится лишь в тех случаях, когда качество старых фотоснимков было удовлетворительным.

Конкретный фитоценоз мы относим к тому или иному фитоценоотическому типу на основании густоты древостоя, которая оценивается через среднее расстояние между деревьями: к сомкнутому лесу относим 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 используются максимальные значения (10, 30 и 60 м для сомкнутого леса, редколесья и редины соответственно).

Оценку изменений параметров кустарниковой и древесной растительности лучше производить и записывать на точке съемки, сравнивая изображение на фотоснимке с визуальным изображением на местности. Этот способ позволяет более точно определять сравниваемые параметры древесной растительности, но требует значительно больших затрат времени по сравнению с камеральной оценкой фотоизображений.

8. Анализ изменений в древесной и кустарниковой растительности на основе глазомерного сравнения фотоизображений на разновременных ландшафтных снимках.

После проведения ландшафтных фотосъемок на местности, необходимо в лабораторных условиях провести работу по увеличению качества сравниваемых разновременных снимков. Старые фотоснимки чаще всего являются черно-белыми, а современные – цветными, что затрудняет сравнительный анализ фотоизображений. Опыт показывает, что полезно при помощи компьютерных программ, например Photoshop, преобразовать снимки из режима «Градации серого» в режим «RGB» и при помощи этой цветовой модели произвести тонирование черно-белых снимков. Можно этого не делать, если при сканировании и фотографировании старых фотоснимков использовался режим RGB. При сравнении разновременных фотоизображений следует убрать лишние детали, в частности уменьшить долю небосвода, который не нужен при сравнении наземных объектов. Чтобы сравнивать разновременные снимки, необходимо установить одинаковую размерность в пикселах и размер печатного оттиска в сантиметрах по их ширине. После этого можно формировать новый файл, в котором соединены разновременные снимки. В верхней части снимков можно указать год получения снимков. Пример такого соединения приведен ниже. После этого под файлом можно указать номер рисунка и при помощи глазомерного сравнения охарактеризовать происшедшие изменения в древесной и кустарниковой растительности.

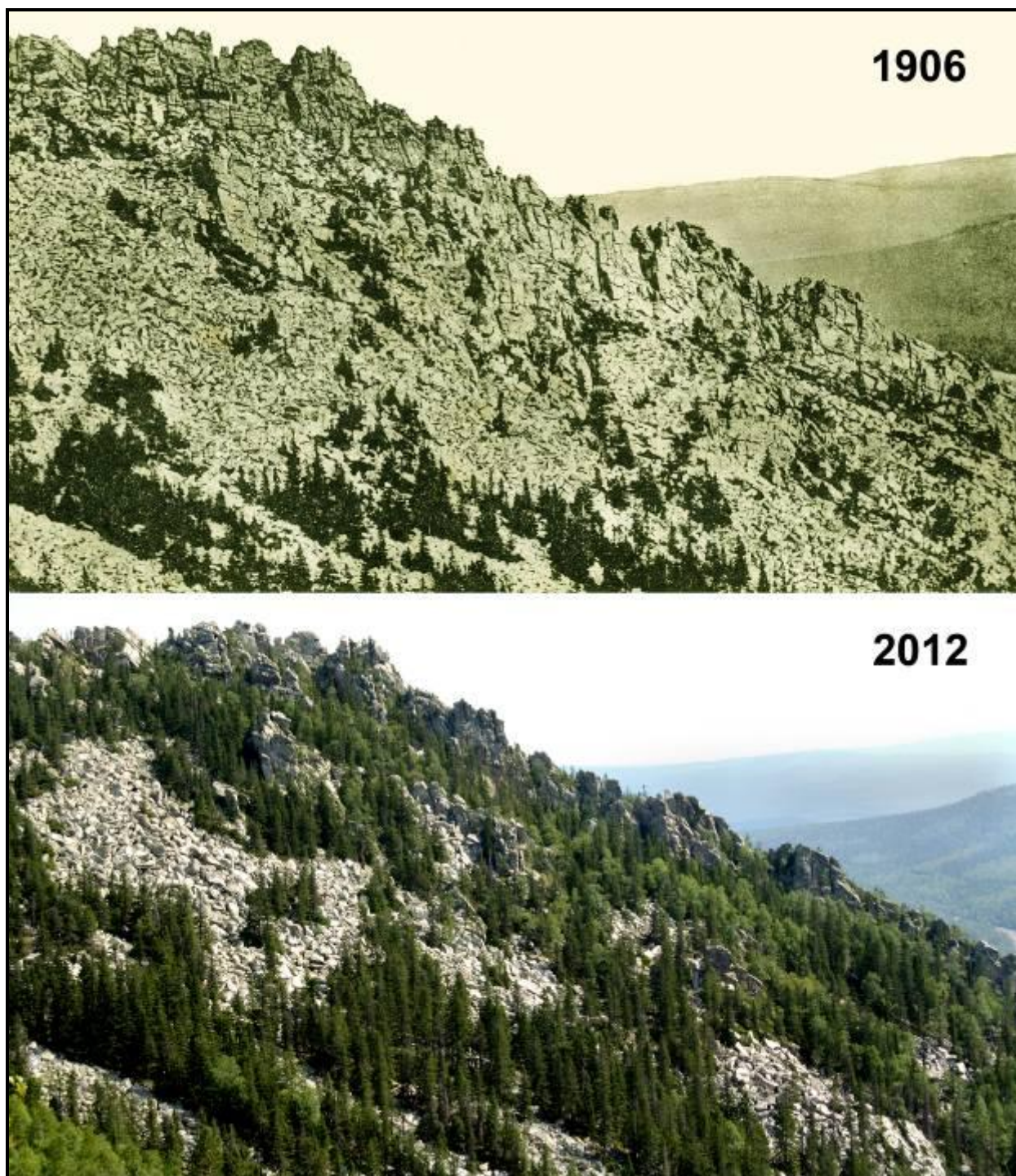


Рис. 1. Фотоснимки сделаны на хребте Большой Таганай (Южный Урал) с юго-восточного скалистого гребня, отходящего от южной вершины г. Двуглавой (1034 м), на юго-западный склон северной вершины этой горы (1041 м). Характерными особенностями последней являются наличие на северной вершине скалистого гребня, называемого «Бараньи лбы», а также сильная каменистость ниже расположенного крутого склона. Верхний снимок сделан В.Л. Метенковым, а нижний – А. А. Григорьевым. Сопоставление изображений показывает, что за последние 106 лет произошло значительное облесение каменистого склона. В начале XX в. в верхней части склона древесная растительность практически отсутствовала, в средней части склона произрастали небольшие и сильно угнетенные еловые куртинки, нижняя часть склона была покрыта редким редколесьем, в котором высота деревьев не превышала 2–4 м. К настоящему времени на этом склоне сформировалось березово-еловое редколесье, сомкнутость крон которого колеблется от 40 до 60%. Высота деревьев в нижней

части склона достигает 6–7 м, а в верхней части – 3–4 м. Необлесенными остались небольшие сильно каменистые участки в средней части склона. Обращает на себя внимание значительное увеличение доли березы извилистой в составе древостоев, особенно в верхней части склона. Верхняя граница редколесий поднялась выше в горы на 60–80 м.

9. Основной список литературы по Уралу

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. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 219 с.

Шиятов С.Г., Мазепа В.С., Моисеев П.А., Братухина М.Ю. Изменения климата и их влияние на горные экосистемы Национального парка «Таганай» за последние столетия // Влияние изменения климата на экосистемы. М.: Русский Университет. Раздел II, 2001. С. 16-31.

Григорьев А.А., Моисеев П.А., Нагимов З.Я. Формирование древостоев в высокогорьях Приполярного Урала в условиях современного изменения климата. Екатеринбург: Уральский гос. лесотехнический ун-т. 2012, 170 с.

Шиятов С.Г., Моисеев П.А., Григорьев А.А. Мониторинг климатогенной динамики высокогорной древесной растительности при помощи ландшафтных фотоснимков на Южном Урале // Вопросы географии / Моск. Филиал ГО СССР / Русское геогр. Об-во. Сб. 137: Исследования гор. Горные регионы северной Евразии. Развитие в условиях глобальных изменений / Отв. Ред. В.М. Котляков, Ю.П. Баденков, К.В. Чистяков. – М.: Издательский дом «Кодекс», 2014. С. 125–155.

Шиятов С.Г., Моисеев П.А., Григорьев А.А. Оценка современного состояния и динамики древесной растительности, произрастающей в высокогорьях Южного Урала, на основе использования разновременных ландшафтных фотоснимков // Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника. Вып 2. – Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2014а. С. 217–235.

Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Современная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру Полярного Урала // Экология, 2015, 6, с. 1–8. DOI:10.1134/S1067413615060168

Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Использование повторных ландшафтных снимков для оценки динамики лесотундровых сообществ на Полярном Урале // Леса России и хозяйство в них, № 3 (54), 2015а, с. 20–28.

Фомин В.В., Михайлович А.П., Шиятов С.Г. Новые подходы к изучению динамики высокогорной растительности с использованием разновременных ландшафтных фотоснимков (на примере Полярного Урала) // Экология, 2015, № 5, с. 323–331.

Фомин В.В., Шиятов С.Г., Михайлович А.П. Изучение динамики высокогорной древесной растительности с использованием разновременных ландшафтных фотоснимков // Национальная ассоциация ученых, 2015, №9 (14), Ч. 3, с. 88–91.

Moiseev P.A., Shiyatov S.G. Vegetation dynamics at the treeline ecotone in the Ural highlands, Russia // Ecological Studies, Vol. 167, Alpine Biodiversity in Europe (L. Nagy, G. Grabherr, D.B.A. Thompson, Eds.), 2003, pp.423-435.

Shiyatov S.G. Rates of change in the upper treeline ecotone in the Polar Ural Mountains // PAGES News, Vol.11, No 1, April 2003, pp.8-10.

Методичку подготовил в.н.с. Института экологии растений и животных УрО РАН, д.б.н., проф. Шиятов Степан Григорьевич.