

*Bibliography*

1. Instructions of foresting at zone - type base in forest stands of Sverdlovsk region. M.: 1984. RSRI FM. 56 p.
2. Rule of logging. M.: Rosleshoz RSFSR, 2011. 27 p.
3. Chuprov N.P. Role of the spruce undergrowth for formation of spruce - birch forest stands // Forestry. 1963. № 5. P. 7–9.
4. Chertovskoy V.G. Forestation with connect to cuttings on north // Cuttings and forestation of forest on north. Arhangelsk: North – West book publishing house, 1968. P. 10–45.
5. Terinov N.N. Method of the dark - coniferous formation // Works of S – Petersburg science - research institute of forestry. 2013. Vol. 1. P. 64–71.
6. Danilik V.N., Nikolin A.A., Murzaeva M.K., Pomaznyuk V.A., Velikzhanin P.I., Galtsev V.T. The formation of dark – coniferous young trees on clear cuttings by pre-liminary and consecutive undergrowth // The Ural forest and forestry. Sverdlovsk: Middle – Ural book publishing house, 1976. Vol. 9. P. 66–75.
7. Isaeva R.P. Saving and growth of the spruce undergrowth on clear cuttings of Pre - Ural // The Ural forest and forestry. Sverdlovsk: Middle – Ural book publishing house, 1968. Vol. 1. P. 205–234.
8. Kalinichenko N.P., Pisarenko A.I., Smirnov N.A. Forestation on clear cuttings. M.: Forest industry, 1973. 326 p.
9. Terinov N.N., Mehrentsev A.V., Poluhin A.V. Forestation of climax dark - coniferous species after cutting of the secondary soft - deciduous forest stands on Ural // Publication of Moskow State University Forest. 2011. № 5. P. 22–27.

---

УДК 630\*174.754

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВТОРНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ЛЕСОТУНДРОВЫХ СООБЩЕСТВ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

С.Г. ШИЯТОВ,

доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник  
ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН

e-mail: stepan@ipae.uran.ru

(620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202)

В.С. МАЗЕПА,

доктор биологических наук, доцент, заведующий лабораторией дендрохронологии  
ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН,

e-mail: mazepa@ipae.uran.ru

(620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202)

**Ключевые слова:** фотоснимок ландшафтный исторический, экотон верхней границы древесной растительности, Полярный Урал.

Метод повторных ландшафтных фотографий используется редко, что связано с плохой сохранностью старых снимков и трудностью нахождения прежних точек съемки. Наиболее перспективными территориями для использования этого метода являются горные районы, а в пределах горного района – верхняя граница распространения древесной и кустарниковой растительности. Одним из наиболее перспективных горных районов для изучения реакции древесной растительности на изменения климата является

Полярный Урал. Для этого района характерна сильная изменчивость климатических условий различной длительности, а высокогорная растительность не испытывает существенных антропогенных воздействий. На верхней границе леса произрастают простые по составу древостои, состоящие в основном из лиственницы сибирской, что намного облегчает изучение их климатогенной динамики. Кроме того, в течение последних 50–60 лет по этому району накоплен большой материал, характеризующий состав и структуру древесной растительности, что дает возможность использовать прямые свидетельства для подтверждения происшедших изменений. Целью настоящей работы являлась качественная и количественная оценка изменений в составе, структуре и распределении лесотундровых, лесных и кустарниковых сообществ, произрастающих на верхнем пределе их распространения в горах Полярного Урала. При анализе материала использовались результаты исследований, полученные ранее для этого района другими методами, в частности такими, как метод постоянных пробных площадей и высотных профилей, дендрохронологический и картографический методы, морфометрический анализ деревьев и кустарников. Произведена оценка изменений в составе, структуре и пространственном положении лесотундровых сообществ на постоянном высотном профиле, заложенном в экотоне верхней границы древесной растительности на восточном макросклоне Полярного Урала. Для оценки этих изменений использовались повторные ландшафтные фотоснимки, сделанные с одних и тех же точек. Показано, что за последние 55 лет произошло существенное увеличение густоты и продуктивности древостоев, а также сокращение площадей, занимаемых горными тундрами, в связи с потеплением климата.

## USING REPEAT LANDSCAPE PHOTOS FOR ESTIMATION OF DYNAMICS OF FOREST-TUNDRA COMMUNITIES IN THE POLAR URALS

S.G. SHIYATOV,

Doctor of Biological Science, professor, leading researcher  
Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch Russian Academy of Sciences

e-mail: stepan@ipae.uran.ru

(620144, Ekaterinburg, 8 Marta Street, 202)

V.S. MAZEPA,

Doctor of Biological Science, associate professor, head of a laboratory of Dendrochronology  
Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch Russian Academy of Sciences

e-mail: mazepa@ipae.uran.ru

(620144, Ekaterinburg, 8 Marta Street, 202;)

**Keywords:** *historical landscape photograph, upper tree-line ecotone, Polar Urals.*

The method of repeated landscape photos is used rarely, that is connected with bad safety of old pictures and difficulty of a finding of the former points of shooting. The most perspective territories for use of this method are mountain areas, and within mountain area - the upper limit of distribution wood and shrubby vegetation. One of the most perspective mountain areas for studying of reaction of wood vegetation on climate changes is Polar Urals Mountains. For this area strong variability of climatic conditions of various duration is typical, and the high-mountainous vegetation does not test essential anthropogenous influences. In the upper limit of wood simple forest stands on the structure, consisting basically from a larch Siberian grow, that much more facilitates their studying climatogenic dynamics. Besides, within last 50–60 years on this area the huge material characterising composition and structure of wood vegetation that gives the chance to use direct evidences for acknowledgement occurring changes is saved up. The purpose of the present work was the qualitative and quantitative estimation of changes in composition, structure and distribution forest-tundra, wood and shrubby communities growing on the upper limit of their distribution in the Polar Urals Mountains. At the material analysis the results of researches received

earlier for this area by other methods, in particular such, as a method of the ecological transects and high-altitude profiles, dendrochronological and cartographical technique, morphometric analysis of trees and bushes were used. The estimation of changes in composition, structure and spatial position of forest-tundra communities on the constant high-altitude profile which has been put in the upper tree-line ecotone of wood vegetation on the eastern macroslope of Polar Urals Mountains is made. For an estimation of these changes the repeated landscape pictures made from the same points were used. It is shown, that for last 55 years there was an essential increase in density and biomass of forest stands, and also reduction of the areas occupied with mountain tundra in connection with warming of climate.

### Введение

Одним из наиболее надежных методов оценки пространственно-временной динамики лесотундровых сообществ, произрастающих в экотоне верхней границы древесной растительности, является метод повторных ландшафтных фотоснимков, сделанных с одной и той же точки. Исторические фотоснимки являются прямым и наиболее древним свидетельством состояния природных объектов, в частности древесной и кустарниковой растительности. Использование фотографических изображений для целей фиксации состояния высокогорной древесной растительности началось с 1870-х годов [1]. С тех пор этот метод неоднократно применялся для оценки состояния и динамики высокогорной древесной растительности. В частности повторные ландшафтные фотоснимки интенсивно используются в высокогорьях Урала [2, 3]. Важнейшим достоинством фотографических изображений является детальная оценка различных морфометрических и фитоценологических показателей природных объектов за длительные интервалы времени и на обширных территориях. В этой статье приводится анализ качественных

и количественных изменений в древесном ярусе лесотундровых сообществ в различных частях высотного профиля.

### Методика работ и характеристика объектов исследования

Высотный непрерывный профиль был заложен С.Г. Шиятовым в 1960 г. на юго-восточном склоне сопки 312,8 м. Он расположен на моренных отложениях последнего покровного оледенения и ориентирован в направлении преобладающих ветров. Верхняя часть профиля подвергается воздействию сильных ветров, поэтому большинство деревьев имеют многоствольную форму роста. Профиль начинается от верхней границы распространения листовенничной редины до верхней границы сомкнутого листовенничного леса с примесью ели на высоте 265 м и заканчивается на высоте 190 м, пересекая три лесные и две безлесные полосы шириной 60–100 м. Безлесье этих полос обусловлено отложением мощных сугробов снега (до 5–6 м), которые стаивают лишь к середине июля и тем самым сильно сокращают длительность вегетационного периода. Длина профиля составляет 860 м, ширина в верхней части – 80 м,

в нижней – 40 м, общая площадь равна 5,6 га. Координаты его верхнего левого угла составляют 66°48'57» с.ш. и 65°34'09» в.д. Профиль был разбит на пронумерованные квадраты со стороной 20 м, в углах которых были установлены каменные столбы. Был составлен план профиля масштаба 1:100 [4]. На этот план были нанесены границы 25 фитоценозов и расположение более 4500 живых (включая подрост) и 769 отмерших деревьев (сухостоя и валежа).

К настоящему времени на профиле были сделаны повторные фотоснимки с 102 точек. При повторном фотографировании определялись географические координаты при помощи GPS-приемников. Ниже приводится сравнительный анализ изменений древесной растительности в разных частях профиля за последние 55 лет на основе использования четырех пар разновременных фотоизображений.

На снимках **1а** и **1б** изображена верхняя часть профиля, подвергающаяся воздействию сильных западных ветров. Верхний снимок сделан С.Г. Шиятовым, нижний – В.С. Мазепой. В 1960 г. редина была занята угнетенной листовенницей, представленной в основном

стланиковыми и многоствольными молодыми деревцами и подростом. В настоящее время на этом участке сформировалось типичное лиственничное

редколесье. На 2–3 м увеличилась высота ранее произраставших многоствольных лиственниц. Появилось много молодых лиственниц одноствольной

формы роста. Результатом этого явилось продвижение в горы верхней границы распространения редколесья не менее чем на 200 м по склону.

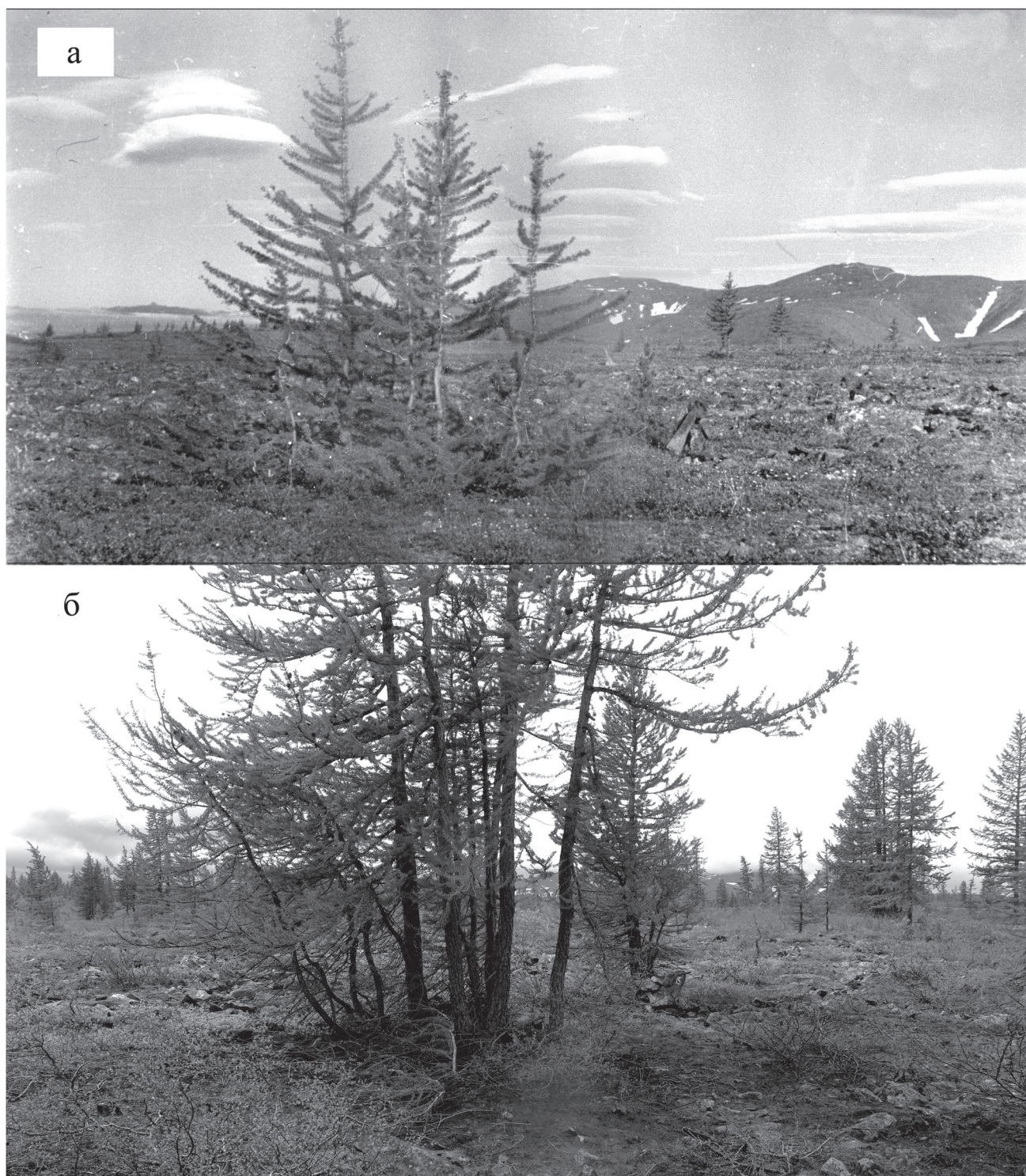


Рис. 1. Верхняя часть профиля:  
а – 1960 г., б – 2015 г.

На фотоснимках **2а** и **2б** показаны изменения, происшедшие в средней части верхнего острова леса. Верхний снимок сделан С.Г. Шиятовым, нижний – В.С. Мазепой. В 1960 г. здесь произрастало

типичное редколесье, состоящее в основном из многоствольных угнетенных лиственниц и одиночных старых деревьев. На этом участке сохранилось большое количество усохших остатков ра-

нее росших здесь лиственниц. К настоящему времени это редколесье стало значительно более продуктивным за счет увеличения размеров деревьев и густоты и сомкнутости крон древостоя.

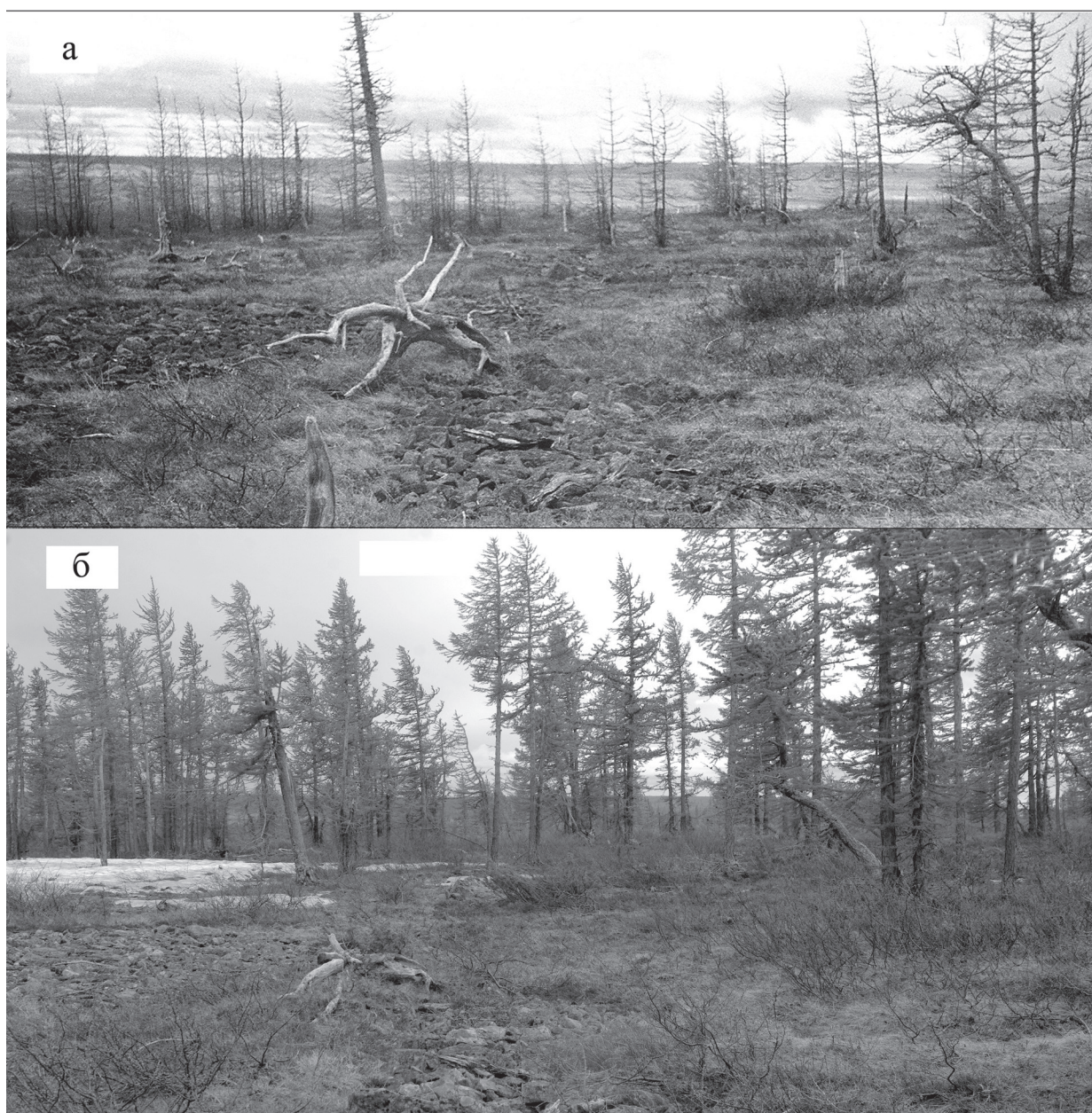


Рис. 2. Средняя часть верхнего острова леса:  
а – 1960 г., б – 2015 г.

На снимках **3а** и **3б** изображена верхняя кромка второго облесенного участка, который отделен от верхнего лесного острова безлесной территорией, занятой горной тундрой. Причиной его образования является отложение мощного сугроба снега (мощностью до 5–6 м) на подветренной стороне

верхней лесной полосы. Стаивание этого сугроба происходит лишь в середине июля, что приводит к сильному сокращению вегетационного периода, недостаточного для произрастания лиственницы. Как видно на фото **3а**, к 1961 г. около этого сугроба появилось некоторое количество

подроста высотой до 1–1,5 м. В настоящее время здесь сформировалось довольно густое молодое редколесье. При этом произошло существенное сокращение безлесной территории между верхним и средним островами леса. Верхний снимок сделан С.Г. Шиятовым, нижний – В.С. Мазепой.



Рис. 3. Верхняя часть среднего острова леса:  
а – 1961 г., б – 2015 г.

Снимки 4а и 4б сделаны С.Г. Шиятовым в нижней части профиля, где начинается третий лесной остров. От среднего лесного острова он отделен безлесной полосой, где скапливается сугроб снега мощностью 5–6 м. На снимке 1961 г., сделанном в период снеготаяния (23 июня), видно, что в нижней части сугро-

ба, где мощность снегового покрова не более 2–3 м, появилось большое количество молодых лиственниц, средняя высота которых составляла 2 м. У многих лиственниц были повреждены ветви и стволы при оседании плотного снега во время его таяния. В настоящее время здесь сформировался густой и продуктивный

древостой: средняя высота 6 м, а максимальная 12 м, полнота 0,8, запас 39 м<sup>3</sup>/га. Высокая продуктивность этого древостоя обусловлена снижением мощности снегового покрова и более ранним его сходом в этой части профиля. Кроме того, здесь хорошее проточное увлажнение почвы и благоприятные ветровые и термические условия.



Рис. 4. Нижняя часть профиля:  
а – 1961 г., б – 2003 г.

**Заключение**

В работе показана перспективность использования метода одновременных ландшафтных фотоснимков для изучения динамики высокогорной древесной растительности. Важнейшими достоинствами метода ландшафтных фотографий являются высокая степень наглядности с привычной для человеческого взгляда высоты, отражение на снимках большого количества деталей, которые трудно описать словесно, а также охват значительной территории. Этот метод может использоваться как самостоятельно, так и совместно

с другими методами изучения динамики растительности на локальном и региональном уровнях.

Несмотря на сравнительно короткий срок наблюдений (55 лет), произошли существенные изменения в составе, структуре и распределении лесотундровых сообществ, произрастающих в экотоне верхней границы древесной растительности на восточном макросклоне Полярного Урала [5]. Однонаправленный характер этих изменений в различных условиях местообитания свидетельствует о том, что эти процессы проходили под воздействием

общего внешнего фактора, каким может быть только климатический. Действительно, в течение рассматриваемого отрезка времени температурные условия как летнего, так и зимнего периодов были благоприятными для произрастания древесной и кустарниковой растительности, особенно в течение последних 10 лет. В настоящее время молодое поколение лиственницы, появление которого приурочено к современному потеплению климата, занимает господствующее положение в большинстве древостоев лесотундровых сообществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 13-04-00961 и № 15-04-05857), Программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект №15-02-14-22).

*Библиографический список*

1. Munroe J.S. Estimates of Little Ice Age climate inferred through historical rephotography, Northern Uinta Mountains, U.S.A. // *Arctic, Antarctic and Alpine Research*. 2003. Vol. 35. No. 4. PP. 489–498.
2. 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.
3. Шиятов С.Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 219 с.
4. Шиятов С.Г., Мазепа В.С., Андряшкина Н.И. Состав и структура тундровых и лесотундровых сообществ на восточном макросклоне Полярного Урала (район г. Чёрной) // *Научный вестник*. 2006. № 6 (1) (43). С. 43–58.
5. Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Современная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру Полярного Урала // *Экология*. 2015. № 6. С. 403–410.

*Bibliography*

1. Munroe J.S. Estimates of Little Ice Age climate inferred through historical rephotography, Northern Uinta Mountains, U.S.A. // *Arctic, Antarctic and Alpine Research*. 2003. Vol. 35. No. 4. PP. 489–498.
2. Experience of use of old photos for studying of wood vegetation change on the upper limit of its growth // *Floristic and geobotanical researches in the Ural Mountains*. Sverdlovsk. 1983. PP. 76–109 (in Russian).
3. Dynamics of wood and shrubby vegetation in the Polar Ural Mountains under the influence of modern climate change. Ekaterinburg: УрО the Russian Academy of Sciences. 2009. 219 p. (in Russian).



4. Composition and structure of tundra and forest-tundra communities on the eastern macroslope of the Polar Ural Mountains (area of Chernaya Mountain) // The Scientific Bulletin. Salekhard. 2006. No. 6 (1) (43). PP. 43–58 (in Russian).

5. Shiyatov S.G., Mazepa V.S. Contemporary Expansion of Siberian Larch in the Mountain Tundra of the Polar Urals // Russian Journal of Ecology. 2015. Vol. 46. No. 6. PP. 495–502.

---

УДК 630.228.12: 630.228.8: 630.907

## ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ СОСНЯКОВ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ ПРИИРТЫШЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ГЛПР «СЕМЕЙ ОРМАНЫ»)

А.В. ДАНЧЕВА,

кандидат сельскохозяйственных наук,  
научный сотрудник Казахского научно-исследовательского института  
лесного хозяйства и агролесомелиорации,  
e-mail: a.dancheva@mail.ru  
(Казахстан, 021704, Щучинск, ул. Кирова 58)

С.В. ЗАЛЕСОВ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
проректор по научной работе, заведующий кафедрой лесоводства  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
e-mail: pres-nir@usfeu.ru  
(620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37)

**Ключевые слова:** *естественные сосняки, сухие лесорастительные условия, биологическая устойчивость, рекреационная привлекательность.*

В работе представлены результаты исследований состояния естественных сосновых древостоев ленточных боров Прииртышья на основе использования показателя жизненного состояния. Объектом исследований являлись средневозрастные сосняки, произрастающие в сухих лесорастительных условиях (тип леса С2) государственного лесного природного резервата (ГЛПР) «Семей орманы». Исследования проводились на 4 пробных площадях, заложенных для изучения влияния лесохозяйственных мероприятий различной интенсивности на биологическую устойчивость, пожароустойчивость и рекреационную привлекательность сосняков Восточно-Казахстанского региона (ленточные боры Прииртышья). В результате проведенных исследований установлено, что жизненное состояние исследуемых сосновых древостоев оценивается как ослабленное. Проведен анализ степени изменения показателя жизненного состояния деревьев в зависимости от диаметра деревьев на высоте 1,3 м. Выявлено, что с увеличением деревьев отмечается снижение доли ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев и увеличение доли деревьев, характеризующихся как здоровые. Установлена тесная взаимосвязь между показателем жизненного состояния и ступенями толщины, которая аппроксимируется уравнением линейной функции. Рассмотрено распределение древесного запаса деревьев, относящихся к различным категориям жизненного состояния, по ступеням толщины. Определено, что основная доля древесного запаса сильно ослабленных и отмирающих деревьев приходится на мелкие деревья со средним диаметром 8–10 см. Выявлено, что снижение биологической устойчивости исследуемых сосняков происходит по причине присутствия в составе древостоя большого количества мелких деревьев, которые в большинстве случаев характеризуются как сильно ослабленные