

French Academy of Sciences
Russian Academy of Sciences
The Ural Branch
Botanical Garden

**DYNAMICS OF NATURAL AND
MAN-CONDITIONED FOREST
ECOSYSTEMS**

**Proceedings from the
French-Russian scientific seminar, held in
Yekaterinburg,
October 11-15, 2001**

Yekaterinburg, 2001

Editorial board:

Starodubtsev V. N. - Dr., Director of the Botanical Garden of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences;

Birot Yves - Dr., French Academy of Sciences, INRA;

Galako V. A. - Dr., Scientific Secretary, Botanical Garden of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences;

Usoltsev V. A. - Dr., Professor, Botanical Garden of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences;

Sannikov S. N. - Dr., Botanical Garden of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences.

Managing editor of the issue - Usoltsev V. A.

The publication is available from:

The Botanical Garden of the Ural Branch of RAS
620144 Yekaterinburg, 8 Marta Str., 202, Russia

Академия наук Франции
Российская академия наук
Уральское отделение
Ботанический сад

**ПРИРОДНАЯ И АНТРОПОГЕННАЯ
ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**Материалы Французско-Российского научного
семинара, состоявшегося в Екатеринбурге
11-15 октября 2001 года**

Екатеринбург, 2001

Редакционная коллегия:

Стародубцев В. Н. - директор Ботанического сада УрО РАН;

Биро Ив - доктор наук, Французская академия наук;

Галако В. А. - ученый секретарь Ботанического сада;

Усольцев В. А. - доктор с.-х. наук, профессор;

Санников С. Н. - доктор биол. наук.

Ответственный за выпуск - Усольцев В. А.

Редактор английского текста - Иванова С. В.

По вопросу приобретения выпуска обращаться:

Ботанический сад УрО РАН, 620144, ул. 8 Марта, 202,
Екатеринбург

Climatically determined dynamics of forest-tundra ecosystems in the Yamal Peninsula and the Polar Ural Mountains¹

S.G.Shiyatov, V.S.Mazepa, R.M.Hantemirov, O.Y.Tchekhlov

*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Division of Russian Academy of Sciences
8 Marta St., 202, Ekaterinburg, 620144, Russia
e-mail: stepan@ipae.uran.ru*

At present the study of influence of climate change on the dynamics of forest ecosystems is extremely important in connection with expected climate warming. The most perspective objects are forest-tundra ecosystems, which are constantly exposed to extremely variable climatic factors.

During many years we studied material on the climate variability, basically, temperature conditions of summer months, as well as on dynamics of forest-tundra ecosystems. The study were conducted on the north of West-Siberian plain (Yamal Peninsula) and in the mountains of the Polar Ural (Sob River basin). For the reconstruction of climatic conditions and dynamics of spruce-larch open forests different direct and proxy data were used, mainly from tree-ring and radiocarbon analyses, large-scale mapping, analysis of the old literary sources, geobotanical descriptions and landscape photographs. Particular consideration was given to the use of the tree-ring analysis, which allows with the high degree of accuracy and for long time intervals to perform a quantitative reconstruction of climatic conditions and absolutely date time of tree growth, remnants of which have been saved upto now both on the day surface and in the Holocene deposits.

¹ This research is supported by the Russian Foundation for Basic researches under grants 99-04-48984, 01-04-49584 and 01-05-65218.

In the alluvial and peat Holocene deposits of Yamal Peninsula over 2300 cuts from remnants of subfossil siberian larch have been collected, on the base of which the tree-ring chronology of 7000 years duration was developed (from the present to 5000 B.C.). On the base of this tree-ring chronology, containing strong climatic signal, the yearly, decadal- and centennial-scale mean summer temperature variations have been reconstructed.

On the base of radiocarbon dating of subfossil wood received by us and other researchers the main stages of plant vegetation development for the late Holocene in the south of Yamal Peninsula have been revealed in connection with long-term climate changes. It has been shown that the greatest afforestation of this territory and the most north position of the polar timberline were observed in the early Holocene (10500-7400 years ago). At that time the polar timberline located 300-400 km to the north of its present position. In the middle Holocene (7400-3700 years back) this border moved southward, but was still located 150-200 km northward from the present timberline. The most south position of polar timberline had been observing for the last 3700 years (late Holocene).

More detailed reconstruction of afforestation and treeline dynamics in Yamal Peninsula was made for the last 7000 years on the base of dendrochronological dating of 1100 tree remnants, collected in alluvial deposits basically (Fig. 1). According to this reconstruction the most favourable conditions for tree growth were 7000-4500 years ago. At that time polar timberline was located in tens of kilometers more to the north of its present-day position. This period is also marked by low variability of climatic conditions and high abundance of trees. Significant southward shift of the polar treeline was observed 4500-3650 years ago, when yearly variability of climate has greatly increased. During the last 3600 years insignificant shifts of treeline position have occurred, but essential fluctuations of tree abundance have been observed and low frequency variations of climate had a great amplitude.

In the Polar Urals detailed spatio-temporal reconstruction of climatically determined larch open forests is made including the last 1350 years on the base of dendrochronological dating of remnants of stems and roots, which were saved on the day surface up to date (Fig. 2). From VIII to XIII centuries a lifting of the upper timberline, increasing density and productivity of forests occurred. At the very end of XIII century a degradation of larch open forest began, which lasted up to the beginning of XX century, having resulted of the upper treeline lowering by 80-100 m, reduction of forest density and productivity. Similar dynamics of larch open forests was observed in the Yamal Peninsula for this time.

Particular consideration was given to the study of spatio-temporal dynamics of forest-tundra ecosystems which took place during the XX century in connection with significant climate warming (average temperature of June-August

is raised by 1.0°C). For reconstruction of treeline shifting, afforestation, tree abundance and forest productivity (Fig. 3) we used tree-ring analysis, age structure of forests, old forest descriptions and landscape photographs. Sharp improvement of thermal conditions for summer months began at the beginning of 1920's and lasts to date. As a result of this upper treeline has gone up to the mountains by 20-80 m and up 200-800 m along slightly gentle slopes. The degree of the territory afforestation (including open and close forests) has increased up to 30%. The forests productivity has increased by 2-5 times (Fig. 4).

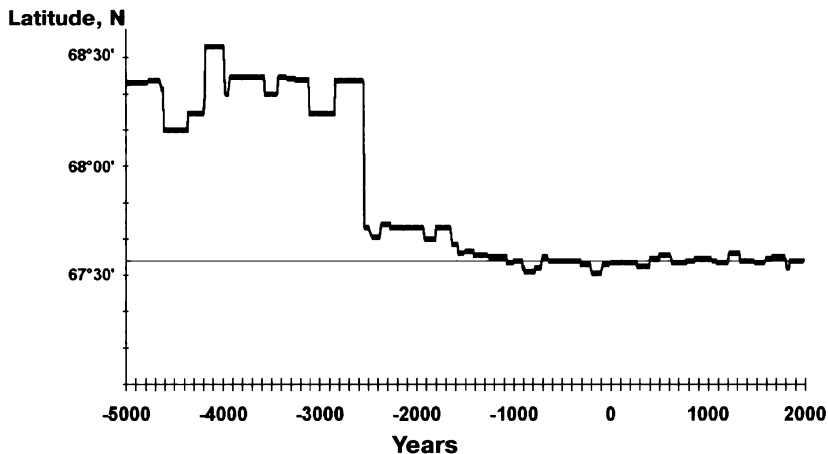


Fig. 1. Reconstruction of polar tree line dynamics in the Yamal Peninsula

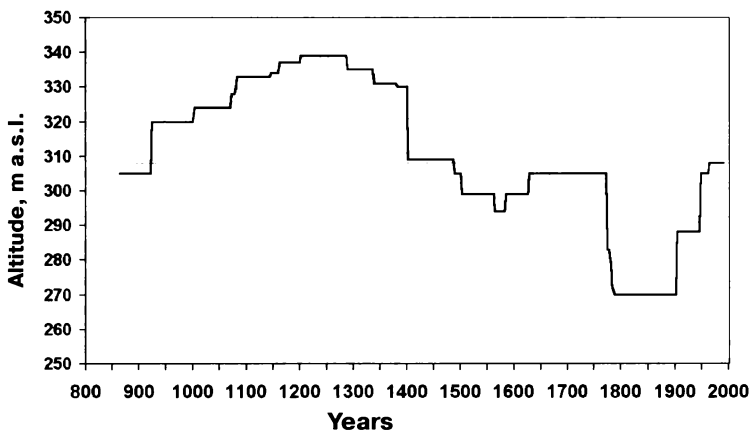
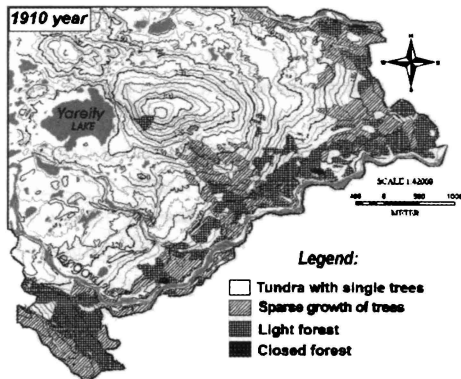
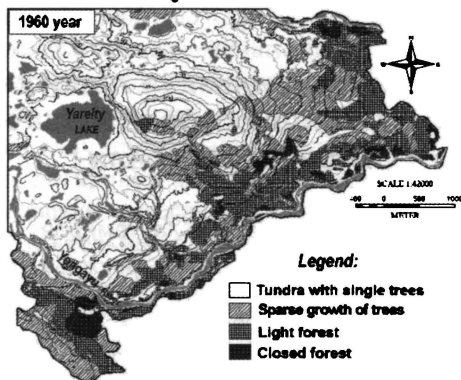


Fig. 2. Reconstruction of upper tree line dynamics in the Polar Urals

In the early of the 1910ties



In the early of the 1960ties



At the close of the 1990ties

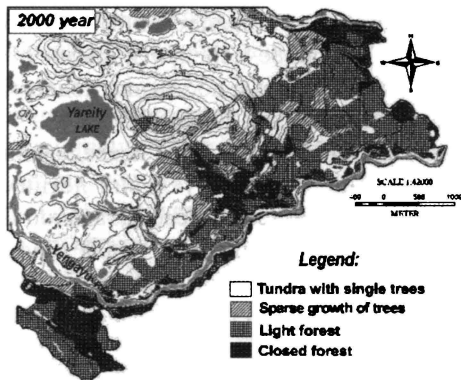


Fig. 3. Forest-tundra ecosystem area changes in XXth century

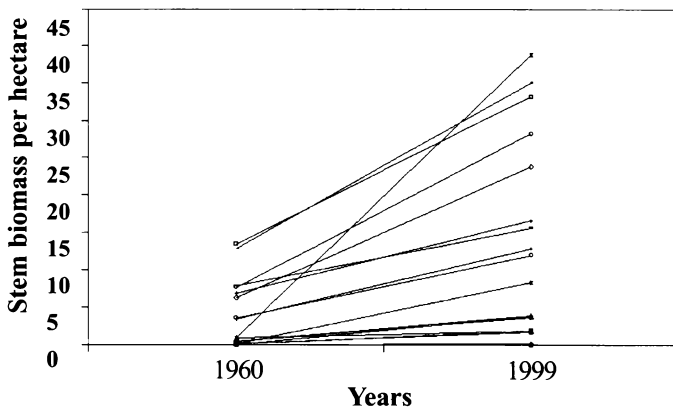


Fig. 4. Stem biomass changes on 25 permanent plots in the Polar Urals

Климатогенная динамика лесотундровых экосистем на полуострове Ямал и в горах Полярного Урала ¹

С.Г.Шиятов.* , В.С.Мазепа, Р.М.Хантемиров, О.Ю.Чехлов
 Институт экологии растений и животных УрО РАН
 8 Марта, 202, Екатеринбург, 620144, Россия
 e-mail: stepan@ipae.uran.ru
 тел.: (3432)-29-40-92, факс: (3432)-29-41-61

Изучению влияния изменений климата на динамику лесных экосистем в настоящее время уделяется большое внимание в связи ожидаемым потеплением климата. Наиболее перспективными объектами являются лесотундровые экосистемы, которые постоянно подвергаются воздействию крайне изменчивых климатических факторов.

В течение многих лет мы проводили исследования по изменчивости климата, в основном температурных условий летних месяцев, а также динамике лесотундровых экосистем на севере Западно-Сибирской равнины (полуостров Ямал) и в горах Полярного Урала (бассейн р. Соби). Для реконструкции климатических условий и динамики елово-лиственничных редколесий использовались различные прямые и косвенные источники

¹Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты №№ 99-04-48984, 01-04-49584, 01-05-65218.

информации, основными из которых являлись данные, полученные при помощи древесно-кольцевого и радиоуглеродного анализов, крупномасштабного картирования, анализа старых литературных источников, геоботанических описаний и ландшафтных фотографий. Особое внимание было уделено использованию древесно-кольцевого анализа, который дает возможность с высокой степенью точности и за длительные интервалы времени проводить количественную реконструкцию климатических условий и абсолютно датировать время жизни деревьев, остатки которых сохранились до настоящего времени как на дневной поверхности, так и в голоценовых отложениях.

К настоящему времени в аллювиальных и торфяных голоценовых отложениях Ямала собрано свыше 2300 спилов с остатков полуископаемой древесины лиственницы сибирской, на основе которых построена непрерывная хронология по ширине годичных колец длительностью 7000 лет (от современности до 5000 г. до н.э.). На основе этой древесно-кольцевой хронологии, содержащей сильный климатический сигнал, реконструированы изменения температуры летних сезонов различной длительности (погодичные, внутривековые и вековые).

На основе полученных нами и другими исследователями радиоуглеродных датировок остатков древней древесины выявлены основные этапы развития древесной растительности в голоцене на Южном Ямале в связи с длительными изменениями климата. Показано, что наибольшая облесенность территории и наиболее северное положение полярной границы редколесий наблюдалось в раннем голоцене (10500-7400 лет тому назад). В это время полярная граница редколесий находилась на 300-400 км севернее ее современного положения. В среднем голоцене (7400-3700 лет назад) эта граница отступила к югу, но все же располагалась на 150-200 км к северу от современной границы. Наиболее южное положение полярной границы редколесий наблюдалось в течение последних 3700 лет (поздний голоцен).

Более детальная реконструкция степени облесенности и динамики полярной границы лиственничных редколесий на Ямале произведена за последние 7000 лет на основе использования дендрохронологических датировок остатков 1100 деревьев, собранных в основном в аллювиальных отложениях (рис. 1). Согласно этой реконструкции самые благоприятные условия для роста деревьев были 7000-4500 лет назад. В то время полярная граница редколесий была на десятки километров севернее ее нынешнего положения. Этот период отмечен также низкой погодичной изменчивостью климатических условий и высоким обилием деревьев. Значительный сдвиг

границы редколесий к югу наблюдался 4500-3650 лет назад, когда значительно возросла погодичная изменчивость климата. В течение последних 3600 лет в положении полярной границы редколесий происходили незначительные изменения, но наблюдались существенные колебания численности деревьев, а низкочастотные климатические изменения имели большую амплитуду.

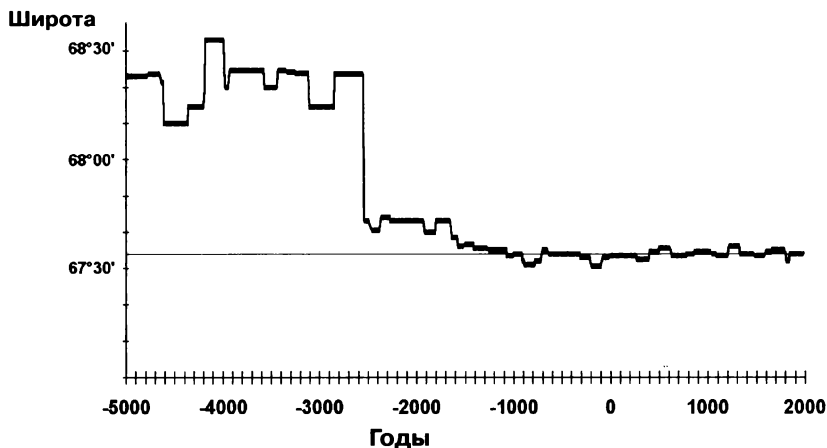


Рис. 1. Реконструкция динамики полярной границы леса на Ямале

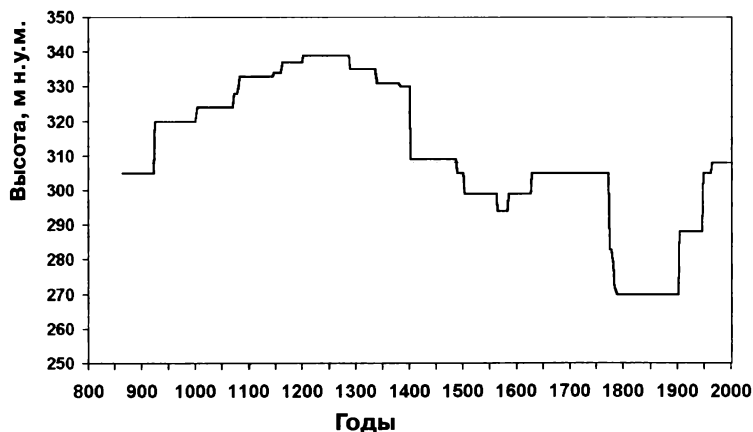
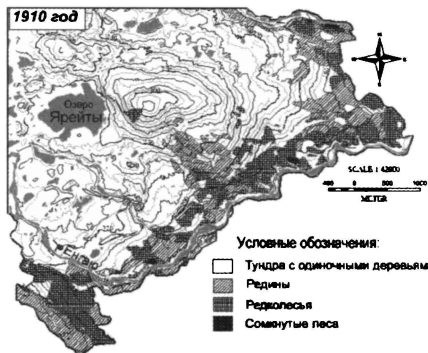
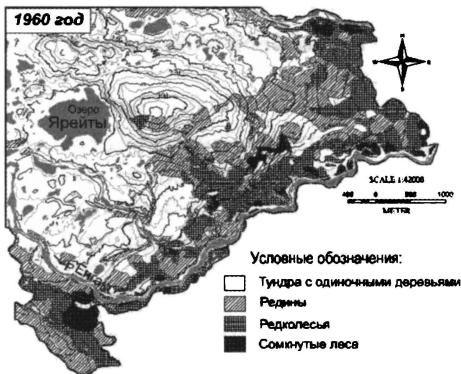


Рис. 2. Реконструкция динамики верхней границы леса на Полярном Урале

В начале 1910-х гг.



В начале 1960-х гг.



В конце 1990-х гг.

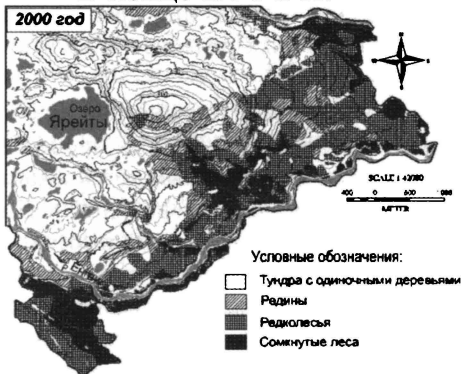


Рис. 3. Изменения площади различных типов лесотундровых экосистем в 20 столетии.

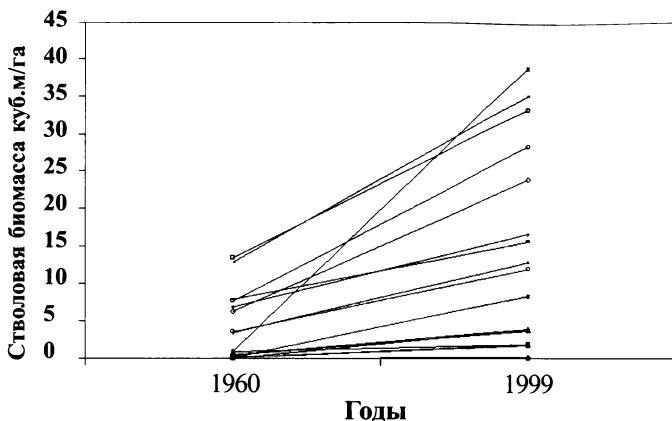


Рис. 4. Изменение объема стволовой биомассы на 25 пробных площадях на Полярном Урале

На Полярном Урале детальная пространственно-временная реконструкция климатогенной динамики лиственничных редколесий произведена за последние 1350 лет на основе дендрохронологической датировки остатков стволов и корней, сохранившихся до настоящего времени на дневной поверхности (рис. 2). С VIII по XIII столетия происходило поднятие верхней границы леса, увеличение густоты и продуктивности древостоев. В самом конце XIII столетия началась деградация лиственничных древостоев, которая продолжалась до начала XX столетия, в результате чего произошло снижение верхней границы редколесий на 80-100 м, сильное изреживание и снижение продуктивности древостоев. Сходная динамика лиственничных редколесий за этот отрезок времени наблюдалась и на Ямале.

Особое внимание уделялось изучению пространственно-временной динамики лесотундровых редколесий, которая происходила на Полярном Урале в XX столетии в связи со значительным потеплением климата (средняя температура июня-августа повысилась на 1,0°C). Для реконструкции смещений верхней границы редиц, редколесий и сомкнутых лесов (рис. 3), степени облесенности территории, густоты, сомкнутости крон и продуктивности древостоев использовались как косвенные, так и прямые признаки (радиальный прирост и возрастная структура древостоев, постоянные пробные площади и трансекты, старые лесоводственные описания и наземные фотографии).

Резкое улучшение термических условий в летние месяцы началось в начале 1920-х годов и продолжается до настоящего времени. В результате этого верхняя граница редины, роедколесий и сомкнутых лесов поднялась выше в горы на 20-80 м по вертикали и до 200-800 м вдоль пологих склонов. Степень облесенности территории (включая редколесья и сомкнутые леса) увеличилась на 30%, сомкнутость крон, густота и продуктивность древостоев в 2-5 раз (рис. 4).