

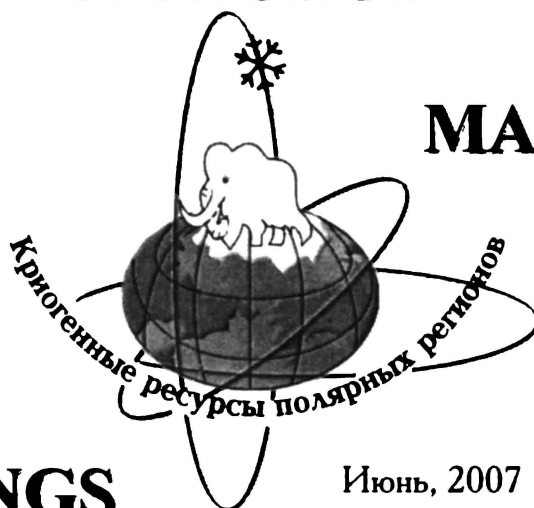


Российская Академия Наук  
 Научный Совет по криологии Земли РАН  
 Институт криосферы Земли СО РАН  
 Институт физико-химических и биологических проблем  
 почвоведения РАН  
 Институт географии РАН  
 Институт геоэкологии РАН  
 Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН

Администрация Ямало-Ненецкого автономного округа  
 Международная Ассоциация по мерзлотоведению  
 Тюменский государственный нефтегазовый университет  
 Московский Государственный Университет  
 ФГУП «Фундаментпроект»  
 Научно-производственное объединение  
 «ФундаментСтройАркос»  
 АНО «Губернская Академия»

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# КРИОГЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНОВ



## МАТЕРИАЛЫ ТОМ I

## PROCEEDINGS VOL I

Июнь, 2007

# CRYOGENIC RESOURCES OF POLAR REGIONS

## INTERNATIONAL CONFERENCE

Russian Academy of Sciences  
 Scientific Council on Earth Cryology, Russian Academy of Sciences  
 Earth Cryosphere Institute, Russian Academy of Sciences,  
 Siberian Branch  
 Institute of Physicochemical & Biological Problems in Soil  
 Sciences, Russian Academy of Sciences  
 Institute of Geography, Russian Academy of Sciences  
 Institute of Geoecology, Russian Academy of Sciences  
 Melnikov Permafrost Institute, Russian Academy of  
 Sciences, Siberian Branch

Administration of Yamal-Nenets Autonomous region,  
 International Permafrost Association  
 Tyumen State Oil & Gas University  
 Moscow State University  
 Institute "Fundamentproject"  
 Scientific production company "FundamentStroyArcos"  
 District (Gubernskaya) Academy

# МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## «КРИОГЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНОВ»

г. Салехард, июнь 2007 г.

### ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Российская Академия Наук  
Администрация Ямало-Ненецкого автономного округа  
Международная Ассоциация по мерзлотоведению  
Научный Совет по криологии Земли РАН  
Тюменский государственный нефтегазовый университет  
Институт криосферы Земли СО РАН  
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН  
Московский Государственный Университет  
Институт географии РАН  
Институт геоэкологии РАН  
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН  
ФГУП «Фундаментпроект»  
Научно-производственное объединение «ФундаментСтройАркос»  
АНО «Губернская Академия»

### ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

#### Сопредседатели:

**В. П. Мельников**

Академик, председатель Научного Совета по криологии Земли РАН

**Ю. В. Неёлов**

Губернатор Ямало-Ненецкого автономного округа

**Jerry Brown**

Президент Международной Ассоциации по мерзлотоведению

#### Заместители председателя:

**Н. Н. Карнаухов**

Ректор Тюменского Государственного нефтегазового университета

**H. W. Hubberten**

Директор Института полярных исследований им. А. Вагенера

#### Члены Оргкомитета

Проф. Ф.Э. Арэ (СПб.ГУПС); проф. В.В. Баулин (Геологический ф-т МГУ);  
Д.А. Гиличинский, д.г.-м.н (ИФХБПП РАН); проф. С.Е. Гречищев (ФГУП Фундаментпроект);  
Г.М.. Долгих, к.т.н. (ООО Фундаментстройаркос); Д.С. Дроздов, д.г.-м.н. (ИКЗ СО РАН);  
член-корр. РАН Н.С. Касимов (Географический ф-т МГУ); проф. В.Н. Конищев (Географический ф-т МГУ);  
проф. И.М. Ковенский (ТюмГНГУ), проф. В.Н. Кудеяров (ИФХБПП РАН); М.О.Лейбман, д.г.-м.н. (ИКЗ СО  
РАН); М.А.Минкин, д.г.-м.н. (ФГУП Фундаментпроект); зам. Губернатора ЯНАО А.В Мажаров .;  
А.В. Павлов, д.г.н. (ИКЗ СО РАН); проф. Г.З. Перльштейн, д.г.-м.н. (ИГЭ РАН); проф. E.-M. Pfeiffer  
(Гамбургский Университет), проф. В.Е. Романовский (Университет Аляска), проф. Н.Н. Романовский  
(Геологический ф-т МГУ); проф. С.М. Фотиев (ИКЗ СО РАН); проф. Л.Н. Хрусталеv (Геологический ф-т  
МГУ); Р.В. Чжан, д.т.н. (ИМЗ СО РАН), Д.М.Шестернев, д.г.-м.н. (ИПРЭК СО РАН)

#### Рабочий комитет Тюменского ГНГУ

Проф. О.Ф. Данилов, С.В. Скифский, С.В. Мальцева, Н.А. Сивакова, В.В. Майер, Т.Н. Гайнбихнер

#### Технический комитет

В.А. Сороковиков, Е.В. Спирина; В.Р. Борисевич, Л.А. Суходольская, Н.В. Арутюнян; В.В. Самсонова

**THE INTERNATIONAL CONFERENCE**  
**«CRYOGENIC RESOURCES OF POLAR REGIONS»**

**Salekhard City, Polar Cycle, West Siberia,**  
**June, 2007**

**CONFERENCE ORGANIZERS**

Russian Academy of Sciences  
Administration of Yamal-Nenets Autonomous region  
International Permafrost Association  
Scientific Council on Earth Cryology, Russian Academy of Sciences  
Tyumen State Oil & Gas University  
Earth Cryosphere Institute, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
Institute of Physicochemical & Biological Problems in Soil Sciences, Russian Academy of Sciences  
Moscow State University  
Institute of Geography, Russian Academy of Sciences  
Institute of Geoecology, Russian Academy of Sciences  
Melnikov Permafrost Institute, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
Institute "Fundamentproject"  
Scientific production company "FundamentStroyArcos"  
District (Gubernskaya) Academy

**ORGANIZING COMMITTEE**

**Co-chairs:**

**Vladimir P. Melnikov**  
Academician, Scientific Council on Earth Cryology, Russian Academy of Sciences  
**Yu. V. Neyolov**  
Governor, Yamal-Nenets Autonomous region  
**Jerry Brown**  
President, International Permafrost Association

**Vice-chairs:**

**N.N. Karnaukhov**  
Head, Tyumen State Oil and Gas University  
**H. W. Hubberten**  
Director, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research

**Members of organizing committee**

Prof. F. Are, Prof. V. Baulin, Dr. D. Gilichinsky, Prof. S. Grechischev, Dr. G. Dolgikh, Dr. D. Drozdov, acad. N. Kasimov, Prof. V. Konischev, Prof. I. Kovensky, Prof. V. Kudeyarov, Dr. M. Leibman, Dr. M. Minkin, The assistant to the Governor Yamal-Nenets Autonomous region A.V. Mazharov, Dr., Dr. A. Pavlov, Prof. G. Perlstein, Prof. E. Pfeiffer, Prof. V. Romanovsky, Prof. N. Romanovsky, Prof. S. Fotiev, Prof. L. Khrustalev, Dr. R. Chzhan, Dr. D. Shesternev

**Work Committee of Tyumen State Oil and Gas University**

Prof. O. Danilov, S. Skifskii, S. Mal'tseva, N. Sivakova, V. Maier, T. Gainbikhner

**Technical Committee**

V. Sorokovikov, E. Spirina, V. Borisevich, Dr. V. Volgina, L. Sukhodolskaya, N. Arutyunyan, V. Samsonova

**Хантемиров Р.М., Шиятов С.Г., Горланова Л.А., Сурков А.Ю.**  
**Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург.**

**CLIMATE CHANGE AND WOODS DYNAMICS IN THE YAMAL PENINSULA DURING THE LAST 7200 YEARS**

**Hantemirov R.M., Shiyatov S.G., Gorlanova L.A., Surkov A.Y.**  
**Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.**

Tree rings as a proxy indicator of past environmental conditions are of special interest as they facilitate the reconstruction of climate change and of woody vegetation dynamics with very high resolution for many hundreds and even thousands of years. To develop multi-millennial tree-ring chronologies it is necessary to find sites having well-preserved remnants of trees that exhibit high sensitivity to climate changes. One such area is Yamal Peninsula on the north of West Siberia. Holocene deposits in the southern part of this peninsula (in area located between lat. 67°00' and 67°50'N, long. 68°30' and 71°00' E, near recent polar timberline) embed a large amount of subfossil remnants of Siberian larch, Siberian spruce and Mountain birch.

Currently 3000 sawn wood samples have been collected in order to create continuous tree-ring chronology for the past several thousand years. Dating of the samples has resulted in constructing an absolute 7320-year record (from 5314 BC to 2005 AD) based on the data on individual series of living and subfossil larches (*Larix sibirica*).

In the North of West Siberia tree ring width increase was associated with warm conditions during June and especially during July. An average of June and July mean temperatures was therefore selected for reconstruction by ring width data. The reconstruction was carried out using regional curve standardization (RCS), which allows for long-term variability to be extracted from this annually resolved record.

Frost and light rings of living and dead individuals of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) have been studied to reconstruct summer frosts and abrupt temperature decline during the second half of the growing season over the past 2100 years.

The reconstruction of polar tree lines dynamics was based on the relative positions of 1300 subfossil trees being precisely dated by cross-dating their ring patterns. According to our reconstruction the northernmost tree line position were 7000–4500 yrs ago when it was several tens km northern of its current position. Significant southward shift of tree-line forests was observed 4500 years ago, with later followings by less expressed southward shifts. During the last 3600 years insignificant shifts of tree-line position occurred. It is evident that no direct correlation between summer temperature changes and polar timberline dynamics was found.

В рамках исследований изменений климата и динамики экосистем в течение голоцена особый интерес вызывают субарктические регионы. Методы, используемые авторами большинства работ по истории растительности остаются традиционными, т.е. о существовании тех или иных видов на данной территории в прошлом судят по остаткам пыльцы и спор. Реже по “макроостаткам” – семенам, хвое, шишкам, еще реже по единичным “мегаостаткам” – древесине стволов, корней и ветвей деревьев и кустарников. Определение времени существования того или иного комплекса видов проводится радиоуглеродным методом. Альтернативным методом датирования может служить дендрохронологический метод. Этим методом можно датировать древесину с сохранившейся структурой годичных колец, а также, соответственно, слой отложения, в котором эта древесина была найдена. Дендрохронологический метод не только гораздо более точен, чем радиоуглеродный, но к тому же и недорогой. Поэтому с его помощью можно проводить массовые датировки. Кроме того, на основе данных годичных колец можно реконструировать климатические условия того года, когда формировалось древесное кольцо.

Однако, дендрохронологические методы в основном используют для реконструкций климата и динамики экосистем за небольшие промежутки времени, поскольку длительность жизни деревьев, и, соответственно, древесно-кольцевых хронологий для большинства районов мира относительно невелика.

Продление древесно-кольцевых рядов в прошлое можно проводить на основе древесины деревьев, погибших в прошлом. Основное ограничение для построения длительных древесно-кольцевых реконструкций связано с относительно высокой скоростью разложения древесины после гибели дерева и, как следствие, отсутствием остатков деревьев, произраставших в далеком прошлом. Однако, в некоторых субарктических районах Евразии имеются хорошо сохранившиеся остатки деревьев, погибших тысячелетия назад. Самые массовые находки полуископаемых деревьев отмечены в аллювиальных отложениях малых рек полуострова Ямал. Это один из немногих районов, где может быть осуществлена подробнейшая древесно-кольцевая реконструкция широкого спектра природных изменений в течение почти всей эпохи голоцена.

Отложения голоценового возраста на юге полуострова Ямал содержат большое количество остатков полуископаемых деревьев: стволов, корней и ветвей. Это является результатом интенсивной аккумуляции и хорошей консервации захороненной древесины в многолетней мерзлоте. Первое упоминание о наличии остатков деревьев в современной тундровой зоне Ямала содержится в работе Б.М. Житкова (1913). В окрестностях оз. Ярато 2-е он обнаружил остатки нескольких древесных стволов, которые торчали из-под основания размываемого торфяника. Позднее полуископаемая (т.е. еще не окаменевшая) древесина была обнаружена в других тундровых районах Западной Сибири.

Идея использования древесины давно погибших деревьев на Ямале для создания сверхдлительного ряда по ширине годичных колец была предложена С.Г.Шиятовым около 40 лет назад, он же начал ее реализовывать около 20 лет назад. За это время на Ямале было собрано более 3000 образцов полуископаемой древесины. Большинство из них собрано в долине р. Ядаяходы-яха, где были обнаружены самые богатые залежи полуископаемой древесины. Много ее также в долинах других рек в южной части полуострова – Хадьта-яхи и Танловы. Гораздо реже крупные захоронения встречались на р. Юрибей, единичные находки имеются в долинах других рек (рис. 1). Большинство образцов (около 95%) взято со стволов и корней полуископаемых лиственниц сибирских (*Larix sibirica* Ldb.), гораздо меньше в сборах образцов ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.) и березы извилистой (*Betula tortuosa* Ldb.).

На всех собранных образцах, а также на образцах (кернах) взятых с живых деревьев лиственницы, была измерена ширина годичных колец. Методом перекрестной датировки, основанном на том, что ширина годичных колец деревьев, растущих в одном районе, имеет сходный рисунок изменчивости год от года, накладывая концы подходящих рядов по ширине колец на начало предыдущих, более молодых по времени, к настоящему времени удалось построить абсолютную хронологию длительностью 7320 лет (с 5314 г. до н.э. по 2005 г. н.э.).

Известно, что в высоких широтах ширина годичных колец зависит от температуры лета. Чтобы установить, температура каких именно месяцев влияет на прирост наибольшим образом, мы сравнили данные по ширине годичных колец с данными наблюдений на метеостанции Салехард, расположенной в 150 км на юго-запад от района исследований. Выяснилось, что наибольшее влияние на прирост годичных колец лиственницы оказывают температура июня и, особенно, июля. На основе выявленных связей было построено соответствующее регрессионное уравнение, с помощью которого была проведена реконструкция средних температур воздуха июня-июля (рис. 2).

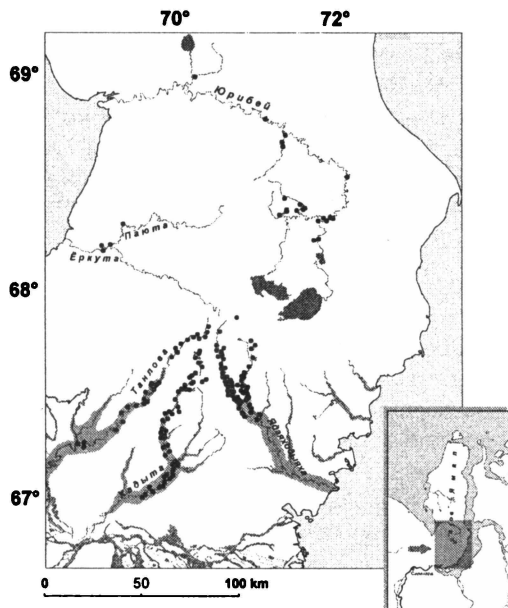


Рис. 1. Места сбора полунископаемой древесины. Серым цветом вдоль рек в южной части полуострова показано современное распространение деревьев на Ямале.

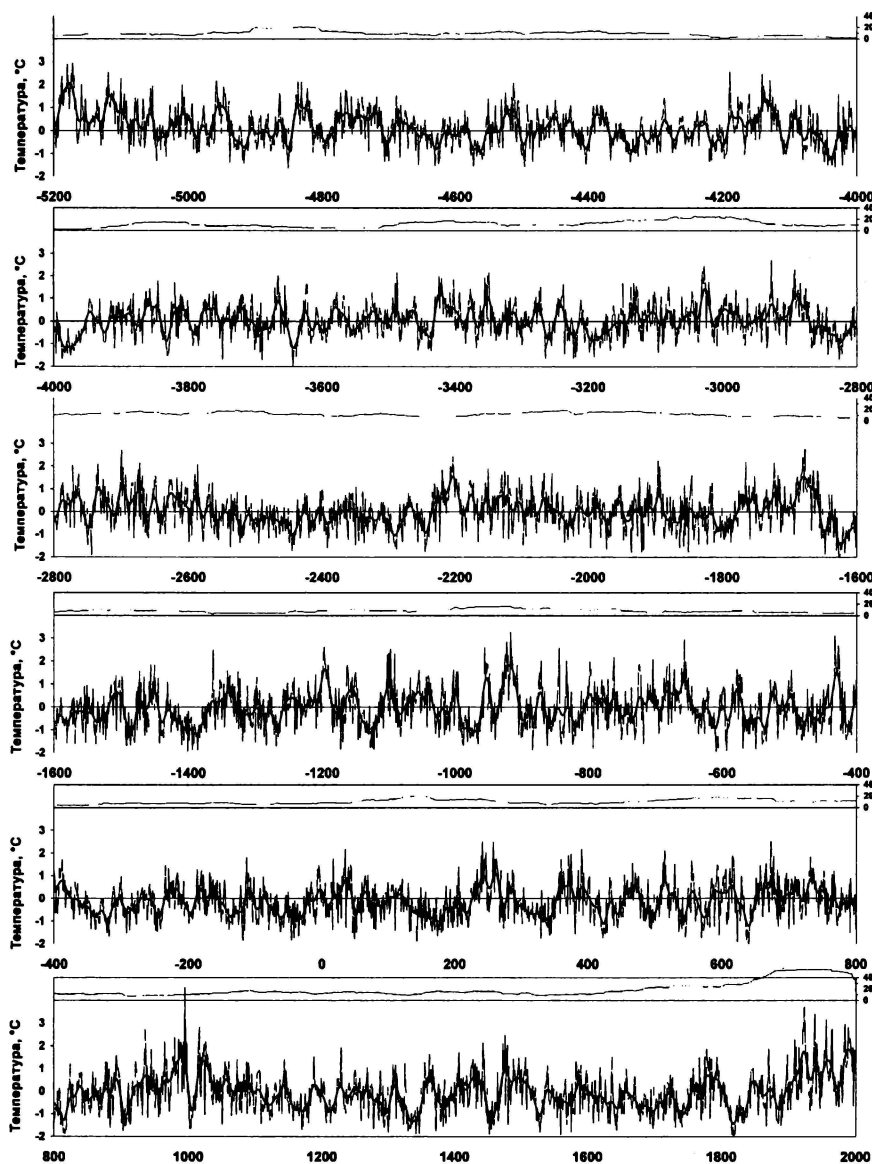


Рис. 2. Древесно-кольцевая реконструкция температуры июня-июля на Ямале. Температуры представлены в виде отклонений от среднего значения за все время реконструкции. Жирной линией показаны значения, сглаженные 20-летним фильтром. В верхней части каждой части графика приведены данные об обеспеченности хронологии образцами. Отрицательные годы соответствуют годам до н.э.

На состояние, функционирование и стабильность экосистем большое влияние могут оказывать экстремальные климатические события в течение вегетационного сезона. Для реконструкции таких событий мы использовали два типа аномальных анатомических структур годичных колец живых и полуископаемых деревьев: морозобойные повреждения (морозобойные кольца) и светлые кольца. Морозобойные кольца в древесине лиственницы на Ямале образуются при заморозках в период примерно с 20 июня по 20 июля, а светлые кольца образуются в годы, когда средняя температура июля-августа опускается ниже средних значений. Кроме того, для реконструкции экстремальных летних сезонов были использованы «выпадающие кольца» (отсутствие прироста древесины на измеряемом радиусе в какой-либо год), а также чрезвычайно узкие кольца. Они указывают на очень низкую среднюю температуру лета.

Мы проанализировали частоту появления аномальных структур за последние 2100 лет. Было выявлено, что наиболее экстремальные понижения температуры воздуха в течение вегетационного сезона были в 42 г. до н.э., а также в 49, 143, 536, 623, 627, 637, 639, 640, 738, 801, 814, 816, 903, 1259, 1312, 1342, 1347, 1453, 1466, 1529, 1548, 1560, 1576, 1601, 1783, 1816, 1818 и 1820 гг. н.э.

Одним из важнейших результатов построения сверхдлительной хронологии на Ямале является возможность проведения массовых абсолютных датировок остатков полуископаемой древесины. На основе дендрохронологических датировок примерно 1300 остатков полуископаемых деревьев проведена реконструкция динамики различных характеристик древесной растительности, таких как положение северной границы распространения деревьев (рис. 3), соотношение древесных видов, степень облесенности территории, формирование возрастных поколений лиственницы.

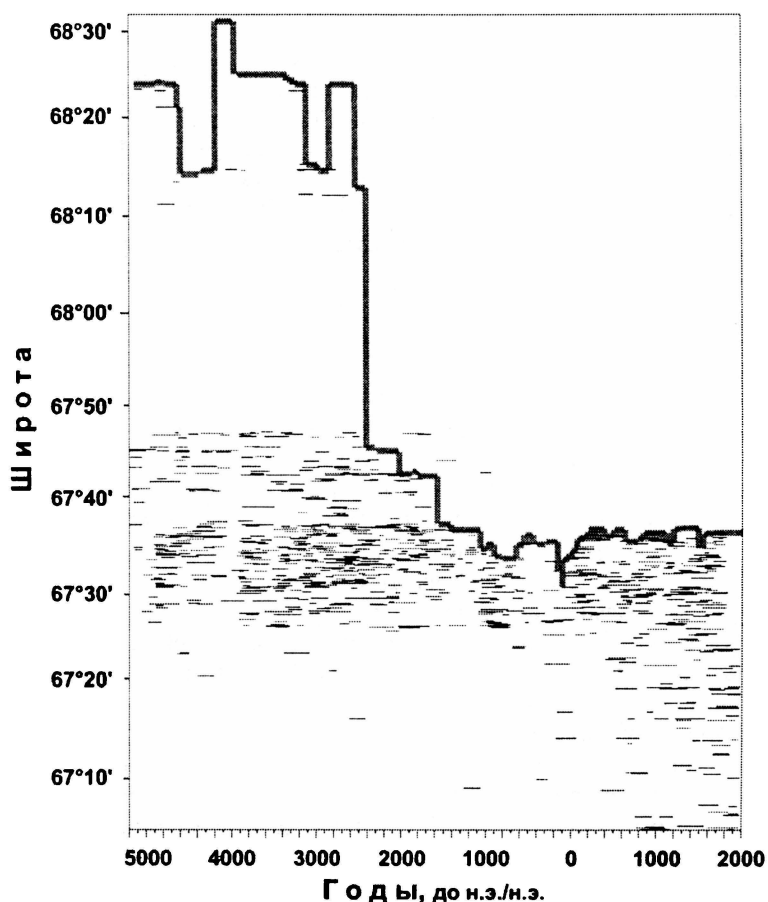


Рис. 3. Интервалы жизни отдельных деревьев (отмечены черными отрезками) и смещения полярной границы леса (толстая серая линия) без учета отдельных деревьев, предположительно сохранявшихся в рефугиумах (черные отрезки выше серой линии).