

Northern Timberline Forests: Environmental and Socio-economic Issues and Concerns

Edited by

Sakari Kankaanpää, Ludger Müller-Wille, Paulo Susiluoto and Marja-Liisa Sutinen

The Finnish Forest Research Institute
2002

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 862
The Finnish Forest Research Institute, Research Papers 862
Kolari Research Station

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 862, 2002
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE, RESEARCH PAPERS 862, 2002

Northern Timberline Forests: Environmental and Socio-economic Issues and Concerns

Северная Граница Леса – Вопросы по Окружающей Среде и Социально-Экономические Вопросы

Edited by
Sakari Kankaanpää, Ludger Müller-Wille, Paulo Susiluoto and Marja-Liisa Sutinen

KOLARI RESEARCH STATION

Kankaanpää, S., Müller-Wille, L., Susiluoto, P. and Sutinen, M-L. (eds.). 2002.
Northern Timberline Forests: Environmental and Socio-economic Issues and Concerns.
The Finnish Forest Research Institute, Research Papers 862. 289 pages.
ISBN 951-40-1844-3. ISSN 0358-4283

Copy editor: Paulo Susiluoto

Layout: Jari Hietanen

Address of copy editor: The Finnish Forest Research Institute.
Kolari Research Station, Muoniontie 21 A, 95900 Kolari, Finland.
Email: Paulo.Susiluoto@metla.fi

Publisher: The Finnish Forest Research Institute, Kolari Research Station, Finland. Accepted by research director Kari Mielikäinen 5.9.2002.

Keywords: aboriginal peoples, ecosystem management, northern timberline, tree line, subarctic, sustainable development

Distribution: The Finnish Forest Research Institute, Vantaa Research Center, Library, P.O.Box 18, FIN 01301 Vantaa, tel. +358 9 8570 5580, fax. +358 9 8570 5582

Cover photo: "Kylä Tunturi-Lapissa"(Village in Fell-Lapland). A watercolor painting by Eila Heino 2002. Reproduced by painter's permission.

© Finnish Forest Research Institute

ISBN 951-40-1844-3

Gummerus Kirjapaino Oy
Jyväskylä 2002

Contents
Оглавление

Preface 7

Introductory Remarks 9

Recommendations on Environmental and Socio-economic Issues and Concerns in Northern Timberline Forests
Ludger Müller-Wille 14

Sustainable Development of the *Lesotundra* Zone in Russia: Problems and Opportunities
Tatiana Kouzminichna Vlassova 19

Living at the Timberline -
The Sámi and the Mountain Birch Forests in Northernmost Europe
Maria Sofia Aikio and Ludger Müller-Wille 40

Modeling Forestry Resources with Remote Sensing and Geographic Information Systems
Shivanand Balram and John E. Lewis 57

The World Reindeer Livelihood - Current Situation, Threats and Possibilities
Johan Mathis Turi 70

Nordic Mountain Birch Forests
Frans-Emil Wielgolaski 76

The Spatial Structure of the Timberline Landscape and Its Relation to Climate and Permafrost in the Usa Basin, NW Russia
Tarmo Virtanen, Kari Mikkola and Ari Nikula 91

Russian Forest Industry and Its Threats to Timberline Forests
Alexander. I. Voropaev 96

Assessment of Recent and Possible Future Forest Responses to Climate in Boreal Alaska
Valerie Barber, Glenn Patrick Juday, Ed Berg and Martin Wilmking 102

Global Warming and Regional
Tree-ring Growth Response in the Kola Peninsula, North-West Russia
Oleg M. Raspopov, T. Kolström, O.L. Shumilov,
I. Ju. Kirtsideli, V.A. Dergachev, M. Lindholm,
J. Meriläinen, Ó. Eggertsson, E.A. Kasatkina,
A.V. Kuzmin, G.G. Matishev, and S.L. Dzhenyuk 106

Appendices 113

A: Paper and Poster Abstracts of the Northern Timberline Workshop in Rovaniemi, 23–25 May 2002 113

B: Northern Tree Line: The Location of the Tree Line and Its Implications for Humans 128

Предисловие 133

Приветственные слова 135

Рекомендации по природоохранным и социально-экономическим вопросам на северной границе леса
Люгер Мюллер-Вилле 140

Устойчивое развитие зоны лесотундры в России: проблемы и перспективы
Татьяна Кузьминична Власова 146

Жизнь на Границе Леса - Саамы и Горные Березовые Леса Крайнего Севера Европы
Мария София Айкио и Людгер Мюллер-Уилле 170

Моделирование Лесных Ресурсов с Помощью Дистанционных Методов и Геоинформационных Систем
Шивананд Балрам и Джон Е Левис 189

Мировое оленеводство - современная ситуация, трудности и перспективы
Йохан Матис Тури 203

Северные Горные Березовые Леса
Франс-Емил Виелголаски 210

Пространственная структура ландшафта на границе леса и её отношение к климату и мерзлоте в бассейне р. Уса, северо-запад России
Тармо Виртанен, Кари Миккола и Ари Никула 225

Лесопромышленный комплекс России и угрозы северным лесам
А. И. Воропаев 230

Оценка современной и возможных будущих реакций на климат в бореальной Аляске
Валери Барбер, Гленн Патрик Джуди, Эд Берг и Мартин Вилмкинг 238

Глобальное потепление и региональная реакция роста годовых колец на Кольском полуострове, Северо-запад России
О.М. Распопов, Т. Колстрём, О.И. Шумилов, И.Ю. Киршидели, В.А. Дергачев, М. Линдхольм, Й. Мериляйнен, О. Эггертссон, Е.А. Касаткина, А.В. Кузьмин, Г.Г. Матишев, С.Л. Дженюк, ... 243

Приложения 250

Приложене А
Тезисы докладов и постерных выступлений на рабочей группе «Северная граница леса» в Рованиеми, 23-25 мая 2002 года. 250

Приложене В
Северная линия лесов: положение линии лесов и его значение для жизни людей. 266

C: List of Participant and Addresses / Список Участников и Адресы 272

D: Color Figures / Цветные рисунки 279

Preface

Forests - their ecosystems, trees and timber - have been a lifeline for humankind's existence and survival globally right to modern times when, now, the extensive human utilization pushes their being to the edge. Thus questions are raised how humankind is able to attain or even maintain the reproduction of forest resources world-wide to continue their utilization through so-called sustainable forest management and its application adapted to specific ecosystem. Despite all technological advances humankind's needs and demands for wood is increasing beyond nature's capacity to replace the yield. These pressures, along with natural events such as fires (often caused by humans), have created a 'global forest crisis' on our planet whose proportions are difficult to grasp if one realizes that in Canada alone one acre of forest is felled every 13 seconds!

The Northern Timberline Forests, the focus of this book, represent only a small areal portion of the world's forests, however, their geographic location, their environmental and ecological conditions and their human land use and occupancy in the northern circumpolar tier make them particularly vulnerable under expanding industrial and commercial resource exploitation. Therefore interested scientists and concerned local residents have established partnerships under the Sustainable Development Working Group of the Arctic Council to create a forum in which the conditions of the Northern Timberline Forests could be studied and highlighted. A series of events and workshops have been organized to allow the exchange of ideas and the formulation of recommendations to enhance appropriate forest management policies, which particularly reflect the points of view presented, by local residents and users of the Northern Timberline Forests. This volume is one of the results of these international efforts.

The Northern Timberline Forests Workshop, held in Finland at the Arktikum in Rovaniemi from 23 to 25 May 2002 and whose deliberations are included in this volume, was organized by the Finnish Forest Research Institute, Arctic Centre (University of Lapland, Rovaniemi), Finnish Forest and Park Service and the University of Joensuu. The workshop was well attended. The keynotes, papers, posters and structured discussions in working groups led to the formulation of recommendations submitted to the Sustainable Development Working Group of the Arctic Council for discussion at the occasion of its Ministerial Meetings in Saariselkä (Finland) in October 2002.

The volume editors would like to recognize the financial support of this workshop by the following institutions: Finnish Ministry of Agriculture and Forestry, Ministry of the Environment, and Academy of Finland. Furthermore, we

like to extend our gratitude to the members of the workshop's International Scientific Program Committee and the Local Organizing Committee and the support staff from the Finnish Forest Research Institute and the Arctic Centre at the University of Lapland - their contributions were invaluable. The editors would like to extend their appreciation to the translators and language editor: from English to Russian: Galina Rybkina and Sergey Volkov, from Norwegian to English: Inga-Ellen Turi, and English language editing: Erkki Pekkinen. Furthermore, the ambience of the Arktikum and its surroundings provided an important element in the success of this meeting.

Montréal/Kolari/Rovaniemi, 1 July 2002

Ludger Müller-Wille, Sakari Kankaanpää, Paulo Susiluoto and Marja-Liisa Sutinen

International Scientific Program Committee

Ludger Müller-Wille (chair, Canada)
Valerie Barber (USA)
Oddvar Skre (Norway)
Sune Sohlberg (Sweden)
Brynjar Skúlason (Iceland)
Marja-Liisa Sutinen (Finland)
Tatiana Vlassova (Russia)

Local Organizing Committee and Support Staff

Marja-Liisa Sutinen (chair, Finnish Forest Research Institute)
Sakari Kankaanpää (Finnish Forest Research Institute)
Raija Kivilahti (Arctic Centre)
Taneli Kolström (University of Joensuu)
Jaana Ojuva
Sinikka Rovaperä (Finnish Forest Research Institute)
Eero Tikkanen (Finnish Forest and Park Service)
Minna Turunen (Arctic Centre)
Mervi Väisänen

Arktikum, Rovaniemi, 23 May 2002

Introductory Remarks

Madame Chair!
Ladies and gentlemen!

This Northern Timberline Forests Workshop is an Arctic Council project – a building block in the Council's Sustainable Development Program (SDP).

On the 14th of May, the Arctic Council Sustainable Development Working Group held its meeting in Oulu, and three new project proposals were discussed and evaluated for approval. Two projects got the green light and one got the red one.

The discussions on these project proposals showed that there is an urgent need for criteria for approval. The chair and two vice-chairs of the working groups had prepared a draft of guidelines for SDWG projects, but these guidelines were not accepted. It seems, however, that there is a common understanding as to what kind of requirements the AC projects should meet.

Firstly: Circumpolar coverage and an Arctic added value. There should be broad interest among the Arctic countries regarding the problems in question. Bilateral projects are most welcome. This timberline project has a very good circumpolar coverage.

Secondly: Participation of the indigenous peoples in the whole life-cycle of the project – from the early planning phase and all thorough its implementation phase. This project (NTF) seems to meet this criterion very well, too.

Thirdly: Capacity-building focus. The project should contribute to the well-being and the empowerment of northern countries and their inhabitants – especially women.

The project should strengthen the social and human capital of the indigenous and other local people.

It seems that pure research projects meet resistance among the AC delegations. The projects should be targeted at policy recommendations – be they proposals to the Arctic Governments or more practical plans for networking between northern institutions, communities and experts.

This workshop has gathered high-level experts in dealing with problems in the Northern Timberline regions. I hope, and I am convinced, that you have the knowledge and political experience needed for meaningful policy recommendations. The Finnish chairmanship in the Arctic Council and in its SDWG is in its final straight. I hope that this workshop has a tangible contribution to make for its success.

Dear friends!

Have a productive workshop inside and outside this beautiful Arctic Centre!

Sauli Rouhinen
Chair,
Sustainable Development Working Group,
Arctic Council

Mr. Chairman, Ladies and Gentlemen, Scientists

On behalf of the Arctic Centre, I am happy to welcome you all to the meeting on Northern Timberline Forests Workshop by the Arctic Council here in the Arctic Centre and Rovaniemi.

It is important that the scientific community communicates with outside world and also across scientific sectors. This workshop is organized for that purpose and that is what makes it special and interesting. One of the goals of the workshop is to prepare recommendations to ministers of the Arctic states to be taken into consideration when developing national and international Arctic politics. This is an effective way to popularize the most updated scientific results for the use of decision makers. It is a good possibility to raise issues about timberline forests for common consciousness in order to promote the welfare of the nature and peoples of this special northern ecological zone. I think that this is an excellent and worthwhile effort for researchers as in this way circumpolar scientific efforts can gain high-level political support, which may help in efforts when seeking funding.

The Arctic Center (www.arcticcentre.org) of the University of Lapland is Finland's national institute for multidisciplinary research which works in the arctic timberline zone. Furthermore, one of the core functions of the Arctic Center is to act as an active all-around information channel between science and wide audience through its science center exhibition, electronic information cervices and library. That is why I think the Arctic Center is the most suitable to host your conference here.

I sincerely wish that your conference will be productive and informative and hope that you enjoy your stay here in Arctic Centre and in Rovaniemi.

Thank you for your attention.

Paula Kankaanpää
Arctic Centre,
University of Lapland

Ladies and Gentlemen,
Colleagues and Friends,

On behalf of the International, in fact circumpolar, Scientific Steering Committee I like to welcome you to this workshop on "Northern Timberline Forests". This workshop is a project under the Sustainable Development Working Group of the Arctic Council. We meet here at the Arktikum which as an institution represents an expanding focus on the north and which will celebrate its 10th anniversary this year.

For as long as its existence, humankind has relied, among other matters, on plant life and in particular on forest resources globally, i.e. in any corner of the world where trees grow. This almost paramount reliance has continuously expanded and has resulted - historically and currently - in human-induced erosion and often depletion of these resources in specific environments. This is not to say that climatic change and variations do not have an impact as well.

In this respect the northern timberline forests are no exception. They have experienced the presence of humankind and thus of specific land-use patterns with varying degrees of influence at the edge of the northern extension of these forests. Globally and locally, changing demographic, socio-economic and political conditions have made it compulsory today to reflect not only upon the ecological basis of forests and their continued existence, but particularly upon human skills to design management schemes and policies to maintain the resource and, at the same time, allow its continued utilization by humankind.

The challenges to modern forest utilization are crystal clear - what reproductive cycles do support expanding exploitation rationally, economically feasible and socio-culturally justifiable and in what ecosystem and what are, in fact, the thresholds of tolerance defined by humankind?

The terms "timber forest" and, indicating its altitudinal and latitudinal location, "timberline forest" clearly identify - through its Indo-European linguistic and cultural origins - the intensive use by humans for the construction of any type of utilitarian items based on wood. Therefore "timber", or in its variations in other languages such as in German "Timber" (becoming "Zimmer" = room), in Swedish "timmer" or in Norwegian "tømmer", is in almost all its meanings the felled or dead tree, the trunk destined for specific usages. Applied to the northern extension of trees the use of the term "timberline forest" must then imply that these forests are firmly integrated into the land use and occupancy patterns which local populations have developed in relation with their acquired knowledge of what resources and how much of them are to be utilized for their own purposes to sustain basic levels of well-being - see for example the Aboriginal Forest Strategy put forward by the Assembly of First Nations in Canada in the late 1990s.

Under rapidly changing conditions for the ever growing quest for resources, expressed internally but mainly externally, these forests at the northern timberline are under increased pressures of commercial and industrial exploitation,

which go far beyond the reproductive cycles of specific species under existing environmental conditions.

This workshop is designed to tackle some of these issues through keynotes, papers, posters and focused discussions in workshops with the ensuing plenary for a, which should lead to conclusions and recommendations for coping with the apparent "timberline conflicts" that are ongoing throughout the circumpolar north today -- they need attention and sensible recommendations and solutions which respect the northern environment and their human occupants.

I am not a resident at or along the "northern timberline", however, having been, for over twenty years now, an owner and manager/user of a "wood lot" in Vermont's luscious Green Mountains for construction and fire wood as well as for tapping of maple sap to make syrup, and having studied for the last few years the socio-economic conditions and changes in the use of the "northern mountain birch forests" in northernmost Europe, I understand the urgency that is felt among northern residents about what will happen to the "northern timberline forests" in the future. These peoples' attachment and commitment to their forests is real and their voices need to be heard and their recommendations turned into action.

I hope that this workshop can meet some of these daunting challenges. It remains for me to wish you all an interesting and successful meeting and a pleasant stay here in Rovaniemi.

Thank you!

Ludger Müller-Wille
Department of Geography, McGill University,
Montréal (Québec) Canada

Recommendations on Environmental and Socio-economic Issues and Concerns in Northern Timberline Forests

Ludger Müller-Wille

Ludger Müller-Wille (chair), Valerie Barber, Sakari Kankaanpää, Brynjar Skúlason, Sune Sohlberg, Oddvar Skre, Paulo Susiluoto, Marja-Liisa Sutinen and Tatiana Vlassova (members of the Steering Committee) with Timo Helle, Taneli Kolström, Sune Sohlberg as chairs of the Working Groups, and Maria Sofia Aikio, Thomas R. Allen, John E. Lewis, and other workshop participants

Preamble

The workshop participants, representing almost all regions in the circumpolar north, are in agreement that the "Northern Timberline Forests" should receive more attention with respect to environmental, socio-economic, cultural and political conditions, both internally and externally. The Northern Timberline Forests constitute the transition ecosystem between productive forest (commercial forestry) and the natural treeless areas (tundra), referred to as the forest tundra zone, or *lesotundra* in Russian. Due to its lower human population density, this zone has been the target of 'more gentle' human impact. However, this situation is rapidly changing. Natural and human requirements meet in this zone; therefore, it should be possible to reconcile both.

It was noted that this meeting allowed the broadening of the exchange of ideas among practitioners, users and scientists. The following recommendations are seen as contributing to the development of policies and their implementation with respect to urgent issues of concern to the peoples living in the Northern Timberline Forests. These recommendations are intended to reach the Ministries of the Environment, and forestry, regional development, education and research along with other administrative realms within each of the polar countries in the Arctic Council.

General Parameters

It is noted

... that the Northern Timberline Forests are inhabited mainly by aboriginal peoples, whose status is to be recognised through equal partnership (including pos-

sible co-management regimes) in decision-making, concerning, among other aspects, property rights, governance, traditional knowledge, and general development on the local and regional level;

... that the Northern Timberline Forests provide a functioning base for multi-purpose resource utilisation related to the indigenous knowledge of flora and fauna whose maintenance is of paramount interests to both local and aboriginal residents;

... that there exists considerable regional variation throughout the circumpolar north and, in particular, within the belt of Northern Timberline Forests;

... that the emerging participatory process in research still shows discrepancies in the use of disparate language, i.e. jargon, terms and concepts between scientists and local residents with respect to both 'scientific' and 'indigenous knowledge'; there is urgent need to overcome this gap through open communication and the use of plain language;

... that there is urgent need for alliances between local communities and research communities to support the assessment of particular conditions that would lead to enhancing the cultural and economic diversity of the region. The NTF Workshop endorsed the request by the World Congress of Reindeer Herders (Johan Mathis Turi, president) to be a partner in an alliance of research activities focusing on the conditions and prospects of reindeer herding as a viable economic and cultural expression by aboriginal peoples and local residents of the Northern Timberline Forests;

... that the exchange of information and knowledge and ways of communication among peoples within the Northern Timberline Forests should be increased and enhanced; and that both linguistic and cultural diversity is maintained and reinforced through translation and interpretation among the languages;

... that there exist real and perceived regional and global threats to both the ecological and human base of the Northern Timberline Forests, i.e. climate change (e.g. insect pest outbreaks, regional variations in changes in summer and winter temperatures, changes in the North Atlantic Oscillations), erosion (thawing of permafrost), pollution of different kinds, economic utilisation of various resources by various interests for different purposes (resources exploitation, forestry, grazing by wildlife, reindeer and sheep, and tourism) and energy needs (firewood).

Recommendations

The following recommendations are based on the discussions that emerged from the "Timberline Workshop" held at the Arctic Council's "Sustainable Development Workshop" in Whitehorse (Yukon Territory, Canada) in May 1998 (published in the Finnish Forest Research Institute's Research Papers 734, 1999). These discussions continued during the 2002 workshop and led to the

formulation of focused recommendations expressly taking into account the conditions in the Northern Timberline Forests throughout the circumpolar north. Recommendations with respect to contaminants and pollution have been provided by AMAP. Based on the ACIA (Arctic Climate Impact Assessment) Scientific Report, which is due by the autumn of 2004, the AMAP and the CAFF will deliver policy recommendations to the Arctic Council regarding mitigation of climatic change impact in the northern circumpolar regions.

General Recommendation

Develop a permanent circumpolar monitoring network on human dimensions, i.e. living conditions and sustainable management of resources. Based on the integration of scientific and local knowledge, this network would serve as a complement to existing programs such as AMAP, CAFF, LULC and others.

Specific Recommendations

1) The Human-Forest Interaction: the Socio-economic and Cultural Dimension

It is recommended, in order to enhance and sustain the human conditions in the belt of northern timberline forests, to

... study the inhabitants' distribution, density and socio-economic conditions;

... assess the possibilities and prospects for local and regional economic development including particular emphasis on energy requirements and alternate energy sources (wood, etc.), locally-based small-scale tourism, reindeer herding, fishing and hunting, and regional agroforestry;

... monitor and evaluate the expansion or restriction of commercial forestry, exploitation of hydropower, oil/gas and mineral resources, large-scale tourism, settlement patterns and infrastructure, as well as the impact of environmental conservation and protection policies and regimes (i.e. exclusion or inclusion of local interests) within the northern timberline forests;

... survey the consistent application of environmental protection laws throughout the region;

... assess the varying regional and national definitions and levels of living standards and quality of life with emphasis on education and capacity building, physical and mental health, cultural and linguistic base, sense of belonging and commitment to place;

... evaluate the political developments towards local governance and control, legislative and administrative powers, decision-making processes, and community building, territorial claims and title to land.

2) Resource Management in the Northern Timberline Forests

There are already a number of monitoring systems in place documenting specifically environmental changes in the circumpolar north. It is suggested that these be expanded so that these monitoring schemes become more holistic in their approach and capabilities. It is therefore recommended to

... develop permanent circumpolar monitoring networks (including plot networks) on changes in Land Use and Land Cover (LULC) and environment as part of the AMAP/CAFF monitoring programmes and establish a new open and accessible data centre whose mandate is the collection, collation and coordination of information concerning changes in environment and land use and their impact on the local communities in the circumpolar north; extend these data sets to include socio- economic and cultural aspects;

... establish a permanent working group on land use and land-cover change modelling in which the research focus is on the driving forces of change both on the local level and global level within the context of human dimensions;

... design models for the prediction of impacts by different land-use management practices, including models on risk estimations by regionally and globally throughout the forest belt;

... develop spatial decision-making support systems for land use management with full involvement by local communities utilising tools as a Geographical Information System (GIS) and Global Positioning System (GPS) capabilities;

... support and press for the development of more efficient and effective legislation and regulations focusing on the timberline forests; this also includes the requirement for Environmental and Socio-economic Impact Assessment studies in all areas of the belt of Northern Timberline Forests.

3) Forest and Reindeer Herding Economy in the Northern Timberline Forests

Reindeer herding is exposed to changes, threats and pressures on the regional, national and international (global) scale. Specific attention is being given to the continued sustainability of reindeer herding, which today competes for space and resources along with other industrial interests. Here, sustainability includes the ecological, socio-cultural and economic aspects. For the enhancement of the reindeer herder's position throughout the Northern Timberline Forests, it is recommended to

... attain full integration and partnership of the reindeer herding communities in the decision-making process, which also fully respect for traditional knowledge;

... strengthen solidly the legal and political status of reindeer herders along with the requirement that the socio-cultural and linguistic environments are maintained and developed for reindeer herding communities;

... develop regimes to secure the economic feasibility of reindeer herding as a small-scale industry with permanent employment opportunities and stable income levels;

... carry out monitoring and continuous mapping of reindeer herding land-use patterns and practices on a smaller scale locally, and develop explanatory models to include competing land use in the same territory at the same time.

4) Maintaining Biodiversity in the Northern Timberline Forests

Maintaining biodiversity in the Northern Timberline Forests is a crucial element. Therefore, it is recommended to

... develop and implement internationally compatible legislation and regulations to protect the ecosystems in the Northern Timberline Forests and the adjoining areas as wide buffer zones to guarantee biodiversity;

... maintain natural forest structures and allow natural disturbances to preserve biodiversity and promote natural successions;

... avoid disturbances to and excessive utilisation of bio-resources respecting reproductive cycles; monitor the harvesting of bio-resources through established and available techniques;

... use changes in the ecosystem as indicators of natural and human impacts, e.g. apply biodiversity as an indicator for climate change;

... guarantee that both scientific knowledge and traditional knowledge form the base for sustainable management of biodiversity;

... promote certification for eco-tourism (i.e. outdoor recreation) with minute affect and impact on natural conditions.

Sustainable Development of the *Lesotundra* Zone in Russia: Problems and Opportunities

Tatiana Kouzminichna Vlassova

Abstract

The paper discusses the problems and opportunities of sustainable development of the *lesotundra* zone in Russia, broadly dividing them into five interrelated spheres:

1) Spiritual-cultural opportunities
2) Reduction of poverty and achievement of higher quality of life
3) Problems of an environmentally unsound economy and ways of resolving them
4) Ecosystem management perspectives in nature rehabilitation and protection
5) Participation of local population and various stakeholders in decision-making and development of local programmes of sustainable development.

The changes in the *lesotundra* ecotone in Russia can be critical to the understanding of the important impacts of global environmental change and to the development of appropriate resource management strategies. This is why future international collaboration focusing on resolving many common problems of sustainable development in this zone on a global scale is of great importance. The author recommends that a permanent circumpolar monitoring network be developed to look into the living conditions and sustainability in the timberline forest ecosystem, and that its actions be based on the integration of science and local knowledge.

Introduction

I greatly appreciate the idea of the Arctic Council SDWG project on "Sustainable Development in Northern Timberline Forests" especially because it is based on the ecosystem approach to problems involving the environment and development facing all of us.

We are now discussing the problems and opportunities of sustainable development of what is referred to as the "Northern Timberline Forest", "taiga-tundra", "forest-tundra", "boreal tundra woodland" and *"lesotundra*", as it is called in Russian. It is an ecosystem zone, stretching for more than 13 400 km all over the Arctic, between the tundra and the taiga. According to the Forest Encyclopaedia (1985), the *lesotundra* zone in Russia covers about 45 million hectares. It forms a narrow belt in the Kola Peninsula and along the Arctic Circle to the Urals. Beyond the Urals, the zone is fairly wide, stretching to the Pacific coast. In general, the *lesotundra* zone stretches up to 300 km between its northern and southern limits (Arctic Flora and Fauna 2000; Countries and Peoples 1983; FAO 2001). (see App.D. Fig. 1 and 2). On the continents of North America, Europe and Asia, this zone is exceptionally important as a zone of transitional ecosystems in terms of global vegetation, climate, biodiversity, human culture, economic activity, social peculiarities, human settlement, etc.

I wish like to underline that all of us working together in the context of the IASC "Dynamics of the Tundra-Taiga Boundary" initiative in the papers presented in the special AMBIO Journal have recognised that the *lesotundra* ecosystem is a zone that has two boundaries - the northern and the southern. It cannot be regarded as being simple a tree line or timberline (Callaghan et al. 2002). On the global scale, this ecosystem zone has many common general natural features despite national and regional peculiarities. In many countries the *lesotundra* is a socially and economically fringe, marginal zone with specific environmental problems. Therefore, there are also some common problems involving ecological, economic, social, cultural and management sustainability

Its main common characteristic may be seen in that it serves the global environment as an ecotone zone or transition belt, a zone of change in system properties, and one where tensions between its components are particularly stressed. The changes in *lesotundra* can be critical to the understanding of the impacts of global environmental change and to the development of appropriate resource management strategies. Sustainable development of this ecosystem zone requires international collaboration and concrete responses at the local, national and international levels. Ecosystem management can act as a new tool in combining many topics related to northern timberline forests, and it can have solid links with all aspects of sustainable development

Both human and natural factors affect dynamics and modify the *lesotundra* zone, and they are powerfully interrelated. In the literature, most of the attention focuses on natural factors, less on human factors – i.e. socio-cultural, economic and political factors. If we view these separately, it will be difficult to understand the complicated interacting impacts and to find constructive ways to regulate them. Only a holistic approach to the problem provides a basis for success. Each country must chart its own course in compliance with its culture, history, social and economic priorities, and prevailing institutions and political structures. The problems and opportunities of sustainable development of the *lesotundra* zone in Russia may be broadly divided into five interrelated spheres:

1) Spiritual-cultural opportunities
2) Reduction of poverty and achievement of higher quality of life
3) Problems of an environmentally unsound economy and ways of resolving them
4) Ecosystem management perspectives in nature rehabilitation and protection
5) Participation of local population and various stakeholders in decision-making and development of local programmes of sustainable development.

1 Spiritual-cultural Opportunities

The *lesotundra* zone in Russia is home to many peoples and it is characterised by its high level of cultural and ethnic diversity. Komi, Yakut, Russians and many lesser indigenous peoples live within the *lesotundra* ecosystem - Samis, Nenets, Khants, Selcups, Kets, Dolgans, Enets, Evenks, Evens, Nganasans, Chukchis, Yukagirs. In cultural terms, the southern and northern boundaries of the *lesotundra* zone form rough ethnic boundaries. For example, the Nenets are reindeer herders, owners of large herds of reindeers, and they seasonally migrate from the tundra to the northern parts of the *lesotundra*. The Komi, who are a forest-dwelling people, live closer to the southern border of the *lesotundra* where it meets the taiga zone.

Indigenous peoples living within the *lesotundra* zone have a cultural and spiritual heritage going back thousands of years. For them, the subject of sustainable development cannot be discussed without first achieving an understanding of its traditional and cultural significance. Indigenous holistic approaches to sustainable development implies more than a linguistic or semantic analysis. It goes to the very heart of traditional indigenous cultural values. Nature, land, is related to all aspects of their lives. The concept of land being sacred provides the basis for indigenous religions.

The existence of the least numerous of the indigenous peoples is under threat today. Now there are only 209 Ensi people, 1,113 Ket people, 1,140 Ukagir people, and 1,278 Nganasan people left. We have to recognize that cultural and ethnic-spiritual diversity is our global wealth, and this is now under threat in Russia. This is why the development of the spiritual and material culture preservation, the protection of traditions as the basis for self-identification and ethnic evolution, are seen as important opportunities for sustainable development of the *lesotundra* zone in Russia.

2 Reduction of Poverty and Achievement of Higher Quality of Life

The *lesotundra* in Russia is a zone of social unsustainability. One indicator of this is a process of depopulation, which reflects a deep cultural, demographic and economic crisis in the tundra and *lesotundra* zones and in Russia as a

whole. Russia's population is expected to decrease by 30 % by the year 2050 if the current demographic trends continue; this new research finding was announced by *Goskomstat*, the State Statistics Committee in 2002. The population can drop from 144 million to about 102 million people by the middle of the century. The most pessimistic prognosis considers a drop of as much as 47 % to be possible. No specific reasons were cited for the decline, although earlier studies have attributed it to the bad economic situation, poor state of the environment, and high stress. According to the Committee, Russian men now have an average life expectancy of 59 years and women 72 years (Russian Environment Digest 2002).

The depopulation of the Russian North is due to both negative natural population growth (falling births and rising deaths) and increasing net emigration. For example, the death rate has exceeded the birth rate in the Archangels Oblast since 1992 and in the Murmansk Oblast since 1993 (Lausala and Valkonen 1999). In 1989–1990, the average life expectancy in the Barents Sea territories was the same as in the Russian Federation as a whole, 69.4 years. In the period 1989–96, however, life expectancy has fallen to 66.0 years in the Russian Federation as a whole, and to 64.6 years in the Barents Sea territories (Lausala and Valkonen 1999).

Unprecedentedly high levels of mortality prevail especially among the indigenous peoples living in the Arctic and Sub-arctic regions (where the *lesotundra* zone lies). Mortality among these indigenous peoples has grown by 35.5 % during the years 1990–1996 (Abdulatipov 1999). Also, the nature of mortality has changed during last decades: the main risk group is no longer that of children, but that of people in reproductive age. The main cause of death is no longer sickness, but death as a result of injuries, accidents and suicide. It is evident now that the main cause is the destruction of the traditional lifestyles of the indigenous peoples. This applies particularly to the traditional reindeer herding occupation in the tundra and *lesotundra* zones. The crucial blow to their traditional way of life and their traditional subsistence system was inflicted by the State in the 1960s when the public policy resulted in the resettlement of the inhabitants from their small settlements into large villages. This coercive resettlement of the population signalled the beginning of the destruction of the historical and ecological balance in the structure of the indigenous peoples' settlements and subsistence lifestyles. Resettlement, their being forced to live in large villages as national minorities, the massive separation of children from their parents in favour of educating them in community homes, the preservation orders on the vital grasslands, and the reduced possibilities to engage in their traditional activities, all these changes led to a spiritual and social crisis among the indigenous peoples.

Since the 1970s, hidden unemployment and alcoholism have become widespread, and families and traditional culture are beginning to be destroyed. These problems have led to a reduction of the natural increase in population and its total size. In recent years, the destruction of traditional subsistence activities, especially of reindeer herding, continues. This has led to a radical increase in unemployment and a decline in living standards and quality of life.

Between 1994 and 1996, the number of working indigenous people in the North fell to an average of 32.5 %, and now, according to official figures, 25–30 % of the population (of the physically and mentally able group of indigenous peoples) are unemployed, with young people below the age of 25 contributing a large proportion (for some indigenous peoples the figure is 35–40 %).

Additionally, the number of people and the density of the population in the *lesotundra* zone are now decreasing due to emigration from the Russian North in general. A special study should be carried out to quantify the numbers of people emigrating from the *lesotundra* zone. Current available statistics show that one million people of working age left the Russian Arctic and Sub-arctic regions between 1992 and 1998. This is about 10 % of the total population inhabiting these regions (Goscomsever report 1999). For example, a cumulative net emigration from the Barents Sea territories between 1993 and 1997 was 169,700 people. Thus, 75 % of the population decrease in these regions in the same period was due to net emigration, and only 25 % to natural population decrease (Lausala and Valkonen 1999).

Social ills associated with unemployment, poverty, diseases, family breakdown, crime, suicide, and alcoholism are in the rise in the *lesotundra* zone. This is why the goal of sustainable development in the social sphere lies in the enhancement of the quality of life, well-being and health, particularly among the most vulnerable population groups. This should be done in the face of growing environmental pressure, notably in the form of polluted air, water and soil, the effects of climate change, and other factors.

3 Problems of an Environmentally Unsound Economy and Ways of Resolving Them

It can be seen that economic activity, population density, the degree of urbanisation, and overall human pressure on nature, all rapidly increase in the direction north to south, i.e. from the tundra zone through the *lesotundra* towards the taiga. The density of land and water transport communication, the number of towns and cities, and other permanent settlements also increase in this direction (see Resources … 1998). We can also see the general correlation of the borders of the *lesotundra* zone with densities of one or fewer people per square kilometre (Geographical Atlas 1980). The isoline of 1 person per square km is usually considered to be the fringe between economically developed, settled regions and undeveloped or sparsely populated ones (with occasional permanent human settlements). Thus, the *lesotundra* zone could be considered to be a fringe zone from the socio-economic point of view.

The delineation of the southern and northern borders of this intermediate zone is not only a theoretical, but a practical issue. Special social, economic and environmental policies are needed with respect to the "Northern Regions" in general, i.e. taiga, *lesotundra* and tundra. For many years, scientists sought to establish and elaborate integrative socio-natural criteria for the delineation of the boundary of the "North". In the 1970s, it was proposed both in Russia and

Canada to delineate the southern border of the North according to the agro-climatological boundary of permanent open-ground farming (the sum of effective temperature sum of the growth period exceeding 1600°C). This boundary correlates with the southern boundary of the *lesotundra* zone in general (Morton 1970; Agranat 1984). The northern boundary of *lesotundra* zone (the boundary with tundra) coincides with the tree line. Trees usually begin to occur when effective temperature sum exceeds 700°C, but tree growth is also determined by regional differences in humidity (Puzachenko 1985).

In order to gain a better picture of the contemporary problems of the environment and development in the *lesotundra* zone, it is useful to spend some time examining the historical features of the settlement and economic occupation of this zone.

Human pressure on the nature of the *lesotundra* zone and the transformation of its ecosystems increased significantly in the 16th century. It was due to more extensive settlement than earlier, in times associated with the Russian State policy of territorial expansion and the development of the new frontier lands in Western Siberia, previously very sparsely settled. However, the traditional cultures of the peoples living there were relatively well adapted to the natural peculiarities of this marginal zone and people were flexible and able to adapt and respond to changes in their environment and to seasonal conditions. This is well illustrated by the traditional practices and organisation of reindeer herding, local farming, hunting, gathering, etc. For example, being nomads was the most culturally and ecologically adaptable traditional way of life of several peoples living in the tundra and *lesotundra* zones. The lifestyle and the culture of the northern peoples, their values, needs and beliefs were also well adapted to the uncertainties of life in this fragile and sensitive environment. G. I Tanfiliev (1953), the well-known Russian pre-revolutionary scientist, considered that the settled way of life was absolutely impossible in the tundra zone and that seasonal migrations of people with their reindeer herds to the *lesotundra* zone was the optimal life style. This life style meant reduced impact on the *lesotundra*, but there were likely to be local impacts around settlements and in the grazing lands, albeit these were minor compared to modern-day impacts.

The industrial impact on the *lesotundra* zone has accelerated since the beginning of the 20th century. At first it was particularly due to the development of forestry, which was followed about 50–60 years ago by large-scale extraction and processing of mineral and petroleum resources. Taking into account the ecological significance of the *lesotundra* zone and the increasing human pressure on it, a Protection Belt of Pretundra Forests (PBPF), amounting to 21.1 million hectares, was established in Russia by a special Government bill in 1959 (Forest Encyclopaedia 1985). Consequently, about half of the territory of *lesotundra* is intend to be protected.

A strategy for ending the nomadic way of life of the indigenous peoples was developed in the 20th century within the framework of "socialist reconstruction" of the rural economy. From 1968 to 1989, about 23,300 nomadic herders were forced to discard their traditional migratory way of life and move to set-

tlements (AMAP 1998). Such policy led to serious social and economic problems in the lives of the indigenous peoples. Although this state policy against the nomadic mode of life was discontinued in 1990, the number of herders has not increased.

Along with the continuing social deprivation of the *lesotundra* zone, the pressure of human activity upon the environment in many of its localities greatly exceeds the carrying capacity of the territory. This is evident in areas of vast exploitation of oil and gas resources, forestry, industrial metallurgy and wood-processing plants, and also in several regions with reindeer pastures within this zone.

There is much evidence of deforestation and ecosystem degradation in different parts of the *lesotundra* zone and the northern taiga bordering on the *lesotundra* zone. Forest fragmentation and the expansion of treeless areas have occurred along the southern border of the *lesotundra* zone and in the northern parts of the taiga zone. These have been caused both by the destruction of ecosystems and by direct impacts of pollutants originating from industrial activities. One indicator of such impacts is that the observed current southern border of the *lesotundra* zone in the Archangelsk Region and the Komi Republic lies 40–100 km to the south of the southern boundary of the Protection Belt of Pretundra Forests (PBPF) (Semenov and Ogibin 1998). Human impact has also displaced the northern boundary of the *lesotundra* zone to the south. As a result, according to published estimates, the total area of man-made tundra and *lesotundra* stretching from the Kola Peninsula to Chukotka embraces about 470–500 thousand sq. km. (Kryuchkov 1991).

The heaviest pressure on the nature of the tundra, *lesotundra,* and taiga zones is caused by industry, although the impacts on renewable resources, especially those of forestry, are becoming increasingly severe. The significance of impacts such as those of tourism and recreation (including sport-hunting and -fishing) are also rising and in the very near future they can impose pressures on ecosystems comparable to the effects of these activities in the northern regions of North America and Western Europe. In the year 2000, more than 1.5 million tourists visited the Arctic as a whole (Arctic Flora and Fauna 2000).

The *lesotundra* zone is deteriorating as a result of pollution of the air, soil, water and the ecosystems in general caused by industrial emissions from local mining and metallurgy plants, exploitation of oil and gas fields, by wood industry plants, isolated northern settlements, by transportation, and by acid deposition from the west. These impacts of the mining and metallurgical industries on the ecosystems of the *lesotundra* were analysed in several hot spots including the region of Norilsk and the Kola Peninsula. The degree of ecosystem disturbance has been found to depend on the volume of industrial emissions, their chemical composition, the time of service of the plant, the characteristics of the soil and vegetation cover, the topography and climate, as well as emission control and recovery systems.

Most pollutants emitted into the atmosphere come from three processing plants situated in the *lesotundra* zone or near its boundaries with the taiga and tundra zones. They are the Norilsky plant in the Krasnoyarsky district (the town of Norilsk) with atmospheric emissions amounting to about 2.140 million tonnes (as recorded in 1998), and two plants on the Kola Peninsula in the Murmansk district, the "Pechenganickel" plant (the settlement of Nickel) with emissions of 0.197 million tonnes and the "Severonikel" plant (the town of Monchegorsk) with emissions of 0.099 million tonnes (State Report … 1999). New data on the impact of the largest plant - among them Norilsky - has become available (Integrated Ecosystem … 2000). Annual waste of this plant is estimated to amount to 2.3–2.5 million tonnes, 90 % of this being sulphur dioxide. As a result of the long-standing impact of such wastes on the Taimir (Dolgano-Nenets) Okrug territory, 45 million hectares of hunting grounds, arable lands, as well as reindeer pastures have become unviable according to data obtained from satellite surveys (Integrated Ecosystem … 2000). Results of the impact of this plant on Arctic vegetation can be obtained through remote sensing images (Toutoubalina and Rees 1999).

Comprehensive studies of the impacts of mining and metallurgical plants situated just on the border of the taiga zone with the *lesotundra* (Monchegorsk), and closer to the tundra zone within the *lesotundra* zone (Nikel) have identified 4–5 zones of disturbed and transformed ecosystems surrounding the plants (Kryuchkov 1991; Kravtsova et al. 1996; AMAP 1998; Integrated Ecosystem … 2000). Various systems of classifying ecosystem damage were integrated to delineate these zones of *lesotundra* and tundra degradation (Vlassova 2002). The formation of such zones of ecosystem degradation causes the northern and the southern borders of the *lesotundra* zone to move southwards. Northwards, the *lesotundra* zone becomes man-made tundra landscape, while southwards the man-made *lesotundra* and sometimes tundra (especially in the zone of industrial wasteland) " invades " the taiga zone, forming what is called "anthropogenic tundra and *lesotundra.*"

The stabilisation of ecological conditions in the industrial Kola region requires that emissions from "Severonikel" and "Pechenganikel " be reduced by as much as 10 000 tonnes per year in each plant (Kryuchkov 1997). In the Murmansk district as a whole, no more than 25 000–30 000 tonnes should be emitted into the atmosphere. However, according to our estimates based on the data of the last "State Report on Environment" (1999), the emissions from these plants are about 20 times larger than they should be for re-vegetation of the area to begin.

The impacts of the exploitation of oil and gas fields pose a serious threat to the *lesotundra* zone. An important factor related to the oil and gas industries' impact is the pollution of the ecosystems by various toxicants. These industries pollute the atmosphere with aromatic hydrocarbons, oxides, heavy metals (result of unorganised burning of oil and gas), gas-compressor stations, boiler plants, transportation, and oil pumping. The foremost toxic substances are oil and gas products. Their ability to migrate through food chains creates serious ecological consequences. Oil causes injuries to plants, inhibiting growth and

disrupting photosynthesis and respiration, and disturbing root systems, leaves and reproductive organs. Its impact upon phytocoenoses results in the degradation of the vegetation cover, impoverishment of species variety, and reduction in plant productivity.

Roads, pipelines and transmission lines associated with oil and gas exploration and development cause fragmentation of large intact areas and habitats into smaller units, isolating flora and fauna populations (Arctic Flora and Fauna 2000).

Losses due to spillage of oil during the transportation are colossal. At a press conference at the Interfax head office on March 19, 2002, it was stated that oil losses during transportation in Russia vary between 3 % and 7 % of production, whereas international standards allow losses no greater than 0.1 % of all oil extracted. A member of the Russian Academy of Sciences and vice-president of the Russian Academy of Ecology, Viktor Danilov-Danilyan, said 73 % of all Russian main pipelines have been operating for over 20 years and 41 % of the pipelines are older than 30 years, while their standard service life is set at 33 years. (Russian Pipelines ... 2002). In the Hanti-Mansiysk and Yamalo-Nenetskiy districts alone, the development of petroleum and gas deposits and all manner of negative impacts have resulted in these fragile arctic ecosystems loosing irrevocably 11 million hectares of reindeer pastures in the *lesotundra* and tundra zones, and the pollution of more than 100 large and small rivers (Draft of the Federal ... 2000). Such large-scale degradation is the result of amplification of the direct effects of the industries. Zones of oil and gas exploitation usually coincide with areas of natural pastures which, when damaged, lead to more grazing pressure, and even overgrazing, being exerted on pastures outside the industrial zones.

The impacts of industrial wood-industry plants and the pulp and paper industry plants are huge because of the large concentration of these industries in the taiga zone near to the *lesotundra* zone. Of the pollutants emitted by them, nitrogen oxides, sulphurous anhydrite and inorganic dust cause most of the damage to forests and ecosystems as a whole. The single greatest polluter among them is situated in Sevorodvinsk (in the Arhangelsk district), near the border of the *lesotundra* with the taiga zone. Here, emissions of pollutants into the atmosphere amounted to 49,300 tonnes in 1998. The next biggest source of emissions is the town of Koriayama in the taiga zone, also in the Arhangelsk district, where the Kotlasskiy pulp and paper plant emits 26,200 tonnes of pollutants. The third is the Syctyvkar wood-industry plant in the Komi Republic, which emitted 25,000 tonnes of pollutants in 1998 (State Report … 1999). The impact of the Syctyvkar industries, situated in the taiga zone with predominantly pine and spruce forests covering about 74 % of the territory, was analysed by scientists from the Komi Science Centre, Russian Academy of Sciences**.** Forests within a radius of 50 km around Syctyvkar were then considered to be severely degraded. The zone of primary impact, with industrial pollutants exceeding the minimum level by 100–150 times, extends within a radius of 3.5 km from the Syctyvkar industries. The zone of the next most severe impact, with pollutants exceeding the minimum level by 20–100 times, includes an

area covering 3 km from the first zone's boundary along the line of the dominant wind direction. Then comes the zone of moderate impact, with industrial pollution exceeding the minimum level by 4–20 times. The extent of this zone has not yet been fully determined (Development of the North ... 1997). Areas around these industrial centres form a kind of man-made *lesotundra* and tundra ecosystems within the taiga zone.

Impacts of isolated northern settlements and infrastructure on the lesotundra must not be ignored. Northern settlements are supplied with energy, heat and light in the form of coal, fuel oil and firewood. Crises in energy supply mainly associated with the unreliable delivery of coal lead to increasing needs for firewood and thereby to felling of forest in the *lesotundra* and taiga near settlements and villages. A settlement with 10,000 inhabitants usually has no less than 10 primarily coal-fired boiler rooms emitting large quantities of sulphur dioxide, nickel, dust and other pollutants into the atmosphere. Local air pollution within a radius of several kilometres of such a settlement equals that of the mining and metallurgical plants in the second and third zones of degradation.

High pressure on the *lesotundra* ecosystem and on the traditional lifestyle of the indigenous peoples is produced by the hydroelectric power stations situated in the mountainous regions of the *lesotundra* zone. As a result of the impact of one of them, situated on Kolima River, large tracts of reindeer pastures were flooded. Moreover, local peoples of the national settlement of Orotuk, Tenkinsky region, situated near to this power station do not have permanent access to the electricity supply and sometimes for several months a year they have no electricity supply to their homes. Taking into account the deficit of energy supply in remote settlements in the *lesotundra* zone and northern taiga and the increasing needs for firewood, hunters and reindeer herders should be supplied with balloon gas. It will also help to stop the retreat of forests to the south and will promote stabilisation of the environment in the North as a whole.

The use of tracked vehicles also aggravates the situation. The surroundings of most northern settlements usually have a hilly and eroded relief and patchy growth of small plants, mostly grasses. Tracked vehicles basically destroy the soil and vegetation of the tundra and *lesotundra* zones. Previous studies have shown that 15 % of the tundra in Russia has been destroyed by various transportation vehicles. This in turn leads to the melting of permafrost, erosion and thermokarst development. In some regions in the southern tundra and *lesotundra*, the rate of the thermokarst surface sinking is taking place at the rate of 10–12 cm per year. Dust, covering soils near settlements, also causes the development of thermokarst (Arctic Research 1990). Investigations should be done to see where thermokarst sinking is induced by human impacts and where it is due to natural processes, especially climate warming. The volume of emissions (sulphur dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons, carbon monoxide and sometimes lead) from motor vehicles in the *lesotundra* zone is also high and should be considered as a significant form of human impact on *lesotundra* and taiga zones. For example, the emissions from motor vehicles in the Murmansk district is estimated at 160 600 tonnes, which is almost as much as emissions from the Pechenganikel plant (State Report … 1999).

Problems of sustainable development involving the forest resources of the *lesotundra* zone are important issues despite the fact that the *lesotundra* is typically less exploited for forestry than the taiga zone, largely because the trees and shrubs of the *lesotundra* are smaller and thus less desirable as raw material for wood products, and wood resources have less commercial value. *Lesotundra* forests have an important protection function and play a significant role in the traditional livelihoods of the indigenous peoples inhabiting these areas. However, in recent decades, commercial logging operations have advanced closer to the *lesotundra* across much of the boreal region. For example, in northwest Russia, logging operations were extended close to the *lesotundra* between the 1960s and the 1990s (Arctic Flora and Fauna 2000).

If a system of measures aimed at preserving the valuable native forests in the northwest of Russia is not introduced within a couple of decades, "native forests will turn into a gigantic plantations of birch brooms," claims Greenpeace Russia co-ordinator Alexei Yaroshenko (Greenpeace Protests … 2002). Great progress in the sustainability in the *lesotundra* zone could be made if the experience of the Svetogorsk paper mill, where it has been decided not to use timber from virgin forests, were to be followed at other Russian and foreign-owned paper mills (O'Flynn 2002). Modern-day forestry has been an impoverishing factor for both biological diversity and reindeer grazing. Since the 1960s, forest management practices consisting of clear-fell logging have predominated in Russia. These practices, especially on the border with the *lesotundra* zone, and sometimes even within it, are extremely damaging, and the rate of recovery is slow or impossible because of the presence of permafrost and thermokarst erosion. Areas harvested often become irreversibly swampy. Consequently, the deforestation of the northern boreal zone under the impact of commercial forestry causes the man-made *lesotundra* zone to move to the south and into the taiga. The transformation of the northern parts of the taiga zone into a man-made *lesotundra* zone is going on in Russia.

There are no statistics on the impact of forestry upon the *lesotundra* zone. However, it is evident that logging will expand from the taiga to the *lesotundra* zone, where large "islands" of old-growth pre-tundra forests still exist This process will occur mostly in the north of European Russia where less than approx. 13 % of the old-growth boreal forests remain (Aksenov et al. 1999). The romantic image of an endless expanse of unspoiled forest taiga stretching across Russia is no longer true, is the warning of researchers as set out in the spring 2002 presentation of the first atlas of the country's forests (O'Flynn 2002). The "New Atlas" (see O'Flynn 2002) embodies information gathered from thousands of satellite images and hundreds of field trips to the remotest parts of the country to provide an overview of the country's remaining virgin forests. A virgin forest is defined as an area not smaller than 50,000 hectares not affected by human activity, it is home to wildlife, and usually supports a number of ecosystems. Just 9 % of the forested area of European Russia remains intact. According to the authors of the atlas, approximately 50 % of the remaining virgin forest is confined to five regions in Siberia.

The report points to man-made fires, logging and mining as typical examples of the ways in which human activity is impinging on virgin forests (O'Flynn 2002). Forestry in the Russian North is becoming more and more profitable, economically attractive, and timber production is increasing. During one year alone (the logging year 1998-1999), the amount of timber production increased by 20–30 %. In the Arkhangelsk, Komi, and Irkutsk districts (these having convenient access to sea and thereby export facilities), timber production increased by 25–35 % percent (Report on … 2000). In the work entitled "The Last of the Last" the stress in on the observation that "most of the timber currently harvested from old-growth forests, and even in the sub-tundra forest belt (*lesotundra* zone), of the European Russia is exported to Western Europe, particularly to the Nordic countries. The foreign importers and consumers share with Russian loggers and authorities the responsibility for the destruction in Russia of the last old-growth forests of Europe. Therefore, the protection of the remaining old-growth forest areas in European Russia should also become their shared responsibility" (Aksenov et al. 1999).

The environmental organisation Greenpeace says that Western European firms make good business profits from the 30 million cubic metres of wood they import annually from Russia, but care little for the consequences despite the stringent standards applied in their own countries (Europe's Timber … 2002). "The Germans are characterised by high ecological awareness at home; it would be good for them to export it," said Stephan Huettner, a Greenpeace volunteer from Berlin. He joined 15 Russian, German and Austrian activists, who protested in March 2002 at the German Embassy in Moscow and at sawmills in Arkhangelsk. Russian experts are also concerned by the double standards of countries benefiting from Russia's natural wealth. "It's normal for the West to see Russia as a source of raw material - the offence lies in it expecting only to get rich quick by exploiting Russia and without thinking of the future," said Dr. Alexei Yablokov, adviser to former president Boris Yeltsin on ecological matters.

Greenpeace believes that the administration of the Arkhangelsk region "is pursuing an irresponsible and short-sighted policy, failing to pay attention to the barbaric methods used in cutting down trees in these unique forests." In addition, according to the environmentalists, the local authorities have stopped creating new natural reserves such as the Onezhskoye Pomorye and Belomorsko-Kuloyskoye Plato National Parks. As a result, old stands of spruce are being replaced by secondary birch-aspen stands, and so-called 'forest villages' are left without any means of subsistence or hope for the future (Greenpeace Protests … 2002). Local woodsman Anatoly Spitsin, 46, who supports his wife and one child on a monthly wage of RUR 2,500 (about USD 85) considers that if companies continue to cut old-growth forests, "they will have to resettle all of us somewhere else, because this is what we live off" (Europe's Timber …2002).

The further forestry-related use of the *lesotundra* and the northern taiga zones will have a negative impact on the traditional lifestyle of the permanent residents and the indigenous peoples of the zone since the forests and pastures of

the *lesotundra* also comprise most of the land base for traditional activities, including hunting, gathering and reindeer herding. Environmentalists are now seeking a practical solution suitable for all parties. Thus far, the suggestions made include encouraging Russian forest managers and companies to work towards earning the Forest Stewardship Council (FSC) certificate, which is regarded worldwide as credible, independent proof of ecologically sound use of forests. Under the FSC system, forest tracts are not simply cut clear regardless of the age of the trees, but logged selectively, taking the older trees first, and safeguarding other areas. In another 30 years, the next generation of trees will offer better-quality wood, and the forest cover is retained. Ecologists see hope for the forests in the heightened awareness among consumers on the Western markets. More companies are starting to ask for the origin of their wood and how it has been managed, and more and more customers want FSC-certified products.

The German family company HDM-Holz-Dammers from the Rhine region is a pioneer of the FSC system in Russia, having introducing it into the operation of the three small logging companies it bought in Arkhangelsk and 75 % of whose production is exported (Europe's Timber …2002).

Problems faced by reindeer herding. In contrast to forestry, reindeer herding is one of the oldest and most resilient forms of livelihood of the indigenous peoples of Northern Russia. Today, reindeer herding, albeit a small element in regard to its contribution to the gross national product in monetary terms, is still a viable branch of traditional economy and the lifestyle of many indigenous people's living in the tundra and *lesotundra* zones.

By 1998, the population of domestic reindeer had been reduced to almost half of the 1990 level. (Draft of the … 2000; Report on the socio-economic … 2000). One of the main causes of this fall in reindeer numbers is the degradation of the *lesotundra* winter reindeer pastures by deforestation caused by forestry and industrial pollution. The indigenous peoples' traditional way of life is characterised by close contact with nature, following the path of reindeer between summer grazing lands in the tundra and mountains and winter grazing lands in the *lesotundra*. Winter pastures are of great importance for reindeer herding. During the long Arctic winter, reindeer depend upon access to range that is rich in ground lichens, which are their basic food. In the autumn, reindeer start to move to forested areas that provide layers of soft snow that they can dig through to again find the ground lichens. Epiphytic lichens found on old trees are important as reserve fodder when the lichens on the ground can not be reached due to ice layers on or within the snow. The lichens almost exclusively provide these animals with the carbohydrates they need to maintain their body temperature in winter (Vlassova and Volkov 2001).

Another cause of the decrease in reindeer numbers is the overgrazing of tundra and *lesotundra* pastures. Fewer and fewer winter pastures are available for reindeer herding as large territories are being occupied by mining and petroleum industries. This leads to an increased pressure by domesticated reindeer on the tundra and *lesotundra* ecosystems, and thereby to further degradation.

Ecosystems are completely overgrazed by reindeer in many areas. For example, in the Yamal Peninsula, the reindeer population exceeds the carrying capacity of the pastures by a factor of 1.5, with 70 % of registered pasturelands belonging to a low quality category (Nature of Yamal 1995). The overgrazing of reindeer pastures certainly leads to deforestation of the *lesotundra*, especially because of the damage caused to shrubs by reindeer. This has the effect of pushing the treeline south in many areas (Arctic Flora and Fauna 2000). An urgent problem is to normalise grazing and the rational use of pastures. In May 2001, a law called "Territories of Traditional Nature Use" was passed in Russia, and this will help to protect pastures traditionally used for reindeer herding from invasions by industry.

The poaching associated with the poverty of the population is becoming a significant social and economic factor in the environmental degradation of the *lesotundra* ecosystem and its biodiversity. According to The Record (Hungry Russian … 2002), hungry Russian soldiers helped poach wild reindeer to extinction. "We haven't seen a single reindeer," said Vladimir Fil, one of the Ecology and Nature Use Institute's scientists, who inspected the northern end of the Kamchatka Peninsula last week in a four-day helicopter expedition. "Anecdotal evidence is that there still are 30 to 40 individuals, but these would be too few for these wild reindeer to survive (as a species)," Fil reported. He said reindeer in the area numbered as much as 5,000 before 1991. Poachers from Vladivostok have wiped out wild reindeer in one of their habitats in Russia's Far East, a scientist reported and claimed that the Russian military was mostly to blame. Most of northern Kamchatka is occupied by Russia's Strategic Missile Forces, according to Fil. He said the reindeer population in that area began to shrink in the 1990s following the demise of the Soviet Union and a sharp decrease in Russia's military spending. Financial problems prompted local commanders to look for ways to supplement rations, he said. "They took to shooting reindeer when soldiers went hungry," Fil said, adding that he often witnessed the poaching when based in the area a few years ago (Hungry Russian … 2002).

The opportunities for farming and husbandry. Although the southern border of the *lesotundra* zone is considered to be the boundary of permanent open-ground farming, local and interzonal (along river valleys) and semi-open-ground farming is possible to the north within the overall *lesotundra* zone. The exploitation of natural resources in the *lesotundra* zone by farming and husbandry (especially dairy husbandry) and their impact on ecosystems is locally important. Farming and forage lands are located mostly around the towns and isolated settlements in the *lesotundra*, and they are oriented to local markets to provide food for the local population employed in industry, forestry and transportation. The most severe thermokarst erosion develops here, and this covers between 10 % to 40 % of the farming land (State report … 1999). The pauperisation of the population in the Russian North has led to increased pressure by local subsistence farming, especially potato growing. In some cases, this trend leads to further deforestation of the *lesotundra* zone, and to thermokarst erosion and paludification (State Report … 1999).

More intensive development of agriculture in the *lesotundra* zone is highly problematic. Soil amelioration is needed, especially in the European part, as the soil moisture level is very high, and paludification is the main factor limiting farming development. While drainage should be implemented, the problem is that most drainage techniques have been developed for use in temperate regions and are not suitable for the northern zones. In contrast, in a more continental climate, for example in Yakutia, irrigation is necessary. However, irrigation leads to salinisation of the soil, and to the rise of the permafrost level, and to soil cooling.

The most useful and ecologically sound way to ameliorate such soils is through agro-forestry improvement. The costs of planting forest belts are covered economically within 5–7 years. Staff at the Yamal agricultural experimental station has demonstrated that 100 metres of the forest line containing 200 trees increase the yields of potatoes by 2,000–4,000 kg when compared to growing potatoes without trees (Agricultural … 1969). This is explained by the effect of the trees catching snow and providing wind shelter, the improvement of the water-air regime of the soil, and the increase in its overall productivity.

Problems of self-sufficiency in food supply and opportunities for the agricultural development. Agricultural production volumes in the North of Russia, including the *lesotundra* zone have continually decreased in the 1990s, and thus this region of Russia has become increasingly dependent on food imports from other parts of Russia and foreign countries. These circumstances are very serious from the point of sustainable development of the region as the self-sufficiency of the population of the region in regard to food is very low, although some reindeer meat, which is important in the diet of many indigenous peoples, is already exported from the region to the west. Large amounts of food and medicinal aid have been provided from the Nordic countries and the EU.

The possible effects of climate change on human activities and health in the *lesotundra* zone are not yet evident. They are now being investigated in international initiatives, particularly within the framework of the "Arctic Climate Impact Assessment" (ACIA) project and the the UNEP Grid/Arendal project "Local Health and Environment Reporting for Arctic Indigenous Peoples."

During the 1990s, some extremely optimistic estimates were presented regarding the impact of climate change on the wood resources of the Russian taiga and *lesotundra* zones. The Federal Research Programme of Russia (1997) made various predictions in their report entitled "Global Changes of Environment and Climate". One of these predictions was that climate warming is powerfully going to affect the forests and wood resources on the Pomorsky lowlands north of Narian-Mar (which is situated in the *lesotundra* zone near to the border with the tundra zone). Currently, the wood resources of the *lesotundra* there are insignificant because forests only occur on the south-facing slopes and in some large valleys. As a result of predicted warming (1.5°C in 50 years), all slopes and valleys, and parts of some watersheds, will become forested. The effect will be at its maximum on the south-facing slopes, now occupied by the *lesotundra* zone, and a significant stock of commercial forests

could develop. The area of mires will be reduced by a factor of more than 2.5 times over the next 50 years (Federal Research … 1997). Much of the risk to the *lesotundra* and boreal forest from climate change involves decrease in the moisture available for tree growth, tree mortality due to outbreaks of insect pests, the increased probability of major fires, and changes caused by thawing of the permafrost. However, these prognoses did not address many climate-related factors such as fire, insects and diseases, all of which play key roles in the health of the existing stands and in forest regeneration. One cannot, therefore, predict with any assurance that climate warming in the *lesotundra* zone will lead to a northward shift of the boreal forest tree line. In fact, one also needs to consider the human impacts discussed above, which could actually lead to a southward shift of the *lesotundra* zone.

Another important man-related and natural driving force in the degradation of the forests and pastures of the *lesotundra* is that of fires, the frequency and scale of which have lately increased. Fires are either natural or man-made. Today it is estimated that in the Tyumen region alone, which is now being intensively explored for natural resources, over 1.5 million hectares of reindeer pastures have been destroyed by fire (Arctic Research 1990). One of the causes of escalation of fires in the tundra and *lesotundra* zones might also be climate warming. Climate change could increase the frequency and severity of fires, which could further accelerate permafrost thawing.

In the system of *lesotundra* ecosystem management it should be taken into account that fires play an important role in the forest regeneration process as they provide massive dozes of important minerals and free soils from leaf litter and ground vegetation cover, which in certain natural *lesotundra* conditions inhibit forest growth (Sedyh 1996). It is believed that a decline in reindeer herding could also have a negative impact on the reforestation process as reindeer promote the removal of leaf litter and thereby the ability of new trees to become established. When leaf litter accumulates in great volumes, it disturbs the temperature-moisture regime of the soil and promotes the paludification process and the disappearance of forested *lesotundra* areas.

4 Ecosystem Management Perspectives in Regard to Nature Rehabilitation and Protection

Ecosystem management can act as a new tool in combining many of the aforementioned aspects of sustainable development of the *lesotundra* zone. When elaborating the ecosystem management strategy, it is absolutely necessary to take into account not only values of nature conservation, but also the new possibilities of sustainable development of the traditional activities of northern peoples as well as alternative nature-promoting technologies and activities. There should be a shift over from the concept of nature conservation or protection towards the concept of nature rehabilitation through ecosystem management.

Protection of the *lesotundra* zone should be considered as only one of the possible measures in overall ecosystem management strategy. In some regions of the *lesotundra* it is necessary to form a system of strict nature reserves when considering the ecological value of concrete local ecosystems and the overall level of their degradation and pollution. The priorities for localization of strict nature reserves were not determined. In this respect, the scientific community has to pay greater attention to lobbying decision-makers on the great significance of the development of a network of protected areas in the *lesotundra* ecosystem. For example, the priority in the establishment of strict nature reserves should be given to areas where old-growth islands of virgin forests exist and which should not be cut down as the volume of wood to be obtained from them is very small.

Under the framework of various forms of protected areas, the allocation of areas for traditional land-uses to the indigenous peoples can take place under the Federal Law "On territories of the traditional nature use of the indigenous peoples of the North, Siberia and the Far East", which was adopted in 2001. The protection of the rights of indigenous peoples to natural resources can be also implemented in the form of ethno-ecological *refugia* – conservation areas permitting traditional ecosystem uses by local communities. These can protect patrimonial and community lands from industrial and commercial invasion. Three purposefully organized eco-ethnical territories exist in Nenets Autonomous District and one in Yamal-Nenets Autonomous District. Upon local initiatives, such refugia have been established and their effectiveness has been proven, e.g. in the Tygil district of the Koryak Autonomous District, which was established in 1998. But it lacks the Government's support and can be abolished. The support of such indigenous peoples' initiatives is very important for the overall ecosystem management perspectives in nature rehabilitation and protection. The historical experience of indigenous peoples demonstrates that the traditional ways of using nature have already preserved vast territories of the North and the *lesotundra* zone, which are most valuable in relation to biodiversity and ecological resources.

When underlining environmental problems of the *lesotundra* zone's sustainable development, one must mention the following most common ones:

1. Overall predominance of the concept of economic growth (not development) oriented at resource-consuming industries, and showing disregard for environmentally sound sustainable economic development concepts.

2. Ignorance of existing projects on alternative energy production (supplying people with the balloon gas, small hydroelectric power stations in mountainous regions, hot springs, and wind-power facilities) and absence of innovative technological developments and financial support in this field;

3. Intensified exploitation of highly profitable hydrocarbon deposits, which is not accompanied by visible improvement of social and economic situation;

4. Disregards on part of the producing companies (including foreign companies) for international environmental standards and norms. The priority is given to the cheaper technologies saving the costs of environmental protective measures;

5. Negligence of environmental impact assessment procedures in the process of project implementation, assignment of lower protection status to territories having in mind their future industrial development, underestimation of environmental damage;

6. Allocation of revenues from the damages compensation to purposes other than environmental protection measures at the level of local administration;

7. Ignorance of indigenous peoples' interests and their dependence on the state and conditions of the natural resources and ecosystems. The priority of rights of licensed users of mineral resources over traditional land users.

5 Participation of Local Population and Various Stakeholders in Decision-making and Development of Local Programmes of Sustainable Development

Recent experiences with large-scale resources development initiatives in the *lesotundra* ecosystem provide dramatic illustrations of the risks of top-down decision-making and of the high costs of dealing with the conflicts. The *lesotundra* zone became the arena of the conflict interests of the short-term and strategic interests of society. The interests of a "barbarian economy", oriented only at the goals of natural resources exploitation, deprive the future generations of opportunities to satisfy their needs in regard to environmental and ecosystem services. It is definitely the case at the moment that the interests of the 'barbarian economy" prevail in the Russian North. The functioning of this type of economy is based on the consumption of natural resources' yield belonging to the future generations and its further (rather doubtful) reimbursement. This economy, which provides the resources-consuming stakeholders with extra benefits, is based on the discrimination approach to income distribution from ecosystem use sacrificing the indigenous population, especially those groups, living on and off the land. This type of economy ignores the costs of environmental protection and is responsible for the predominance of the natural resources export pattern of the Russian economy, which is, in turn, promoted by the overestimated domestic currency rate.

Reaching a broad consensus on development of local plans and programs is not an option, but instead the precondition for the sustainable development of the

lesotundra zone. Involving broad groups of civil society, private sector, local and regional administration and services, and all the stakeholders in planning and decision-making, is costly and time-consuming, but the long-term benefits far outweigh the costs. Participation helps to mobilize stakeholders around agreed objectives and secure the resources (local and traditional knowledge, financial, labor, etc.) needed to carry out development initiatives. Last, but not least, participation helps to identify conflicts between local, national and global sustainable development priorities, especially in the short term. For example, the conservation of global biodiversity requires the preservation of natural habitats, while the needs of poor groups of local population can be satisfied by the intensification of hunting, firewood-gathering or reindeer herding, and the needs of timber or mineral companies, are in future resources extraction within the same territory. There are a lot of such contradictions within the *lesotundra* zone in Russia. Therefore, in the specific situation in Russia, there is the principal important opportunity to promote the integration of global environmental and other issues of sustainability (climate change, biodiversity conventions) especially in the *lesotundra* ecotone zone in reducing poverty and improving peoples' quality of life.

References

Abdulatipov, R. 1999. Aboriginal Face of Russia. Independent Newspaper - Scenario N 5. p. 7.

Agranat, G. A. 1984. Nature use and the development of the territory of the foreign North. Moscow. 263 p. (In Russian).

Agricultural and subsistence economic system in the Far North. 1969. Krasnoyarsk. (In Russian)

Aksenov, D., Karpachevsky, M., Lloyd, S. & Yaroshenko, A. 1999. The Last of the Last. The Old-growth Forests of Boreal Europe. Taiga Rescue Network. 67 p.

AMAP 1998 = AMAP Assessment Report: Arctic pollution issues. Arctic Monitoring and Assessment Program, Oslo. 859 p.

Arctic Flora and Fauna. 2000. Status and Conservation. Edita, CAFF Helsinki. 272 p.

Arctic Research: Advances and Prospects. Part 2. Proceedings of the Conference of Arctic and Nordic Countries on Coordination of Research in the Arctic, Leningrad, December 1988. 1990 Academy of Sciences of the USSR / Commission of the Arctic Research, Moscow. 448 p.

Callaghan, T. V., Crawford, R. M. M., Eronen, M., Hofgaard, A., Payette, S., Rees, W. G., Skre, O., Sveinbjörnsson, B., Vlassova, T. K. & Werkman, B. R. 2002. The dynamics of the tundra taiga boundary: an overview and a co-ordinated and integrated approach to research. Ambio Special Report 11 . In print.

Countries and Peoples. The USSR. Russian Federation. 1983. Moscow. 461 p.

Development of the North and Problems of Re-cultivation. 1997. Reports of the III International Conference. St- Petersburg, Syktyvkar. 453 p.

Draft of the Federal Special Programme "Economic and Social Development of the Small Indigenous Peoples of the North till 2010." 2000. Moscow. 52 p. (In Russian).
Europe's Timber Demand Destroys Its Last Ancient Forests. 2002. Deutsche Presse-Agentur, March 30, 2002
FAO 2001 = Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. FAO forestry paper 14. Rome.
The Federal Research Program of Russia: «Global Changes of Environment and Climate». 1997. Collection of selected scientific papers. Moscow. 434 p. (In Russian)
The Forest Encyclopaedia: Vol. I-II. 1985. Moscow. 563 p. and 631p. (In Russian).
Geographical Atlas.1980. Moscow. 237 p. (In Russian).
Goscomsever Report 1999. State Support to the Northern Regions: Principles, Directions and Mechanisms. 124 p. (In Russian).
Greenpeace Protests Cutting of Russia's Forests. 2002. Interfax News Agency, March 25, 2002.
Hrushev, S. A. & Klokov, K. V. 2001. The Northern Nomadism in Russia Sankt-Petersburg. 32 p.
Hungry Russian Soldiers Helped Poach Wild Reindeer to Extinction, Scientist Says. 2002.
The Record (Kitchener-Waterloo), March 23, 2002.
Integrated Ecosystem Approach to Conserve Biodiversity and Minimize Habitat Fragmentation in the Russian Arctic. 2000. GEF Project. Workshop Report. Moscow 2–4 February 2000. 27 p.
Kravtsova, V. I, Ressle, A. E. & Toutoubalina, O. V. 1997. Mapping of industrial impact on northern taiga and tundra vegetation in Monchegorsk area. In: The development of the North and Problems of Recultivation. Reports of the III International Conference. St. Petersburg, Syktyvkar, 1996, p. 267–268. (In Russian and in English).
Kryuchkov, V. V. 1991. Extreme Anthropogenic Loads and the State of Arctic Ecosystems. Ecology 3: 28–40. (In Russian).
Lausala, T. & Valkonen, L. (eds.). Economic geography and structure of the Russian territories of the Barents Region. 1999. University of Lapland, Rovaniemi. 250 p.
Morton, W. L. 1970 The «North» in Canadian Historiogeography. Trans. Roy. Soc. Canad., ser. 4, vol. 8.
Nature of Yamal. 1995. Ekaterinburg. 435 pp. (In Russian)
O'Flynn, K. 2002. New Atlas: Russia Wilderness No More. Moscow Times, April 4, 2002.
Puzachenko Y. G. 1985. Climatic nature of southern boundary of tundra. In: Communities of the Far North and Man. Moscow. Nauka. 22–56 p.
Report on the socio-economic situation and the effectiveness of Federal Support to the Northern Regions of Russia in 1999. 2000. Goskomsever, Moscow.
Resources and Environment World Atlas. 2002. Hotzel, Vienna and IGRAS, Moscow, 1998.
Russian Environment Digest, Vol. 3. 190 p.

Russian Pipelines Said to Be in Catastrophic State. 2002. Russian Environmental Digest, Vol. 4, No. 12: 18–24.

Sedyh, V. N. 1996. Forests of Western Siberia and the oil and gas complex. Ecology, Vol. 1. 36 p.

Semenov B. A. & Ogibin B. N. 1998. Determination of the border between pretundra and taiga forest zones in the northeastern part of European Russia. In: Research and management of the northern timberline region. Finnish Forest Research Institute. Research Paper 677, Kolari. p.103–105.

State Report on Environment of the Russian Federation in 1998. 1999. Moscow. 573 p. (In Russian).

Tanfiliev, G. I. 1953. Forests limits of the Polar Russia. In: Geographical works. Geographgis, Moscow. p. 146–149.

Toutoubalina, O. V. & Rees W. G. 1999. Remote sensing of industrial impact on Arctic vegetation around Norilsk, Northern Siberia: preliminary results. International Journal of Remote Sensing 20: 2979–2990.

Vlassova, T. K. 2002. Human impacts on the tundra - taiga zone dynamics: the case of Russia with some international comparatives. Ambio Special Report 11. In press.

Vlassova T. K. & Volkov S. G. 2001. Ecological condition of the reindeer pastures in Russia and abroad . Russian Academy of Agricultural Sciences. Review. Vol. 2: 101–117. (in Russian)

Living at the Timberline - The Sámi and the Mountain Birch Forests in Northernmost Europe

Maria Sofia Aikio and Ludger Müller-Wille

Abstract

This paper discusses the utilization of the northern birch timberline forests by the Sámi and the arising conflicts with other interests in this wood resource. The research is based on intensive interviews with Sámi focusing on their values, knowledge as well as relations with and holistic perception of the birch. The specific birch usages are explained such as the acquisition of birch for high quality firewood and wood material for art and handicraft. Finally, the birch use by Sámi is connected with future management and control of birch forests and policy recommendations are suggested recognizing the high value given by the Sámi to the mountain birch.

Northern Birch Timberline Forests: Issues of Control, Access and Sustainability

The mountain birch forests within Sápmi, the cultural and socio-economic home region of the Sámi in northernmost Europe, have received much attention in aboriginal, scientific and industrial circles during recent times. This attention is clearly a reaction to the changing human dimensions and environmental conditions related to the utilization of a specific natural resource, the birch, as is expressed by different emerging internal and external interests which converge in the same space at the same time. The shifting environmental circumstances caused by climatic and global change add an encompassing umbrella to the challenges which local peoples face in northern circumpolar regions.

The evolving developments in the northern timberline forests (birch, pine or spruce) are part of a global process in which the diverse human-forest relationships are examined in detail in various regions around the world (cf. Abramovitz 1998, Goenner 2002) stressing the value of indigenous or local knowledge and practices, renewed approaches to sustainable development and resource management as well as the effects of economic and political globalization. It is understood that forest environments have been and continue to be

one of the maintaining organic bases for human existence connected to security and safety. Thus they require careful attention and assessment if they should continue to be part of humankind's livelihood. The northern timberline forests are no exception. These boreal forests are an ecotone, a transitional zone. They are considered to be a distinct vegetational type divided into the upper timberline, between forest and tundra, and the lower timberline, between forest and shrubs or grasslands (Cox and Moore 1993).

In northernmost Europe, as Lars-Anders Baer expresses it, the Sámi have been "boreal forest dwellers" for time immemorial, i.e. after the last deglaciation, using the emerging forest resources in a variety of ways in "hunting, trapping, reindeer herding, for food and fuel gathering, and the extraction of raw materials" (Baer 1996: 19). By today, times and conditions have changed considerably with the immigration of other peoples and their different livelihoods into Sápmi. Northern forest resources gradually have become of interests not only to the local peoples but also to external, either public or private, commercial and industrial institutions which, next to northern agricultural expansion, pushed the limits of economic forestry farther and farther into the timberline forests (cf. Hustich 1946, 1979 for earlier discussions; Kalakoski 1999).

By the late 20th and early 21st century, the issues around forest utilization have emerged into a full-scale "timber-line conflict" that alludes to "the societal transformation of nature", shifting concepts of "wilderness", "the conservation of wilderness and the industrial exploitation of natural resources" as well as the polarization of "ethnic tensions", i.e. between Sámi and Finns locally as Ari Aukusti Lehtinen (1991) discusses these processes in his detailed study of contemporary Finnish forestry policies, their conceptualization and implementation.

Within the broader context, a discussion has arisen that question the validity of the very concepts of "knowledge and science" in the interface between aboriginal and western-oriented societies and their intellectual history and culture. In short, whose knowledge and science has the power of influence and shaping ideas and policies aiming at resource utilization. In Sápmi, among other Sámi scientists, Elina Helander (1992, 1996b) and John Klemet Hætta Kalstad (1996, 1997) have raised this issue highlighting the basis of holistic Sámi knowledge and values by taking Sámi concepts and contrasting them with the more rigid, systematic and linear approach of western-oriented science.

In this discussion, both facts and arguments need to be carefully proven in their truthfulness to reality without falling into the trap of right and wrong or black and white. This paradigm holds particularly true when spirituality and intuition are seen as one way of explaining "scientific truth". This does not deviate from the assumption that "knowledge" among the Sámi, as with other societies, is holistic in principle combining both nature and culture in a circular fashion interrelating people and environment through the daily application of what is known in society (Aikio 1990). This approach accepts limitations set by nature, thus knowledge and understanding are guided to attain survival in life at the minimum level achievable in situations where decisions are made inde-

pendent from externally converging forces and interests. By the 21st century, the circumstances have changed to a mixture of internal and external exchanges of ideas and innovations and decision-making processes. In resource utilization, this means that integrating or collective models might be found to alleviate conflicts. Be it reindeer herding (Kalstad 1997), tourism (Aikio 1998) or birch utilizations the issues and concerns are fairly similar.

In Finland since the 1990s, the conditions for the utilization of timberline forests throughout the circumpolar boreal belt have received detailed attention through the works by Pertti Veijola (1998), Sihvo (2000) and Sandström et al. (1999) to mention a few. Some of these authors represent public institutions such as the Finnish Park and Forest Service *(Metsähallitus)*. Throughout the northern circumpolar regions, the future of boreal forests is discussed within the context of rapidly expanding industrial forestry into these areas, particularly in northern Russia (cf. Yaroshenko et al. 2001).

Furthermore, international workshops, in fact forerunners to this very meeting (Kankaanpää et al. 2002), were held on "Sustainable development in the northern timberline forests" (Kankaanpää et al. 1999) and on "Sustainable development in the Arctic: Lessons learned and the way ahead" (Canada 1998) in Whitehorse (Yukon Territory, Canada) in May 1998. These meetings brought together a wide range of people representing aboriginal and local northern peoples, scientists, and practitioners. The published contributions provide a clear and detailed picture of the diversity of views of what "sustainability" means for whom under what circumstances and in which specific area. The question of how, for example, the northern mountain birch forests should be used as a resource by whom and for what ends has not and cannot receive one solid answer. The following discussion in this paper will make this diversity apparent by presenting the Sámi points of views on these issues (also cf. Müller-Wille et al. 2001).

Background and Methodology

This paper discusses some results of recent studies which were conducted by the two authors in cooperation with other researchers within an international project focusing on human-birch relations (see details: HIBECO 2000–2003). Almost 150 intensive interviews were held with individual local Sámi and Finns, commercial companies, organizations and public authorities in small rural settlements and administrative centers in northernmost Finland (Ivalo, Gáregasnjarga (Karigasniemi), Guhtur (Kuttura), Njuorggán (Nuorgam), Čeavetjávri (Sevettijärvi), Ohcejohka (Utsjoki), and Vuohčču (Vuotso)) and in northern Norway (Máze, Olmmaivaggi (Manndalen)) between October 2000 and February 2002 (HIBECO 2000–2003).

The survey questions were formulated in joint discussions between local residents and the research team. The following areas of inquiry emerged and were seen as a way to grasp the complexity of local birch utilization at the northern timberline (Müller-Wille 2000).

1) General knowledge of birch forests and their environmental conditions;
2) policies, management practices and their applications;
3) legal, political and economic frameworks for birch use;
4) types of birch use:
   - firewood production and consumption,
   - recent and current acquisition of birch firewood,
   - birch use as wood for construction and handicraft,
   - uses for art, decoration, healing, rituals, traditions and spirituality;
5) perceptions of and reflections on birch forests.

The survey questions were translated into the languages (Finnish, Northern Sámi, and Norwegian) spoken in the regions and posed to all interviewees with the clear understanding that all questions did not have to be answered and that their anonymity was definitely maintained.

The methodological approach was designed to eliminate the juxtaposition of external interviewer (researcher) and internal interviewee (resident) by including local people in the survey team who clearly were part of and familiar with the communities. The participating local interviewees raised questions about who would benefit from the study and its results. They were assured that this research could only be successful with them as full and equal partners. Steps were taken that this was guaranteed through open cooperation, joint workshops and publications of results.

Based on the answers to the survey questions it was apparent that the participating interviewees were not interested in the monetary value or the exact amount of the volume of birch culled from the forests, rather they were keen on the preservation of their own knowledge and its further application in the use and management of birch forests. They also stated strongly that their involvement in this study should result in the discussion and revision of prevalent attitudes and existing rules and regulations set by the state organizations to exploit the forest resources in Sápmi.

The interviewees were Sámi and Finnish house (and cabin) owners, entrepreneurs, and officials, men and women, usually older than 40 years with a fair representation of people above 70 years old who still had experienced a very close link with the surrounding landscapes and their natural resources during their life time. Some people were clearly suspicious about the survey saying: again another questionnaire without giving full credit to us. Most of them have had experiences in which researchers come, ask many questions, leave and one does not hear from them afterwards at all, not even receiving published results for the benefit of the "informants" who, in fact, are the experts in the knowledge the researcher seeks to obtain. Because most of the researchers, like one of the authors - Maria Sofia Aikio - are part of the society in which the research was carried out, it made interviewees feel more confident with the expectation to see results returned.

In the case of the Sámi interviewees from Ohcejohka on whose knowledge the following explanations and discussion are based, the interview sessions, especially with older people were quite time consuming but informative at the same time. They were willing to tell stories about and their viewpoints on birch and nature generally. They were not that much interested in the economic aspects of their work or the exact volume of their birch usage. They always knew how much wood (birch) they needed annually, e.g. for firewood or construction and how much work and energy were involved to acquire this product. These mental calculations are part and parcel of the tasks one needs to follow and fulfil during an annual and seasonal cycle being knowledgeable and in tune with the physical environment.

In general, most of the older Sámi experts had a very solid recall of their traditional environmental knowledge, especially hunters, reindeer herders, fishers, and the ones who had lived and worked outdoors most of their life. They had a deep knowledge of the natural conditions generally and particularly with regard to the birch, the predominant tree species in Sápmi. It also did occur that some interviewees deferred to another person who would know better, or they mentioned stories about a person who was respected for her/his knowledge but already passed away. Traditional knowledge and values are of very great importance to the Sámi people. Younger Sámi seem still to have some of this knowledge, but they are unsure about it and fear that, in fact, they lack too much knowledge when it comes to human-environmental interactions. This generational discrepancy in knowledge, as people suggested, needs to be overcome by preparing the research results fully expressing Sámi knowledge to their satisfaction and integrate it, for example, into school curricula at all levels (Helander 1999).

Human-birch Relations: The Holistic Approach to the Environment

The interviews focused on the continuing use and the importance of the mountain birch forests to local Sámi people who live in these forested areas and use these northern and altitudinal fringes of the birch timberline. An earlier study with a similar focus looking at human impact on the northern timberline forest was conducted in Ohcejohka in the mid-1980s drawing from interviews with local residents as well as interpreting map and air photo material to assess forest conditions and potential (Mattsson 1987, 1995).

The recent surveys gave attention to both the general and specific Sámi knowledge of the birch forests and their environmental conditions such as healthy stands and decline and damage in vegetation. In addition, the precise terminology in the Sámi language related to birch was discussed and recorded. All Sámi land-use practices are managed practically and spatially within "báiki", the nuclear family, and "siida", the extended kinship unit (Helander 1996a: 112-114). Here gender relations have an influence on equity in land-use practices and the ensuing results (Aikio 1990). In this respect the use of birch is also directly tied into the socio-spatial system by providing materials and fuel for running a

household unit and related activities, to traveling on land, water, or ice and to working in hunting, trapping, fishing and reindeer herding.

Many interviewees, especially older men with a long background in Sámi traditional livelihoods understood very well the changing aspects of the environment in their land-use area and even beyond in some neighboring regions. They stated that the amount of birch forests in Ohcejohka has declined during the last 50 years. This is illustrated by the Sámi word "vuopmi" which describes especially forests with big, old trees, often growing fairly densely in river valleys. In 2001, for example, there was no "Geavovuopmi" anymore, this place name refers to the well-known "Geavvu (Kevo) Valley Forest". Today, a hiker can cut across the valley wherever s/he pleases without running into dense birch copses. This was not possible prior to the *Epirrita autumnata* epidemics of the 1960s which destroyed many birch trees. To highlight this environmental change, one Sámi expert mentioned that he skied there in 1947 and tried to make fire on the snow with dead trees, but it would not start. Earlier one could easily start a fire, however, already then the wood was probably damaged by *Epirrita autumnata* and had become useless. After the 1960s, he noticed that these dead trees would not burn easily at all.

The only "vuomit" that still exist in Ohcejohka are in the valleys of Veahcajohka and Ohcejohka, however, forests have declined there, too. Smaller copses with large numbers of birch such as in river valleys, called "leahki" (= valley), and on elevated terrain between river tributaries, "skáidi or "maras", are identified by "vuovdi" (= grove) or "soahkebohttut" (= birch copses) to distinguish them from "vuopmi". The combination of "vuopmi" (woods or forests) and "čáhci" (= water) is the most important physical factor for locating human settlement in Sápmi. Many "vuopmi" areas in Ohcejohka have now changed into "duottar" (= treeless tundra) after the herbivore epidemic of the 1960s. This event was an extreme ecological catastrophe that has had many long term effects which the local Sámi still see and feel today.

The increased growth and northerly expansion of pine trees have been very noticeable in the timberline forests enticed by various plantation programs of the Finnish forest administration between the 1930s and 1970s. Local people do not value pine as much as birch. Still, pine is taken as timber for building houses and other structures, making boats and using them as shelter against wind. However, people prefer birch and miss it if it is not available wherever they are.

The need for and the use of firewood has considerably declined in volume since the expanding road network and infrastructure allowed the import of oil, gas, and electricity for heating. Many traditional felling areas are not used anymore. They are now decaying and grown over with rather dense and twisted small birch because there is not enough light for the growth of new, stronger and higher quality birch. All Sámi experts stressed that firewood forests require continued, diligent management to allow for proper growth and guarantee sustainable use in the future.

The Sámi interviewed expressed quite strongly that all areas within their reach have always been in use and that they do not know or have not seen any place that is not part of their land-use practices and pattern. Areas might be left idle or fallow for some time, however, they are always part of the holistic perception of the land. In Ohcejohka, people living on the Finnish side of the Deatnu (Teno or Tana) River have also used areas on the Norwegian side getting birch for firewood, material for handicraft and other purposes.

Traditionally, each family or kinship unit had their own territory, areas for different needs such as firewood harvest, fishing, picking berries (cloudberry in particular), snaring of ptarmigan using birch copses and twigs as guides, hunting (especially during the snaring period in late winter), reindeer herding and other activities. For obvious reasons, grass sod cabins whose inner frame is constructed by birch wood were located near birch copses and a river or lake where ptarmigan could be snared (App. D. Fig. 3). These places were used also during fishing and reindeer herding activities. Snaring territories or trap lines were quite large and followed the distribution range of both ptarmigan and birch. Ptarmigan snaring, salmon fishing (i.e the tripod weir system in the Deatnu), reindeer herding, hunting, arts and crafts are still practiced in the Sápmi. All these activities are very much dependent on the mountain birch.

Knowledge and Values: The Meaning and Usage of Birch

Sámi people still hold their inherited ways of thinking, that is the holistic understanding of life and nature which requires intensive studying, understanding and knowing of the physical environment before any action can be taken, even, for example, such seemingly minute tasks as felling trees. Furthermore, "[w]hen dealing with sustainability [of resources] from the Sami point of view, we are dealing with a holistic issue. Thus it is crucial to take into account that the concept of the environment consists of several elements such as ecological, cultural, social and linguistic factors. These elements make up the whole and must therefore be seen as one single entity." (Helander 1996b: 1). Elina Helander (1996b: 2) and also Johan Klemet Hætta Kalstad (1996, 1997) fully accept that contacts with other people and recent processes of modernization and globalization have forced the Sámi to adopt values and ways foreign to them.

In addition, it is argued that Sámi institutions and authorities, the political and educational elite (e. g. members of Sámi parliaments), are now in partnership with their former colonial establishment encompassing a living duality across cultural and linguistic lines. In fact, we would interpret, the Sámi as other aboriginal peoples around the world are co-opted into external systems as expressed through co-management regimes to "negotiate and administer" the utilization of natural resources on "common" or "public" lands (cf. Kalstad 1997: 119–121). This interpretation of development and innovation forced upon by the outside is much debated if one considers also the open and free flow and exchange of ideas and goods across cultural boundaries having an impact internally and externally - nobody lives in isolation. However, this issue is rather a matter of power distribution and relation and how power is used in

unequal or asymmetric situations not only in resource management but also in science and research (Keskitalo 1994). In this context, the use of birch wood is only one of the many elements of the encompassing human and physical environment in which Sámi intend to function holistically.

Firewood: Securing Heat and Warmth

In Ohcejohka, all Sámi interviewees used birch as firewood and stated that birch is always better than pine, even dry dead pine, "soarvi", which is used sometimes as kindling to start a fire. All households had a wood stoves and most also an open fireplace; some used mainly wood instead of oil or electricity for their central heating system.

In order to protect the continuation of the use of birch, firewood lots or so-called "homestead birch forests" have to be looked after by applying thoughtful management practices to secure fuel and material (App. D. Fig. 4). These forest resources have been utilized in certain ways for centuries under an ancient, traditional, and precise model of actions. Under this model, various separate areas are used in temporal cycles, some short, 10 to 20 years, some long, up to 100 or more years. The length of the cycle depends on the substance growth of birch, types of landscape, soil quality, and climate conditions in that specific area. These cycling intervals also assume the availability of other wooded areas as a substitute resource. These shifting or rotating patterns reduce the pressures put on the essential and vital firewood lots.

The very first step in the assessment is what trees are to be left standing for future use. They are invariably the most healthy, straight, beautiful trees with no indication of viruses or any other physical damage. Furthermore, this decision rests also on the environmental conditions and the layout of landscape which might require that certain trees are left to grow and thus protect animals, other plants and soil against wind, snow and ice, water, erosion, sun exposure and other impact. The trees which are deemed to be left standing need optimal growth conditions such as light and nutrition but also the company of neighboring trees which provide support and protection. Thus never should all trees be cut down in a given at the same time. Once the selection of the trees to be felled is made, the old, sick, damaged, crooked ones are taken first. Sometimes only branches are cut to obtain more air and space for the surrounding trees. Of course, the best quality for firewood comes from a healthy, straight, thick trees. Other defining factors which contribute to the quality of firewood are the time of felling during the moon and annual cycle (i.e. before mid-summer) and the process of drying, e.g. leaving freshly leafed branches to pull the juice from the tree trunk. In Ohcejohka, traditional early summer felling without cutting limbs is still being practiced. During the summer season, it is very important to cut trees at the right time, e.g. when the moon is on the wane. At that time, the felled trees would not rot producing prime quality firewood. Early summer felling also encourages new growth to start at the proper time without impediment. Some people have tested the exact and appropriate timing of felling birch trees as they have learned it from older people. They found the times and dates to be correct, however, experts also stressed that normally sustainable felling can be

done within about one week after the birch leaves are fully visible at the start of the growing season. In such a case, branches are left on the trunk. Felling does also occur during the fall after the leaves have fallen of the trees.

In the autumn before snowfall, the limbs are cut and the trunks are piled up for further drying and easy locating into a "soahttu" like the poles of a conical tent (App. D. Fig. 5). The "soahttu" is preferably placed on a hillock with rocky ground where water drains easily without being absorbed by the trunks. This way the wood dries faster and maintains its high burning quality much longer. Still, fresh or green birch does burn well during wintertime. Already in March birch draws much moisture from the soil and becomes heavy, still it burns.

Depending on the location of the forest lots and their distance to the homesteads trunks are taken once a full snow cover makes transportation easy. They are then stacked in horizontal piles or "soahttu" depending on how long the trunks are left before sawing and splitting. The "soahttu" is used for longer periods of storage.

Productive domestic birch firewood areas have to be visited and cleared of underbrush and sick trees regularly. After a period of 20 to 100 years these woods will produce high-quality firewood making it also available to the following generations, a long-term projection which always has been part of Sámi philosophy. This circumstance makes it obvious that large areas are needed so choices can be made based on the knowledge of the best conditions the forests should be in to supply firewood continuously. In this model, reserve areas are also necessary to cope with damages or catastrophes caused by natural processes or if a person for reasons of illness or age would be incapable to do the felling under these strict rules of local management.

It is a rule that there has to be always firewood at home for ready use. The amount of dried firewood should usually be enough to last for the whole heating season, in fact, this can be all year round. Still many households have plenty of firewood stored to cover several years. During the warm summer season heating does not require so much energy, then smaller branches and remaining wood scraps are very suitable to burn. This way all available wood is utilized to the optimum.

Sawing and splitting wood is done mostly during the winter months right into late winter while it is frozen. The best drying seasons for birch wood are late winter and all of summer. Once the firewood is dry, i.e. if it has been produced the way it should be done traditionally, it maintains its burning quality for many years, some interviewees said, in fact, forever if it is stored well, under a roof or in a woodshed with proper ventilation.

Certain areas are protected and excluded from taking firewood such as places close to water springs where wood copses are left standing. Also along the shorelines of rivers such as the Deatnu birches are left as ice breakers. Such rules protect the trees themselves, but also provide protective habitats for birds, grouses, rabbits and many other animals. Another aspect is that birch forests

are also spiritual or holy places, which, as people among the Sámi believe, are inhabited by spirits (trolls and gremlins alike) as part of the underworld. If in a certain area it is deemed that the underbrush vegetation or lichen cannot sustain the impact of firewood felling, then it is decided to avoid trampling and leave the trees standing. Anybody including children are taught to stick to established paths and not wander off into the forest to avoid damage.

Generally, wood taken from dense forests does not provide the expected heating energy as trees which have grown under conditions with more light, air and space. Wood taken from areas close to or at the edge of open and treeless mountains, "vađđa", burns much hotter. Old trees burn as well as younger ones if there are processed in the proper way described above. Straight trees or trunks, "riktes", are easier to handle, cut and split; they contain plenty of energy, burn hot and are the prime firewood. Birch has a short growing season, thus its fibers develop tighter and denser which in turn produces higher combustion. Straight trees up to 15 cm in diameter, undamaged and with white bark are of highest quality and quite often left standing in the forest for later use.

Sámi stories also contain advice how to treat wood. The story of the spirit *Ruoidna* (= the lean one) provides a reflection on their knowledge of illnesses in trees caused by rotting, mould and mycelium. Cleanliness and observance are important factors in firewood production. The story advises not to take any rotten tree to the "goahti" (= homestead) because the *Ruoidna* spirit would bring "guoržžu" (= bad luck).

Proper Birch Wood for Art and Handicraft

In the selection of prime firewood many factors come to bear and are carefully considered. To identify the right and suitable wood that would fulfill the high requirements for art and handicraft products asks for even more detailed studies and research on the part of the artist or artisan. For example, the wooden sled runner requires a natural curve, thus a tree meeting this detail needs to be found in the wide forest, a meticulous and lengthy task. Sámi still pursue this way, however, the availability of modern means to form, bend and glue wood have led people to buy commercially produced wood, materials and tools and thus forfeit this time-consuming task with its physical and mental demands and challenges.

The search for quality wood grown in a certain way is always on a person's mind whenever s/he is in the forest looking for appropriate trees for art and handicraft (App. D. Fig. 6). When a tree is found, maybe it is not yet grown tall enough, or the moon is not right, or for some reason or another is not cut down, the location will be kept in mind and, perhaps, some trees around it will be felled to provide the selected tree with the optimal conditions for growth. The felling of the chosen tree has to be done at the right time of the annual and lunar cycle. As a rule such trees are never cut during the "black moon" (or new moon which cannot be seen), also referred to as the "rotten moon" because wood cut during that time will rot. Rather trees should be felled during the last quarter of the cycle or during full moon. Timing is crucial to attain quality.

When Sámi take wood from the forest they ask for it with the reasoning, if you take something, you have to leave something standing. This way of thinking is part of the spirituality and the respect shown to other living beings and to the world in general. The habit to knock slightly on the tree by axe or knife three times, as is also done with the marrow bone before splitting it for the delicacy inside, is clearly a remnant ceremonial behavior offering respect and permission to use the item and not a signal of property or marking.

Other factors are noted and kept in mind, e.g. which side of the tree is exposed to the prevalent direction of wind and sun - to the south and north. These observations and the right timing of felling will guarantee that wood material will dry well and that the forest will be kept in proper conditions for new growth. The drying process is very important for wood used as working material, however, much also depends upon the professional and mental skills that differ from person to person. High quality and well dried wood can be stored for several years; it will get better and better with time.

Some of interviewees stated that it is not possible to buy the kind of wood they need for their art and handicraft because, to establish the necessary bond between artist and the wood (= nature), it has to be searched for, processed and prepared by themselves. In fact, the selection, acquisition and artistic shaping of wood are one continuous process, and these should not be separated. Generally, Sámi artists and craftspeople do not trust commercial producers to process wood in the way they expect it although, as mentioned, they do rely on commercial materials. Still in their outermost performance and achievement, they need to know the tree that provides the wood within its environmental setting including directions of wind and sun exposure, types of landscape, surrounding vegetation and soil conditions and how and when the tree was felled. All these attributes contribute to the ambience of the pieces which are produced as part of the cultural and social expression directly connected with the environment.

By the early 21st century, the use of birch wood for materials in art and crafts has decreased. The cultural environment, infrastructure, services, behavior and habits have changed under the influence of modernization and also globalization - Sámi are not excluded from these processes. As for other developed peoples and nations modern infrastructure, communication and transportation, electricity, and other technical amenities are available throughout Sápmi (Kalstad 1996). Sámi knowledge of wood handicraft is now, one should say fortunately, stored in archives and publications which provide encyclopedic references to the use of birch wood during historic times (for example cf. Nielsen 1932–1962).

Still, there are many Sámi working with birch wood producing intricate items of art and handicraft such as, most commonly, drinking vessels, bowls, boxes, laddies, handles and other small handy items. The most common larger product of application might still be the various types of sleds used nowadays behind snowmobiles. A number of very highly skilled craftsmen still know how to

make the "geres", the reindeer sled whose production requires special skills and knowledge.

The Human Factor: Future Management of Birch Resources

The interviews conducted in Ohcejohka have produced a holistic view of traditional and contemporary use of birch locally. The data collected serve as an encyclopedia of Sámi cultural heritage providing historical and contemporary information on traditional ecological knowledge, practical aspects of resource management, quality of materials, ideas and rules concerning sustainable use of the surrounding northern timberline environment. Next to environmental and economic aspects, latter ones are not explicitly discussed here, Sámi experts voiced their views on the place of birch in their culture, spirituality and livelihood stressing, in their own words, the point that *"... without birch life is empty."*

The birch is an integral part of the physical environment in Sápmi. Therefore environmental conditions, volume, density and quality of available wood or timber resources are of paramount importance supporting the Sámi in their economic activities and livelihood. In addition, cultural expressions and spirituality are important elements as symbols of life.

The following quotes taken from Sámi experts provide an insight into the intense relationship between people and birch at the northern timberline.

"... in summertime, there is such a nice smell and a sense of fresh air in the birch forest";
"... live would be very cold and uncomfortable without birch";
"... and without birch ... the environment would turn into tundra ...";
"... it feels so pleasant and refreshing to wander into a birch forest; ... a pine forest is so dry, birch gives full moisture - a sense of full life ...".

These comments show the importance of birch not only as energy to heat houses and for people's physical exercise, but also for personal mental health and spirituality providing a focus for much needed refreshing contemplation. In fact, the birch is sensed to be the vehicle or means to ascertain cultural traditions through physical practice, storytelling, language, taxonomy, nomenclature, and terminology. Furthermore, working with birch continues the richness of ecological knowledge through applying environmental observation of changes which occur in nature and with animals and plants. All these aspects contribute to the cultural and socio-economic well-being of people in their specific environments.

Local Sámi fully realize that there are increasing external, but also internal changes and pressures which northern peoples and environments are exposed to at the beginning of the 21st century. Certainly, the continuing use of the birch in the northern timberline forests for both firewood and wood products is seen of paramount importance by the local population. Therefore issues of

ownership, access, utilization and management of this specific resource is at the forefront of internal and public debate.

Sámi interviewees pointed to the omnipresent role of the Finnish Park and Forest Service *(Metsähallitus)*, the public forest authority in Finland representing the national interests in forest resources, as interference in local affairs in Sápmi that needed to be redefined, i.e. its influence on forestry management be decreased. The expanding commercialization of the birch resource as well as intense tourist activities are, in fact, a threat to the continuing integrity of Sámi birch use locally. New infrastructure and industrial developments such as roads, industrial forestry, hydro-electric development, and mining need to be planned very carefully under impact assessment studies focusing on environmental, socio-economic and cultural aspects.

Comments to this effect have been voiced by the interviewees arguing in the following way.

"We need to live in observance of the traditional rules, obtain more knowledge and skills, train our children. Use paths and avoid trampling all over. We have gone too far, too fast with the mainstream [of globalization] in a heavily competitive and competing world. We need to stop, think and go back to our traditional knowledge."
"Sámi people are the real protectors of their environment, not the authorities".
"Values and regulations by others have influenced us. Their regulations stress protection and conservation, but it is something else they lead to. They cause competition [over resources] avoiding to take responsibility for the environment".

If a Sámi follows the rules set traditionally and uses knowledge that s/he has been taught by other Sámi, this is seen being the real and true protection of nature. The reverse can be seen in one of the latest examples of damage caused by the authorities a couple of years ago. A few kilometers from Ohcejohka village downstream along the Deatnu, the public Environment Center decided to fell and thin out high standing birch between the Deatnu shore and the highway in autumn to open the view on to the river for people driven by. The spring after the felling the ice break-up in the Deatnu was very strong and many of the trees left could not resist and were swept away. In fact, the result was a clear-cut area leaving the shoreline unprotected without trees. Clearly, Sámi people with their knowledge and management skills would not have decided to go this path of event to satisfy just the viewing pleasures of travelers passing by for a short moment.

The local Sámi opinion and assessment of such events is clear, *"... at the Park and Forest Service [Metsähallitus] or the Environment Center [Ympäristökeskus], they do know how to destroy."* This is what people have personally experienced in earlier times when, e.g., birch trees were eradicated by the authorities to give space to pine which was planted with little success in the Ohcejohka regions between the 1920s and 1970s. At that time, the birch was seen as an inferior tree versus the faster growing and higher volume pine or spruce

which were preferred. This attitude has shifted now slightly favoring birch again in places were it grows naturally. Still, damage had been done to the mountain birch forests at the timberline.

Outlook: Prospects and Policy Recommendations

How then can management and sustainability of birch resources be achieved under current socio-economic and political circumstances? Reflecting on such phrases as *"... without birch, life is empty; ... we cannot get along without the birch; or ... the birch stands closest to us Sámi"* what can be done to have life continued to be filled with birch. It is accepted that regulations including management plans are needed because, in fact, more people, on the inside and from the outside, have shown different interests in the same resource in the same place at the same time. According to the statements given in the interviews, local people, be they Sámi, Finns or others, need to be involved in the decision-making process how local resources are to be exploited under current conditions which possibly also allows projections into the future (cf. Nystø 1998).

Because the birch is a crucial element of the timberline environment and of the local people's life and inherited knowledge, management proposals and policies have to derive from people living within the birch forests and not from civil servants' office desks from a distance. This type of management can be achieved through extended local guidance and control, such as the Sámi *siida* system or local associations and governments, over the various types of land users in forestry, sports fishing and hunting, tourism and recreation (i.e. cabin owners) to mention a few. For example, programs setting aside so-called "wilderness" areas for nature protection and conservation need to accept and integrate local traditional ecological knowledge, expertise and land-use practices. Both local knowledge and management models deserve inclusion in school curricula so not to loose the sense of place for pupils growing up in the northern environment. Furthermore, knowledge and skills have to be acquired by each generation, in fact, a kind of re-education in the proper use of resources. As one Sámi said, *"... not all the old time hunters were skillful in grouse trapping, if they were not careful enough to see which twig they should cut and use for a ptarmigan trap."*

People do generally agree that restrictions are needed today. The times have changed and the old, time-worn models do not always apply anymore, however, they still are valid in their own ways. Modern society is guided more by money, material items, and communication than by nature and its signals. In the eyes of many Sámi, these conditions and attitudes cause much irreparable damage to the natural environment. To come back to the birch: nowadays people get into the habit to fell birch for firewood in any season, e. g. in late winter, April and May, when snow is hard. Then it is easy to travel by snowmobile and transport the trunks immediately home disregarding the necessary drying process risking to obtain poor quality of wood for reasons of expediency and convenience.

The continuation of sustainable use of birch resources is extremely important locally. The Sámi feel that "... birch gives so much: warmth, protection, pleasure, company, medicine. It is beautiful and gives material for many things, green leaves and good smells." The symbolism which the birch, "soahki", holds in Sámi culture and lives is intricately and succinctly captured and expressed in the poem by the renowned and highly esteemed Sámi poet Paulus Utsi (1918-1975) and should serve here as a fitting ending (Utsi 1970: 4; English version by authors).

Reagganan ráhkesvuohta	***Painful Love***
Nugo roaŋke soahki	*Like a twisted birch*
orru duottarravddas,	*at the fjell's edge,*
nu lea biegga botnjan	*so has the wind gnarled*
mu nai eallima.	*my life, too.*
Nugo soagi mátta	*Like the birch's trunk*
bievlla vuostá čuovgá,	*reflects towards the barren ground,*
nu ohcalan váriide,	*such I yearn for the mountains,*
laguide ja orohagaide.	*the plains and settlements.*
Dat lea mu eallin,	*This is my life*
man mon ráhkistan.	*that I love.*

Acknowledgments

The authors acknowledge the funding of this research project by the European Union Research Commission (see HIBECO 2000-2003), the openness and cooperation of the local experts, and the collegiality of their colleagues in Workpackage 1 (Hamburg University). Special thanks go to Lilja Seppälä (Ivalo and Mustajärvi, Finland) for her unwavering hospitality towards the research team.

Correspondence: Müller-Wille, Ludger, see Appendix C.

References

Abramovitz, J. N. 1998. Taking a stand: cultivating a new relationship with the world's forests. Worldwatch Paper 140. Worldwatch Institute, Washington, DC.

Aikio, M. S. 1990. The Changing Role of Women in Sámi Society. In: Müller-Wille. L. (ed.). Social Change and Space. Indigenous Nations and Ethnic Communities in Canada and Finland. Minor in Northern Studies Program, McGill University, Montréal. p. 13–17.

Aikio, M. S. 1998. Tourism in the North and Sami Culture. Juridica Lapponica 19: 87–92.

Baer, L-A. 1996. Boreal forest dwellers: the Saami in Sweden. Unasylva 186, 47:16–21.

[Canada] 1998. Proceedings of 'Sustainable Development in the Arctic: Lessons Learned and the Way Ahead. Circumpolar Conference and Work-

shop, Whitehorse (Yukon Territory) Canada, May 12–14, 1998. Northern Review 18: 1–256.
Cox, C. B. & Moore, P. D. 1993. Biogeography. An Ecological and Evolutionary Approach. Blackwell, Oxford.
Goenner, C. 2002. Forest Tribe of Borneo: Resource use among the Dayak Denuaq. Man and Forest Series 3.: D. K. Printworld, New Delhi.
Helander, E. 1992. Sámi knowledge - subjective opinion or science? Diehtogiisá, Newsletter from [the] Nordic Saami Institute 1/92: 3–4.
Helander, E. 1996a. Development, knowledge and Sami reindeer herding. in: Cultural and Social research in Greenland 95/96. Essays in Honour of Robert Petersen. Ilisimatusarfik / Atuakkiorfik, Nuuk p. 107–118.
Helander, E. 1996b. Sustainability in the Sami area: The X-file factor. In: Helander, E (ed.) 1996. Awakened Voice. The Return of Sami Knowledge. Dieđut 1996: 4. Nordic Sami Institute, Guovdageaidnu/Kautokeino. p. 1–6.
Helander, E. 1999. Traditional Sámi Knowledge. Arctic Centre Reports 26: 25–27.
Helander, E. (ed.) 1996. Awakened Voice. The Return of Sami Knowledge. Dieđut 1996: 4. Nordic Sami Institute, Guovdageaidnu/Kautokeino.
HIBECO (Human Interactions with the Mountain Birch Forest Ecosystem: Implications for Sustainable Development.) 2000–2003. Workpackage 1: Socioeconomic Studies in Rural Communities, Department of Geography, Hamburg University, Germany. Interviews and surveys conducted by Maria Sofia Aikio, Jorunn Eikjok, Heidi Kitti, Vesa Luhta, Ludger Müller-Wille, Maiju Pasanen, C. Blair Stevenson, Maiju Pasanen and Astrid Solhaug, October 2000 to May 2002. Other participating researchers: Dietbert Thannheiser (leader) and Pekka Aikio, John E. Lewis, Junhua Li, Karl-Dieter Meier, Linna Weber Müller-Wille, Jan Wehberg. Program: "Quality of Life and Management of Living Resources", Key Action 5.3. "Sustainable and multipurpose utilization of forest resources: integrated forest-wood chain". Funded financially by the European Union Research Commission, contract QLK5-CT-1999-011515.
Hustich, I. 1946. Lappland lever [Lapland lives.]. Holger Schildt, Helsingfors
Hustich, I. 1979. Ecological concepts and biogeographical zonation in the North: the need for a generally accepted terminology. Holarctic Ecology 2: 208–217.
Kalakoski, M. 1999. The threats to the traditional sami livelihood in timberline forests in Finnish upper Lapland. In: Kankaapää et al. (eds.). Sustainable development in northern timberline forests. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 734. p. 157–163.
Kalstad, J. K. H. 1996. Modern Challenge Facing Knowledge in Sami Subsistence. In Helander, E. (ed.). 1996. Awakened Voice. The Return of Sami Knowledge. Dieđut 1996: 4. Nordic Sami Institute, Guovdageaidnu/Kautokeino. p. 21–30.
Kalstad, J. K. H. 1997. Aspects of Managing Renewable Resources in Sami Areas in Norway. In: Gaski, H. (ed.). Sami Culture in a New Era. The Norwegian Sami Experience. Davvi Girji OS, Kárášjohka. p. 109–126.

Kankaanpää, S., Tasanen, T. & Sutinen M-L. 1999. Sustainable development in northern timberline forests. Proceedings of the Timberline workshop, May 10–11, 1998 in Whitehorse, Canada. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 734.

Kankaanpää, S., Müller-Wille, L., Susiluoto, P. & Sutinen, M-L. (eds.) 2002. Northern Timberline Forests. Finnish Forest Research Institute. Research Papers. In print.

Keskitalo, A-I. 1994. Research as an inter-ethnic relation. Arctic Centre Reports 11 / Dieđut 7/1994: 7–31.

Lehtinen, A. A. 1991. The northern natures - a study of the forest question emerging within the timber-line conflict in Finland. Fennia 169, 1: 57–169.

Mattsson, J.1987. Ihmisen vaikutus Utsjoen metsärajametsiin [Human impact on the timberline forests in Utsjoki]. Pro gradu thesis. Department of Geography. University of Turku.

Mattsson, J. 1995. Human impact on the timberline in the Far North of Europe. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagielloñskiego MCLVI, Prace Geograficzne - Zeszyt 98: 41–55.

Müller-Wille, L. 2000. Human-birch relations in northern Fenno-Scandian ecosystems. Survey questions, HIBECO, Workpackage 1. Manuscript. 8 p.

Müller-Wille, L., Eikjok, J. & Thannheiser, D. 2001. People and Birch: The Sami Perspective of the Environment and its Sustainability. In: Wielgolaski, F. E. (ed.) Nordic Mountain Birch Ecosystems. Man and the Biosphere Series 27: 369–376.

Nielsen, K. [and Nesheim, A.] 1932–1962. Lappisk ordbok - Lappish dictionary. Vol. 1–4. Institutt for sammenlignende kulturforskning, Oslo.

Nystø, S-R. 1998. Decision-Making and Priority-Setting in the Circumpolar. Northern Review 18: 119–128.

Sandström, O. et al. 2000. Ylä-Lapin luonnonvarasuunnitelma [Natural Resource Plan for Upper Lapland]. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 38.

Sihvo, J. 2000. Mountain birch forests in Northern Lapland. Paper given at the HIBECO workshop "People and Birch - Human environmental interactions in northern forest systems", Siida - Sami Museum, Inari, October 21–23, 2000.

Utsi, P. 1970. Reagganan ráhkesvuohta - Smärtande kärlek. in: Dikter. Från Bygd och Vildmark. Luleå stiftelse årbok 61: 4. [also in: Utsi, Paulus and Inger Utsi 1980. Giela gielain, divttat/dikter. Alltryck, Luleå. p. 9].

Veijola, Pertti 1998. Suomen metsänrajametsien käyttö ja suojelu [Utilization and Protection of Finland´s Timberline Forests]. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja / Finnish Forest Research Institute. Research Papers 692.

Yaroshenko, A. Y., Potapov, P. V. & Turnbanova, S. A. 2001. The Last Intact Forest Landscapes of Northern European Russia. Mapping of intact forest landscapes in northern European Russia using high-resolution satellite images. Greenpeace Russia, Moscow: www.globalforestwatch.org (accessed April 26, 2002).

Modeling Forestry Resources with Remote Sensing and Geographic Information Systems

Shivanand Balram and John E. Lewis

Abstract

Remote sensing and geographic information systems (GIS) techniques provide a spatial analysis and management framework that can incorporate the multiple factors required for the effective assessment and management of forest resources. Remote sensing and GIS are broad-based technologies and their utility in a discipline may not be readily apparent. There are many published articles on remote sensing and GIS applications in forest management and a common core of spatial modeling techniques can be identified. This article presents a classification of the dominant remote sensing and GIS techniques in the literature on forest ecosystem management. These techniques have been classified as providing support in data integration and management; inventorying and assessment; spatial analysis, modelling and visualization; change detection; and socio-economic integration and public participation. Some error assessment issues are also mentioned due to their consequences in forest decision-making and planning. An awareness of these techniques can reduce duplication of efforts and provide a foundation for more advanced research leading to greater opportunities for sustainable forest management.

Keywords: *forest modeling, remote sensing, geographic information systems, spatial modeling.*

1 Introduction

Forests represent a significant economic and ecological asset that must be managed in a sustainable way for the benefit of society. Timber, non-timber forest products, shelter and habitat, source of carbon sequestration, protection to soil and water resources, and biodiversity are some of the many goods and services essential for human existence that are provided by forests (Lund and Iremonger 2000). However, agricultural expansion, socio-economic factors, and political interests are imposing radical transformations on many forest ecosystems. The consequences of these changes are poorly understood but the general consensus is that they may be profound. Hence, conservation of eco-

logical integrity is now an urgent goal. The management of forest ecosystems usually include the following considerations (Church et al. 2000):

- an understanding of the natural processes and cycles involved,
- adequate representation of commercial forest interests,
- systems to enforce and assess decision impacts,
- risk assessment procedures and error management methods,
- public and stakeholder participation, and
- frameworks and protocols for policy evaluations.

As the competition between users and uses for forest resources increase, the need for more inclusive and consensus oriented decision-making frameworks will become greater. This will place greater demands on spatial management and integrating technologies such as geographical information system (GIS), remote sensing, and global positioning systems (GPS). The process has already begun with these integrating technologies being widely adopted by forest researchers and managers (Lachowski et al. 1992) as a key complementary tool to monitor, map, quantify, and model forest processes and patterns at multiple spatial and temporal scales (Fig. 1).

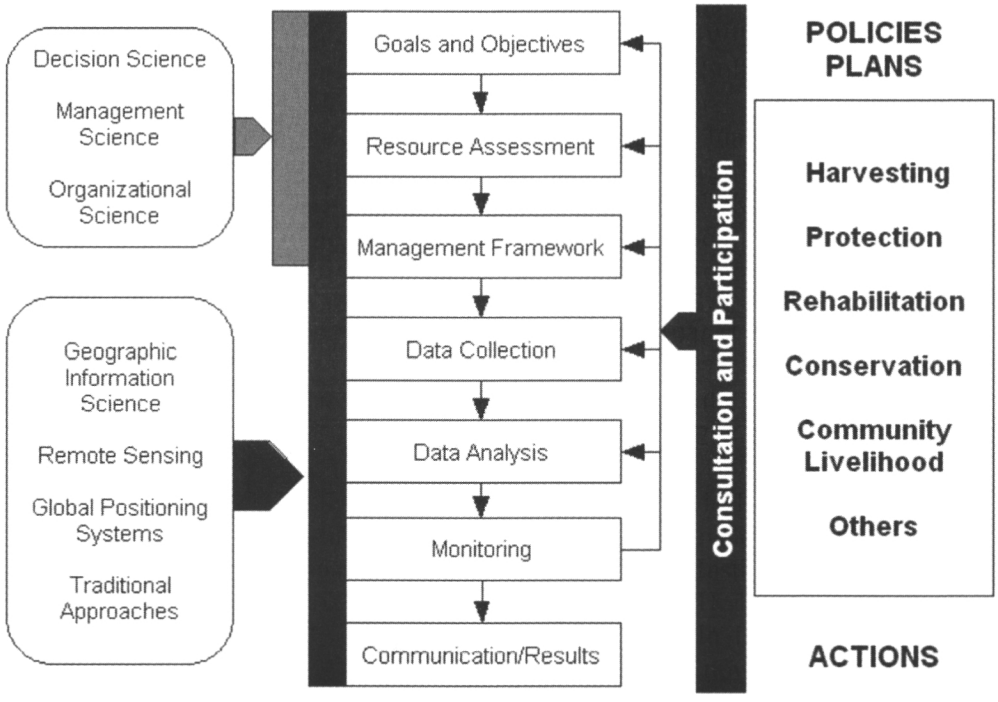


Figure 1. The Integrated Forest Resource Management Process.

Remote sensing, because of its synoptic, multispectral, and multitemporal capabilities, is one of the most cost-effective tools available to provide data for forest management and analysis. Remote sensing is a technique for obtaining information about a target by analysing data acquired from controlled electromagnetic interactions between a target (usually an earth-based feature) and sensor(s) that are not in direct physical contact with the target (Lillesand and Kiefer 1994). A geographical information system (GIS) is considered as a tool and a process consisting of an organized collection of computer hardware, software, and trained personnel designed to efficiently capture, store, manipulate, visualize, and analyse geographically referenced data to provide information and knowledge in an institutional setting to solve unstructured management and planning problems (Maguire 1991). The GIS process is data intensive and gathering data on forest ecosystem attributes is a challenging exercise due to rugged terrains, extensive areas, physical limitations of the landscape, and human resource shortages among other factors. As such, remote sensing and GIS are complementary technologies used in forest management.

This primary aim of this paper is to identify and classify the dominant remote sensing and GIS techniques that are currently being used to address issues of sustainable forest ecosystem modeling and management. An analysis of the literature is used to illustrate the diversity of analytical capabilities these techniques are providing to forest management. Further, some error assessment issues are mentioned due to their importance in forest decision-making and planning. For general literature reviews on remote sensing and forestry for Scandinavia please see Jaakkola et al. (1988) and Holmgren and Thuresson (1998). For a Canadian perspective on this topic refer to the literature review conducted by Pitt et al. (1997). Also the entire June issue of Journal of Forestry, (2000) is devoted to remote sensing and forestry.

2 Method

A comprehensive survey of peer-reviewed journals using standard keyword search techniques was employed. Books, government publications, and Internet sources with substantive content on the use of remote sensing and GIS in forest ecosystem management were also reviewed. Table 1 presents a classification of the dominant GIS and remote sensing techniques and their role in supporting forest ecosystem management. These techniques have been categorized as providing support in data integration and management; inventorying and assessment; spatial analysis, modelling and visualization; change detection; and socio-economic processes and public participation. Specific spatial techniques are listed together with the forest ecosystem management area for which they provide support. This classification is generic and non-exhaustive, and it is possible to mix techniques in order to address the diverse circumstances of the forest ecosystem management problem.

GIS and Remote Sensing Functions and Techniques	Data Integration and Management								Social Processes, Public Participation	
							Change Detection			
				Spatial Analysis, Modelling, Visualization						
	Assessment and Monitoring									
	IMAGE ANALYSIS AND DATA CLASSIFICATIONS; WEIGHTED OVERLAYS, BUFFERS, SEGMENTATION; CONNECTIVITY, CONTIGUITY, AND SPATIAL ANALYSIS; NEIGHBOURHOOD, NETWORK AND POINT ANALYSIS; SPATIAL FREQUENCY ANALYSIS; SPATIAL DATA SAMPLING; HIERARCHICAL STRUCTURING; VISUALIZATION AND MAP PRESENTATION; GPS MEASUREMENTS; ERROR MANAGEMENT.				IMAGE AND REGRESSION ANALYSIS; EXPLORATORY STATISTICS; KNOWLEDGE-BASED, RULE-BASED, INDUCTIVE-SPATIAL, AND GEOGRAPHIC MODELLING; VISUALIZATION AND MAPS; QUERIES; ERROR MANAGEMENT.		IMAGE DIFFERENCING, IMAGE RATIOS; CVA, PCA; REGRESSION METHODS; TIME SERIES ANALYSIS; MARKOV MODELLING; CELLULAR AUTOMATON;VISUALIZATION AND MAP PRESENTATION; ERROR MANAGEMENT.		SDSS; DECISION MODELS; OBJECT-ATTRIBUTE RELATIONS; RESOURCE ECONOMICS MODELS; MULTIMEDIA PRESENTATIONS; VISUALIZATION AND MAPS; ERROR MANAGEMENT.	
Forest Ecosystem Metrics	**STRUCTURE** IDENTIFICATION OF THE SPATIAL PATTERNS, ORIENTATION, AND ARRANGEMENT OF THE ECOSYSTEM OR LANDSCAPE.				**FUNCTION** ASSESSING THE INTERACTIONS BETWEEN COMPONENTS OF THE ECOSYSTEM OR LANDSCAPE.		**CHANGE** DETECTING CHANGES AND TRENDS IN THE ECOSYSTEM OR LANDSCAPE.		**MANAGEMENT** ESTABLISHING A FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT.	
	COMPOSITION	PATTERN	SHAPE	SCALE	RELATION-SHIP	CAUSE/ EFFECT	SPATIAL	TEMPORAL	DATA	DECISION
Representative Sources										
Atkinson, P.M. 1996	x								x	
Echavarria, F. 1996	x	x	x	x			x	x	x	
Frohn, R.C. 1998	x	x	x	x	x	x	x	x		
Klopatek, J.M. and J.M. Francis 1999	x	x	x	x						
Al-Garni, A.M. 1996					x	x				
Aspinall, R. and N. Veitch 1993					x	x				
Griffiths, et. al. 1993	x	x		x	x	x				
Skidmore, et al. 1996					x	x				
Eastman, R.J. and M. Falk 1993							x	x		
Lambin, E.F. 1996							x	x		
Payn, et. al. 1999							x	x		
Senay, G.B. and R.L. Elliott 2000							x	x		
Church et. al. 2000										x
Naesset et. al. 1997									x	x
Naesset, E. 1997									x	x
Vertinsky, et. al. 1994									x	x

Table 1. A Classification of GIS and Remote Sensing Techniques in Forest Ecosystem Management.

3 Forest Resources Modeling and Management

3.1 Data Integration and Management

In forest ecosystem management, GIS has been widely used for data management, planning, visualization, and spatial analysis whereas remote sensing has been used primarily as a data source for monitoring and assessment. Remote sensing is a relatively costly technology, but accurate and timely data about the spatial composition of forest resources is needed for modelling socio-economic and biogeochemical changes at local, regional and global scales. In this regard, during the 1990s a variety of new satellites sensors (with improved spatial, spectral and temporal resolutions) were deployed and the data from these are rapidly being used in modelling and analytical forest studies. A listing of these satellite sensors, their physical characteristics, and forestry-related parameters they can measure are presented in Davis and Simonett (1991) and more recently in Franklin (2001). But the widespread availability of satellite data with different sensor characteristics has raised issues concerning data integration, suitability, relevant scales and resolutions for forestry studies. Comparative studies on the usability of different remote sensing data for the evaluation of forest ecosystems are still lacking in the literature (Hyyppä et al. 2000).

The inherent capability to store and quantify hierarchical spatial data has made GIS technology an appropriate tool to support data integration and management in developing information infrastructures to guide forest ecosystem management. Local and international frameworks developed around GIS are now providing new avenues for cooperative approaches in forest management. At an organisational level, a decentralised GIS approach can have many advantages for improved data access, communications and decision-making in forest management (Bettinger 1999). In addition, the GIS data model facilitates the integration or separation of ecological data at any level of the hierarchy by using data selection, query, buffering, and overlays.

Geographical location is an important quantity in associating measured ecological attributes with the forest landscape (Greer 1993). In forest research, sampling locations are recorded by traditional surveying methods but are gradually being complemented with Global Positioning System (GPS) technology. GPS technology uses a ground receiver to intercept signals transmitted from a series of satellites, and uses the intercepted signal to determine earth surface positions in a variety of coordinate systems (Johnston 1998). Although forest canopy, tree trunk size and topography changes can contribute to signal loss in GPS measurements (Allen 1998), the use of differential corrections have significantly improved their accuracy for forestry studies.

By using a geographical referencing framework disparate data sets can be integrated into a common GIS database thereby providing many opportunities for integrated analysis (Townshend 1991; McGhie et al. 1996). The spatial integration effort not only provides a comprehensive database, but also facilitates holistic forest ecosystem management as compared to stand and individual species management using traditional methods. Integrating data from a wide variety of sources has often been cited as one of the significant benefits of implementing a GIS. But these approaches require a commitment in addressing data ownership, copyright, data protocols, administrative, and training issues. Further, integrating spatial data and producing meaningful results is dependent on our understanding of the errors involved in each stage of the integration process. Hence, quantitative and qualitative error management and accuracy assessments are needed to understand the quality of maps, compare results, and minimize risks in resource allocation and decisions using GIS-based information (Congalton and Green 1999).

3.2 Assessment and Monitoring

GIS and remote sensing has played an important role in elucidating forest ecosystem structure and patterns. Image analysis techniques applied to forest classification analysis, the development of vegetation indices, temporal and spatial analysis of vegetation dynamics (Senay and Elliott 2000), and species occurrence (Aspinall and Veitch 1993) are widely reported in the literature. Spatial heterogeneity is a natural characteristic of forest ecosystems and landscape metrics based on ecotopes, ecotones, corridors, and the landscape matrix are used in GIS frameworks to derive quantitative measures to study the spatial structure of ecosystems (Frohn 1998). Natural and induced disturbances to forest ecosystem have also been studied spatially by including attributes such as canopy structure, weather, wind direction, and topography in the GIS analysis.

The relative unavailability of continuous fine spatial resolution satellite data suitable for forest management has been a source of concern among forest researchers. In many studies the data from the coarse spatial resolution (1.1km LAC and 8km GAC) and fine temporal resolution (daily) AVHRR sensor has been used extensively for global forestry assessments. Long time-series fine temporal resolution data has been crucial in monitoring local and global changes in forest cover (Eastman and Toledano 1996). However these studies required extensive and rigorous validations, corrections for topographic shadows, minimization of atmospheric influences and cloud cover. In tropical areas, the effects of cloud cover on satellite data in the visible electromagnetic spectrum is even more pronounced. In these areas, strategies such as using radar data and image fusion are providing new ways to minimize cloud cover effects. The recent implementation of high-resolution satellites holds great promise for forest management. Even with these new high-resolution satellites, however, aerial photography will still be a mainstay for certain type of forest management applications.

3.3 Spatial Analysis, Modeling and Visualization

The assessment of ecosystem functions are based on spatially distributed point and patch data measured at a variety of spatial and temporal scales. Homogeneous units of soil attributes traditionally delineated from aerial photographs and ground surveys are normally used as the basis to derive ecosystem interactions and processes. Forest canopy effects on the soil response and spatial resolution issues have resulted in many approaches to mapping soil units for use in spatial analysis. One approach has been to use spatial aggregation procedures to derive ecological processes at scales coarser than that of the original data. Another approach has been to use geostatistical interpolation techniques to describe the spatial relationships between sample data of forest attributes (Payn et al. 1999). GIS provides the capability to easily interchange the scales at which ecological entities are displayed and hence an awareness of the spatial resolution and detail of the source data is important for proper spatial analysis.

Extending the analytical capabilities of conventional GIS has largely been achieved through coupling mechanisms with mathematical and simulation models. Published studies on spatial model integration and GIS in forest ecosystem management are becoming increasingly available. For example, the range, habitat and distribution of species are key components in understanding forest ecosystems and a variety of related model-based GIS studies are available. The models have included logistic regression models for species distribution, spatial multi-criteria models and spatial optimization (Guerra and Lewis 2002) for habitat suitability, predictive least squares models for habitat monitoring, and Bayesian models for habitat mapping. In a comparison of three GIS-based models for habitat evaluation it was concluded that wherever possible, a variety of models should be implemented and their results compared (Skidmore et al. 1996). Modelling approaches have also been used to generate data for use in forest management. The availability of baseline data strongly influences our capacity to investigate issues and hypotheses surrounding any problem of interest. In the absence of extensive baseline data sets, modelling tools can provide critical support for generating more useful information in a variety of decision-making processes.

Conservation strategies and biodiversity preservation have become important issues in light of deforestation trends. Deforestation affects the carbon cycle and climate by imposing a net flux of carbon into the atmosphere whereas biological diversity suffers because of habitat destruction, fragmentation, edge and barrier effects, and species extinction. Spatial modelling using landscape complexity measures derived from vegetation patch characteristics (richness, frequency, and shape for example), patch type contiguity index, and physiography have been used to identify and categorize biologically diverse landscapes. These methods depend heavily on GIS analysis and remote sensing data. Also, opportunities for the evaluation of protection levels of forest ecosystems and networks of protected areas are made possible by information from species and habitat-loss indices to GAP analysis techniques that can be implemented in a

GIS. Metrics such as diversity, shape, texture and juxtaposition measures are area-based and can be derived during GIS analysis.

Many forest ecosystem processes are driven by variables that are controlled by physical properties such as topography, slope, elevation, and aspect. Topographic analysis can be performed in GIS analysis through the generation of 3-dimensional surface models of the landscape using contour maps. Slope and directional analysis has been used in GIS analysis to define watershed units and simulate the location, direction and quantity of surface water flows (Johnston 1998). Disturbances are also modelled using elevation data within a GIS. Species density and diversity maps have been developed using gradient modelling of environmental variables to predict vegetation and species occurrence. Also, statistical modelling between vegetation and topography can be used to study vegetation patterns and distribution (Enright and Lewis 1985).

As the volume of digital data increases, more reliance will be placed on visualization techniques to reveal underlying patterns and trend in multidimensional data. The objective of visualization is to transform raw data using graphics and multimedia into information that is readily amenable to understanding by the human perceptual system. GIS and image processing techniques are used to support the interactive display and presentation of spatial information for a variety of purposes and audiences. GIS normally depicts spatial data as 2-dimensional relief or grey-scale maps with a nadir view and in some cases the possibility of using draped images. Virtual reality techniques have extended GIS visualization to now represent 3-dimensional perspective views of landscape models. Recently, there has been growing interest in web-based GIS frameworks to support visualization, public participation in decision-making, and widespread access to GIS capabilities.

3.4 Change Detection

Information on changes in the forest resource base is necessary for effective management and planning at local, national and global scales. Change detection is the process of using spatial analytical methods to characterize the nature and magnitude of change events between two or more time periods for an object of interest. In monitoring forest resources, detecting that a change has occurred, identifying the nature of the change, quantifying attributes of the change, and assessing spatial patterns are important in characterizing the changes.

There are a variety of digital change detection methods available for studying forest ecosystems. These include image differencing, image ratios, regression methods, change vector analysis (CVA), class differencing, and principal components analysis (PCA). Change detection methods are based on the principle that if errors due to sensors, geometry, and the environment are minimized, and the multi-date images are registered to each other and undergoes identical preprocessing analysis, and the images are acquired from sensors with identical characteristics then digital image changes will be due to changes in the de-

tected radiance values of the same ground area between the different time periods.

Changes at a local scale can influence erosion and soil fertility, watershed runoff, and socio-economic transitions. At a global scale many GIS-based studies have reported the influence of forest changes on climate. Studies at coarse spatial scales are inexpensive and are useful in that they highlight areas for more detailed investigations. Comparative studies of the change detection methods have suggested some preference of one method over another in research-specific situations. It seems that the research in this area is converging on the idea that no single change detection method is best for a particular situation and that a complementary investigative approach must be adopted when using these methods.

Change detection methods have been used to track biomass changes at the forest/clearing interface. One technique employed is Markov modelling which uses an empirically defined transition probability matrix to detect changes in the land cover classes over time (Wood et al. 1999). In the development of these transition matrices, remote sensing data produces less biased transition probabilities in comparison to traditional field measurements since it incorporates the entire study area. Also, forest seasonality changes is a significant component of global dynamics studies as it regulates many processes such as those related to primary productivity, water and gas exchanges. Studies have associated climate conditions and forest/vegetation types with changes detected in long time-series canopy measurements.

3.5 Socio-economic Processes and Public Participation

National policies and socio-economic factors have influenced the forest in many ways with agricultural expansion and logging now being regarded as imposing the greatest pressures on forest ecosystems. Decisions on forest policy and management affects the social processes of the forest landscape. In this regard, stakeholders and groups with vested interests are recognised as essential components of the decision making process on all aspects of forest allocation and management. Forestry issues often involve a variety of stakeholders and decision makers with conflicting values and preferences making it difficult to achieve optimal management solutions. The integration of social, physical and values factors involved in forest use and allocation has provided a heuristic means of achieving consensus. However, this integration can result in delays, confrontation, and conflict in the decision making process. Tools such as GIS-based spatial decision support systems (SDSS) are providing valuable assistance in achieving compromise solutions that incorporate social issues through consensus building. The use of web-based GIS is also developing into a useful tool to elicit stakeholder opinions, communicate modelling results and share forestry data (Dragicevic et al. 2000).

The sustainable use of forests is dependent on a careful balance between the economic and social demands for the resource. The inventorying and analytical capabilities of remote sensing and GIS coupled with decision support tools can

significantly enhance the management of forest resources in a sustainable manner. The incorporation of stakeholder value judgments, rapid rural appraisal techniques, and public participation in the decision making process are being achieved through the development of spatial decision support systems. An SDSS is an interactive GIS-based system consisting of a hardware data manager, model manager, and user interface manager that can be used to provide decision alternatives to support a user or groups of users in achieving higher effectiveness in decision making while solving unstructured and semi-structured spatial decision problems. Unstructured decision problems are usually recognized as those that cannot be formulated using standard procedures and individual judgments have to be used to find solutions. The explicit inclusion of optimisation techniques such as linear programming, and multicriteria evaluations (Naesset 1997), and economic models of timber harvesting (Naesset et. al. 1997) for sustainable forest management have been reported. Kangas et al. (2000) report on an hueristic multi-optimization model integrated into a GIS framework. The effective integration of the socio-economic, political-cultural, and biophysical aspects of forest resources use is the key to achieving the goals of sustainable forest resources management (Vertinsky et al. 1994). Akabua et al. (2000) have developed a SDSS for modelling spatial non-timber values to understand the conflicts between industrial operations and other forest uses. Geographical information systems, remote sensing, and spatial decision support systems provide the tools to implement and achieve the goals of sustainable forest ecosystem management.

4 Conclusions

This research has presented the capabilities of remote sensing and GIS technology to address the diverse issues of forest ecosystem management. Further, a classification scheme has been developed based on the dominant GIS and remote sensing techniques used in forest management. The GIS and remote sensing techniques have been categorized generally as providing support in data integration and management; inventorying and assessment; spatial analysis, modelling and visualization; change detection; and socio-economic processes and public participation.

Acknowledgments

The International Council for Canadian Studies (ICCS-CIEC), Canada, supported some aspects of this research for the first author. The second author gratefully acknowledges the support of the European Union Research Commission (see HIBECO 2000-2003 in Aikio & Müller-Wille, p. 53).

Correspondence: Lewis, John, E., see Appendix C.

References

Akabua, K. M., Adamowicz, W. L. & Boxall, P. C. 2000. Spatial non-timber valuation decision support systems. Forestry Chronicle 76(2): 319–327.

Al-Garni, A. M. 1996. A system with predictive least-squares mathematical models for monitoring wildlife conservation sites using GIS and remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing 17(13): 2479–2503.

Allen, J. S. 1998. GPS. In: Savitsky, B. G. & Lacher Jr., T. E. (eds.). GIS methodologies for developing conservation strategies – tropical forest recovery and wildlife management in Cost Rica. Columbia University Press, New York. p.61–79.

Aspinall, R. & Veitch N. 1993. Habitat mapping from satellite imagery and wildlife survey data using a bayesian modelling procedure in a GIS. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing LIX: 537–543.

Atkinson, P. M. 1996. Optimal sampling strategies for raster-based geographical information systems. Global Ecology and Biogeography Letters 5: 271–280.

Bettinger, P. 1999. Distributing GIS capabilities to forestry field offices. Journal of Forestry, June 1999: 22–26.

Church, R. L., Murray, A. T., Figueroa, M. A. & Barber, K. H. 2000. Support system development for forest ecosystem management. European Journal of Operational Research 121: 247–258.

Congalton, R. G. & Green, K. 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices. CRC, Florida.

Davis, F. W. & Simonett, D. S. 1991. GIS and remote sensing. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F. & Rhind, D. W. (eds.). Geographical Information Systems: Principles and Applications. Longman, Essex, UK. p.191–213.

Dragicevic, S., Balram, S. & Lewis, J. 2000. The role of Web GIS tools in environmental modeling and decision-making process. In: Proceedings of 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling, Banff, Canada, 2–8. September.

Eastman, R. J. & Falk, M. 1993. Long sequence time series evaluation using standardized principal components. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 59(6): 991–996.

Eastman, R. J. &.Toledano, J. 1996. Forest monitoring in Malawi. EOM Sept. 1996: 28–31.

Echavarria, F. 1996. Remote sensing of forest fragmentation in the tropics. IEEE Geoscience and Remote Sensing Society Newsletter 6: 6–15.

Enright, N. & Lewis, J. 1985. Aspect-related vegetation patterns and climate at Mont St Hilaire, Quebec. Canadian Geographer 29(3): 249–256.

Franklin, S. E. 2001. Remote Sensing for Sustainable Forest Management. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Frohn, R. C. 1998. Remote sensing and landscape ecology – New metric indicators for monitoring, modelling, and assessment of ecosystems. CRC, Florida.

Greer, J. D. 1993. The view from above: an overview of GPS and remote sensing options. Journal of Forestry 91: 10–14.

Griffiths, G. H., Smith, J. M., Veitch, N. & Aspinall, R. 1993. The ecological interpretation of satellite imagery with special reference to bird habitats. In: Haines-Young, R., Green, D. R. & Cousins, S. H. (eds.). Landscape ecology and GIS. Taylor & Francis.

Guerra, G. & Lewis, J. 2002. Spatial Optimization and GIS: Locating an optimal habitat for wildlife reintroduction. ArcUser 5(2): 32–34.

Holmgren P. & Thuresson, T. 1998. Satellite remote sensing for forestry planning: A review. Scandinavian Journal of Forest Research 13(1): 90–110.

Hyyppä, J., Hyyppä, H., Inkinen, M., Engdahl, M., Linko, S. & Yi-Hong, Z. 2000. Accuracy comparison of various remote sensing data sources in the retrieval of forest stand attributes. Forest Ecology and Management 128: 109–120.

Jaakkola, S., Poso, S., & Skråmo, G. 1988. Satellite remote sensing for forest inventory-experiences in the Nordic countries. Scandinavian Journal of Forest Research 3(4): 545–567.

Johnston, C. A., 1998. Geographic information systems in Ecology. Blackwell, London.

Kangas, J., Store, R., Leskinen, P. & Mehtätalo, L. 2000. Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilising advanced decision-support tools. Forest Ecology and Management 132: 157–171.

Klopatek, J. M. & Francis, J. M. 1999. Spatial pattern analysis. In: Morian, S. (ed.). GIS solutions in natural resource management – balancing the technical-political equation. OnWord Press, New Mexico. p. 17–40.

Lachowski, H., Maus, P. & Platt, B. 1992. Integrating remote sensing with GIS. Procedures and examples from the Forest Service. Journal of Forestry 90: 16–21.

Lambin, E. F. 1996. Change detection at multiple temporal scales: seasonal and annual variations in landscape variables. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 62(8): 931–938.

Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W. 1994. Remote sensing and image interpretation. 3rd Edition. Wiley, New York.

Lund, G. H. & Iremonger, S., 2000. Omissions, commissions, and decisions: the need for integrated resource assessments. Forest Ecology and Management 128: 3–10.

Maguire, D. J. 1991. Overview and definition of GIS. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F. & Rhind, D. W. (eds.). Geographical information systems: principles and applications. Longman, London. p.9–20.

McGhie, R. G., Scepan, J. & Estes, J. E. 1996. Comprehensive managed areas spatial database for the conterminous United States. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 62(11): 1303–1306.

Naesset, E. 1997. A spatial decision support system for long-term forest management planning by means of linear programming and a geographical information system. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 77–88.

Naesset, E., Gobakken, T. & Hoen, H. F. 1997. Economic analysis of timber management practices promoting preservation of biological diversity. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 264–272.

Payn, T. W., Hill, R. B., Höck, B. K., Skinner, M. F., Thorn, A. J. & Rijkse, W. C. 1999. Potential for the use of GIS and spatial analysis techniques as tools for monitoring changes in forest productivity and nutrition, a New Zealand example. Forest Ecology and Management 122: 187–196.

Pitt, D. G., Wagner, R. G., Hall, R. J., King, D. J., Leckie, D. G. & Runesson, U. 1997. Use of remote sensing for forest vegetation management: a problem analysis. Forestry Chronicle, 73(4): 459–477.

Senay, G. B. & Elliott, R. L. 2000. Combining AVHRR-NDVI and landuse data to describe temporal and spatial dynamics of vegetation. Forest Ecology and Management 128: 83–91.

Skidmore, A. K., Gauld, A. & Walker, P. 1996. Classification of kangaroo habitat distribution using three GIS models. International Journal of Geographical Information Systems 10(4): 441–454.

Townshend, J. R. G. 1991. Environmental databases and GIS. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F., & Rhind, D. W. (eds.). Geographical Information Systems: Principles and Applications. Longman, Essex, UK. p. 201–216.

Vertinsky, I., Brown, S., Schreier, H., Thompson, W. A. & Kooten, G. C. van 1994. A hierarchical-GIS-based decision model for forest management: The systems approach. Interfaces 24(4): 38–53.

Wood, E., Lewis, J. & Tappan, G. 1999. Land Use Change Modeling for Southern Senegal. Proceedings of PECORA 14 Symposium, Denver, CO. p. 85–95.

The World Reindeer Livelihood - Current Situation, Threats and Possibilities

Johan Mathis Turi

1 Introduction

A Circumpolar Model for the Management of Remote Arctic Pastures

When determining the significance of the reindeer herding, it is important to understand that it represents a common circumpolar model for the management of the remote barren pastures in northern regions. This model has been developed over an extended period of time, adjusting itself specifically to Arctic regions. It has enabled the use of marginal natural resources in the Arctic for invaluable food production – resources that could otherwise not be used. The model has been proved to maintain the necessary sustainability to enable a stable livelihood. Finally, with reindeer herding as the primary source of income, it has been possible to make use of other natural commodities that would otherwise be too marginal. The reindeer livelihood has thus, where it is practised, been a decisive factor in human settlement.

It is also important to note that reindeer herding wherever it is practised is almost identically organised. One crucial element in its organisation has been in that the working community consists of one or more families, and secondly that the individuals are the legal owners of the animals. This is what the Sámi language defines as *siida*. Another important element to notice is that reindeer herding is more or less nomadic everywhere. This model, which has developed independently in the various areas, has proved to be efficient and sustainable enough to keep reindeer-herders' cultures almost unaffected from time immemorial to the present. It is, therefore, tempting to claim that reindeer herding is "nature's own choice" for Arctic areas.

Created by Indigenous People

Reindeer herding is often described as colourful and exotic. This may be explained by the majority of reindeer-herding people being ethnic minorities. There are no less than 20 different ethnic minorities, spread across the whole northern circumpolar area, that are involved in reindeer herding. At least 17 of these have been reindeer-herding peoples since time immemorial.

Among those characterised as newcomers to reindeer herding are three indigenous groups on the North American continent and in Greenland. There, the Sámi people introduced reindeer herding during the period 1894–1957. In addition, there are also other non-indigenous groups involved in reindeer herding. These include Norwegians, Finns, Komis, Jakuts and Russians. However, they represent "a minority among minorities" among reindeer-herding peoples.

2 A Widespread Livelihood with Marginal Resources

To Be or Not to Be

The unique sustainability of reindeer herding has made it gigantic in terms of its geographical distribution. This livelihood is spread all over the northern hemisphere. Reindeer pastures make up around 40 % of Fennoscandia (approx. 430,000 km²) and large areas within Russia (approx. 3,308,388 km²). It is also to be found in Mongolia, China, Alaska, Canada, Greenland and Scotland.

The fact that reindeer herding requires large pasture areas implies great challenges for its practising. There are at least two conditions of primary significance in this context:

1. Organisation of the livelihood:
The traditional way of organising reindeer herding looks simple enough, but it is functional and adaptive. This way of organising is crucial for the survival of the livelihood. Nothing is liable to arouse more disturbances and discrepancies within this livelihood than encroachment in its organisation, as has been proved by many examples in history. It is vital for the livelihood that there exists an understanding of the importance of the traditional organisation structure. An increasing desire to rule combined with a mixture of roles is in reality a growing threat to reindeer herding.

2. Knowledge
A high level of knowledge about the natural environment and methods of enhancing transferring this knowledge to the next generation is essential. Knowledge about the natural environment and climate, developed through generations, covers most of the mainland areas of the north. This probably represents the true strength of the livelihood.

Small Livelihood with Great Potential

Reindeer herding is a small activity when looking at its employment and economic impact. There are less than 100,000 people engaged in this activity, including old people and children. In other words, reindeer herders make up less than 1 % of the total human population of the Arctic. On the other hand, while the rest of the total Arctic population is declining, the number of reindeer herders is actually growing. There are, in general, no recruitment problems in this livelihood, except in some regions, i.e. the taiga regions of Russia.

Reindeer herding is also a relatively small factor when measured in terms of the number of animals and production. The total number of reindeer has been in a prolonged period of decline, and is now down to 1,8 million animals. This represents a decline of almost 50 % since 1990, when the number of reindeer was at its highest. The decrease occurred almost simultaneously in most regions and lasted until year 2000. At the moment, it seems that the decline has finally stopped, and some regions are actually experiencing increasing populations of reindeer.

The decline of the1990s has been challenging for most regions, and severe for some. The worst affected have been the small taiga regions in Russian Far East, together with Mongolia and Alaska. Only one region, the Yamal peninsula in European North, had a stable and slightly increasing population of reindeer during the past decade.

The Nordic countries still have the highest density of reindeer. Around 31 % of the total population of reindeer is to be found here. The average distribution is approx. 1.3 reindeer per km² (Norway: 1.2, Sweden 1.4, and Finland 1.5 reindeer per km² of gross area).

Russia is definitely the largest reindeer-herding country in the world with more than ⅔ of the total reindeer population. Of these, approx. 80 %, or 1million animals, are to be found in Western Siberia and the European part of Russia. The average distribution is approx. 0.4 reindeer per km². In other words, it should be possible to considerably increase the size of the reindeer livelihood in this country.

Mongolia and China are the only reindeer-herding countries outside the Arctic region. They are also the smallest in terms of head of reindeer. Nowadays, these two countries together hold around 2,200 reindeer, which is less than 0.1 % of the world's total reindeer population.

In the "New World", where reindeer herding was introduced around hundred years ago, the current number of domesticated reindeer is around 14,000 (less than 1 % of the total population). This implies an enormous decline since the 1930s when the population of reindeer was approx. 600,000 in Alaska alone. This corner of the world probably holds the greatest growth potential today.

The foremost source of income is meat-production. It is estimated that – including consumption of meat for own use – the total meat production by reindeer herding is approx. 18,000 tonnes per year. In other words, we are talking about a livelihood with a production capacity of 3–4 medium-sized fish farms combined. Reindeer herding is therefore fairly insignificant compared to competing interests.

The exact value of the total meat production is difficult to estimate. Assuming that production is at maximum level, and using the prices attainable in the various countries, the total value is estimated to amount to USD

50–52 million per year. The Nordic quota constitutes more than 50 % of this amount. Thus, the economic significance of reindeer livelihood is small today. However, there is potential for growth both in production and earnings.

In addition to meat production, there is some income from selling by-products such as skins and antlers, and from selling handcrafts. In addition, there is also income to be earned from associated economic activities such as tourism. The sum of these is difficult to estimate. However, there is certainly growth potential in these fields as well.

Since the economic significance is minor, it cannot be the profits that make reindeer herding so attractive to people. The strength of the livelihood is probably in that it represents a lifestyle that is professionally challenging and rewarding, and thus represents a meaningful life for people. This in itself holds an inestimable value. Unlike many other indigenous groups in the world, reindeer-herding people still appear to have the possibility to build a future based on their own efforts and terms.

3 Prospects of Threats

Human Impact on the Natural Environment

The biggest threats facing reindeer herding today come in the form of human impacts on reindeer pastures. Such impacts are closely connected with the advancement of the "civilised" world. Destruction of pastures, and disturbances related to human impacts, are growing problems. These kinds of problems already confront as much as 75 % of reindeer herding in the world. These include the Nordic countries, the European part of Russia, and Western Siberia.

Looking to Nordic countries, land defined as "wilderness" has shrunk from 80 % of the total area in the early 1900s, down to 20 % today. In other words, there has been a dramatic reduction in the untouched land areas, mainly reindeer pastures, over a period less than 100 years. This development threatens the future existence of the Sámi reindeer herding as a livelihood.

In Russia, a similar development has taken place over the past 30–50 years. Heavy industrial impacts on reindeer pastures have occurred in the Murmansk Oblast, Nenets Autonomous Okrug, Komi Republic, Khanty-Mansisky A.O., Yamalo-Nenetsky A.O. and Taimyr A.O. The Reindeer Herders' Union of Russia (RHUR) has calculated that in the last 30 years 20 % of the reindeer pastures in the country have been destroyed or lost as a result of encroachments, forest fires, and competing activities.

In addition to loss of pastures, both little-by-little encroachments and heavy industrial impacts always lead to negative impacts on reindeer herding. At the end of the day, the problem is always defined as an overgrazing problem, which takes the focus away from the real problem: the destruction of the envi-

ronment for ever. This has occurred in Norway, Sweden and also in Finland. And the same seems to be case in Northwest Russia as well.

Problems of Taiga Reindeer Herding

The second major threat facing reindeer herding is the development in the Russian Far East, where the livelihood is disappearing because of declining numbers of reindeer. The problem is mainly connected to the crash of the Russian economy in the 1990s. This has affected the reindeer herding in Evenkia A.O., in the taiga areas in Republic of Jakutia, Irkursk Oblast, the Rep. of Buryatia, Chita Obl., Amurskaya Obl., Khabarovsk Krai, Rep. of Tuva, and in Sakhalin Obl. The same is also occurring in Mongolia. This is a problem that needs to be solved urgently. However, the future of reindeer herding in these areas depends on the international community's willingness and capability to contribute.

Problems with wild reindeer/caribou

Another problem facing the reindeer livelihood, especially in Taymir A.O., parts of Rep. of Jakutia, Chukotka A.O. and Alaska, is the uncontrolled growth of the wild reindeer/caribou herds. These invade reindeer areas and lead to great losses of domesticated reindeer. The problems are most severe on the Seward Peninsula in Alaska, where the livelihood is about to collapse because of the invasion by Western Alaskan caribou. This is another problem that needs to be solved urgently in order to avoid the extinction of the local reindeer-herding livelihood.

Growth of predator populations

Another serious threat is the growth of populations of large predators. This is a general problem that affects the entire reindeer livelihood. Until the opposite is proven, reindeer herders maintain that the explosive growth of large wild carnivores in recent years is due to the impact of humans on the landscape. The increase of human activities in areas, which wildlife traditionally inhabited, along with measures taken to conserve predatory populations, appear to have resulted in a totally new behavioural pattern among these animals: their natural shyness has disappeared. At the same time, these species enjoy increased reproductive success. In the current conditions, the livelihood faces a completely new situation with respect to predators. First and foremost, it is experiencing the damaging effects of increasing predation. The unnatural increase in numbers, however, should also interest others concerned about the natural environment.

4 Challenges

Internal: Adding Value

The greatest challenge inside the livelihood is to facilitate value added. The degree of success in mastering this challenge will be decisive for the liveli-

hood's ability to face external challenges. As mentioned earlier, reindeer herding is of small economic and political significance. In addition, the majority of the livelihood, i.e. the Russian part, is in deep economic crisis today. It is essential to strengthen the economic force in general and overcome the temporary crisis in order to improve the livelihood's ability to attend to its external interest.

It is possible to add considerable added value to reindeer herding in all of the regions, first and foremost by improvements in infrastructure, e.g. slaughterhouses and processing plants, and in development of products, product image and the market. This would involve a significant rise in the earnings of those reindeer-herder communities that are of considerable size, and especially those in typical low-profit regions. Also, regions with small production quantities could increase their earnings, because the potential for growth is not only connected to meat production. Even though there are no prospects of big money to be earned in this livelihood, there is no reason to be pessimistic.

In this context, it is tempting to add that high profits are not equivalent to a happy life. There is the possibility reindeer herding would have had a totally different story, when viewed from the reindeer-herder peoples' point of view, had the livelihood been very profitable over time. The higher the profits, the more attractive it becomes to outsiders. There is obviously a need to strengthen the reindeer-herder peoples' rights over their own livelihood and resources. However, this issue needs to be addressed in another forum.

External: Knowledge and Capacity Building

Another long-term challenge lies in the utilisation of knowledge and capacity building. It is needed both for the livelihood itself, in efforts to produce value added. In the contribution of researchers to promote a new kind of science, traditional knowledge is integrated in the management of the natural environment in Arctic. It is certain that there is a large body of knowledge about the natural environments and the Arctic climate accumulated in the world reindeer livelihood. This could be utilised to bring a better understanding of the Arctic that would benefit not only reindeer herding, but also the entire Arctic society.

Nordic Mountain Birch Forests

Frans-Emil Wielgolaski

Abstract

Forests of Nordic mountain birch occur from eastern Kola Peninsula in the north-east to Iceland in the south-west. It is predominant in northern Fennoscandia and generally forms the climatic tree line between the coniferous forest zone and the Alpine treeless zone in the mountains of Fennoscandia. Closely related trees, partly hybrids with the Nordic mountain birch, are also to be found east of Kola Peninsula in the north, on the west coast of southern Greenland, in Scotland, and in the lowlands of Fennoscandia. Temperature and humidity are the two main factors determining the presence of these mountain birch forests. The growth rates of the trees vary by provenance and according to climatic and edaphic factors. The total live, above-ground biomass of this birch species has been found to vary from nearly 2400 g/m^2 on eutrophic subalpine western Norwegian sites to about 100 g/m^2 on a nutrient-poor heathland site near the tree line in the more continental parts of northern Finland. It has been observed that concentrations of K, N and P, for example, increase with elevation and latitude, and therefore probably also due to lower temperatures. Nordic mountain birch ecosystems are powerfully influenced by insect herbivore pests at intervals of about 10 years. Local people use both dead birch stems after such attacks as well as normally felled trees for fuel. These birch forests are also used in other ways; for tourism, industry, handicraft items, etc. In addition, both domestic and wild animals browse in birch forests. This has been one reason for the frequent lowering of the tree line when compared to lowering possibly caused by climatic variation. Mountain birch can also cause polycormic new tree growth of the birch, particularly at dry, oligotrophic heaths. Intensive grazing and trampling by reindeer and increased snow cover due to climate change will all be unfavourable to the lichen mats on such heathland sites. This, together with elevated temperatures caused by climate change, will probably result in better germination of birch seed in the more open soil, especially if the grazing pressure both by reindeer and other animals is reduced.

Distribution

The zone mainly dominated by what we normally call the Nordic mountain birch, generally covering the ecotone between the coniferous forest zone and the treeless areas in the Nordic countries, is most often referred to as the Subalpine zone, which also forms a substantial part of the Northern boreal zone (Moen 1999). The zone was first described by Wahlenberg (1812) and includes both the area including birch towards the Northern or Arctic tree line and towards the maritime tree line mainly to the west, in addition to the tree line towards the Alpine zone almost throughout the Nordic countries. Similar limits for Nordic mountain birch forests apply also today.

Nordic mountain birch is now regarded to be distributed mainly from eastern Kola Peninsula in the north-east, extending to and predominating in northern Fennoscandia and along the mountain chains in Norway and Sweden. It is also native in Iceland although there it differs somewhat from the Fennoscandian mountain birch, often having smaller leaves (Nilsen and Wielgolaski 2001). East of the Kola Peninsula, this birch probably forms hybrids with several taxa. This is also the reason for uncertainty in treating the birches in most southwestern parts of Greenland as belonging to the Nordic mountain birch taxon (Ødum 2001). Particularly in the southern Fennoscandian lowlands and in Scotland the proportion of trees belonging to the real Nordic mountain birch *Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* is low when compared to the number of trees of the subspecies *B. p*. ssp. *pubescens* and sometimes also to the species *B. pendula*. However, the taxonomy is still very uncertain and further revisions are likely to occur. Populations with a high proportion of *B. nana* genes as indicated, for example, often by its bright red autumn colours (Nilsen and Wielgolaski 2001) may be regarded as the Nordic mountain birch taxon in the strict sense of the word.

The upper, natural climatic tree line of the Nordic mountain birch today (Fig. 1) is located at about 1300 m a.s.l. in the south-eastern Norwegian mountains (Jotunheimen), descending in all directions, particularly towards the coast, but also eastwards into Fennoscandia and to the north, being almost at the sea level along the northernmost coast of Norway at about 71°N (Aas and Faarlund 2001). However, the historically highest tree line in the mountains of southern Fennoscandia, about 500 m above today's limit, has been dated back to more than 10000 BP, using megafossil evidence and radiocarbon dating (Kullman and Kjällgren 2000). That was only about 2000 years later than when arboreal birch, not very different from the present day Nordic mountain birch, migrated into southern Fennoscandia after the last glaciation, and only 1000 years after it had reached the northernmost part of Fennoscandia.

In most other regions of the world, the upper and northern, natural climatic tree line is formed by conifers. This difference of the Nordic countries is often explained by the macro- and particularly by the micro-climatic oceanity of Fennoscandia (Wielgolaski 2001a). This hypothesis is supported by conifers sometimes being found in the ecotone to Alpine areas in the most continental south-



Figure 1. Upper, climatic Nordic mountain birch forest limit within Fennoscandia (Aas and Faarlund 2001).

eastern Fennoscandian regions as well as in the more continental, eastern Kola Peninsula (e.g. Kihlman 1890). Regression studies have enable the author to conclude that bud break of the birch is accelerated by high air humidity to a greater degree than is the case with most other deciduous trees in the Nordic countries. However, temperature is the overruling ecological factor for the presence of mountain birch in any area as it is for most plants in temperate and cold regions. Early in the piece it was discovered that the Nordic mountain birch grows in areas of lower summer temperatures than spruce and pine in Fennoscandia. The average maximum temperature isotherm 13.2°C for the four warmest months was recently found to match the mountain birch's forest line with the highest degree of statistical significance when compared to other temperatures (Odland 1996). This means that in many areas of Fennoscandia the upper tree line of birch can be 150–200 m above the tree line of coniferous

species, and that it also grows further to the north since conifers apparently need higher temperatures than birch to be competitive.

Moisture and humidity influences the under-storey in mountain birch ecosystems in a way similar to the situation in coniferous forests, in addition to variation with temperature and nutrient conditions (Sonesson and Lundberg 1974). In the weakly continental part in the north-east of Fennoscandia, lichen mats and communities of *Vaccinium vitis-idaea* are the most common plants in the understorey when the soil is poor in nutrients, while mosses and *Vaccinium myrtillus,* often with *Empetrum* (and the grass *Molinia* though seldom in the north), are found particularly in oceanic parts (Wielgolaski 2001a).

One epiphyte that is particularly common on the Nordic mountain birch stems is the foliose lichen *Parmelia olivacea.* It gives the upper parts of the trunks and branches a dark brownish colour down to a level below which the lichen does not occur and where the stems appear more or less whitish. This level matches the maximal winter snow surface (Sonesson 2001), a characteristic that can be used for practical purpose, e.g. when planning and establishing roads.

Birch Growth

Normally the situation is such that there is a decrease in the final height of the trees in Nordic mountain birch, as of other plant species, with increasing site elevation. This is caused by many factors, among them strong winds and low temperatures. There is also generally a strong elevation-related increasing nitrogen limitation influencing birch growth. Near the tree line, mountain birch biomass is therefore low. The highest amount of carbon reserves, such as starch, are generally found in the plants in late summer and in the autumn (Mäenpää et al. 2001) also on sites with low birch biomasses. This has been estimated to amount to about 100 g/m^2 of live aboveground biomass on poor heathland sites near the tree line in northern Finland at 330 m a.s.l. (Kjelvik and Kärenlampi 1975), and about 750 g/m^2 at 200 m lower elevation in similar under-storey vegetation. Bylund and Nordell (2001) give a stand characteristic of about 935 g/m^2 for aboveground birch biomass in a birch forest at Abisko close to the coniferous tree line. Much higher live aboveground biomass is reported from more eutrophic mountain birch forest in oceanic Sub-alpine western Norway, 2365 g/m^2 (Kjelvik 1973), based, like the Abisko figures, on regressions with tree height and diameter measurements. The annual leaf production at Abisko and in western Norway, however, has been found to be of the same order, about 100 $g/m^2/a$. Both biomass and production figures are now being checked by using remote sensing technique in the course of HIBECO, the present Nordic mountain birch project (see Nilsen and Tømmervik 2001; Tømmervik et al. 2001).

Growth rates of the different mountain birch provenances show powerful variation when grown on the same site (Skre 1993). Particularly powerful variation was, as expected, found when seedlings were planted latitudes different to their

origin. For example, plants of provenances from northern Fennoscandia grow slowly when planted in southern Norway both in lowland areas and close to the tree line (Fig. 2). Similarly, transplant garden studies in northern Fennoscandia in the course of the on-going HIBECO Mountain Birch Project show that the phenological stages in the birch plants vary powerfully both in the autumn and spring according to their latitudinal origin (Jarle Nilsen, pers. com.) as is well known earlier from coniferous plants. The transplant garden studies also seem to indicate that southern provenances of mountain birch grow well and produce a lot of leaves when transplanted in northern, mildly oceanic regions, where they can survive relatively well despite the shorter growing season. Skre (1993) found particularly high biomass in mountain birch seedlings of southern Norwegian lowland origin when these were grown in another southern lowland area and compared plants grown at higher elevations (see Fig. 2). One reason for this, in addition to the climatic conditions, may lie in the more severe limitation in nutrients at higher elevations. It has also been found that the uptake rate of nitrogen in roots markedly decreases with decreasing temperatures (Karlsson and Nordell 1996). In other studies it has been observed that the influence of fertilisation on height growth is at its strongest at the most severe nutrient limitation (Sveinbjörnsson 2001) caused by higher elevation. Recent observations in transplant gardens in northern Finland, however, have mostly resulted in maximum height growth of birch trees in the transplant garden at the highest elevation having the most fertile and moist soil (Ovaska et al. in prep.), while lower height of plants of the same provenance and age is normal in a transplant garden at a lower elevation, but poorer in nutrients. The importance of nutrients, such as nitrogen, for birch growth may be one reason why seedlings of birch grow much better after the establishment of mycorrhiza introduced from willows growing on degraded soils in Iceland (Magnusson and Magnusson 2001).

Concentrations of inorganic nutrients such as potassium, nitrogen and phosphorus normally increase with elevation and latitude, or probably simply due to lower temperatures (Partanen et al. 2001) despite the frequently increasing effect of nitrogen limitation with increasing elevation. However, the total amount of the elements in living material per unit area decreases in the same direction, because of the often low available amounts in the soil, and this results in low production.

The fine roots of mountain birch have a life span of 1.5–2.0 years, which is 2–4 times that of deciduous forest trees in temperate areas (Karlsson et al. 2001). Despite the short growing season in the Sub-arctic, mountain birch biomass production per unit of leaf mass and per day was similar to or higher than that of deciduous trees at more southern latitudes. These characteristics contribute to relatively high nutrient use efficiency by mountain birch.

The plasticity and heritage of growth traits in various mountain birch genotypes suggests that different provenances mainly evolve in terms of genetically determined specialisations, whereas populations growing at different elevations mainly evolve in terms of change in plasticity. High-altitude birches and dwarf birch (*B. nana*) show a low plasticity as compared to low-altitude birches. This

may reflect an adaptation to environmental stress and be a result of a trade-off between maximising growth rate under unfavourable conditions and the ability to respond to improved conditions (Weih and Karlsson 2001).

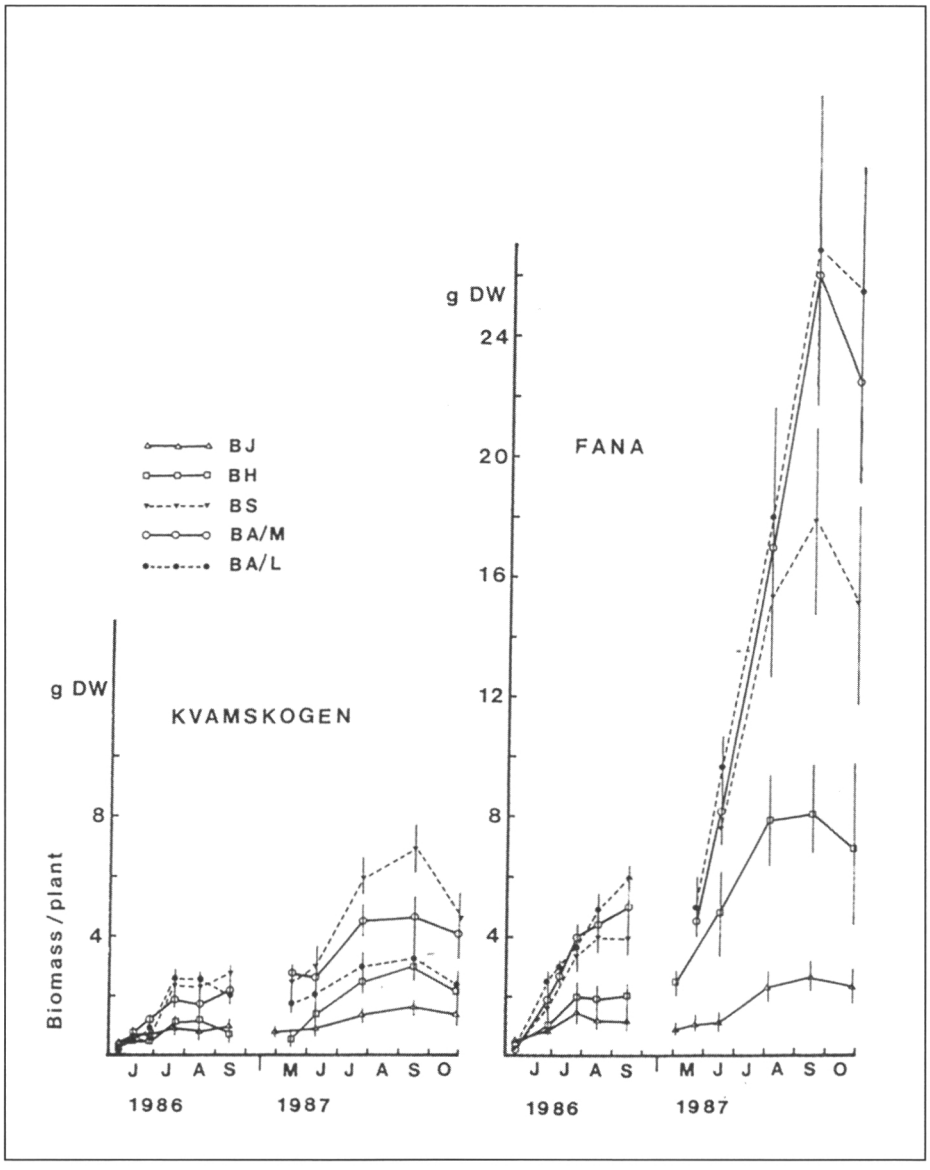


Figure 2. Biomass per plant (g dry weight ± 2 SE) of various provenances of birch seedlings grown at two elevations (Kvamskogen, 450 m and Fana, 50 m) in western Norway over two years. Four provenances of *Betula pubescens*: BJ = Kevo, northern Finland (200 m), BH = Blefjell, southern Norway (750 m), BS = Fana, western Norway (50 m), BA/M = Løten, eastern Norway (200 m); one provenance of *Betula pendula*: Løten, eastern Norway (200 m) (Skre 1993).

Herbivores and Influence of Man

The dynamics of Nordic mountain birch ecosystems are also strongly influenced by insect herbivore pests, in particular by caterpillars of the autumnal moths *Epirrita autumnata* and *Operophtera brumata*. Approximately every ten years there is a peak in the population of this insect, and its caterpillars feed on leaves of the mountain birch (Tenow 1972). In areas where winter temperatures have not been too low for over-wintering of the moth eggs, most stems of birch can be totally defoliated, and even subsequently killed by the caterpillars during the following summers (Neuvonen et al. 2001; Tenow et al. 2001). The chemical composition of the remaining and new leaves changes when leaf biomass is reduced, apparently in response to the feeding (Haukioja and Koponen 1975). For example, unpalatable phenolic compounds with adverse effects on the herbivores can increase. Larvae feeding on these leaves will grow more slowly and are less fecund as adults. Such decreases in food availability and quality, as well as increase in enemy pressure, explain why the outbreaks eventually decline.

An insect attack commonly releases apical dominance in the defoliated trees in the first year after the attack and thus a high production of long shoots (Karlsson and Weih in prep.). The reason behind this may be in the increasing nitrogen concentration of the leaves left on the trees and in the adjoining meristem tissue. It has been found earlier (Hillman 1984) that high nitrogen concentrations can trigger apical dominance. After some years, however, smaller long shoots are produced, a case of over-compensation or "backlash" for the losses is observed. Staffan Karlsson (pers. com.) has proposed some explanations for this in a preliminary version of a diagram (Fig. 3).

Occurrence of many woody plants (e.g. *Vaccinium myrtillus*) and tall herbs in mountain birch ecosystems can be significantly restricted by rodent grazing near the altitudinal limits of the plants, even if they are common (Henttonen and Wallgren 2001). In addition to invertebrates, periodicity also occurs among some vertebrate herbivores, particularly small mammals. In southern and northern Fennoscandia there is a clear periodicity of most small rodents (e.g. Hansson, 1984; Framstad et al. 1997), while the lemming dynamics, for example, are much more irregular in the North. There is also a fragile relationship between small rodent densities and predation on bird nests and breeding bird numbers (Järvinen 2001). Birds can interact with the plants in the mountain birch ecosystems in various ways, e.g. by eating the new leaf buds of the birch.

The increasing concentrations of many inorganic nutrients in plants as temperatures decrease means that plants in mountainous regions are nutrient-rich fodder also for domestic animals. This is one reason for the many out-farms established over hundreds of years in the mountain birch belt in Fennoscandia. This has caused powerful herbivore activity over large areas. Consequently, the tree line has been lowered below what would be the case due to climatic reasons. This applies particularly to areas where grazing by livestock (cattle, sheep and goats) is of long standing. For example, in Sub-alpine parts of Norway, and particularly in Iceland, grazing by sheep has been very extensive and it has

powerfully influenced birch growth also through soil degradation (Aradottir and Arnalds 2001).

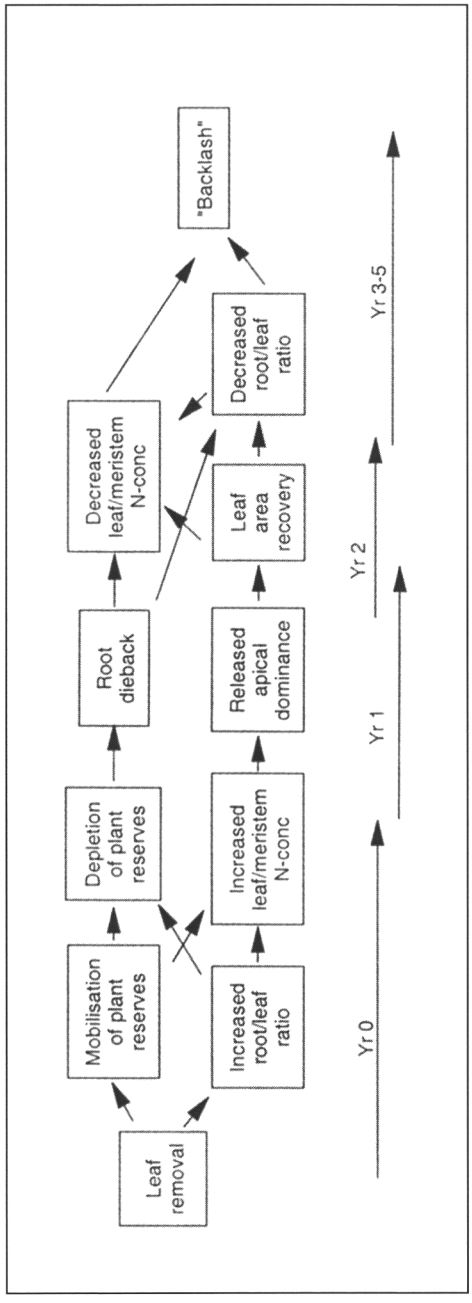


Figure 3. Suggested sequence of events/responses of the mountain birch during the recovery process following an attack by autumnal moth. Arrows at the bottom indicate an approximate time scale (Staffan Karlsson, pers. com.).

Grazing and trampling by reindeer, both domestic or sometimes called semi-domestic in the North (Helle 2001), and wild reindeer in the South, have similar effects, particularly in areas where migration of reindeer populations has been prevented for political/economical reasons, e.g. in northernmost Finland and Norway.

During the past 50–80 years, many of the heavily-grazed out-farms in Fennoscandia have once again been abandoned (Bryn and Daugstad 2001), mainly because it is said to be too costly to transport animals to the out-farm in the spring and down again in the autumn, and to have people at the out-farm looking after the animals in the summer. Therefore, there may now be a succession towards new mountain birch growth again at many old out-farms in Sub-alpine Fennoscandia. Because of the harsh climate common in most parts of the mountain birch belt, however, succession is slower than might otherwise be expected. The slowly rising tree line in recent years (Sonesson and Hoogesteger 1983; Kullman 2000) is probably the result of both reduced grazing and a generally higher average temperature due to global climate change (Skre 2001). In some areas, this could also be influenced by increasing precipitation.

Polycormic growth of Nordic mountain birch (see App. D. Fig. 7) is normally observed in Iceland, (Aradottir et al. 2001) and in many parts of Fennoscandia. Several buds break at the lower part of a stem after browsing by vertebrates or invertebrates, and this results in many stems or even trunks forming from each plant. This seems to be true particularly on oligotrophic, dry soils, where biomass production is low and the maximum heights of the trees are only 2–3m on average, as is the case in Finnmarksvidda in northern Norway and in continental Swedish Lapland (Sonesson and Lundberg 1974). In this vegetation type, there are only scattered undergrowths of *B. nana, Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* and *Vaccinium* spp. Lichens are more common than bryophytes. Grazing by reindeer is regular with this vegetation. On richer soils, as is normally the case on slopes, there are often an increasing number of monocormic trees (Sonesson and Hoogesteger 1983) even after intensive browsing. Recently it has also been confirmed experimentally that the number of stems developed after simulated browsing is reduced with increasing nutrient supply (Wielgolaski and Nilsen 2001). On rich vegetation site types, mainly found on slopes in oceanic-suboceanic, Sub-alpine areas of Fennoscandia and in the lowlands of Iceland, monocormic, older birch trees are, on an average, 10–12 m tall.

Many models have been constructed in recent years for predicting possible future variation in temperature and precipitation based on continuation of the global climate change. In a recent report (Førland et al. 2002) it is predicted that the annual increase in temperature in Finnmarksvidda could be more than 0.4°C per decade; particularly high temperatures are expected in winter. Precipitation is predicted to increase by 1.4 % per decade in Finnmarksvidda, with the lowest increase in summer. Because of the increase in winter precipitation, mainly as snow in more continental areas, the snow melt may not be earlier in the future despite higher temperatures in contrast to more oceanic sections

(Karlsen et al. 2002), but could instead remain unchanged or be even delayed (see App. D. Fig. 8). As both higher temperatures and increased precipitation are favourable for seed germination and better growth of birch trees near the tree line, climate change of this kind could be one reason for the higher percentage of birch trees found in recent years in certain parts of Finnmarksvidda.

Grazing pressure, however, also has a powerful influence on the percentages of various vegetation types. In the late 1980s and early 1990s, there were very high densities of reindeer all over Fennoscandia, but particularly in northern Norway (up to 200,000 head in the summer of 1989 in Finnmark over an area of about 25,600 km^2, giving a density of nearly 8 head/km^2). This had a powerful impact on the vegetation. For instance, lichen heaths with more than 50 % reindeer lichen cover were in some parts of Finnmarksvidda reduced in area by more than 40 % to about 5 % of their former extent in the 40 years between 1960 to 2000 (Gaare and Tømmervik 2000). In an area of powerful overgrazing by reindeer on a lichen heathland site in Hardangervidda in the late 1960s, the author has observed that the recovery of the lichens could take decades because the reindeer had eaten nearly all the living parts. A change in lichen composition was also observed, from *Cladonia* reindeer lichens to *Cetraria* species. The author noticed that a cover of ice (probably more common due to increased snow cover and higher temperatures, e.g. in Finnmarksvidda) will kill many shrubby lichen species after a couple of years, and thus also change the vegetation (Wielgolaski 2001b). All this will result in more open soil and then, when the climate is favourable, it can sometimes also result in better germination and growth of birch after some years, particularly when subjected to reduced grazing by reindeer or by sheep. Trampling by reindeer is especially marked along reindeer fences. This often means destruction of all vegetation there (also preventing the establishment of birch). This can be prevented only by having fewer reindeer and/or shorter periods of grazing within the enclosures (Müller-Wille et al. 2001). Particular care should be taken when using motorised vehicles for constructing and maintaining fences in order to reduce man-made damage through erosion along the tracks.

It is obvious that Nordic mountain birch forest ecosystems are powerfully influenced by climate and the nutrient levels of the soil, as well as by herbivores and human interactions (Fig. 4). Locally, influence by man can also be observed in the form of increased tourism. Both building of cottages, ski-lifts and other structures in mountain birch forest will have direct impacts through trampling (Tolvanen et al. 2001). The slow recovery rate in the region means that the impacts are visible for several years, even if the intensity of the activities is again reduced (Wielgolaski 1998). Mountain birches are used by local people especially as firewood. They can also be used industrially, particularly in manufacturing wood-based panels. However, even in a partly industrial area such as Målselv in Norway only about 1/3 as much is taken out for that purpose as is used as firewood (Birger Solberg, pers. com.). Birch can also be used to make furniture, and traditionally the Sámi (Lappish) people have used mountain birch to make tools and implements from as well as for handicraft items (Müller-Wille et al., 2001). The authors stress the matter of growing

competition by tourists as users of birch wood, particularly as firewood. Some people have even taken harvested birch to be sold or used privately in towns.

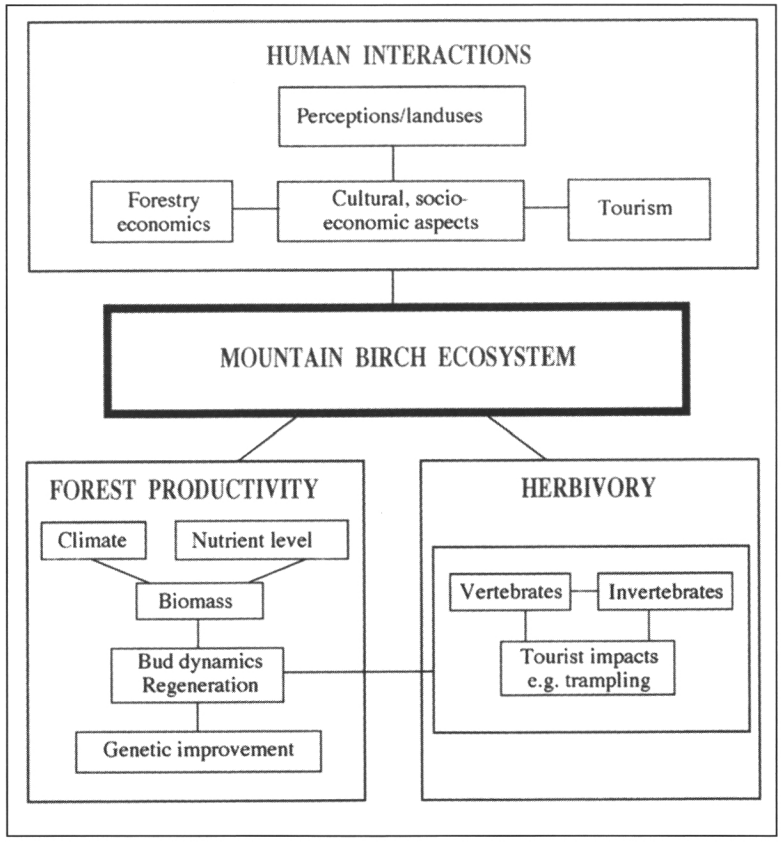


Figure 4. Box diagram showing various interactions between the mountain birch ecosystem and the environment (Wielgolaski and Sonesson 2001).

References

Aas, B. & Faarlund, T. 2001. The Holocene history of the Nordic mountain birch belt. In:
Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 5–22.

Aradottir, A.L. & Arnalds, O. 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 293–306.

Aradottir, A. L., Thorsteinsson, I. & Sigurdsson, S. 2001. Distribution and characteristics of birch woodlands in North Iceland. In: Wielgolaski, F.E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 51–61.

Bryn, A. & Daugstad, K. 2001. Summer farming in the subalpine birch forest. In: Wielgolaski, F.E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 307–315.

Bylund, H. & Nordell, K. O. 2001. Biomass proportion, production and leaf nitrogen distribution in a polycormic mountain birch stand (Betula pubescens ssp. czerepanovii) in northern Sweden. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 115–126.

Førland, E. J., Hanssen-Bauer, I. & Haugen, J. E. 2002. Klima-scenarier for norsk Arktis. ACIA-Fagmøter våren 2002. Kautokeino, Norway. 10 p.Framstad, E., Stenseth, N. C., Bjørnstad, O. N. & Falck, W. 1997. Limit cycles in Norwegian lemmings: tensions between phase-dependence and density-dependence. Phil. Trans. Royal Soc. London (B) 264: 31–8.

Gaare, E. & Tømmervik, H. 2000. Monitoring of lichen grazing areas in Finnmark. NINA Oppdragsmeld. 638: 1–33.

Hansson, M. 1984. Composition of cyclic and non-cyclic vole population: On the causes of variation in individual quality among Clethrionomys glareolus in Sweden. Oecologia 63: 199–206.

Haukioja, E. & Koponen, S. 1975. Birch herbivores and herbivory at Kevo. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Fennoscandian tundra ecosystems. Part 2: Animals and systems analysis. Springer, Berlin. p. 181–188.

Helle, T. 2001. Mountain birch forests and reindeer husbandry. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 279–291.

Henttonen, H. & Wallgren, H. 2001. Rodent dynamics and communities in the birch forest zone of northern Fennoscandia. In: Wielgolaski, F. E.(ed.), Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 261–278.

Hillman, J. R. 1984. Apical dominance. In: Wilks, M. B. (ed.). Advanced Plant Physiology. Pitman, Bath. p. 127–148. Järvinen, A. 2001. Birds in subarctic mountain birch forests – dynamics and strategies. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 251–259.

Karlsen, S. R., Høgda, K. A., Johansen, B., Elvebakk, A. & Tømmervik, H. 2002. Use of AVHRR NDVI data to map vegetation zones in northwestern Europe. In: Proc. 29th Int. Symp. Rem. Sens. Environm. Buenos Aires, Argentina. 4 p.

Karlsson, P. S. & Nordell, K. O. 1996. Effects of soil temperature on the nitrogen economy and growth of mountain birch seedlings near its presumed low temperature limit. Ecoscience 3: 183–189.

Karlsson, P. S., Nordell, K. O. & Sveinbjörnsson, B. 2001. Biomass and nitrogen turnover and nutrient use characteristics in sub-arctic birch trees. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems, p. 127–41. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 127–141.

Kihlman,A.O. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta Soc. F. Fl. Fenn. 6 (3): 1–256.

Kjelvik, S. 1973. Biomass and production in a willow thicket and a subalpine birch forest. In: Bliss, L. C. & Wielgolaski, F. E. (eds.). Primary Production and Production Processes, Tundra Biome. IBP Tundra Biome Steering Committee, Edmonton-Oslo. p. 115–122.

Kjelvik, S. & Kärenlampi, L. 1975. Plant biomass and primary production of Fennoscandian subarctic and subalpine forests and of alpine willow and heath ecosystems. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Fennoscandian Tundra Ecosystems, Part 1, Plant and Microorganisms. Springer, Berlin. p. 111–120.

Kullman, L. 2000. Tree-limit rise and recent warming: a geoecological case study from the Swedish Scandes. *Norsk geogr. Tidsskr.* 54: 49–59.

Kullman, L. & Kjällgren, L. 2000. Coherent tree-limit chronology (Pinus sylvestris L) for the Swedish Scandes: Aspects of paleoclimate and "recent warming", based on megafossil evidence. Arct., Antarct., Alp. Res. 32: 419–428.

Mäenpää, E., Skre, O., Malila, E., Partanen, R., Wielgolaski, F. E. & Laine, K. 2001. Carbon economy in birch-dominated ecosystem species in northern Fennoscandia. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 93–114.

Magnusson, S. H. & Magnusson, B. 2001. Effect of enhancement of willow (Salix spp.) on establishment of birch (Betula pubescens) on eroded soils in Iceland. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 317–329.

Moen, A. (1999). National Atlas of Norway: Vegetation. Norw. Mapping Authority, Hönefoss.

Müller-Wille,L., Eikjok, J. & Thannheiser, D. 2001. People and birch: The Sámi perception of the environment and its sustainability. In: Wielgolaski, F. E.(ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 369–376.

Neuvonen, S., Ruohomäki, K., Bylund, H. & Kaitaniemi, P. 2001. Insect herbivores and herbivory effects on mountain birch dynamics. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 207–222.

Nilsen, J. & Tømmervik, H. 2001. Temporal variation in the effects of photosystem II in birch (Betula pubescens ssp. pubescens) during the growing season – a pilot study. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 185–193.

Nilsen, J. & Wielgolaski, F. E. 2001. Effects of fertilization and watering on morphology in young mountain birch plants of different provenances – a pilot study. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 71–76.

Odland, A. 1996. Differences in the vertical distribution pattern of Betula pubescens in Norway and its ecological significance. In: Frenzel, B. (ed.). Holocene Treeline Oscillations, Dendrochronology and Paleoclimate. G. Fischer, Stuttgart. p. 43–59.

Ødum, S. 2001. The establishment of an arboretum in Greenland. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 47–49.

Partanen, R., Wielgolaski, F. E., Malila, E., Mäenpää, E. & Laine, K. 2001. Inorganic nutrient content in plant species of a mountain birch-dominated ecosystem in northern Fennoscandia. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 155–171.

Skre, O. 1993. Effects of altitude on growth in ecotypes of mountain birch (Betula pubescens Ehrh.) and lowland birch (Betula pendula Roth.) seedlings. Medd. Skogforsk, 45 (11): 1–30.

Skre, O. 2001. Climate change impacts on mountain birch ecosystems. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 343–357.

Sonesson, M. 2001. Ecology of some epiphytic lichens on the mountain birch. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 63–70.

Sonesson, M. & Hoogesteger, J. 1983. Recent tree-line dynamics (Betula pubescens Ehrh. ssp. tortuosa /Ledeb./Nyman) in northern Sweden. Nordicana 47: 47–54.

Sonesson. M. & Lundberg, B. 1974. Late Quaternary forest development of the Torneträsk area, North Sweden. 1. Structure of modern forest ecosystems. Oikos 25: 121–33.

Sveinbjörnsson, B. 2001. Performance of mountain birch in relation to its treeline in the Torneträsk area, northern Sweden. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 173–183.

Tenow, O. 1972. The outbreaks of Oporinia autumnata Bkh. and Operophthera ssp. (Lep. Geometridae) in the Scandinavian mountain chain and northern Finland 1862–1968. Zool. Bidrag Uppsala, Suppl. 2: 1–107.

Tenow, O., Bylund, H. & Holmgren, B. 2001. Impact on mountain birch forests in the past and the future of outbreaks of two Geometrid insects. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 223–239.

Tolvanen, A., Forbes, B. C., Rytkönen, K. E. & Laine, K. 2001. Regeneration of dominant plants after short-term pedestrian trampling in subarctic plant communities. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 359–368.

Tømmervik, H., Høgda, K. A. & Karlsen, S. R. 2001. Using remote sensing to detect caterpillar outbreaks in mountain birch forests – a new approach. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 241–249.

Wahlenberg, G. 1812. Flora Lapponica. Berolini. p. 1–550.Weih, M. & Karlsson, P. S. 2001. Variation in growth patterns among provenances, ecotypes and individuals of mountain birch. In: Wielgolaski, F. E. (ed). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 143–154.

Wielgolaski, F. E. 1998. Twenty two years of plant recovery after severe trampling by man through five years in three vegetation types at Hardangervidda. NTNU Vitensk.mus. Rapp. bot. Ser.4: 26–29.

Wielgolaski, F. E. 2001a. Vegetation sections in northern Fennoscandian mountain birch forests. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. 23–33.

Wielgolaski, F. E. 2001b. Field- and bottom layer vegetation mat transplantation: A method to simulate possible effects of climate change? Skogræktarritid, 2001-1, 167–70.

Wielgolaski, F. E. & Nilsen, J. 2001. Coppicing and growth of various provenances of mountain birch in relation to nutrients and water. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 77–92.

Wielgolaski, F. E. & Sonesson, M. 2001. Nordic mountain birch ecosystems – a conceptual overview. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 377–384.

The Spatial Structure of the Timberline Landscape and Its Relation to Climate and Permafrost in the Usa Basin, NW Russia

Tarmo Virtanen, Kari Mikkola and Ari Nikula

Introduction

The Usa Basin (see location in Fig. 1) is unique in continental Europe for having such a broad lowland tundra-taiga transition zone and extensive permafrost. Except for the climate parameters, the present forest stand structure and spatial distribution of the forests in the region are predominantly determined by soil properties and permafrost. In many other parts of the northern forest-tundra transition zone the major factors affecting vegetation dynamics are fires, and at times also grazing by mammal and insect herbivores (e.g., Kallio and Lehtonen 1973, Zackrisson 1977, Oksanen et al. 1995, Rupp et al. 2000, Gromtsev 2002).

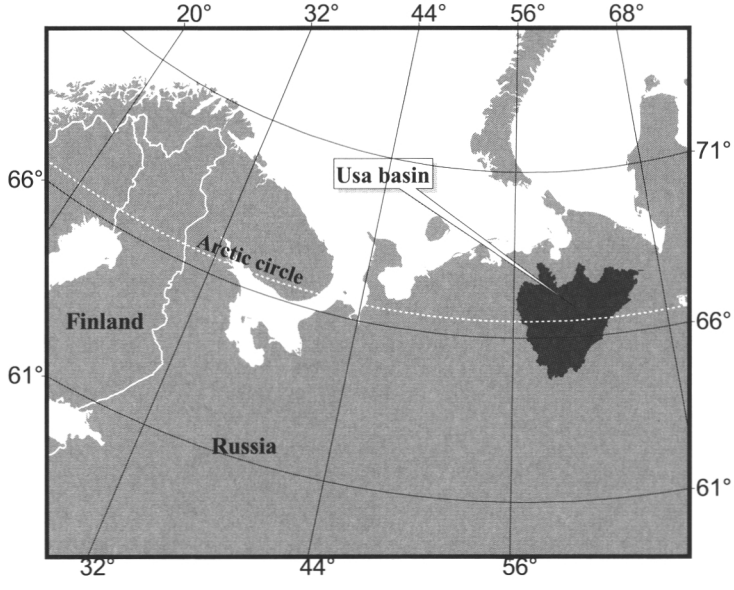


Figure 1. Location of the Usa Basin.

Major fires in the Usa Basin's mainly mesic spruce-dominated forests are relatively rare. Furthermore, there are no reports of any significant insect- or pathogen-caused large-scale death of trees. It is also probable that the impact of reindeer on these forests are relatively small, as reindeer numbers are not very high there and the summer pastures are located in the tundra. Human impact on the vegetation in the region has been minor, and concentrated only to the surroundings of the three towns and some villages along the rivers.

As a part of the EC-funded TUNDRA project, we compiled a Geographic Information System (GIS) database including data about the region's vegetation types and their allocated phytomass, topography, rivers and lakes, soil properties, permafrost conditions, and main climatic parameters. In this paper, we present landscape-level analyses of the location and spatial structure of the forest-tundra transition zone in relation to climate, soil type, and permafrost.

Material and Methods

We produced a vegetation classification with a resolution of 30 m for the entire Usa Basin (some 93,500 km^2) using a Landsat TM 5 image mosaic, which was constructed from eight different images. In the classification, we used ground-truth data and oblique aerial photos taken in the summers of 1998, 1999 and 2000. Details of the classification procedure are presented in TUNDRA final report and scientific reports are in preparation. A short description of the procedure is available in Rees et al. (2002). Our classification produced as many as twenty vegetation type/land use classes. For this study, we re-grouped these classes into three main groups: Forest, Tundra and Other (peatlands, willow stands and meadows, mainly unvegetated areas, water bodies).

For the analyses, we divided the Usa Basin into 21 km x 21 km grid cells (see App. D. Fig. 9), and calculated the proportion and mean patch size for each vegetation class and grid cell. We also calculated the mean values of some climatic and soil parameters for the same grid cells. Our climate data are based on the regional HIRHAM climate model developed for the region by Jens Christenssen, of the Danish Meteorological Institute. Soil data were compiled by Galina Mazhitova, of the Institute of Biology, Syktyvkar, and the permafrost data by Naum Oberman, of Polar Ural Geology, Vorkuta. This paper is an analysis only of the structure of the lowland taiga-tundra transition zone and it omits the mountainous regions.

Results and Discussion

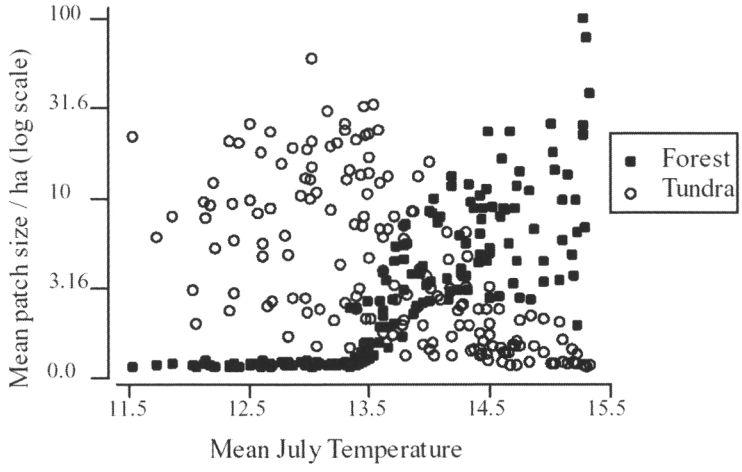
Our vegetation classification data shows that 24.1 % of the Usa Basin is covered by forests, 26.4 % by shrub tundra, 29.8 % by peatlands, 9.5 % by willow-predominated areas or meadows, 6.5 % by stony or sandy soils (mountains, river banks, etc.), 2.8 % are water bodies, and 0.5 % show signs of human impact, being mainly non-vegetated areas (towns, villages, mining areas, etc.). The proportion of the forest-covered area gradually decreases from south to

north, more steeply in the Ural Mountains in the east (see App. D Fig. 9). The forest-tundra transition zone in the Usa Basin lowlands is approximately 100 km wide (see App. D. Fig. 10). In addition to the forest-tundra transition, especially extensive peatland areas fragment the tundra and forest landscapes. Figure App. D. 11. illustrates the change in the structure of the forest and tundra transition zone along the south-north gradient.

There are some limitations to determining the exact location of the timberline using Landsat TM images. Forest patches larger than a few hectares can be distinguished quite reliably, but as the grain size of the forest mosaic becomes smaller, single pixels (30 m × 30 m) usually cover more than one vegetation class. For example, isolated small spruce stands, occurring even tens of kilometres north of the larger forest stands in river valleys and on small sandy hills, are often smaller than the size of the pixel or the shape of the strips is so narrow that they usually become mixed up with the surrounding vegetation types. An additional problem is caused by the spectral confusion between some forest types and areas of small-grained (often only some tens of square metres) peatland areas with admixtures of small ponds, birch, willows and meadow vegetation. Therefore, it is probable that most of the pixels classified as forests and located more than 10–20 km north from the timberline are misclassifications in our data (see App. D. Fig. 9).

The present timberline in the area roughly follows the isoline +13.5°C of the mean July temperature (Fig. 2b). This is an interesting anomaly, as it is often proposed that in most parts of the world the timberline is associated with the +10°C isoline of the warmest month (Tuhkanen 1999). On the other hand, the timberline also clearly correlates with soil temperature (annual temperature at a depth of zero amplitude; Fig. 2b). The timberline seems to be located where the mean soil temperatures is around -1°C, which corresponds to the area where a more contiguouspermafrost begins to prevail also in upland areas. Indeed, we have not observed spruce to grow in permafrost terrain (except for one case which could have been one of late seasonal ice). It has been hypothesized that spruce in this region is not adapted to grow in permafrost terrain because permafrost was largely, if not entirely, absent during the warm period of the Holocene in the Pechora lowlands. As a result, no spruce ecotypes have adapted to such conditions (Peter Kuhry, pers. comm.). Furthermore, it also seems that edaphic features, i.e. extensive tracts of peatland, limit the occurrence of forest stands, especially in the northwest part of the Usa Basin.

a)



b)

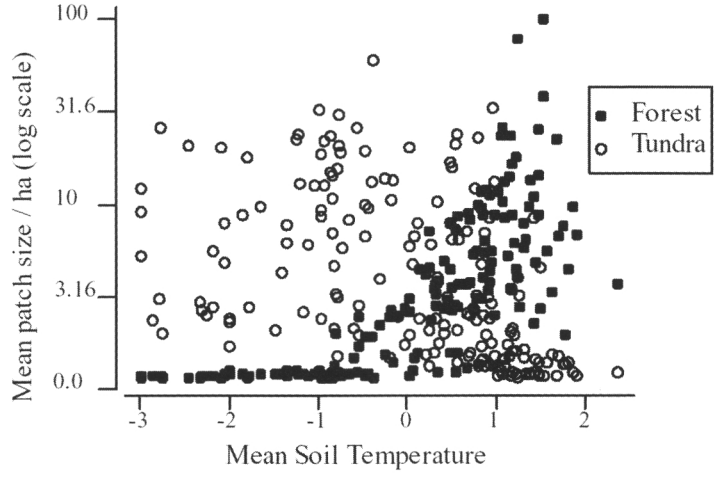


Figure 2. The mean patch size of the forest and tundra patches in relation to (a) mean July temperature, and (b) mean soil temperature. The observations are the mean values of the lowland grid cells shown in Fig. 2. It should be noted that as the proportion of the area and patch size are intercorrelated, then using a proportion of the area would have roughly yielded a similar pattern for the July mean and soil temperature gradients.

Acknowledgments

This study is a part of the TUNDRA (Tundra Degradation in the Russian Arctic) Project, funded by the Environment and Climate Programme of the European Commission (contract ENV4-CT97-0522).

Correspondence: Virtanen, Tarmo, see Appendix C.

References

Gromtsev, A. 2002. Natural disturbance dynamics in the boreal forests of European Russia: a review. Silva Fennica 36(1): 41–55.

Kallio, P. & Lehtonen, J. 1973. Birch forest damage caused by Oporinia autumnata (Bkh.) in 1965–66 in Utsjoki, N Finland. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 10: 55–69.

Oksanen, L., Moen., J. & Helle, T. 1995. Timberline patterns in northernmost Fennoscandia. Relative importance of climate and grazing. Acta Botanica Fennica 153: 93–105.

Rees, G., Brown, I., Mikkola, K., Virtanen, T. & Werkman, B. 2002. How can the dynamics of the tundra-taiga boundary be remotely monitored? Ambio, special issue on Treeline Dynamics. In press.

Rupp, T. S., Chapin, F. S. & Starfield, A. M. 2000. Response of subarctic vegetation to transient climatic change on the Seward Peninsula in north-west Alaska. Global Change Biology 6:541–555.

Tuhkanen, S. 1999. The northern timberline in relation to climate. In: Kankaanpää, S., Tasanen, T. & Sutinen, M-L. (eds). Sustainable development in northern timberline forests. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 734. p. 29–61.

Zackrisson, O. 1977. Influence of forest fires on the north Swedish boreal forests. Oikos 29: 22–32.

Russian Forest Industry and Its Threats to Timberline Forests

Alexander. I. Voropaev

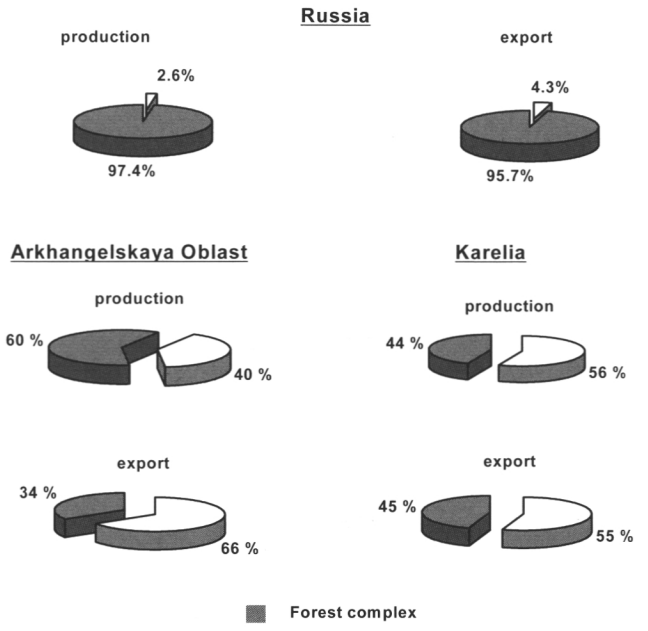
Russia has 23 % of the world's forests, ranking first, before Brazil, in terms of forest area, which in Russia amounts to 774.2 million hectares, of which 21.8 % lie in the European part of the Russian Federation, mostly in the North.

After some years of crisis following 1990, the Russian forestry sector regained its growth as of 1998. The same applies to the country's exports of forest-based products.

The main production and exporting regions are northern European Russia, southern East Siberia, and the Russian Far East (Russia's main wood-production regions and intensity of wood harvesting in them, see App. D. Fig. 12). Northern European Russia includes the Murmanskaya Oblast, the Republic of Karelia, the Arkhangelskaya Oblast, including the Nenets Autonomous District, and the Republic of Komi. The most intensive wood harvesting takes place in the latter region, which is also the leader in exports of forest-based products. Wood harvesting along the Asian timberline zone is not significant due to the region's small population and remoteness from the main markets. Logging is mostly carried out to satisfy local needs. However, satisfying these needs can also cause damage to the forests. Here we address only the issue of threats to the timberline forests on a regional scale related to forest management.

The forest sector accounts for 2.6 % of the country's gross domestic product and 4.3 % of its export earnings. However, its role in northern European Russia is much higher (Fig. 1). Thus, the forest sector is of vital importance to the region and the well-being of people. The utilisation of forest resources is not a problem of ecological viability; it is a matter of forest management (technology, scale, and intensity of use).

Modern harvesting technologies can be sustainable. As the cases of FSC certification in Russia shows (two such certifications took place in northern European Russia), the country's current forest legislation generally meets the requirements of sustainable forest management. Certainly, there are some differences and shortcomings, e.g. related to biodiversity conservation and the maintenance of forests' ecological functions and high conservation value of forests, but they are not fundamental and can be remedied.



Source: State Statistics and Customs Committees of Russia, 2001

Figure 1. The Russian forest sector's share of production and exports by region

However, entirely sound forest management is to be had only if the company adheres to the current legislation. Unfortunately, harvesting is nowadays often carried out significantly violating the current regulations and using heavy machinery destructive to young trees and forest soils. The owners of Russian wood-harvesting companies are, as a rule, not ecologically aware and usually have no ecological policies established. In general, the logging practice is wasteful and destructive, as between 40 % to 60 % of the harvestable wood is lost during logging and transportation.

There are two ways to make companies comply with forest legislation, i.e. make them economically interested by, for example, demanding that the wood is harvested from well-managed forests (certified wood), or by strictly controlling them. As regards demand, there is no demand at all on the home market at the present, but there is export demand, e.g. demand for FSC-certified products in the United Kingdom, Germany, the United States, and some other countries. Considering the high share of exports, this demand can have an impact on Russian forest management, and this is already happening. As for harvesting control, it is often impaired by the lack of funds on part of the state forest management units responsible for it.

This is another factor threatening forest. Nowadays, state forest management units have no appropriate funding from the federal or regional budgets to perform their functions, e.g. supervision of cutting areas, forest protection, reforestation, and so on. Instead, they have become a part of the problem. Forest management units are allowed by the existing legislation to execute all kinds of thinning operations designed to improve forest ecosystems. Such cuttings are exempt from lease payments and stumpage fees, and may be done also within protected areas. Due to a legal loophole, instead of thinning, forest

protected areas. Due to a legal loophole, instead of thinning, forest management units undertake real commercial logging, which covers their budget shortfall, but causes forest destruction. The extent of this 'thinning practice' is striking; the Federal Forest Service, before its abolishment, harvested more than 20 % of the total wood harvest in Russia.

With poor control of forest operations, lack of management, low level of income in the local communities, and the unscrupulousness of some importer companies, illegal harvesting takes place. This is not only an economic problem, but also an environmental problem because such logging is carried out without any rules, in extra-large volumes, and often in protected areas. The World Wide Fund for Nature estimates illegal harvesting in northern European Russia to be approx. 20–25 %. The Russian authorities consider that about a half of wood in the country is harvested in violation of the regulations.

Illegal harvesting is related to another factor threatening the forests of northern European Russia. This is harvesting in forests with high conservation values. Northern European Russia has a comparatively high percentage of protected areas, 11.4 %, which is also one of the highest values in the country. However, these forests are distributed at random and do not include all the kinds of forests that should be protected. Thus, intact forests, the last unfragmented areas in all of Europe that remain, have no particular environmental status and are allotted for felling without any special preferences. Similarly, the region's subtundra forests have a low protection status (IUCN Category VI) which exposes them to some kinds of logging. According to the estimates presented by the Taiga Rescue Network, thinning is permitted in nearly one-third of all protected areas in northern European Russia. WWF Russia analysed the quality of biodiversity conservation in the country, based on the strictness of conservation regimes of protected areas, their design, and human effect. All the administrative regions of Russia were classified by score according to their contribution to biodiversity conservation. According to this scoring, the rating as a whole is low, although the percentage of protected areas is rather high. Only two regions (Nenets Autonomous District and the Republic of Komi) have adequate scores. In the other regions, improvement of the regional systems of forest protection is required.

A specific factor threatening the forests of northern European Russia is the high concentration of large pulp and paper mills (see App. D. Fig. 13). They consume a lot of wood. Most of the mills use only spruce or pine, less of birch. However, softwood is in great demand in the other wood-processing industries of the region and for exports as well. There are large resources of aspen, which are not in great demand neither on the domestic nor foreign markets, and these could be used by pulp and paper mills. But only one uses aspen.

Intact forests not formally protected lie near the mills and are the real sources of raw materials for them. The share of wood used by regional pulp and paper mills from intact forests is high only in some cases (Table 1), but they are the largest mills of the region. Arkhangelsk PPM produces 24 % of the country's

paperboard and 11 % of the market pulp, while the respective figures for Kotlas PPM are 20 % and 15 %.

Table 1. Role of pulp and paper mills in the destruction of the intact forests of northern European Russia

Pulp and paper mills	Share of wood from pristine forests
Arkhangelsk PPM	**30%**
Kotlas PPM	**20%**
Solombala PPM	**17%**
Kondopoga PPM	**15%**
Solikamskbumprom	**12%**
Syktyvkar Forest Complex	**6%**
Segezha PPM	**5%**
Pitkiaranta PM	**4%**

This share can increase only because of increasing production and decreasing local wood resources. On the other hand, pulp and paper mills are beneficial to regional economy. Thanks to them, northern European Russia has a better structure in regard to forest products exports (Fig. 2). The share of paper is much higher than in the country as a whole while the roundwood share is much smaller. However, roundwood exports from the region are still higher than the global mean of 8 %.

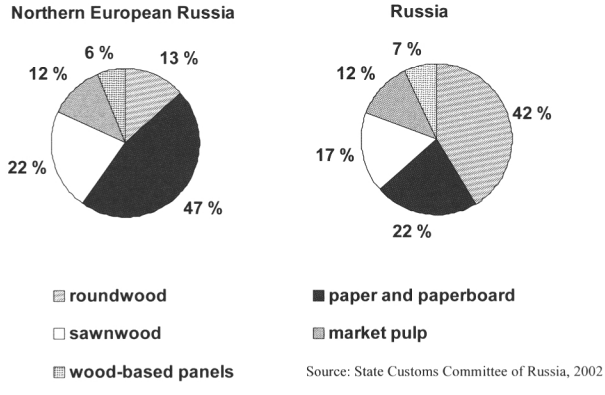


Figure 2. Structure of Forest Products Export in Russia and its Northern European Part

Hence, the recommendations to mitigate the threats to the forests of northern European Russia, taking into account that they will be successful only through co-operation between governmental bodies, non-governmental organisations, and industry, are as follows:

1. To improve the forest legislation to bring it closer to meeting international requirements, particularly in relation to biodiversity conservation, maintenance of ecological functions and forests with high conservation value. But more important is the regionalisation of the forest legislation. Now it is strictly centralised, all decisions are made in Moscow and often without taking into account regional conditions. The federal legislation should form the framework while such things as maximum allowable cutting levels or cutting areas should be specified locally. Then, the maximum allowable cutting level for northern European Russia could be decreased in compliance with the demands of local environmental organisations.
2. For harvesting control to become more effective we first need to divide harvesting control and thinning. State forest management units should retain only the controlling functions while thinning should be performed by private or state-owned enterprises, preferably according to contracts. And certainly, forest management units must be adequately financed. Non-governmental organisations could assist in the control function by involving local people and establishing a kind of public control. Industry, if seeking a good image, should make its operations transparent.
3. To encourage voluntary forest certification in order to get forest companies interested in good forest management. There are a variety of schemes for forest certification in the world. The most well known are the Forest Stewardship Council (FSC) and Pan-European Forest Certification (PEFC). Nowadays, only FSC has experience in Russia. Its promotion is the prerogative of non-governmental organisations and they do it quite successfully. As there is no demand for certified forest products on the domestic market, importers could do much towards saving Russian forests by asking their Russian partners for certified products or at least demanding the implementation of ecological policies. This is of particular importance for northern European Russia, which exports a high percentage of its forest-based products to countries where such demands are a reality. The role of the state here is to make the forest legislation comply with the principles and criteria of certification.
4. To stop illegal harvesting. Thus is a very complicated problem. A good result was received in the Russian Far East where in 1998 special mobile brigades for combating illegal harvesting were established. They were initiated and supported by WWF Russia, and now act under the aegis of the regional Environmental Agencies. They have brought to light hundreds of violations and have succeeded in significantly reducing the level of illegal harvesting. Now this experience is projected to be implemented in the Arkhangelskaya Oblast and then in whole of northern European Russia. Foreign companies can assist in this by monitoring their sources of imported wood and ceasing to purchase wood from unreliable sources.

5. To improve the system of protected areas in the region and safeguard the system. Protected areas should be increased in number and size and protection status should be strengthened. Intact forests should be formally protected from harvesting. Thinning in sub-tundra forests should be strictly controlled as well as harvesting in forests just south of them. Non-governmental organisations do a lot in assisting the authorities in this work. In 1996 they initiated a moratorium supported by a number of foreign companies on purchasing wood from the intact forests of the Republic of Karelia and the Murmanskaya Oblast. There are also cases of such moratoriums supported by Russian companies in areas considered to have high conservation value by non-governmental organisations but lacking protection status.
6. The problem caused by high concentration of pulp and paper mills is the most difficult one to be resolved. One possible way is to cut roundwood exports competing with the mills for wood. Another way is to switch over to using aspen as a raw material, but this requires investments. The state could assist in obtaining investment resources and by decreasing the railway freight tariffs to make it profitable to purchase wood from distant sources. However, the most prospective alternative, along with other changes, seems to be to establish vertically integrated companies, involving all stages of forest industry from logging to manufacturing final products and marketing. Such forest-industry integrates are now being actively developed in Russia. The three biggest ones operating in the region are Ilim Pulp Enterprise, Titan Group, and Syktyvkar Forest Complex.

We believe that these improvements will make the management of timber resources in northern European Russian environmentally acceptable, socially beneficial, and economically viable.

References

Forest Conservation in Russia: An Overview. WWF Russian Programme Office Analytical Document. Moscow, 2001.

Assessment of Recent and Possible Future Forest Responses to Climate in Boreal Alaska

Valerie Barber, Glenn Patrick Juday, Ed Berg and Martin Wilmking

The boreal forest covers 12 million km^2 of the northern hemisphere and contains 40 % of the world's reactive soil carbon, an amount similar to that held in the atmosphere (Melillo et al. 1993; McGuire et al. 1995). Boreal forests account for about 17 % of the Earth's land surface area (Bonan et al. 1992). The distribution of the boreal forest in North America lies above 60° latitude in Alaska but below 60° latitude over the rest of North America due to synoptic climatic conditions. Prevailing lows on the western margin of North America deflect storm tracks and advect warmer air masses north. On the eastern boundary, polar air is deflected southward. Oceanic currents along the continental edges follow similar patterns strengthening the temperature effects. The boreal forest region is particularly prone to climatic variability because minor variations in these key features of atmospheric circulation can either intensify the advection of warm air into this naturally cold region, or enhance the distribution of cold air southward through the region. Recent dendrochronological studies show that different parts of the boreal forest respond differently to climate parameters.

In Alaska, 5 species of trees comprise the boreal forest of which black and white spruce are two important components. White spruce is the predominant forest cover and occupies nearly 2.8 million ha or about 26 % of the Alaskan boreal forest. Black spruce dominated sites account for 55 % of the area of the Alaskan boreal forest (Labau and van Hees 1990).

Interior Alaska is where the majority of the boreal forest in Alaska is found. It is a well-defined region of complex physiography delimited in the north by the Brooks Range and in the south by the Alaskan Range. The region essentially covers the area between 63° and 67° N. Interior Alaska extends from the Yukon Territory at 141° W, westward to the Bering Sea climatic boundary at about 155°W where precipitation exceeds 400 mm (Edwards et al. 2001). The region is made up of two large, low-lying tectonic basins, the Tanana Valley and Yukon Flats, separated by uplands 500–1000 m in elevation. The regional climate is cold continental with January means -20° C or colder and July means 15–20° C, depending on elevation and location within the region. The Brooks and Alaska Ranges act as topographic barriers to moisture-laden air from surrounding oceans. Consequently Interior Alaska is semi-arid, with annual precipitation ranging from 400 to <200 mm (average 305mm) (Patric and Black

1968). Precipitation generally declines to the east, and is strongly influenced by topography (Edwards et al. 2001). About 60 % of the annual precipitation falls as summer rain. Because annual precipitation in central Interior Alaska is low and summers are often warm, a precipitation deficit (excess of potential evapotranspiration over precipitation) develops. Calculated precipitation deficit values in Alaska include 9.5 cm at Bettles in the central Brooks Range, 18.8 cm at Fairbanks, and 28.9 cm at Fort Yukon (Slaughter and Viereck 1986).

Other climatic regions in Alaska where the boreal forest is found include a maritime zone, which includes the southern, southeast and southwest coasts of Alaska, a maritime continental zone in western Alaska where summers are maritime and winters more continental due to the extent of ice in winter, and a transition zone. These zones receive more precipitation so precipitation deficits are rare.

A regime shift was documented around 1977 in all parts of Alaska. Temperature increased at all stations relative to the previous 20 or more years. Precipitation has been variable and has increased at most coastal stations while decreasing or remaining the same at interior and northern sites in Alaska. A more recent shift may have occurred as summers since 2000 have been cooler and moister in interior Alaska and winters have been milder.

The distribution of white spruce across North America is extensive. Spruce tends to grow in a climatic envelope where annual temperature is between -12 to +10°C and annual precipitation is between 200 to 1300 mm. Interior Alaska lies on the warm and dry side of this envelope while coastal and alpine sites are wetter and/or cooler.

In central Alaska, low elevation upland white spruce trees are consistent in their negative growth response to temperature, because of temperature-induced moisture stress (Barber et al. 2000). Interior lowland white spruce trees are generally not limited by moisture stress and respond positively to temperature. Black spruce trees growing on permafrost sites in interior Alaska also record a negative response to April/May and/or June temperature.

Tree line is an important ecosystem, which is sensitive to climatic changes. It is the transitional boundary between forest and tundra signifying temperate vs. more arctic climate. Tree line is traditionally explained by temperature and historically, tree line has shifted with changing climate. Alaska has both cold-limited alpine type tree line and low-elevation moisture-limited tree line.

Alpine tree populations display both positive and negative responses to summer warming. In one area of the Brooks Range, white spruce tree line populations displayed contrasting responses to temperature although the populations were not far from each other (see App. D. Fig 14A and 14B). Another site along the south central coast of Alaska showed similar contrasting responses (see App. D. Fig. 14C and 14D). D'Arrigo and Jacoby (personal communication) found a similar dual response in white spruce in the Wrangel St. Elias Mountains of Alaska. Jacoby and D'Arrigo (1995) found some tree line sites in

northern Alaska with changing responses to climate. Where once the trees responded positively to summer temperature, they were now insensitive or responding negatively to summer temperature, possibly due to moisture stress. A study of 8 sites at and near alpine and arctic tree line in three regions of Alaska had mixed results as well (Lloyd and Fastie 2002). That study revealed substantial regional variability of growth in response to climate variation but found decreased growth in response to temperature at all but the wettest sites since 1950. Inverse relationships of growth to climate were more common at sites below the forest margin than at tree line (Lloyd and Fastie 2002). On the Kenai Peninsula, a recent lack of response to increasing temperatures was seen with upland white spruce (Ed Berg personal communication).

There is evidence of increasing tree line since 1850's in Eastern Alaska Range (Zald 2002). Other studies (Lloyd et al., in press) show a 10 km advance of white spruce into shrub tundra on upland sites on the Seward Peninsula since 1880. On lowland sites, they found tree line advance since about 1920 but only on sites experiencing thermokarst. Most of the Seaward Peninsula in western Alaska is treeless, but Global Climate Models (GCM) indicate temperatures (Nome station) sufficient for extensive growth of white spruce on the peninsula by 2040.

Projections of future warming by global climate models (GCM) indicate warming will increase in Alaska throughout the century. Based on temperature predictions and growth models based on temperature, much of the white spruce in interior Alaska will be eliminated by about 2080 (see App. D. Fig. 15). Black spruce shows a much slower decline in growth, but its demise is expected to accelerate with increased thermokarsting as permafrost melts and habitat is lost.

Increased warming is projected to cause increased disturbances by fire and insect infestation. A major outbreak of spruce bark beetle on the Kenai Peninsula from 1989–1997 killed over 3 million acres of white spruce and Sitka/Lutz spruce, which comprised most of available mature spruce forests (Ed Berg personal communication). The outbreak is attributed to climate change and increased warming (see App. D. Fig. 16). Infect infestation is expected to increase if climate continues to warm.

Correspondence: Barber, Valerie, see Appendix C.

References

Barber, V. A., Juday, G. P. et al. 2000. Reduced growth of Alaskan white spruce in the twentieth century from temperature-induced drought stress. Nature 405(8 June): 668–673.

Bonan, G. B., Pollard, D. et al. 1992. Effects of boreal forest vegetation on global climate. Nature 359: 716–718.

Edwards, M. E., Mock, C. L. et al. 2001. Potential analogues for paleoclimatic variations in eastern interior Alaska during the past 14,000 yr: atmospheric-circulation controls of regional temperature and moisture responses. Quaternary Sciences Reviews 20: 189–202.

Jacoby, G. C. & D'Arrigo, R. D. 1995. Tree ring width and density evidence of climatic and potential forest change in Alaska. Global Biogeochemical Cycles 9(2): 227–234.

Labau, V. J. & van Hees, W. 1990. An inventory of Alaska's boreal forests: their extent, condition, and potential use. International Symposium Boreal Forests: Climate, Dynamics, Anthropogenic Effects. State Committee of USSR on Forests. Archangelsk, Russia.

Lloyd, A. H. & Fastie, C. L. (2002). Spatial and temporal variability in the growth and climate response of treeline trees in Alaska. Climatic Change 52: 481–509.

Lloyd, A. H., Rupp, T. S. et al. (in press). Patterns and dynamics of treeline advance on the Seward peninsula, Alaska. JGR-Atmosphere.

McGuire, A. D., Melillo, J. et al. 1995. Equilibrium responses of soil carbon to climate change: empirical and process based estimates. Journal of Biogeography 22: 785–796.

Melillo, J. M., McGuire, A. D. et al. 1993. Global climate change and terrestrial net primary production. Nature 363: 234–240.

Patric, J. H. & P. E. Black, P. E. 1968. Potential evapotranspiration and climate in Alaska by Thornthwaite's classification. Juneau, AK, U.S.D.A. Forest Service.

Slaughter, C. W. & Viereck, L. A. 1986. Climatic characteristics of the taiga in Interior Alaska. In: Van Cleve, K., Chapin, F. S. I., Viereck, L. A. & Dyrness, C. T.. Forest ecosystems in the Alaska taiga. A synthesis of structure and function. Springer, New York. p. 9–21.

Zald, H. 2002. Treeline responses of white spruce, *Picea glauca* (Moench)Voss, to physiographic and climatic variation in the eastern Alaska Range. Natural Resources and Environment, University of Michigan.

Global Warming and Regional Tree-ring Growth Response in the Kola Peninsula, North-West Russia

Oleg M. Raspopov, T. Kolström, O.L. Shumilov, I. Ju. Kirtsideli, V.A. Dergachev, M. Lindholm, J. Meriläinen, Ó. Eggertsson, E.A. Kasatkina, A.V. Kuzmin, G.G. Matishev, and S.L. Dzhenyuk

Tree-ring growth data of Scots pine (*Pinus sylvestris*) collected from nineteen sites in the Kola Peninsula north of the Polar Circle were analysed. The main goal in this research undertaking was to detect regional responses of the biological systems (forests) to global warming during the past 100 years. The Kola Peninsula is located between 66° and 70° N, and 32° and 41° E. The northern timberline crosses Kola Peninsula from the north-west coast of the Barents Sea to south-east coast of the same sea. The peninsula is located in a region of characterised by active Atlantic cyclones, which is why the region's biological systems (including forests) do not lack moisture. The precipitation is distributed more or less uniformly over the Kola Peninsula. The mean precipitation varies between 500 and 800 mm/a, and in mountainous regions it can reach 1200 mm/a. Under these precipitation conditions, tree growth, taking into account the absence of noticeable anthropogeneous pollution, is mainly determined by air temperature.

Fig. 1 shows the tree-ring widths (*Pinus sylvestris)* at the northern timberline in the Kola Peninsula, at Murmansk (Raspopov et al. 2001) for the past 400 years or so. Temperature variations in the Northern Hemisphere and in the Arctic regions are also presented.

It can be see that both long-term tree-ring growth and temperature variation demonstrate in general rather analogous behaviour, but the tree-growth curve shows variation reflecting the regional features of the Kola Peninsula's climate.

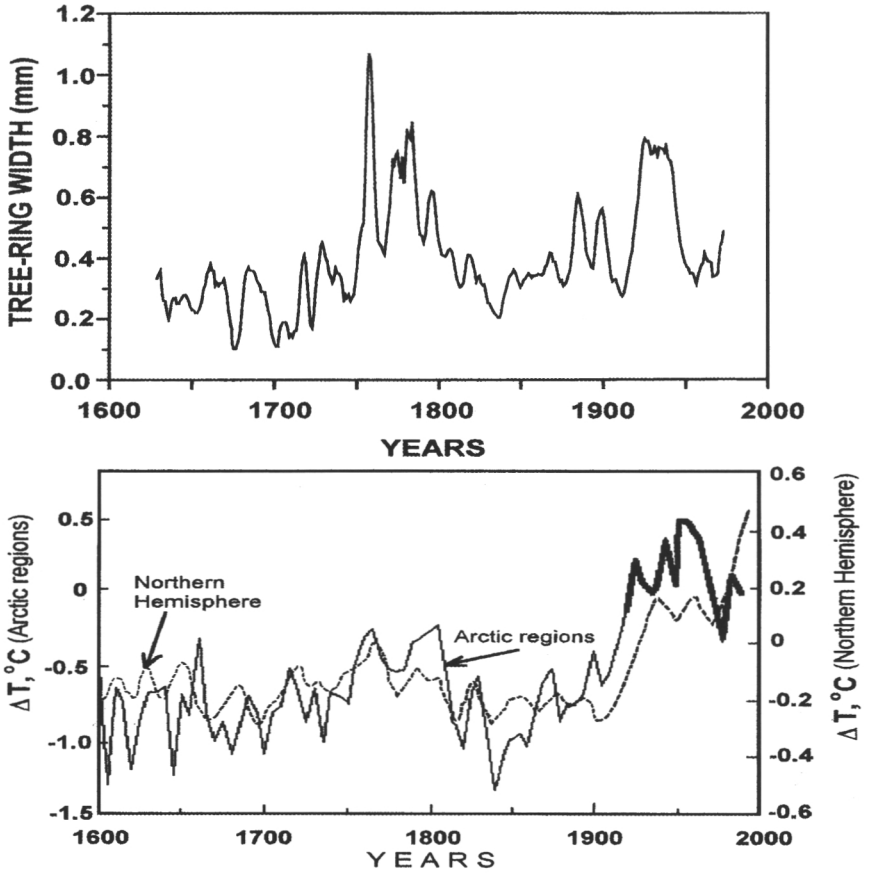


Figure 1. ***Top.*** **Variations in tree-ring width (*Pinus sylvestris*) at the northern timberline in the Kola Peninsula for the past 400 years or so (5-year running mean).** ***Bottom.*** **Comparison of ten-year smoothed temperature anomalies for the Arctic regions (Overpeck et al. 1997) with the thick line showing instrument data and for the Northern Hemisphere (Mann et al. 1999) over the past 400 years or so derived from proxy and instrument sources.**

In the present paper, the regional climatic response to global warming during the past 100 years is considered in the light of growth data colleted on *Pinus sylvestris*. Fig. 2 shows the location of the tree-ring sampling sites. Each site was accessed for no less than 10–15 cores for determining tree-ring growth values. The master chronologies for the past century are presented in Fig. 3, which shows an increase in tree-ring growth (TRG) during the first half of the past century, with maximum TRG occurring between the 1930s and the 1950s, and then a sharp decrease in TRG occurring in the Kola Peninsula. Since the 1970s, the TRG has been stable.

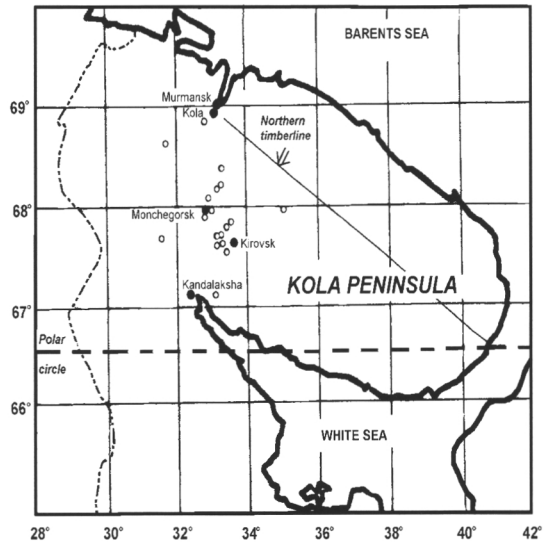


Figure 2. Map showing the location of sampling sites.

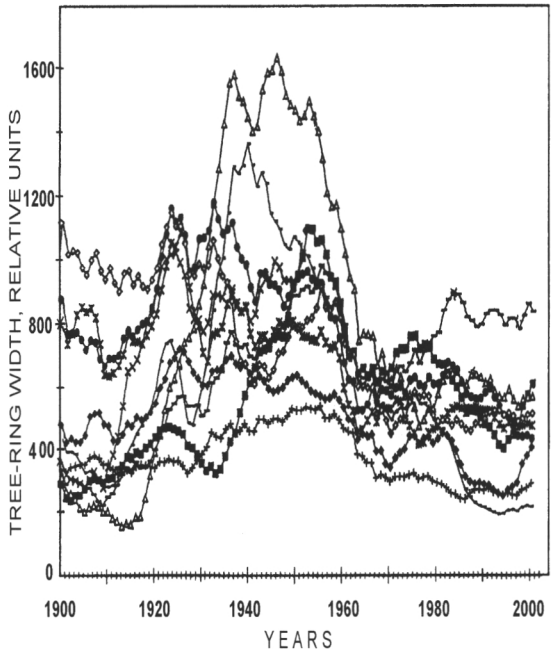


Figure 3. Variations of tree-ring width in the samples from the Kola Peninsula.

Fig. 4 shows the temperature variation within the Northern Hemisphere, the mean annual air temperatures in the coastal region of the Kola Peninsula (Kola – Murmansk) for the past 100 years, and also the mean annual temperature in the central part of the Kola Peninsula (Kirovsk) for the past 30 years.

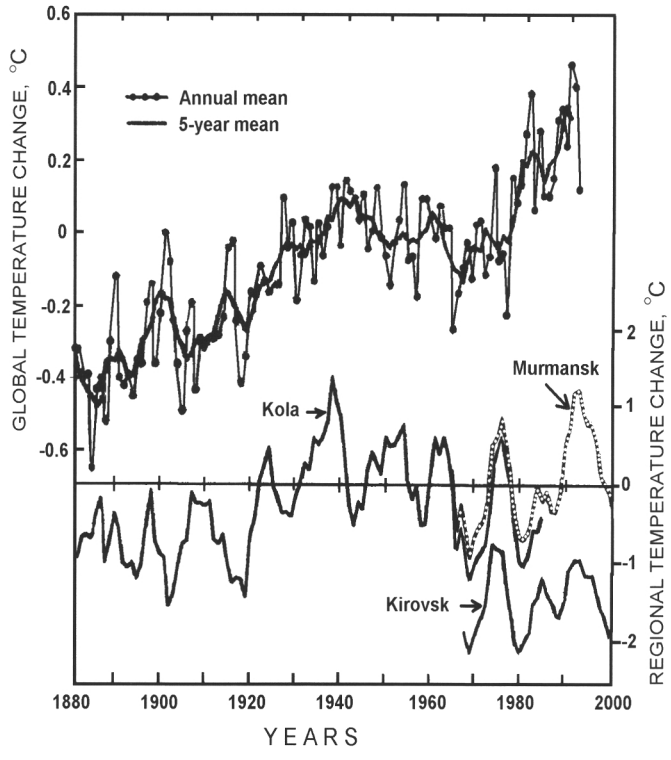


Figure 4. Comparison of the regional variations in annual mean temperature in the Kola Peninsula (Murmansk, Kola, Kirovsk stations) and global temperature changes.

As can be seen from comparison of regional and global temperature variation, the elevation in global and regional temperature took place synchronously up to the middle of the 20th century. Then, in the 1960s, a temperature decrease was observed. However, since the 1970s, the trend in global and regional temperatures has been different. Both trends demonstrate a tendency to some elevation in temperature. But in the case of global temperatures, the increase took place by twice as fast as in the first half of the past century. In the case of regional temperatures, their elevation was twice as slow (~ 0.15^{O}/10 years compared to ~0.25^{O}/10 years in the beginning of the century). The analysis of mean annual temperature increase for the last 30 years demonstrates that the elevation took place on account of winter temperatures. An elevation in summer temperatures did not happen. Moreover, there was a decrease in mean summer temperature during the last decade. The following table shows the mean monthly temperatures for the summer (June, July, August) and the winter (December, January, February) in the central part of the Kola Peninsula (Kirovsk) in the 1980s and 1990s.

Temperature, °C	Year									
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Summer	11.4	9.9	8.2	9.9	10.5	10.9	11.2	9.2	12.5	11.9
Winter	-13.4	-13.1	-10.4	-11.3	-9.1	-19.7	-14.9	-14.1	-11.6	-10.3

Temperature °C	Year									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Summer	10.7	10.4	8.3	11.1	9.9	11.0	7.2	11.3	9.7	10.8
Winter	-9.1	-9.9	-7.8	-11.7	-11.0	-10.1	-10.0	-13.0	-13.6	-13.2

Table. The mean monthly summer and winter temperatures in the central part of the Kola Peninsula (Kirovsk)

The difference in the mean decadal winter temperatures for the last two decades is +1.8°C, and that in the mean summer temperatures is –O.5°C. The data presented correlate well with the data of Timonen (2002) on the temperature variations along the northern timberline in Finland in the 1990s: the monthly mean temperature for December-March increased by 1–2°C and the annual mean temperature by 0.5°C compared to the mean for the whole century. The June-July temperatures of the past two decades were below the average for the 20th century.

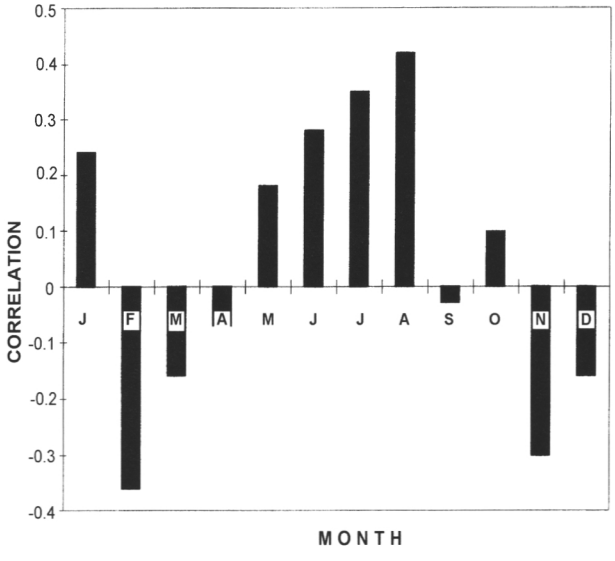


Figure 5. Correlation between regional monthly temperature and tree-ring growth rates in the Chibin (Kirovsk) tree-ring chronology, 1964–2001.

Fig. 5 shows the results for correlation between tree-ring growth rates and monthly temperature variation in the central part of the Kola Peninsula (Kirovsk) for the past 40 years. One can see a clear correlation between tree-ring growth and temperature changes in June–August.

Thus the stability of tree-ring growth for the last 30 years of the past century appears to be connected to the absence of summer temperature enhancement for the period in question.

Conclusion

In the first half of the past century, climate warming occurred on both global and regional (Kola Peninsula) scales, and this was followed by enhanced tree-ring growth in the Kola Peninsula. However, after the global temperature maximum, which occurred between the 1930s and the 1950s, and the temperature decrease of the 1960s, a sharp turn appears to have occurred in atmospheric circulation. This phenomenon led to a situation where the regional temperature trend ceased to follow the global temperature trend. In addition, there was no warming at all in the summer months at the close of the 20th century. This being the case, tree-ring growth stabilised and did not react to global warming.

On account of the precipitation and soil-moisture conditions prevailing in the Kola Peninsula, it can be proposed that, given the changes in global circulation and recovery of the climatic situation prevailing in the first half of the 20th century, when the annual temperature increase was followed by summer temperature increases, tree-ring growth would be enhanced. In such a case, global warming would lead to an increase in the forest resources of the Kola Peninsula.

Acknowledgements

We are grateful to EC for supporting of this work under INCO-COPERNICUS Program (Project EXTRATERRESTRIAL IC15-CT-98-0123), and to the Russian Foundation for Basic Research (Grant 00-05-64921).

Correspondence: Raspopov, Oleg M., see Appendix C.

References

Mann M. E., Bradley R. S. & Hughes M. K. 1999. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations. Geophys. Res. Lett. V. 26: 759–764.

Overpeck J., Hughen K., Hardy D., Bradley R., Case R., Douglas M., Finney B., Gajewski K., Jacoby G., Jennings A., Lamoureux S., Lasca A., MacDonald G., Moore J., Retelle M., Smith S., Wolfe A. & Zielinski G. 1997. Arctic environmental change of the last four centuries. Science Vol. 278: 1251–1256.

Raspopov, O. M., Shumilov, O. I., Kasatkina, E. A., Turunen, E., Lindholm, M., & Kölstrom, T. 2001. The nonlinear character of the effect of solar activity on climatic processes. Geomagnetism and Aeronomy 41(3): 407–412.

Timonen, M. 2002. Is the climate warming at the pine timberline? In: Abstracts prepared for Arctic Council, Northern Timberline Forests Workshop, Rovaniemi, Finland, May 23–25, 2002. p. 22.

Appendices

A: Paper and Poster Abstracts of the Northern Timberline Workshop in Rovaniemi, 23–25 May 2002

Paper Abstracts

Monitoring Northern Tree Line via Remote Sensing and GIS: Reality and Prospects

Thomas R. Allen

The Arctic tree line is a dramatic transition zone between arctic tundra and subarctic boreal forests. At some locations there is an abrupt boundary and at others a gradual ecotone, the tree line (tree species limit) and the associated timberline are poised to respond to climatic change. This report summarizes the literature on applications involving remote sensing and geographic information systems (GIS) focusing on the tree line and critically reviews impediments to GIS-augmented research and sustainable development. From the perspective of space, northern Alaska's Brooks Range shows a wide range of land cover and landscape-level biomass productivity changes. However, remote sensing research here has tended toward narrow resource assays or has focused on broad classes of land cover rather than functional ecosystems. The potential to integrate traditional ecological knowledge into GIS and satellite-based remote-sensing studies has been underutilized as well. There is a need to further the linkage of traditional ecological knowledge to scientific investigations as well as to accrue scientific benefits for local and indigenous resource management. The connection between scale of observation, land management, and subsistence must be carefully considered in implementing GIS and remote-sensing-based monitoring of the tree line.

Assessment of Recent and Possible Future Forest Responses to Climate in Boreal Alaska

Valerie Barber, Glenn Patrick Juday and Ed Berg

Recent dendrochronology studies confirm the unusual magnitude of recent summer warming in the northern boreal forests of Alaska, but reversion to cooler summers occurred in 2000 and 2001. Both cold-limited alpine type tree

lines and low-elevation dry tree lines occur in Alaska. Alpine tree populations display both positive and negative responses to summer warming. In central Alaska, low-elevation upland white spruce are consistent in their negative growth response to temperature. This is due to temperature-induced moisture stress. Black spruce growing on permafrost sites in interior Alaska also shows a negative response to April and/or May temperature. An increase in recent insect infestation and outbreaks may also be linked to climate. Climate scenarios of warming in the 21st century produce climates suitable for tree growth in current tundra regions, and excessive summer warmth that would eliminate white spruce on productive sites in central Alaska.

Correspondence: Barber, Valerie, see Appendix C.

Tree Growth along the Timberline and Environmental Change: An Exploratory Analysis

Frank Berninger

Growth of subarctic Scots pine trees was investigated using a combination of process-based models and dendroecological approaches. We found that tree-ring width indices were strongly autocorrelated and correlated with simulated photosynthetic production of the previous year as well as with the organic matter decomposition of the previous year. However, relations for the period 1950–1992 were significantly different from relations for the earlier period (1876–1949). The slope of the regression of tree-ring width index and photosynthesis was less steep. Also the autocorrelation structure of the data changed. First order autocorrelation decreased and second order autocorrelation increased. These changes could not be attributed to tree age and can be interpreted as an increasing sink limitation of growth at the tree line.

Effects of Reindeer Husbandry and Nature Conservation on Malla Strict Nature Reserve

Hannu Heikkinen and Mikko Jokinen

The aim of the research project is to study the multiple effects of nature conservation and reindeer husbandry in Malla Strict Nature Reserve and its immediate surroundings. Reindeer husbandry has been forbidden in the area since 1981. However, the Kilpisjärvi area is part of the reindeer-herding Sámi people's old grazing ground, and reindeer husbandry has been continued occasionally also within Malla. During the past few years, there has been pressure to build a fence around Malla. This has led to a confrontation between nature conservation and reindeer husbandry. The Finnish Forest Research Institute (FFRI) and the local reindeer owners' association have together identified a need to study the matter, which is a good example how culture and nature interact when assessing sustainability.

The project has two themes: ecological and socio-cultural. Under the former, the aim is to study the changes that current reindeer husbandry is likely to cause to the natural state of Malla and, above all, to rare and endangered species. Under the latter theme, the social and ecological conditions that current reindeer husbandry and Sámi culture have to confront will be studied. An important part of the project is to clarify the conservation objectives and other values in the Malla area. The results will be of great value concerning practical land-use management.

Keywords: *nature conservation, reindeer husbandry, culture, Sámi, biodiversity, tourism.*

Correspondence: Heikkinen, Hannu, see Appendix C.

Tree Line Changes of Scots Pine in Northwest Finnish Lapland Inferred from Dendrochronologically Dated Subfossil Wood

Samuli Helama, M. Lindholm, M. Timonen and M. Eronen

Altitudinal and latitudinal tree-line changes during the past 7,500 years in Enontekiö (Northwest Finnish Lapland) and adjacent areas were modelled using dendrochronologically dated subfossil finds of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Utilization of dendrochronology yields sample dating enabling accuracy of one year. Pine reached its distributional maximum ca. 2800–2200 BC. Comparatively abrupt decline occurred ca. 800–200 BC. The last 1,000 years are sparsely covered by subfossil founds. Long-term decline in the tree line can be partly explained by glacio-isostatic land uplift in the area. Extension of the model by already collected samples from much wider geographical area can yield spatially far more detailed reconstructions of pine tree line changes during the Holocene.

Correspondence: Helama, Samuli, see Appendix C.

Change in the Population Cycles of Small Rodents in Northern Fennoscandia

Heikki Henttonen

The regular 4–5 year cycles of small rodents have been the most characteristic feature of northern Fennoscandian nature. The cycles have been reflected widely in the trophic levels below and above the rodents, e.g. in food plants and predators of rodents. However, starting in the mid-1980s, these cycles have changed, or disappeared, in large areas, and this has been accompanied by the breakdown of the geographic synchrony of the fluctuations. These kinds of drastic changes in the dynamics of northern terrestrial ecosystems are crying out for explanations, some of which are discussed here. Regardless of the causes, the changes, if permanent, have profound biodiversity implications.

Northern Forest-tundra Ecotone in Finland: Research Needs with Respect to Environmental Change Considering Landscape Ecology

Friedrich-Karl Holtmeier

On the global scale, the concept "timberline" is usually considered to be a "line" responding like an organism, more or less rapidly, to changing climate. This occurs mainly with respect to mean temperatures, temperature sums, degree-days, etc. However, the term "timberline" – and "northern timberline" in particular – usually refers to a transitional zone (forest-tundra ecotone) rather than a line. This ecotone is characterized by ecological conditions different from those prevailing in a closed forest as well as from those prevailing in arctic or alpine tundra. Correlating more or less arbitrarily tree line or timberline with any mean air or soil temperature, which are supposed to be the factor controlling timberline, is too simplistic and represents a throwback to the early years of timberline research.

Landscape-ecological timberline research is concerned with the spatial structures and patchiness of the more or less broad forest-tundra ecotone. Spatial structures and patchiness mainly depend on local topography, its influence on site conditions, and on the response of trees to the given conditions. Local site conditions control growth, growth forms, and the distribution pattern of trees, tree copses, seedlings, patchiness of plant communities, decomposition, nutrients available to plants, and survival rates. We also need to be aware of the point that the actual structure of the timberline ecotone reflects more the site history than the present climate. Thus, on the landscape and local scale, meticulous and detailed analyses of site conditions and site history are required for us to understand the functional structures as well as the spatial and temporal dynamics in the forest-tundra ecotone. This will be illuminated by the results of our timberline studies in northern Finland.

Relative Values of Trees: Sámi Perceptions of Trees and Forest

Anna Järpe

How people relate to their environment, and how different kinds of knowledge emerge from different contexts, is an area that has attracted increasing attention from anthropologists. This paper will show how an anthropological study can be employed to gain a better appreciation of how people living in and with forests perceive and relate to their environment in a European context. Focusing on southern Sámi (Sweden), I propose that if issues of forest management and conservation are to be central to the formulation of policies of sustainable development, we need also to consider how different perspectives affect actual interaction with the environment, and thus how forests and trees are involved in the formation of different kinds of knowledge.

Keywords: *environment perception, human ecology, knowledge, resource management.*

Interrelationships between Forest and Tundra in Yakutia

Nikolay S. Karpov

In Yakutia, west to the Lena River, the timberline is formed by Gmelin's larch and eastwards by Kayander's larch. The forests spread to the north mainly along rivers valleys.

At present, there is an ongoing receding of the timberline in this region. The main reasons of which are as follows: forest cutting for firewood along its northern borders; the formation of stable post-fire "pyrogenic" tundra areas covered by shrub-hummocky vegetation instead of forest-tundra; the lack of viable tree seed in tundra and forest-tundra areas because of seed not ripening.

Together, these factors lead to forests receding by dozens or even a hundred kilometres from its potential borders formed by natural geographical factors.

Global Warming and Regional Tree-ring Growth Response in Kola Peninsula and in Finnish Lapland

Oleg M. Raspopov, T. Kolström, O.L. Shumilov, I. Ju. Kirtsideli, V.A. Dergachev, M. Lindholm, J. Meriläinen, Ó. Eggertsson, E.A. Kasatkina, A.V. Kuzmin, G.G. Matishev, and S.L. Dzhenyuk

Tree-ring growth data on Scots pine *(Pinus sylvestris)* collected from twenty sites in the Kola Peninsula and in Finnish Lapland were analysed. The main goal of the study was to detect possible regional responses by biological systems (forests) to global warming during the past century. Tree-ring growth variations were compared with temperature changes in the coastal parts of the Kola Peninsula. Tree-ring growth were observed to have increased both in the Kola Peninsula and in Finnish Lapland since the beginning of the 20th century. Maximal tree-ring growth was detected between the 1930s and the 1960s. Then, in the 1970s, the growth curve sharply decreased. During the next thirty years no noticeable increase in growth was observed in most of the samples despite the significant global warming taking place at the time. However, some growth increase was detected during that time along the altitude-based timberline in Finnish Lapland. The temperature changes in the Northern Kola Peninsula have not indicated regional warming during the past thirty years. Comparison of tree-ring growth data from the coastal area of the Barents Sea with data from the continental parts of North-West Russia (Karelia) demonstrates that neither of them have experienced any significant global warming.

Correspondence: Raspopov, Oleg M., see Appendix C.

Biodiversity of Beetles *(Coleoptera)* and Wood-decomposing Fungi *(Polyporacea)* in Timberline Forests of Finnish Lapland

Anna-Liisa Sippola

Beetles and wood-decomposing fungi play an essential role in forest ecosystems. The species richness of beetles declines about 40% from the border zone of the southern and middle-boreal zones to the timberline, whereas the diversity of polypores remains almost unchanged through the middle- and northern-boreal zones. Regarding forest-management methods, clear-cutting and changing of tree species have the most pronounced effects on forest-dwelling species. Selective cutting, which maintains the forest cover and ensures accumulation of decaying woody material of all diameters, appears to best fulfil the requirements of forest-dwelling species. The real effects of forestry can be detected only several decades after logging as decomposing wood from the pre-logging time maintains populations of some species for a long time. Sensitivity to environmental changes and restricted dispersal ability may also cause local extinction.

Regeneration Dynamics of Understorey Vegetation after Disturbance in Tree Line Areas

Anne Tolvanen, Outi Manninen and Anne Törn

Disturbances can considerably influence vegetation dynamics and species composition. Gaps may become suitable environments for sexual reproduction, which is otherwise rare because of the abundant vegetation. We are investigating regeneration strategies and dynamics of understorey species after human-induced disturbances (clear-cutting, trampling) and environmental changes (increase in nitrogen) in the Pallas-Ounastunturi area, Kilpisjärvi and Kuusamo. The studies include experimental disturbances, monitoring studies and environmental manipulations through nutrient addition and transplant gardens. Along with plant ecophysiology, population and community level changes are being monitored. We hypothesize that resource allocation patterns, life form, and morphology of species are important factors in the revegetation process after disturbance.

Correspondence: Tolvanen, Anne, see Appendix C.

Russian Forest Industries and Threats to the Timberline Forests

Alexander Voropaev

After a decade of crisis, the forest industries have begun to show growth in Russia, particularly in the north-western regions. This growth benefits the economy and the people's well-being. However, it also threatens the forests. The main factors are unsustainable forest management, illegal harvesting, and

harvesting in pristine forests. To retain this industrial growth and manage the forests at the same time requires a change-over to sustainable forest management, the prevention of illegal harvesting, and protecting of the pristine forests. This can be done through co-ordinated efforts of the government (legislation, poaching control), non-governmental organisations (involving local communities in forest management and poaching control, promoting forest certification), and timber importers (demand for certified forest products).

Annual Variations in Meteorological Conditions and Pollen Deposition on the Fjell Aakenustunturi in Northern Finland: Potential of Using Fossil Pollen as a Climate Proxy

Jyrki Autio, Sheila Hicks

Annual variation in meteorological parameters and in pollen deposition for four sites on a transect across an altitudinal timberline were studied. The aim was to see how pollen deposition (which can be shown to reflect local pollen production) is related to climate conditions. For *Pinus sylvestris*, the quantity of pollen deposited is affected by the mean temperature of July, the effective temperature sum of July, and the total effective temperature sum, all for the previous year. Annual fossil *Pinus* pollen quantities are, therefore, a potential climate proxy. Pollen deposition by *Betula* and *Picea* was affected by other temperature factors, but always of the year previous to flowering.

Correspondence: Autio, Jyrki, see Appendix C.

Distribution of Timberline Tree Species in Western Finnish Lapland

Mari Hagberg, Mauri Timonen, Marja-Liisa Sutinen and Raimo Sutinen

The regional distribution of the timberline tree species, understorey vegetation communities and species diversity are associated with geological patterns. The physical properties and chemical composition of the parent drift materials, i.e. tills, stratified glaciofluvial and glacio-lacustrine sediments, have a great impact on plant growth conditions, i.e. soil moisture, nutrient status and acidity. We investigated the soil's dielectric permittivity (ε), as an index of soil water content (θ_v), and soil electrical conductivity (σ), as an index of soil nutrient potential in the immediate vicinity of 7,500 mature timberline trees and 1,072 tree-line Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees and saplings on drift materials across granitoid and greenstone assemblages in Western Finnish Lapland.

Scots pine was observed to be dominant on acidic drift derived from granitic source rock types, Hetta Granite in particular. Also, pine was dominant on outwash sand and gravel deposits as well as windblown sand deposits. These soils (spodosols) typically have low seasonal soil water content (θ_v<0.27 cm^3cm^{-3}) and low bulk soil σ. Pine is the tree-line conifer in the Hetta Granite area. Based on age structure, pine has established itself naturally since the 1920s. The age of timberline (temperature sum 600-500 degree-day) pine ranges from 50 to 80 a, while pines 20-30 a of age form the outmost tree line (470 degree-days). Timberline Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) and

downy birch (*Betula bubescens* Ehrh.) are concentrated on mesic and more fertile (σ>0.55 mS/m) soils of basic rock assemblages. Spruce forms the coniferous tree line on amphibole fjells in the region, but is absent on granitic soils. Aspen (*Populus tremula*) was only found on glaciolacustrine silt sediments deposited in former ice lakes at the current altitudes of 375, 365 and 355 m.a.s.

Correspondence: Sutinen, Marja-Liisa, see Appendix C.

Tree Line Changes of Scots Pine in Northwest Finnish Lapland Inferred from Dendrochronologically Dated Subfossil Wood

S. Helama, M. Lindholm, M. Timonen and M. Eronen

See Paper Abstracts

Finnish Protection Forests and Their Regeneration

Mikko Hyppönen and Martti Varmola

The Finnish Forest Act designates the northernmost part of Finnish Lapland as a protection forest region. The purpose of protection forests is to prevent a retreat of the timberline. Utilization of forests in protection forests is permitted, but it is more strictly regulated than in commercial forests. Protection forests have been in existence since the beginning of the 20th century. Regeneration in these forests is based on natural regeneration, and it has been moderately successful. The forests are also regenerating naturally through advance growth. There have been no large-scale outbreaks of forest diseases in young coniferous stands in the area. This means that the forests have adapted well to the harsh conditions. The climate has been fairly favourable for regeneration in the 1990s, and no major changes are expected in the near future. Monitoring forest regeneration in the protection forest area should be based on long-term monitoring and research.

Correspondence: Hyppönen, Mikko, see Appendix C.

Relative Values of Trees: Sámi Perceptions of Trees and Forest

Anna Järpe

See Paper Abstracts

Reindeer Grazing and Threatened Plant Species in Malla Strict Nature Reserve, North-western Finland

Heikki Kauhanen

This paper discusses the impact of reindeer grazing on the vegetation and threatened plant species of Malla Strict Nature Reserve. Reindeer husbandry in the area was forbidden in 1981. In recent years, low grazing pressure has been caused occasionally by animals. Snowfields and luxurious vegetation attract reindeer in the summer. Mapping of the reserve revealed that Alpine habitat types sensitive to grazing cover one third of the area. Altogether, twenty-three threatened vascular plant species thrive in the reserve. Due to different morphological traits and reproduction strategies, there are great differences in the responses of plants to grazing. Dwarf shrubs and tall herbs are sensitive to grazing and trampling by reindeers. Some small species obviously benefit from grazing since, being weak competitors, they are not able to survive among intact vegetation.

Study of the Spatial-temporal Variability of 22 Tree-ring Chronologies Arranged in a W-E Transect across Northern Fennoscandia and of Its Relationships to Temperature, Precipitation and NAO Indices

Marc Macias

A spatial-temporal comparison of 22 ring-width chronologies was carried out across northern Fennoscandia, straddling the Fennoscandian Alps. This comparison was done by comparing some chronology statistics and by applying multivariate analyses methods. Analyses of the relations of ring-with with temperature, precipitation and NAO indices, and of the evolution of these relations during time (the period analysed is 1880–1991) have been also computed.

The study shows that a difference in tree-growth exists between the two sides of the Fennoscandian Alps, and that these differences are changing along the time interval studied. The study also discusses some features about NAO-trees growth relationships.

Cold Acclimation in Birch: Physiological Changes in Seedlings and Bark of Adult Tree

F. Martz, S. Kiviniemi and M-L. Sutinen

Tolerance of freezing by perennial plants varies throughout the year. It is usually low in the spring, and then increases in autumn and reaches its maximum during mid-winter. The process of increasing freezing tolerance after a period of low above-zero temperatures, known as cold acclimation, involves numerous cellular and metabolic modifications, but the plasma membrane is considered to be the primary site of injury. Multiple mechanisms appear to be in-

volved in the stabilization of the membranes and a common consequence of exposure to low temperatures is an increase in the level of lipid unsaturation to compensate for the decrease in the membrane fluidity of the membrane lipids caused by the downward shift in temperature.

Linoleic (18:2) and linolenic acids (18:3) have been shown to be the most fluctuating FAs upon low-temperature exposure in several plant species. To understand the mechanism of this increased FA unsaturation, the correlation between freezing stress resistance (FSR), membrane lipids, and expression of the genes involved in the desaturation of 18:2 to 18:3, the ω-3 fatty acid desaturase *(ω -3 fad)* genes were analysed in birch tissues, a frost hardy species.
Two sets of analysis were performed: birch seedlings originating from three locations in the north of Finland were exposed to low temperature (LT) or to "short day" (SD) in a greenhouse, and bark samples of adult birch were collected in the same three locations throughout the year.

The present poster shows the results concerning some physiological changes measured in the material described above.

A downward shift in temperature induced an increase in the FSR in leaves and stems of 3-months-old seedlings during the first two weeks of the treatment, and the photosynthetic capacity deeply decreased within 3 days at low temperature. Alone, a SD treatment (8h or 12 h night compared to 4h in normal growth conditions) induced also an increase in the leaf and stem FSR during the first two weeks of the treatment. No change in the photosynthetic capacity was observed. As a pre-treatment to LT exposure, one week of SD enabled a higher freezing resistance in leaves after two weeks at 5°C when compared to similar conditions and 4h night. The SD pre-treatment had also a protective effect on the photosynthetic functions since the photosynthetic capacity remained more stable after exposure to LT and decreased only within 10 days at LT.

Seasonal analysis of bark showed that cold de-acclimation in northern Finland started in April, with a major decrease in FSR occurring in May. Cold acclimation started from mid-August with a major increase in FSR in September. Water content in both phloem and phellogen, chlorophyll content, and in the photosynthetic capacity of the phellogen changed at the same time as FSR: water and chlorophyll content were the highest when FSR was at its lowest, and photosynthetic capacity followed the FSR as it decreased in September and increased again from mid-April to May, depending on the plant's latitude origin.

After one-year analysis, it appears that changes in stem photosynthetic capacity could be an indicator of the cold acclimation or de-acclimation processes.

Samples from the material described above are currently being analyzed for the lipid FA composition and the *ω -3 fad* gene expression.

Adaptation of membrane lipid unsaturation is an important resistance mechanism against freezing. Our results on lipid composition and gene expression in

seedling and bark tissues in birch will provide important data for understanding these processes at the molecular level.

Correspondence: Martz, Francoise, see Appendix C

Europe's Last Remaining Northernmost Intact Forests

Jorma Mattsson

Europe's last remaining intact forests are to be found in the Nordic countries, but mostly in Northern Russia. The poster map covers the region from the western border of Sweden to Archangelsk, in Russia. The southern corner of the map lies on the line of latitude passing through the cities of Örebro (Sweden) - Helsinki (Finland) - St. Petersburg (Russia). The results shown on the map tell of significant cultural and national differences between the countries. The widest intact *taiga* forests are situated in distant and roadless, even trackless, borderline areas and remote wildernesses. The largest zones of old-growth forests are the Scandinavian Green Belt in Sweden and the Fennoscandian Green Belt along the Finnish-Russian border. These green belts are important as ecological corridors. There are nowadays real taiga hotspots in Russia only: Olanga N.P., Vienansalo taiga area, Kostamuksha S.N.R., SE part of the Kola Peninsula, Onega Peninsula by the White Sea, Lake Vodla N.P., and Lake Kozhzakaznik (N.R.), and many other parts in the Archangelsk *oblast* (district). But the largest taiga areas of our continent are located between the River Northern Dvina and the Ural Mountains, beyond the map now referred to. Constructing a map of complicated and extensive nature features such as old-growth forests results in many purely technical problems. Cartographic source information is basically very different. The terminology also varies. Remote sensing images usually cover long time periods as continent-wide presentations, and they are therefore of current value only in some minor areas. Clear cutting of forests spreads rapidly. National GIS data are beyond the budgets of continent-wide mapping operations, etc.

Receding of the Timberline in Northernmost Europe

Jorma Mattsson

European northernmost forests in Fennoscandia are also the world's northernmost forests in intensive forestry use applying highly mechanised logging. These forests are also unique biogeographically. The mountain birch (*Betula pubescens* subsp. *czerepanovii*) zone is situated along the Fennoscandian fjells. There are forests of pure pine (*Pinus sylvestris*) in the Inari area, northern Finland. Real taiga forests are located just to the south of these belts. Fennoscandia's northernmost forests have been used by man for a very long time. Simply household usage has caused the Arctic timberline to recede southwards since the early 19th century. Finally industrial clear cuttings have spread to every corner of the countries in question. The widest gap of 80 km came into

existence south of the Norwegian town of Tromsø. Thus, the modern timberline is man-made. The case zone is from the Malangen fiord (Norway) in the west to the Voronya River (Russia) in the east. The information is based on 59 wooded area mentioned in literature, but now vanished; individual coppices or trees are not included. There are 18 published sources. Most of the coastal fiord woods were cut by Finnish immigrants to northern Norway (called *kvens*). Also sub-arctic mountain birch woods have been, and continue to be, threatened: reindeer and sheep graze birch sprouts; herbivorous caterpillar invasions destroy huge areas (most recently in 1965–1966); forest fires and uncontrolled eco-tourism can spoil vast remote areas; in dry summers, pure lichen heathlands will burn easily, specially on the Russian side. It is intact forests, which are now up against a real chocie situation; to save or to destroy. Only a minor part of these areas is protected within national parks and various other conservation areas. The majority of old taiga forests will disappear. After that, there will only be successional young woods, perhaps composed of exotic tree species even, and clones in lines. There will be more and more southern broadleaved trees. The real "dark taiga" can be found only in statutory protected areas.

Use of Northernmost Open Forests in European North by Sámi People in Utsjoki, Finland

Jorma Mattsson

What are people's chances in the event of a serious energy crisis in the harsh conditions of the Far North? As a case example, let's take the Utsjoki local district area and its population in northernmost Finland. Most of the local inhabitants are Sámi people. Nowadays, they live in modern houses with all the modern conveniences. There were a total of 1,487 inhabitants and 507 households in 1980 in Utsjoki. One household out of three used/uses firewood as their source of energy, mostly for heating in wintertime. One out of three had/has wood heating as a reserve energy source, and the rest had/has only electric heaters or oil heating systems. The average firewood requirement on the local farms was previously 16.4 m^3 per household per year. Modern households consume 9.5 m^3 of firewood per year. There are 1430 km^2 of dense mountain birch forest and only 78 km^2 of pine forests in Utsjoki. The total stemwood growth of birch has been interpolated in studies to amount to 43,000 m^3 per year (or 0.3 m^3 per hectare per year). One hectare (ha) equals an area 100 m x 100 m, or 2,771 acres. There is not enough tree material for heating in most of the villages in Utsjoki: Nuorgam, Nuvvus and the Utsjoki centre. They must bring in material from more southerly valleys. The state enterprise Forest and Park Service sells birch firewood at a cheap price. The same system is applied also over in Norway. During serious energy crises, and specially when there are transportation problems, local open mountain birch woods soon are subject to broad-scale threat. Modern-day residential areas with large houses will soon deplete the local unique birch woods. New pseudo-tundra could come into existence, as it has after caterpillar invasions, but now instead in valleys, too?

Revival of Mountain Birch Forests Ravaged by *Epirrata Autumnata* in Northern Lapland

Pekka Sulkava, Juha Sihvo, Yrjö Norokorpi and Matti Mela

Mountain birch *(Betula pubescens subsp. Czerepanovii)* grows in narrow altitudinal zones above the conifer timberline and forms vast forests and brushwoods in the hemi-arctic region of northern Fennoscandia. In the mid-1960s caterpillars of the geometrid moth (*Epirrata autumnata*) caused extensive damage, especially in the birch forests of Utsjoki, by defoliating trees in consecutive years. The recuperation of these biotypes has been slow in many places as a consequence of many reasons, among them intensive reindeer herding. Today, nearly half (2,354 km^2) of the total damaged area (5,000 km^2) is classified as upland heathland or scrub biotypes with standing or fallen rotten birch trees. Afforestation of these secondary heathlands and revival operations in slow-growing, open birch forests in Utsjoki area, are under consideration and planning by the Finnish Forest and Park Service together with the Utsjoki local council and local reindeer herding associations.

Keywords**:** *mountain birch, herbivore, Epirrata autumnata, damage, afforestation, reindeer herding*

Correspondence: Sulkava, Pekka, see Appendix C.

Is the Climate Warming Along the Pine Timberline?

Mauri Timonen

An exceptional mid-winter climatic warming was encountered in the timberline regions in the 1990s: the monthly mean temperature for December-March increased by 1–2 °C and the annual mean temperature by 0.5 °C compared to the mean for the whole century. The warm period stimulated discussion about the status of the climate in Finland and launched a dendro-climatic subproject in a timberline research project being conducted at Metla.

The results of studies suggest that the early 1990s was an exceptionally warm period of time, but still within the range of normal climatic variation. The June-July temperatures of the past two decades were below the average for the 1900s. Since the 1970s, November has been cooler than average, and December and January in the 1980s were coolest for the entire century.

Analysis of the causes highlighted a phenomenon called the North Atlantic Oscillation (NAO). It is the main global factor controlling the timberline climate. Warming caused by the greenhouse effect can not (at least not yet) be recognised as having led to rising temperatures or to increased tree growth.

Regeneration Dynamics of Understorey Vegetation after Disturbance in the Tree Line Area

Anne Tolvanen, Outi Manninen and Anne Törn

See Paper Abstracts

Response of Pine and Birch Seedlings to Solar UV Radiation in the Subarctic

M. Turunen, M-L. Sutinen, K. Derome , Y. Norokorpi , K. Lakkala

The response of *Betula pubescens* Ehr., *B. pendula* Roth, and two provenances of *Pinus sylvestris* L. to solar ultraviolet (UV < 400 nm) radiation were investigated in a UV-exclusion field experiment during the 1997-1999 growing seasons in Finnish Lapland (68°N). The seed-grown seedlings were grown under UV-B exclusion (a clear polyester filter) and UV-B/UV-A exclusion (a clear acryl plate) as compared to control treatment (a polyethene filter) and ambient plants (no plastic filter). The mean daily maximum solar biologically effective UV-B irradiance ($UV\text{-}B_{BE}$) was 88 mW m^{-2}, 68 mW m^{-2} and 91 mW m^{-2} for 1997, 1998 and 1999. A number of growth and biomass variables, PSII (Photosystem II) efficiency and total concentration of N were recorded during and/or at the end of the experiment.

Exposure (191 d) to solar UV radiation over three growing seasons did not cause many statistically significant UV effects in the growth or biomass of the seedlings. The only significant impacts of UV exclusion were found in *P. sylvestris* provenance Enontekiö. During the first growing season, the UV-B/UV-A exclusion treatment significantly accelerated the height increment (18-20 %) of *P. sylvestris*, and in the same seedlings the UV-B exclusion treatment resulted in significantly increased dry weight of 1-year-old needles (45-57%) after the second growing season. These UV impacts could not be seen at the end of the experiment or in any other species. The low concentration of N in current foliage was related to increased dry weight, but not to solar UV radiation (control vs. UV exclusion). The present study indicated that solar UV radiation had limited, but sometimes transient, impacts on the growth of tree seedlings in the subarctic. Longer-term field studies are needed however, in order to detect the cumulative characteristics of the UV responses.

Correspondence: Sutinen, Marja-Liisa, see Appendix C.

B: Northern Tree Line: The Location of the Tree Line and Its Implications for Humans

Report of an on-line workshop organized by
the HARC Science Management Office
November 26–30, 2001

"What will determine the location of the Arctic tree line in 2100, and what will its location mean for humans?"

Henry Huntington (Huntington Consulting, USA), **Glenn Juday** (University of Alaska Fairbanks, USA), **Frans Wielgolaski** (University of Oslo, Norway), **Sakari Kankaanpää** (Finnish Forest Research Institute, Finland)

Background

The research initiative on Human Dimensions of the Arctic System (HARC) of the National Science Foundation (NSF) began in 1997. Since then, several projects have examined various aspects of the ways in which humans affect and are affected by the Arctic system. In an effort to further interest in the initiative, NSF has sponsored a Science Management Office (SMO) for the HARC initiative to distribute information about the initiative to the research community. The online workshop on Arctic tree line is the second in a series of online workshops designed to stimulate discussion about topics related to HARC and to inspire researchers to submit proposals to the initiative.

Introduction

The location of tree line in the Arctic is determined by a number of factors such as climate, and these factors may act at different scales, from global to local. Human influences, through such activities as construction, dams, farming, recreation, proscribed burns, mineral development, and livestock grazing, can be significant in shaping the landscape. The interactions among all these factors must be taken into account as well. Understanding the location of the tree line and making predictions about its future movements thus involve a complex set of variables, many of which relate closely to human dimensions of the Arctic. To examine these ideas, the HARC SMO organized an online workshop to foster discussion among Arctic researchers and residents with a variety of expertise and experiences. The text of the discussions is available online at http://arcus.zeroforum.com. The participants list, background information, and more about the workshop can be found at http://www.arcus.org/harc/ tree line .html.

This report is intended to highlight research ideas and opportunities that arose during the workshop. These ideas are neither exhaustive nor exclusive. We hope readers and participants will use this report as a starting point for developing proposals to the HARC initiative. Some of the ideas described are worthy of further attention but do not fit easily within the scope of HARC. Those interested in proposing to HARC should visit the HARC website for further information (http://www.arcus.org/harc). Future workshops will serve a similar function, and the SMO welcomes ideas for additional workshops or other ways of promoting collaborative discussions about human dimensions of the Arctic system.

Geographical Resolution of Tree Line

Defining tree line is not a simple task. The same tree species may shift gradually from upright to prostrate form. Conifers are easier to spot on a landscape, particularly via remote sensing, than deciduous trees such as mountain birch, which forms the tree line across much of the Nordic region. Thus, tree line is not a precise boundary, which complicates its mapping and monitoring.

For local monitoring efforts, this problem is not as significant. Individual trees can be marked and watched, and changes to a landscape recognized over time by individual researchers. But even the identification of study plots, such as Bob Marshall's spruce in Gates of the Arctic National Park, Alaska, can be hard to re-locate decades later. Monitoring treeline on a larger scale requires better techniques for remote sensing and mapping to document its location with accuracy. The use of GIS techniques is promising for creating a precise record of geographical data, provided those data are accurate.

The question of resolution is also important when evaluating the usefulness of data from models and paleo-environmental records. While such data can be extremely useful in analyzing broad-scale processes and conditions, specific local conditions may not be shown with sufficient precision to make reliable predictions of future tree line conditions. Examining departures from predicted results may be worthwhile in identifying factors that are not adequately taken into account by models, retrospective and prospective. Similarly, identifying areas where climate is likely to have the most immediate and pronounced effects may be a useful first step in setting up tree line monitoring projects.

Physical Influences on Tree Line

Temperature is a key factor influencing tree line, but the precise role of and relationship between summer and winter temperatures needs further study, especially if we are to predict the impacts of temperature changes that vary by season. Documenting actual shifts in tree line during, for example, the Little Ice Age or in the warming of the 20th century would help in identifying the short- and medium-term role of temperature. In addition to temperature, several

other factors are important in determining tree line. Moisture is critical to tree growth and correlated with temperature. Too much moisture produces a bog, and too little a desert, neither of which will support trees. The impact of increasing levels of CO_2 on tree line is not known. It is possible that different trees will react differently to changing levels of atmospheric CO_2. The role of permafrost and its feedbacks with tree cover is not well studied. Permafrost close to the surface prevents roots from taking hold, especially trees with single taproots. But tree cover can lead to cooling of the soil, and a rise in the permafrost layer, which can eventually kill the trees. Further study of the interactions among temperature, moisture, permafrost, active layer activity, surface vegetation and CO_2 levels is necessary to understand the response of treeline to changes in these variables.

Snow provides protection to trees in winter, but if snow melts too late in spring, the growing season will be too short for trees to thrive. Snow deposition patterns are important on a fine scale. Winds, too, can suppress tree line, especially in alpine areas where turbulence can be high. Fires are perhaps the largest influence on tree line over wide areas. Hot fires can destroy soils, leaving barrens that take centuries to regenerate. More rapid fires that only burn above-soil vegetation can lead to rapid growth and recovery by shoots, and can help prevent paludification by exposing moist soils to air and sunlight. The role of maritime influences on tree line is not well understood. Cool, moist air from the ocean will of course affect temperatures and moisture in neighboring terrestrial systems, but longer-term influences of ocean and air circulation patterns may have a significant impact on local and regional climate, permafrost, paludification, and other factors of relevance to tree line.

Human influences on the physical environment can be substantial. Disturbance of soils can have an impact on vegetation and permafrost and thus on the ability of trees to colonize new areas. The signs of disturbance can be seen long after the activity occurs, and may be particularly visible from low-flying aircraft. Understanding the role of such disturbance on landscapes and vegetation communities is an important element of monitoring human impacts over time.

Ecological Influences on Tree Line

The species composition of the tree line region, especially the variations in the species that form tree line, shed some light on the various ecological processes at work. Some trees are conspicuously absent in certain locations, such as white spruce in western Alaska and the Nordic region. Seed dispersal patterns determine in part how trees spread. There is some evidence that dispersal may extend much farther than previously thought, though the precise mechanisms and characteristics require further study. The ability of tundra vegetation, including mosses and lichens, to prevent trees from becoming established in new areas is another limitation to the movement of tree line. Species composition of nearby tundra and of understory plants may be significant in this regard.

Climate change can impact root mycorrhizae and insect outbreaks. The former may be necessary for tree growth in many areas, and may be susceptible to changes in climate and to disturbance from humans as well as natural events. Insects such as autumn moths (*Epirrita autumnata*) and spruce bark beetles can destroy trees over a large area, and climate may help them thrive and extend their ranges. Fire, too, can affect the ecology of an area in many ways, and needs to be considered as an ecological as well as a physical disturbance. Disturbance factors such as fire are likely to have non-linear responses to climate change and land-use patterns, which must be considered in modeling their potential impacts in the future.

The distribution of animals associated with trees and tree line can be an indicator of change, although other factors affecting population dynamics need to be considered. Animals such as the tree frog found in the Kobuk River Valley in northwestern Alaska may be provide more rapid responses to climate shifts, because of their relatively short lifespans, than long-lived, slow-to-reproduce trees. Tree line characteristics may influence animals, including migratory animals such as caribou and birds, perhaps with reciprocal impacts on humans who hunt the animals.

Humans

The human relationship with tree line works in both directions. Humans have a direct influence on the location of tree line, at least on a local scale, through hydroelectric dams, ski areas, vacation cottages, the cutting of trees for firewood and building materials, and the herding of grazing animals that can inhibit tree growth. The location and extent of such activities changes over time, and tree line in the Nordic region is advancing as outfarms and other such practices decline. But increased interest in recreation in tree line areas may halt tree line advance and needs to be studied more carefully. Many recent impacts have been near the roads that provide unprecedented access to tree line areas. Trends in human activities, particularly new uses for tree line areas, are hard to predict. The rise in the use of all-terrain vehicles for recreation is one example of a trend that would have been difficult to foresee only a few decades ago. Nonetheless, such possibilities must be considered if we are to understand the various dynamics involved in tree line movements across inhabited landscapes.

The significance of tree line for humans is not well established. Some ethnic boundaries loosely follow the tree line, but in most cases peoples on both sides travel across the tree line in the course of the yearly cycle of living on the land. Whether in fact the tree line was regarded as an important boundary is not clear in most regions. This topic is worth investigating, especially through folklore and other oral history sources that may capture traditional views of tree line areas, or at least the tundra and forest landscapes that are divided by tree line. The attraction of tree line today for recreation and tourism is likewise not well known, but requires study if we are to assess the likely impacts of human activities on tree line systems in the years and decades to come.

Conclusion

Tree line offers important research opportunities, both for human dimensions of the arctic system and for NSF programs studying aspects of the Arctic climate system. This report outlines some of the interactions among the variables influencing tree line and how humans can be involved in this dynamic. This report is intended as a starting point for those interested in research of this kind and the authors hope that it inspires strong proposals that will extend our understanding of northern tree line.

Acknowledgments

The HARC Science Management Office would like to thank Frans Wielgolaski and Sakari Kankaanpää for serving as moderators for the Treeline Workshop, and Glenn Juday for serving as our workshop discussant. We would also like to acknowledge the behind-the-scenes work of Renee Crain and Wendy Warnick at ARCUS, without whom the workshop would not have been possible. We are grateful to the National Science Foundation for funding the HARC SMO and its activities such as the online workshops. Finally, we would like to thank all the participants for joining us online and contributing their ideas.

Correspondence: Huntington, Henry

Предисловие

Леса – их экосистемы и древесина – были жизненно важны для существования и выживания человечества в глобальном масштабе до настоящего времени, когда расширенное использование человеком угрожает их существованию. Таким образом, возник вопрос, как человечество может поддержать воспроизводство лесных ресурсов по всему миру для продолжения их использования посредством так называемого устойчивого управления лесами и его применения, приспособленного к специфическим экосистемам. Несмотря на технологические достижения, потребности и спрос человечества на древесину превышает природные возможности восстановления. Этот пресс, наряду с природными явлениями, такими как пожары (часто вызванные человеком), привел к «глобальному лесному кризису» на нашей планете, масштаб которого тяжело представить. Только в Канаде один акр лесов вырубается каждые 13 секунд!

Леса на северной границе их распространения – объект этой книги – представляют лишь малую часть лесов нашей планеты, однако, их географическое положение, природные и экологические условия, использование человеком и размещение в северной циркумполярной области делает их особенно уязвимыми при расширяющейся промышленной и коммерческой эксплуатации ресурсов. Поэтому заинтересованные ученые и местные жители основали сотрудничество в рамках Рабочей группы Арктического Совета по устойчивому развитию для создания форума, который мог бы изучать и освещать условия в зоне северной границы леса. Для обмена идеями и формулировки рекомендаций для усиления соответствующей политики управления лесами, отражающей точку зрения местного населения и пользователей лесов на северной границе распространения, был организован ряд встреч и рабочих групп. Эта книга – один из результатов этих международных усилий.

Рабочая группа по северной границе леса, проведенная в Финляндии, Арктикум, Рованиеми, с 23 по 25 мая 2002г., чьи суждения включены к эту книгу, была организована Научно-исследовательским Институтом Леса Финляндии, Арктическим Центром (Университет Лапландии, Рованиеми), Лесным Управлением Финлядии и Университетом Йоэнсуу. В рабочей группе участвовало много людей. Основные доклады, статьи, постеры и обсуждения в рабочих группах привели к формулировке рекомендаций, представленных Рабочей Группе Арктического Совета по устойчивому развитию для обсуждения на встрече министров в Сариселькя (Финляндия) в октябре 2002 года.

Редакторы книги хотели бы отметить финансовую поддержку рабочей группы следующими институтами: Министерством сельского и лесного хозяйства Финляндии, Министерством окружающей среды и Финской Академией. Кроме того, мы хотим поблагодарить членов международного научного комитета рабочей группы и местного оргкомитета, а так же работников Научно-исследовательского Института Леса Финляндии (станция Рованиеми) и Арктического центра при Университете Лапландии – их вклад был неоценим. Редколлегия хочет поблагодарить переводчиков и корректоров: с английского на русский Галину Рыбкину и Сергея Волкова, с норвежского на английский Ингу-Эллен Тури, а также корректора английского языка Эркки Пеккинена. Радушная обстановка в Арктикуме и его окрестностях явилась важным элементом успеха этой встречи.

Монреаль/Рованиеми/Колари, 1 июля 2002 года

Люгер Мюллер-Вилле, Сакари Канкаанпяа, Пауло Сусилуото и Мария-Лииза Сутинен.

Международный Научный Комитет

Люгер Мюллер-Вилле (председатель, Канада)
Валери Барбер (США)
Оддвар Шре (Норвегия)
Суне Сольберг (Швеция)
Брыньяр Скулассон (Исландия)
Мария-Лииза Сутинен (Финляндия)
Татьяна Власова (Россия)

Местный оргкомитет и группа поддержки

Мария-Лииза Сутинен (председатель, Научно-исследовательский Институт Леса Финляндии)
Сакари Канкаанпяа (Научно-исследовательский Институт Леса Финляндии)
Райа Кивилахти (Арктический Центр)
Танели Колтрем (Университет Йоэнсуу)
Йана Ойува
Синикка Роваперё (Научно-исследовательский Институт Леса Финляндии)
Эро Тикканен (Леснре Управление Финлядии)
Минна Турунен (Арктический Центр)
Мерви Вяйсянен

Арктикум, Рованиеми, 23-го мая 2002

Приветственные слова

Мадам председатель!
Дамы и господа!

Рабочая группа по северной границе леса является проектом Арктического Совета – элементом Программы Совета по устойчивому развитию (SDP).

14 мая состоялась встреча Рабочей группы Арктического Совета по устойчивому развитию в Оулу, на которой обсуждались и были представлены для утверждения три новых проектных предложения. Два из них были приняты, а один отклонен.

Обсуждения этих предложений показали, что существует насущная необходимость в выборе критериев для утверждения.

Председатель рабочей группы и двое его заместителей подготовили проект основных принципов для проектов по устойчивому развитию, но эти принципы не были приняты.

Однако, по-видимому, существует общее понимание того, каким требованиям должны удовлетворять проекты Арктического Совета.

Во-первых: охват Циркумполярных территорий. Должна присутствовать заинтересованность Арктических стран в отношении изучаемых проблем. Наиболее приветствуются двусторонние проекты. Данный проект по северной границе лесов имеет широкий Циркумполярный охват.

Во-вторых: участие коренных народов во всех стадиях проекта – от первоначального планирования до каждого этапа его осуществления. Данный проект также удовлетворяет этому критерию.

В-третьих: направленность на создание возможностей. Проект должен внести вклад в благосостояние северных стран и их граждан – особенно женщин.

Проект должен укрепить социальное положение коренных народов и других местных жителей.

Очевидно, что чисто исследовательские проекты встречают сопротивление среди делегаций Арктического Совета.

Проекты должны быть нацелены на выработку политических рекомендаций – будь то предложения Правительствам стран Арктики, или более практические планы сотрудничества между северными институтами, обществами и экспертами.

Эта рабочая группа собрала экспертов высокого уровня по проблемам регионов северной границы леса. Я надеюсь, и я убеждена в том, что у Вас достаточно знаний и политического опыта для выработки значимых политических рекомендаций. Председательство Финляндии в Арктическом Совете и его Рабочей группе по устойчивому развитию вышло на финишную прямую. Надеюсь, что эта рабочая группа внесет ощутимый вклад в его успех.

Дорогие друзья!

Желаю Вам успешной работы в стенах и за пределами этого прекрасного Арктического Центра!

Саули Роухинен
Председатель,
Рабочая группа по устойчивому развитию,
Арктический Совет

Господин председатель, дамы и господа, ученые!

От имени Арктического Совета я рада приветствовать всех Вас на рабочей группе Арктического Совета по северной границе леса здесь в Арктическом Центре в Рованиеми.

Важно, что научное сообщество общается с остальным миром, а так же с другими научными направлениями. Эта рабочая группа организована с этой целью, и это то, что делает её значимой и интересной. Одна из задач рабочей группы – подготовить рекомендации министрам Арктических государств, которые должны учитываться при разработке национальной и международной политики в Арктике. Это наиболее эффективный путь популяризации самых последних научных достижений среди законодателей. Это хорошая возможность донести вопросы о лесах на границе их распространения до общественного сознания для того, чтобы способствовать благосостоянию природы и людей этой специфической северной экологической зоны. Я думаю, что это отличная и стоящая возможность для исследователей, поскольку таким образом усилия циркумполярной науки могут получить политическую поддержку на высшем уровне, которая может помочь в поисках финансирования.

Арктический Центр (www.arcticcentre.org) Университета Лапландии – это финский национальный Институт по междисциплинарным исследованиям, который работает в зоне арктической границы леса. Более того, одна из ключевых функций Арктического Центра – действовать, как активный информационный канал между наукой и широкой общественностью посредством научных выставок, служб электронной информации и библиотек. Вот почему я думаю, что Арктический Центр – наиболее подходящее место для проведения этой конференции.

Я искренне желаю, чтобы Ваша Конференция была продуктивной и информативной и надеюсь, что вам понравится пребывание в Арктическом Центре и в Рованиеми.
Спасибо за внимание.

Паула Канкаанпяа
Арктический Центр, Университет Лапландии

Дамы и господа,
Коллеги и друзья,

От имени международного, фактически Циркумполярного Научного Оргкомитета я рад приветствовать Вас на этой рабочей группе по «Северной границе леса». Эта рабочая группа представляет собой проект в рамках рабочей группы Арктического Совета по Устойчивому Развитию. С удовольствием выражаю благодарность местным организаторам, в частности, Марии-Лизе Сутинен и Сакари Канкаапяа, а также членам нашего комитета за их предусмотрительность и старания по планированию и проведению этой встречи. Мы собрались здесь в Арктикуме, который уделяет особое внимание Северу, и в этом году будет праздновать свое десятилетие.

Во все времена существования человечества оно полагалось, кроме прочего, на растительность, в том числе на лесные ресурсы в глобальном масштабе, т.е. во всех уголках мира росли деревья. Почти безграничная уверенность в этих ресурсах постоянно расширялась и привела – в историческом и современном масштабе – к порожденной человеком эрозии и, зачастую, к истощению лесных ресурсов. Не говоря о климатических изменениях и колебаниях, которые также воздействуют на растительность.

В этом отношении северные леса – не исключение. Они испытали на себе присутствие человека и с ним специфических способов землепользования с изменяющимся уровнем воздействия на северную границу распространения этих лесов. Глобально и локально, изменяющиеся демографические, социально-экономические и политические условия сегодня обязательно отражаются не только на экологическом базисе лесов и их дальнейшем существовании, но и на умении человека разрабатывать схемы управления и политику сохранения ресурсов, в то же время позволяющие человечеству продолжать их использование.

Основные вопросы, возникающие при современном использовании лесов ясны – какие репродуктивные циклы выдержат возрастающую эксплуатацию рационально, экономически возможным и социально-культурно справедливым способом и в каких экосистемах и каковы, фактически, допустимые пределы эксплуатации, определенные человечеством?

Термины *timber* (строевой лес) и, определяющая его высотное и широтное распространение, *timberline* (верхняя граница распространения леса), указывают – исходя из индоевропейского лингвистического происхождения этих терминов, – на интенсивное использование человеком для строительства разного рода утилитарных объектов из дерева. Следовательно, *timber,* или его вариации в других языках, например, в немецком – *Timber,* в шведском – *timmer,* или в норвежском – *tømmer,* почти во всех толкованиях означает упавшее или мертвое дерево, доску, предназначенную для использования. Применительно к распространению деревьев на север использование термина *timberline forest* должно, таким образом, подразумевать, что эти леса прочно интегрированы в землепользование и хозяйст-

венную деятельность местного населения, которую оно развивает, опираясь на накопленные знания о том, сколько и каких ресурсов необходимо использовать для собственных нужд, чтобы поддерживать базовый уровень благосостояния. Например, Аборигенная Лесная Стратегия, выдвинутая Ассамблеей Первых Народов в Канаде в конце 1990-х.

При быстро меняющихся условиях и всё возрастающем спросе на ресурсы со стороны местного населения и, в основном, извне, эти леса на северной границе их распространения находятся под возрастающим давлением коммерческой и промышленной эксплуатации, которая значительно опережает циклы репродукции характерных видов при существующих природных условиях.

Данная рабочая группа призвана обратить внимание на некоторые из этих вопросов в докладах, статьях, постерах и рабочих обсуждениях в группах с последующим пленарным заседанием, которое должно привести к выводам и рекомендациям для преодоления очевидных «пограничных конфликтов», которые постоянно наблюдаются на всем циркумполярном Севере сегодня. Они нуждаются во внимании и действенных рекомендациях и решениях, которые уважали бы северную окружающую среду и её обитателей.

Я не живу на северной границе леса или рядом с ней. Однако, будучи уже больше двадцати лет владельцем и менеджером (пользователем) лесного участка в вермонтских Грин Маунтинз для строительства, заготовки дров, а также для сбора кленового сока для изготовления сиропа, и изучая последние несколько лет социально-экономические условия в использовании лесов северной горной березы на самом Севере Европы, я понял тревогу жителей Севера о будущем лесов на верхней границе их распространения. Связь этих людей с лесом и их обязательства перед ним реальны, и их голоса должны быть услышаны, а их рекомендации приведены в исполнение.

Я надеюсь, что эта рабочая группа сможет решить хотя бы на часть этих пугающих проблем. Мне остается только пожелать всем Вам интересной и плодотворной встречи и приятного пребывания здесь, в Рованиеми.

Спасибо!

Люгер Мюллер-Вилле
Кафедра Географии, Университет Макджила
Монтреаль (Квебек), Канада.

Рекомендации по природоохранным и социально-экономическим вопросам на северной границе леса

Люгер Мюллер-Вилле

Люгер Мюллер-Вилле (председатель), Валери Барбер, Сакари Канкаанпяа, Брыньяр Скуласон, Суне Сольберг, Оддвар Скре, Пауло Сусилуото, Марья-Лииза Сутинен, Татьяна Власова (члены оргкомитета); Тимо Хелле, Танели Колстрём, Суне Сольберг – председательствующие на рабочих группах; Мария София Айкйо, Томас Р. Аллен, Джон Е. Льюис и др. участники рабочей группы.

Преамбула

Участники рабочей группы, представляющие почти все регионы циркумполярного Севера, единодушны в том, что «Северной границе леса» должно уделяться больше внимания в отношении природоохранных, социально-экономических, культурных и политических условий как внутри, так и извне. Северные леса на границе их распространения представляют собой переходную экосистему между продуктивными лесами (коммерческая лесная индустрия) и природными безлесными территориямиand (тундра), называемую лесотундрой. Благодаря низкой плотности населения эта зона подвергалась более «мягкому» человеческому влиянию. Однако, эта ситуация быстро меняется. Природный и человеческий факторы сталкиваются в этой зоне, поэтому должна быть возможность примирить их.

Было отмечено, что эта встреча позволила расширить обмен идеями между практиками, пользователями и учеными. Настоящие рекомендации вносят вклад в разработку политики и её воплощение в жизнь в отношении насущных проблем людей, живущих на северной границе леса. Предполагается, что эти рекомендации достигнут Министерств охраны окружающей среды, лесной промышленности, экономического развития, образования и науки наряду с другими административными областями во всех полярных странах Арктического Совета.

Общие параметры

Отмечено

... что зона северной границы лесов населена, преимущественно коренными народами, чей статус должен быть признан посредством равноправного партнерства (включая возможные режимы совместного управления) в принятии решений, касающихся, среди прочего, права собственности, управления, традиционных знаний и общего развития на местном и региональном уровнях;

... что зона северной границы лесов обеспечивает базу для многоцелевого использования ресурсов, основанного на знаниях коренных народов о флоре и фауне, чья сохранность представляет первостепенный интерес и для коренного, и для местного населения;

... что существуют значительные региональные отличия на всем циркумполярном Севере и, в частности, в пределах зоны северной границы леса;

... что возникающие процессы участия в исследованиях всё ещё обнаруживают несоответствия из-за использования несопоставимых терминов и концепций между учеными и местным населением как в отношении «научных», так и «традиционных знаний»; заполнить этот пробел посредством общения и использования простого языка;

... что существует насущная необходимость создания союза между местными жителями и научными сообществами для проведения оценки конкретных условий, которые привели бы к повышению культурного и экономического уровня региона. Рабочая группа «Северная граница леса» поддержала просьбу Конгресса Оленеводов Мира (Йохан Матис Тури, президент) стать партнером в исследованиях, направленных на изучение условий и перспектив оленеводства как жизненно важного экономического и культурного выражения коренных народов и местных жителей зоны северной границы леса;

... что обмен информацией и знаниями и способы общения между народами в пределах зоны северной границы леса нужно усилить и расширить, и что лингвистическое и культурное разнообразие поддерживается и усиливается благодаря переводу с одного языка на другой;

... что существует реально ощутимая региональная и глобальная угроза экологии и человеку на северной границе леса, т.е. изменение климата (например, вспышки вредных насекомых, региональные вариации изменений зимних и летних температур, изменения Северо-Атлантических колебаний), эрозия (таяние мерзлоты), различного рода загрязнения, экономическое использование различных ресурсов различными пользователями для разных целей (эксплуатация минеральных ресурсов, лесная

промышленность, выпас диких и домашних оленей и овец, туризм) и энергетические нужды (заготовка дров).

Рекомендации

Данные рекомендации основаны на обсуждениях, возникшие на рабочей группе «Северная граница леса», проведенной в рамках рабочей группы Арктического Совета по устойчивому развитию в Уайтхорсе (Юкон, Канада) в мае 1998 (опубликована в статьях 734 Научно-исследовательского Института Финляндии в 1999 году). Эти обсуждения продолжились на рабочей группе 2002 года, и привели к формулировке целевых рекомендаций, принимающих во внимание условия на Северной границе леса по всему циркумполярному Северу. Рекомендации в отношении загрязняющих веществ и загрязнений были сформулированы AMAP. Основываясь на научном отчете ACIA (Оценка воздействия на климат Арктики), который должен быть закончен к 2004 году, AMAP и CAFF разработают политические рекомендации Арктическому Совету относительно смягчения воздействия климатических изменений в северных циркумполярных регионах.

Общие рекомендации

Создать сеть постоянного социологического мониторинга, т.е. условий жизни и устойчивого управления ресурсами. Основанная на интеграции научных и традиционных знаний, эта сеть будет служить дополнением к существующим программам, таким как AMAP, CAFF, LULC и др.

Специальные рекомендации

1) Взаимодействие человека и леса: социально-экономические и культурные аспекты.

Рекомендовано, для повышения и поддержания человеческих условий в зоне северной линии лесов:

... изучить распределение населения, плотность и социально-экономические условия;

... оценить возможности и перспективы местного и регионального экономического развития, включая акцент на энергетические требования и альтернативные источники энергии (дерево и др.), туризм в местном масштабе, оленеводство, рыболовство и охоту, а также региональную агролесную индустрию;

... провести мониторинг и оценку расширения или ограничения коммерческой лесной промышленности, использования гидроэлектроэнергии, нефте-газовых и минеральных ресурсов, крупномасштабного туризма, характера и инфраструктуры поселений, а так же влияния сохранения ок-

ружающей среды и защитной политики и режимов (т.е. исключение или включение местных интересов) в пределах зоны северной границы леса;

... сделать обзор соответствующих применений законов об охране окружающей среды в циркумполярном регионе;

... оценить различные региональные и национальные определения и уровни стандартов и качества жизни с акцентом на образование и накопление знаний, физическое и психическое здоровье, культурные и лингвистические основы, чувство принадлежности и обязательств перед местом, где живешь;
... оценить политические достижения в области местного управления и контроля, законодательной и административной власти, процессов принятия решений и общественной организации, территориальных претензий и права на землю.

2) Управление ресурсами на северной границе леса

Уже существует несколько мониторинговых систем, на местах документирующих специфические природные изменения на циркумполярном Севере. Предлагается расширить эту сеть, таким образом, чтобы эти мониторинговые схемы стали более целостными в подходах и способностях. Поэтому рекомендуется:

... развивать постоянные циркумполярные сети мониторинга (включая графические) изменений землепользования и растительного покрова (LULC) как часть мониторинговых программ AMAP/CAFF и основать новый открытый и доступный цент данных, чьей задачей будет сбор, сопоставление и координация информации, касающейся изменений в окружающей среде и землепользовании и их влиянии на местные сообщества циркумполярного Севера; расширить спектр этих данных, за счет включения социально-экономических и культурных аспектов;

... основать постоянную рабочую группу по моделированию изменений землепользования и растительного покрова, в которой исследования будут направлены на движущие силы изменений как на местном, так и на глобальном уровне в контексте человеческого фактора;

... разработать модели для прогнозирования воздействия различных способов землепользования, включая модели по оценке риска на региональном и глобальном уровнях в лесной зоне;

... разработать пространственные системы поддержки принятия решений в области управления землепользованием с привлечением местных сообществ, используя возможности таких инструментальных средств, как Географическая Информационная Система (GIS) и Глобальные Позиционные Системы (GPS);

... поддерживать и настаивать на разработке более эффективного законодательства и норм, относящихся к зоне северной границы леса; это также включает необходимость проведения исследований по Оценке природного и социально-экономического влияния на всех территориях зоны северной границы леса.

3) Леса и оленеводческое хозяйство на северной границе леса

Оленеводство подвержено изменениям, угрозам и давлению в региональном, национальном и международном (глобальном) масштабе. Особое внимание уделяется устойчивости оленеводства, которое сегодня конкурирует за пространство и ресурсы с другими отраслями промышленности. Устойчивость включает в себя экологические, социально-культурные и экономические аспекты. Для усиления позиции оленеводов на северной границе леса рекомендуется:

... достичь полной интеграции и партнерства оленеводческих сообществ в процессах принятия решений при полном признании традиционных знаний;

... укрепить правовой и политический статус оленеводов с условием, что социально-культурное и лингвистическое пространство будут поддерживаться и развиваться для оленеводческих сообществ;

... разработать методы, обеспечивающие экономические возможности оленеводства, как мелкомасштабной промышленности с постоянной занятостью и стабильным уровнем дохода;

... проводить мониторинг и постоянное картирование оленеводческого землепользования разных видов на местном уровне и разработать пояснительные модели, включающие конкуренцию землепользователей на одной территории в одно и то же время.

4) Поддержание биоразнообразия в зоне северной границы леса

Поддержание биоразнообразия в зоне северной границы леса является критическим моментом. Поэтому рекомендуем:

... разработать и внедрить международно-совместимое законодательство и нормы для защиты экосистем в зоне северной границы леса и прилегающих территорий в качестве широких буферных зон для гарантии биоразнообразия;

... поддерживать природную структуру лесов и позволить естественным факторам сохранять биоразнообразие и способствовать природным сукцессиям;

... избегать разрушения и чрезмерного использования биоресурсов в соответствии с репродуктивными циклами; проводить наблюдения за сбором урожая биоресурсов с использованием новой и имеющейся техники;

... использовать изменения в экосистемах в качестве индикаторов влияния человека, например, применять биоразнообразие как индикатор изменения климата;
... гарантировать признание того, что и научные, и традиционные знания формируют базу для устойчивого управления биоразнообразием;

... способствовать сертификации экологического туризма (т.е. рекреации на открытом воздухе) с минимальным воздействием на природные условия.

Устойчивое развитие зоны лесотундры в России: проблемы и перспективы

Татьяна Кузьминична Власова

Резюме

В этой статье проблемы и возможности устойчивого развития зоны лесотундры в России рассматриваются в рамках пяти взаимосвязанных сфер:

1) Духовно-культурные возможности
2) Борьба с бедностью и достижение более высокого качества жизни
3) Проблемы экологически неустойчивой экономики и пути их решения.
4) Перспективы экосистемного управления в восстановлении природной среды и ее защите
5) Участие местного населения и других “заинтересованных лиц” в принятии решений и разработке местных программ устойчивого развития.

Изменения в экотоне лесотундры могут оказаться ключевыми для понимания последствий происходящих глобальных изменений и, соответственно, для разработки необходимых стратегий управления природными ресурсами. Поэтому международное сотрудничество, сфокусированное на решение многих общих проблем устойчивого развития этой зоны приобретает особую значимость. Автор, в своем докладе, рекомендует создание в зоне лесотундры постоянно действующей сети мониторинга состояния условий жизни и устойчивости, на основе интеграции научных и традиционных знаний местного населения.

Введение

Я высоко оцениваю проект рабочей группы по Устойчивому Развитию Арктического Совета «Устойчивое развитие зоны лесотундры» особенно потому, что его идея основана на экосистемном подходе к решению проблем окружающей среды и развития, глубоко всех нас затрагивающих.

Мы обсуждаем проблемы и перспективы устойчивого развития широтной зональной экосистемы, которая в англоязычной научной литературе получила разные наименования (Northern Timberline Forests, taiga-tundra, boreal tundra woodland). В России эта экосистема обычно именуется зоной лесотундры. Она, занимая промежуточное положение между тундрой и тайгой, протягивается беспрерывной полосой на более чем 13 400 км по всей территории Арктики. В целом, в соответствии с Лесной Энциклопедией (1985), зона лесотундры в России покрывает около 45 млн. га территории. Она образует узкую полосу на Кольском полуострове и протягивается далее вблизи от Полярного круга к Уральским горам. За Уралом лесотундра представляет собой достаточно широкую зону, распространяющуюся к берегам Тихого океана. В среднем, ширина зоны лесотундры от ее северных до южных границ составляет до 300 км. (Arctic Flora and Fauna 2000; Countries and Peoples 1983; FAO 2001, Приложение D. Рис.1 и 2). На всех континентах, в Северной Америке, Европе, Азии, лесотундра выполняет чрезвычайно важную функцию переходной экосистемы, поддерживая разнообразие глобального растительного покрова и биоразнообразия, обеспечивает стабильность глобального климата. Ее переходность (или маргинальность) проявляется в особенностях быта и культуры проживающих на ее территории народов, видов хозяйственной деятельности, социальных форм организации, типов расселения и т.д.

Я хотела бы подчеркнуть, что все мы, работая вместе в рамках инициативного проекта Международного Научного Арктического Совета «Динамика границы зоны лесотундры», в статьях для специального журнала АМБИО (AMBIO) признали, что лесотундра - это не просто линия пограничных лесов, а экосистемная зона, имеющая северную и южную границы (Callaghan et al. 2002). Изучая эту зону на глобальном уровне, можно заметить, что несмотря на национальные и региональные различия, лесотундра имеет много общих физико-географических (природных) черт и в соответствии с ними – некоторые общие проблемы устойчивого развития, касающиеся экологической, экономической, культурной и управленческой сфер жизнедеятельности. Во многих государствах это социально и экономически маргинальная и экосистемная зона, имеющая одни и те же экологические проблемы.

Ее общая характерная черта, по всей видимости, заключается в том, что в глобальной окружающей среде она выполняет роль экотона (или переходного пояса), зоны изменения в характеристиках системы, где отношения между компонентами наиболее напряжены и чувствительны к изменениям. Фиксация этих изменений в экотоне может оказаться ключевой для понимания происходящих глобальных изменений и соответственно для разработки необходимых стратегий управления природными ресурсами. Поэтому для устойчивого развития этой зоны требуется международное сотрудничество, разработка и принятие конкретных мер на локальном, национальном и международном уровнях. При этом особенно перспективным представляется внедрение экосистемного управления, как нового механизма позволяющего интегрировать и комплексно рассматривать многие аспекты устойчивого развития зоны лесотундры.

Как антропогенные, так и природные факторы влияют на динамику зоны лесотундры и эти факторы тесно взаимосвязаны друг с другом. В научно-исследовательских работах основное внимание уделяется природным факторам, меньше - социально-культурным, экономическим и политическим. Если мы изучаем их по отдельности, то это затрудняет понимание сложных взаимосвязанных друг с другом воздействий и поиск конструктивных путей их регулирования. Только целостный подход к проблеме может дать основу для успеха. Каждая страна выбирает свой собственный курс в соответствии с особенностями культуры, истории, выдвигаемыми ею социальными и экономическими приоритетами, а также институциональной и политической структурой. Проблемы и возможности устойчивого развития зоны лесотундры в России могут быть схематично рассмотрены в рамках пяти взаимосвязанных сфер:

1) Духовно-культурные возможности
2) Борьба с бедностью и достижение более высокого качества жизни.
3) Проблемы экологически неустойчивой экономики и пути их решения.
4) Перспективы экосистемного управления в восстановлении природной среды и ее защите.
5) Участие местного населения и других "заинтересованных лиц" в принятии решений и разработке местных программ устойчивого развития.

1 Духовно-культурные возможности

Зона лесотундры в России - дом для многих народов. Ее характерной чертой является высокий уровень культурного и этнического разнообразия. На территории этой зоны проживают коми, якуты, русские, а также многие коренные малочисленные народы - саамы, ханты, селькупы, кеты, долганы, энцы, эвенки, эвены, нганасаны, чукчи, юкагиры. Южную и северную границы зоны лесотундры можно рассматривать в качестве культурно-этнических рубежей. Например, ненецкие оленеводы, в чем распоряжении находятся крупные стада олений, как правило кочуют в зависимости от сезона года из тундры к северной области зоны лесотундры. В то время как Коми, живут ближе к южной границе лесотундры (граница с таежной зоной), поскольку этот преимущественно оседлый народ, всегда предпочитал жить и заниматься хозяйством в лесной зоне.

Коренные народы лесотундры обладают культурным наследием и духовным опытом, насчитывающим тысячелетия. Проблемы устойчивого развития этими народами могут обсуждаться только в контексте их культурных традиций. Для целостного восприятие коренными народами окружающего мира и всех проблем устойчивости и развития требуются более широкие представления, чем простой лингвистический или семантический анализ. Эти представления основываются на глубинных культурных

ценностях. Природа, земля у этих народов являются неотъемлемой частью их жизни, а концепция «Священной Земли» служит основой их религий.

Существование самых малочисленных коренных народов в настоящее время находится под угрозой. Сейчас осталось только 209 энцев, 1113 кетов, 1140 юкагиров и 1278 нганасан. Мы должны признать, что культурное, этническое и духовное многообразий - наше всемирное богатство и оно в России, в настоящее время находится в опасности. Поэтому особое внимание должно уделяться защите духовной и материальной культуры, традиций, основ самоидентификации и этнической эволюции коренных народов. Это наиважнейшее условие развития зоны лесотундры в России.

2 Борьба с бедностью и достижение более высокого качества жизни

Зона лесотундры в России - район социальной неустойчивости. Одним из ее индикаторов является то, что она, как и весь Север России, испытывает процесс депопуляции, который отражает глубокий культурный, демографический и экономический кризис. В соответствии с последними данными Госкомстата, опубликованными в 2002 году, прогнозируется, что если современная демографическая тенденция сохранится , население России к 2050 году сократится на 30 %. Как сообщил Госкомстат агентству новостей Интерфакс в апреле 2002 года, численность населения в России к середине века может упасть с 144 млн. до 102 млн. человек. В соответствии с более пессимистическими прогнозами, население может сократиться даже на 47 %. Причины сокращения численности населения в данном материале не рассматриваются, хотя в более ранних исследованиях, указывается на плохую экономическую ситуацию, загрязнение окружающей среды и сильный стресс, которые испытывает население. Госкомстат констатирует, что средняя продолжительность жизни мужчин в России сейчас 59 лет, а женщин - 72 года. (Russian Environment Digest 2002).

Сокращение численности населения на Севере России – следствие как отрицательного естественного прироста населения (сокращение рождаемости и повышение смертности), так и роста миграции из регионов Севера. Например, с 1992 года в Архангельской области и с 1993 года в Мурманской уровень смертности стал превышать уровень рождаемости (Lausala and Valkonen 1999). В 1989-1990 гг., средняя продолжительность жизни в Баренцевом регионе достигла тех же величин, что в Российской Федерации в целом и составила 69.4 года. За перод 1989-96 гг., однако, продолжительность жизни снизилась до 66 лет в Российской Федерации и до 64.6 лет в Баренцевом регионе (Lausala and Valkonen 1999).

Чрезвычайно высокий уровень смертности наблюдался в этот период (1990-1996 гг.) среди коренных народов, живущих в арктических и субарктических зонах (именно в пределах зоны лесотундры). В этот период смертность среди коренных народов живущих в лесотундре возросла на

35.5% (Абдулатипов 1999). Также важно отметить и то, что в течение последних десятилетий характер смертности изменился: основной группой риска становятся не дети, а люди репродуктивного возраста, а основной причиной становится не заболеваемость, а самоубийство, убийство или же несчастный случай. Сейчас становится очевидным, что основная беда заключается в разрушении традиционного образа жизни коренных народов, и в первую очередь лесотундрового и тундрового оленеводства, как основы жизни многих жителей.

Наиболее сильный ущерб традиционному образу жизни и хозяйству нанесла государственная политика 1960-ых гг., когда проводилось переселение коренных народов из небольших поселений в крупные поселки. Эта насильственная политика заложила начало культурному и экологическому дисбалансу в структуре расселения коренных народов и традиционном образе жизни в целом. Переселение, жизнь в крупных поселках в качестве национальных меньшинств, массовое отделение от родителей их детей для обучения в интернатах, сокращение площадей территорий традиционного природопользования и снижение реальной возможности заниматься традиционным хозяйством - все это привело к духовному и социальному кризису коренных народов.

С 1970-ых гг. скрытая безработица становится широко распространенным явлением среди коренных жителей, семья, род и традиционная культура начинают разрушаться. Эти проблемы привели к сокращению естественного прироста населения и его общей численности. В последние годы разрушение традиционных видов хозяйственной деятельности, особенно оленеводства, продолжается. Это вызвало резкий рост безработицы и значительно снизило уровень и качество жизни. За период с 1994 по 1996 гг. численность работающих коренных жителей на Севере снизилась в среднем до 32.5 % от общей численности, и сейчас, по официальной статистике, 25-30 % физически здорового и умственно полноценного населения, принадлежащего к коренным малочисленным народам Севера, не имеют постоянно оплачиваемой работы. При этом, молодое поколение, в возрасте менее 25 лет, составляет значительную долю всех безработных (для некоторых коренных народов эта цифра составляет 35-40 %).

К тому же, численность и плотность населения в зоне лесотундры в настоящее время уменьшается в связи с общей тенденцией оттока населения с Российского Севера. Для зоны лесотундры специальное исследование должно быть проведено для определения численности мигрирующего населения. Доступная к настоящему времени статистика свидетельствует о том, что 1 млн. жителей трудоспособного возраста покинули российскую Арктику и Субарктику за период с 1992 по 1998 гг., что составляет около 10% от численности всего населения, проживающего в этом регионе (Доклад Госкомсевера 1999). К примеру, по Баренцеву региону, общая чистая миграция населения за период с 1993 по 1997 гг. составила 169700 человек. Таким образом, 75 % снижения численности населения в этом регионе было обусловлено чистой миграцией и только 25 % - естественным уменьшением населения (Lausala and Valkonen 1999).

Социальные бедствия, связанные с безработицей, бедностью, болезнями, разрушением семьи, самоубийством и алкоголизмом в зоне лесотундры России усугубляются и растут быстрыми темпами. Поэтому задача устойчивого развития в социальной сфере заключается в повышении качество жизни, благосостояния и здоровья, особенно среди наиболее уязвимых групп населения. Эта задача должна осуществляться при учете усиливающегося негативного влияния факторов загрязнения и деградации окружающей среды (воздуха, воды и почвы) и происходящих климатических изменений.

3 Проблемы экологически неустойчивой экономики и пути их решения

Можно наблюдать достаточно резкое увеличение экономической активности, плотности населения, уровня урбанизированности и, в целом, «прессинга населения» на природную среду по направлению с севера на юг, т.е. от зоны тундры, через переходную зону лесотундры, к тайге. Плотность сухопутного и речного транспорта, число городов и других населенных пунктов также увеличивается в этом направлении. Мы можем наблюдать эту пространственную тенденцию анализируя карты Всемирного Атласа Ресурсов и Окружающей Среды (см. Resources … 1998). Мы можем также наблюдать, что средняя плотность населения в пределах зоны лесотундры колеблетстя от одного и менее человек на 1 квадратный километр (Географический атлас…1980). Изолиния 1 человек на квадратный километр обычно рассматривается в качестве пограничной линии между экономически развитыми, заселенными регионами и слаборазвитыми районами с более низкой плотность населения (с редко встречающимися населенными пунктами). Таким образом, с социально-экономической точки зрения, зона лесотундры может правомерно относиться к переходной, маргинальной зоне.

Определение южной и северной границ этой переходной зоны - не только теоретическая, но и практическая задача, поскольку специальная региональная экологическая и экономическая политика необходима по отношению к Северу России в целом. В течении многих лет ученые пытались разработать интегральные социо-природные критерии для установления границы Севера. В 1970-ых гг. как в России, так и в Канаде, в качестве критерия южной границы Севера была предложена агроклиматическая граница постоянного земледелия открытого грунта (сумма активных температур во время вегетационного периода свыше 1600ºС). Эта граница совпадает в общих чертах с южной границей зоны лесотундры (Мортон 1970; Агранат 1984). Северная граница зоны лесотундры проходит по границе лесов, за которой деревья уже совсем не встречаются. Деревья обычно начинают появляться при сумме активных температур свыше 700º С ,хотя их рост также определяется региональными различиями во влажности.

Для того, чтобы составить более полное представление о современных проблемах окружающей среды и развития в зоне лесотундры, посвятим несколько слов истории ее заселения и хозяйственного освоения.

Антропогенное воздействие на природу зоны лесотундры и трансформация ее ландшафтов особенно возросли в 16 веке. Это было обусловлено задачами дальнейшего освоения новых территорий в Западной Сибири, которая к тому времени была достаточно слабо заселена. Традиционные культуры народов, населяющих эти земли были достаточно хорошо адаптированы к природно-климатическим условиям этой маргинальной зоны. Эти народы обладали достаточно гибкими механизмами хозяйственного приспособления к сезонно-изменчивым условиям окружающей их природной среды, что достаточно ясно проявляется в традиционных способах природопользования, практиковавшихся в оленеводстве, локальном земледелии, собирательстве и т.д. Например, номадизм, был наиболее культурно и экологически адаптированным способом традиционного природопользования для нескольких коренных народов, живущих в тундре и лесотундре. Традиционный образ жизни и культура северных народов, их ценности, потребности и желания были также хорошо адаптированы к неустойчивым, трудно предсказуемым и чувствительным к любому антропогенному воздействию природным условиям. Г.И.Танфильев (1953), широко известный дореволюционный ученый, считал, что оседлый образ жизни в тундре бы практически невозможен и что сезонные кочевания людей со стадами оленей в зоне лесотундры- самый оптимальный образ жизни. Он позволял снизить степень отрицательного воздействия человеческой деятельности на природу лесотундры, однако нельзя отрицать и то, что вокруг поселений и на естественных пастбищах так или иначе, образовывались локальные очаги деградации природной среды, которые, однако, не могут быть сравнимы с последствиями современных воздействий.

Промышленное воздействие в зоне лесотундры возросло с приходом 20-ого века, вначале в связи с развитием лесной промышленности, а затем, 50-60 лет назад, в связи с крупномасштабной добычей и переработкой минеральных и топливных ресурсов. Принимая во внимание экологическую значимость зоны лесотундры и возрастающее антропогенное воздействие, в 1959 году специальным законом правительства, в ее пределах была образована защитная полоса притундровых лесов, охватывающая 21.1 млн. га (Лесная энциклопедия 1985). Таким образом, около половины территории зоны лесотундры попала под особый природоохранный режим.

Стратегия, направленная на ликвидацию кочевого образа жизни коренных народов была разработана в 20-ом веке в рамках «социалистической реконструкции» сельского хозяйства. С 1968 по 1989 гг. около 23.3 тысяч оленеводов были вынуждены отказаться от своего кочевого образа жизни и поселиться в крупных поселках (АМАР 1998). Подобная политика привела к серьезным социальным и экономическим проблемам в жизни коренных народов. Хотя, с 1990 года государственная политика, направлен-

ная против кочевого образа жизни, перестала осуществляться, количество оленей с тех пор не увеличилось.

На общем фоне продолжающегося социального упадка наблюдаемого в зоне лесотундры, антропогенное воздействие на окружающую среду в ряде ее районов существенно превышает природную емкость территории. Это негативное явление наблюдается в районах широкомасштабного освоения нефтегазовых ресурсов, лесной промышленности, лесоперерабатывающих и металлургических комплексов, а также в ряде оленеводческих регионов в пределах зоны лесотундры.

Во многих районах зоны лесотундры и граничащей с ней таежной и тундровых зонах, наблюдается деградация экосистем, в том числе происходит антропогенное обезлесивание лесотундры. Фрагментация лесов и расширение полностью лишенных лесной растительности площадей наблюдается как около южной границы зоны лесотундры , так и в пределах таежной зоны. Эти процессы вызваны как механическим воздействием на экосистемы, так и химическим воздействием промышленных выбросов и загрязнителей. В качестве очевидного примера последствий антропогенного воздействия в зоне лесотундры может служить тот факт, что в Архангельской области и республике Коми наблюдаемая к настоящему времени южная граница зоны лесотундры проходит на 40-100 км к югу от защитного пояса притундровых лесов (Semenov & Ogibin 1998). Антропогенное воздействие является также причиной сдвига северной границы зоны лесотундры (граница с тундровой зоной) к югу. В результате, в соответствии с опубликованными данными, общая площадь антропогенной тундры и лесотундры, протягивающаяся от Кольского полуострова до Чукотки, составляет около 470-500 тыс. кв. км (Крючков, 1991).

Наиболее сильное воздействие на природную среду лесотундры и всего Севера России оказывает промышленность, хотя эксплуатация возобновимых природных ресурсов, особенно вырубка лесов, стали наносить все более серьезный ущерб. Вклад таких видов антропогенного воздействия как туризм и рекреация (включая спортивный отдых и рыболовство) в разрушение экосистем лесотундры повышается и, вполне возможно, что в ближайшем будущем их воздействие может быть сравнимо с аналогичными видами деятельности на севере Америки и Западной Европы. Уже в 2000 году более 1.5 млн. туристов посетило Арктику в целом (Arctic Flora and Fauna 2000).

Зона лесотундры деградирует в результате загрязнения воздуха, воды, почв, биоты, вызванного промышленными выбросами местных горно-металлургических и лесоперерабатывающих предприятий, разведкой и добычей нефтегазовых месторождений, влиянием изолированных поселков, разбросанных по всему Северу, а также воздействием транспортных средств. Ощутимо также воздействие кислотных осадков, в основном поступающих с Запада.

Антропогенное воздействие горно-металлургических комбинатов на ландшафты зоны лесотундры изучалось в нескольких горячих точках, включая район г. Норильск и Кольский полуостров. Здесь степень нарушенности экосистем зависит как от объема промышленных выбросов, их химического состава, от времени существования завода, характера почвенно-растительного покрова, рельефа и климата, так и от эффективности существующей системы контроля за выбросами и рекультивации ландшафтов.

В зоне лесотундры наибольшее загрязнение вызывают три перерабатывающих завода. Это Норильский комбинат в Красноярском Крае (город Норильск) с ежегодным объемом выбросов в атмосферу, составляющим 2140 тыс. тонн (1998) и два завода на Кольском полуострове в Мурманской области - завод «Печенеганикель» (поселок Никель) с объемом выбросов 197.4 тыс. тонн и завод «Североникель»
(город Мончегорск) с выбросами в 99.3 тыс т (Государственный доклад …1999). Недавно стали доступны новые данные касающиеся воздействия Норильского комбината (Integrated Ecosystem … 2000). По этим данным, ежегодные выбросы Норильского комбината составляют уже 2.3-2.5 млн. тонн, 90 % которых образует двуокись серы. На основе спутниковой информации, в результате долговременного воздействия подобных выбросов, на Таймыре (Долгано-Ненецкий Автономный Округ), 45 млн. га охотничьих угодий, обрабатываемых земель и оленьих пастбищ стали хозяйственно непригодными (Toutoubalina and Rees 1999).

В исследованиях воздействия горно-металлургических комбинатов в Мончегорске и Норильске выделяется как правило 4-5 зон деградации экосистем, окружающих эти комбинаты (Крючков 1991; Кравцова В.И. и др., 1996; AMAP 1998; Integrated Ecosystem … 2000). Различные системы классификации типов промышленной деградации экосистем были интегрированы, что дало возможность получить универсальную схему зон деградации (Vlassova 2002). Формирование подобных зон деградации экосистем приводит к сдвигу северной и южной границ зоны лесотундры к югу. На севере зона лесотундры трансформируется в антропогенную тундру, в то время как на юге, антропогенная лесотундра, а иногда и тундра, особенно в зоне промышленного бедленда, «вторгаются» в таежную зону.

Подсчитано, что для стабилизации экологической обстановки в индустриальных районах Кольского полуострова требуется, чтобы ежегодные выбросы на каждом из предприятий были снижены до 10 тыс. тонн в год (Крючков 1997). В целом по Мурманской области объем выбросов не должен превышать 25-30 тыс. тонн. Однако, по нашим подсчетам, основанных на данных последнего отчета «Состояние окружающей среды» (1999), выбросы вышеуказанных заводов в настоящее время в 20 раз превышают норму, при которой можно было бы начинать рекультивацию.

Серьезное воздействие на зону лесотундры оказывает разработка нефтегазовых месторождений. Самым сильным и опасным воздействием нефтегазового комплекса на экосистемы лесотундры является химическое

загрязнение . Нефтедобывающая промышленность загрязняет атмосферу углеводородами, оксидами, тяжелыми металлами (в результате сжигания газа и нефти). Значительный ущерб природной среде причиняют компрессорные станций, бойлерные, транспортные средства, работы по строительству дорог и трубопроводов, а также разливы нефти при ее добыче. Нефть и газ и сопутствующие им продукты, обладая возможностью мигрировать по пищевым цепям, представляют огромную экологическую опасность. Они разрушают растительность, снижая темпы роста и фотосинтеза, затрудняя процессы дыхания, нарушают корневую систему, листовое покрытие и репродуктивные органы. Их общее воздействие на фотосинтез приводит к деградации растительного покрова в целом, уменьшению биоразнообразия и снижению биологической продуктивности. Дороги, трубопроводы, линии электропередач, непосредственно связанные с разработкой нефтегазовых месторождений, приводят к фрагментации огромных по площади территорий, изолируя растительные и животные сообщества (Arctic Flora and Fauna 2000).

Колоссальны потери нефти во время ее транспортировки. На пресс-конференции, проводившейся в главном офисе Интерфакса 19 марта 2002 года, было сообщено, что потери нефти при транспортировке в России составляют от 3 до 7 % объема ее добычи, в то время как, по международным стандартам, возможны потери не превышающие 0,1 % от объема добычи. Действительный член Российской Академии наук и вице-президент Российской Академии экологии - Виктор Данилов-Данилян, оповестил присутствующих о том, что 73 % всех основных российских нефтепроводов действуют более 20 лет, а 40 % из них старше 30 лет. При этом, стандартный срок эксплуатации нефтепроводов составляет 33 года (Russian Pipelines ... 2002). Только в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономном округах, разработка нефтегазовых месторождений и все связанные с ней негативные воздействия привели к невосполнимой, в условиях хрупких к воздействию арктических экосистем, потере 11 млн. га оленьих пастбищ в зоне лесотундры и тундры, также более 100 больших и малых рек были загрязнены (Проект федеральной... 2000). Подобные огромные площади деградированных земель вызваны усилением и расширением эффекта прямого воздействия нефтегазовой промышленности. Зоны нефтегазодобычи обычно занимают земли естественных пастбищ, вследствие деградации которых, значительно больший антропогенный пресс падает на другие естественные пастбища, находящиеся за пределами самой индустриальной зоны.

Воздействие деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности огромно в связи с высоким уровнем ее концентрации в таежной зоне вблизи от южной границы зоны лесотундры. Выбрасываемые ею загрязняющие вещества (оксиды азота, сернистый ангидрид, неорганическая сажа) наносят колоссальный ущерб лесам и экосистеме в целом. Наиболее серьезное загрязнение производит Новодвинский целлюлозно-бумажный комбинат (в Архангельской области), расположенный на границе лесотундры с таежной зоной. Здесь, в 1998 году выбросы загрязнителей составили 49,300 тонн. Следующий по объему выбросов следует

Котласский ЦБК (г.Коряжма, Архангельская область), который выбрасывает ежегодно 26,200 тонн загрязнителей. Третье место занимает Сыктывкарский лесообрабатывающий комбинат в республике Коми, который выбрасывает 25,000 тонн загрязнителей (Государственный доклад… 1999). Воздействие этого комбината, который находится в зоне таежных лесов с преобладанием сосны и ели, с лесным покрытием около 74% площади территории, было проанализировано учеными научного центра Коми, Российской Академии наук. Эти исследования показали, что довольно мощному антропогенному воздействию подверглись леса, окружающие город Сыктывкар кольцом шириной до 50 км. Самому сильному воздействию, где допустимый уровень превышен в 100-150 раз, подверглась зона, находящаяся в радиусе 3,5 км от комбината. Следующая зона воздействия, где допустимые нормы превышены в 20-100 раз, находится на расстоянии трех км от первой зоны и вытянута по направлению превалирующих ветров. Следом за ней протягивается следующая зона умеренного воздействия, где допустимые нормы превышены в 4-20 раз. Протяженность этой зоны пока еще точно не определена (Освоение Севера…1997). Территории вокруг подобных индустриальных центров, ранее находящиеся в таежной зоне, превращены в антропогенные лесотундровые и тундровые экосистемы.

Воздействие изолированных северных поселков и инфраструктуры на зону лесотундры не может игнорироваться. Вследствие изолированности и отдаленности, основными источниками поступления энергии, обеспечения теплом и светом в северных поселках служат уголь, жидкое топливо (дизельные электростанции) и дрова. Энергетичиеский кризис приводит и может в дальнейшем привести к увеличивающемуся объему использования дров и, соответственно, к вырубке лесов в зоне лесотундры и тайги в районах примыкающих к крупным селениям. Поселок с населением 10 тыс. жителей имеет обычно не менее 10 котельных. В результате в атмосферу выбрасывается большое количество SO_2, Ni, пыли и других загрязняющих веществ. Ореолы загрязнения вокруг населенных пунктов радиусом в несколько километров, соответствуют нагрузкам второй и третьей зон загрязнения вокруг горно-металлургических комбинатов.

Сильное антропогенное воздействие на лесотундру и традиционный образ жизни коренных народов оказывают горные электростанции. В частности, в результате строительства одной из них на реке Колыма, значительные площади оленьих пастбищ были затоплены. Более того, жители национального поселка Оротук (Тенский район), который находится в непосредственной близости к этой станции не имеют постоянного доступа к электроэнергии, а иногда, в течение нескольких месяцев в году в их домах и вовсе нет электричества. Принимая во внимание существующий дефицит в обеспечении энергией изолированных и отдаленных поселков в зоне лесотундры и северной тайги и увеличивающиеся потребности в дровах, охотникам и оленеводам должен регулярно поставляться баллонный газ, что поможет останавливать отступление лесов на юг и будет способствовать улучшению экологической обстановки на Севере в целом.

Гусеничный транспорт также усугубляет экологическую обстановку в большинстве северных поселений и его окрестностях. В результате его воздействия окрестности большинства северных поселков имеют холмисто-эрозионный рельеф и небольшие куртины растений, чаще всего злаков. Гусеничный транспорт существенно разрушает растительность как зоны тундры, так и лесотундры. Проведенные ранее исследования показали, что в России 15% территории тундры и лесотундры деградировано вследствие транспортного воздействия. Оно также способствует таянию вечной мерзлоты, эрозии и развитию термокарста. В некоторых районах, на юге тундры и в зоне лесотундры, скорость образования термокарста составляет 10-12 см в год. (Arctic Research 1990). Специальные исследования необходимы для понимания того, в каких районах образование термокарста обусловлено антропогенным воздействием, а где ходом естественных процессов, например изменением климата. Объем выбросов (сернистый ангидрид, оксиды азота, углеводорода, оксида углерода и соединений свинца) от автотранспорта в зоне лесотундры также значительны. Например, в Мурманской области, выбросы от автотранспорта составляет 160.6 тыс. тонн, что почти что приравнивается к выбросам комбината Печенганикель (Государственный Доклад…1999).

Устойчивое освоение лесных ресурсов зоны лесотундры - чрезвычайно важная проблема, несмотря на то, что лесотундра менее эксплуатируется в лесной промышленности (в силу меньшей привлекательности для деревообработки и коммерческой ценности низкорослого кустарникового и тонкомерного древесного материала), чем зона тайги. Однако леса лесотундры представляют большую природоохранную ценность и эти леса чрезвычайно важны в жизни и традиционной хозяйственной деятельности коренных народов, населяющих территории зоны лесотундры. Тем не менее, в последние десятилетия, коммерческая рубка лесов стала продвигаться в зону лесотундры. Например, на северо-западе России, было зафиксировано, что промышленная лесозаготовка стала продвигаться в зону лесотундры в некоторых районах уже с 1960-ых годов, приобретая все большие масштабы к 1990-ым годам (Arctic Flora and Fauna 2000).

Если система мер по защите ценных малонарушенных лесов на северо-западе России не будет введена в течении ближайших одного-двух десятилетий, то по мнению координатора Гринпис Алексея Ярошенко, «естественные леса превратятся в гигантские плантации березовых редколесий» (Greenpeace Protests … 2002). Большие возможности на пути устойчивого развития зоны лесотундры в России представляет использование опыта Светогорского комбината, который принял решение не закупать древесину девственных лесов. Важно, чтобы подобное решение принималось также и другими российскими и зарубежными целлюлозно-бумажными комбинатами (O'Flynn 2002). Современные методы промышленного освоения лесных ресурсов наносят огромный ущерб как биологическому разнообразию так и оленеводству. Начиная с 1960-ых гг. способ сплошных лесосечных рубок превалировал в России. Подобный способ, особенно на границе с зоной лесотундры, а иногда даже в ее пределах, чрезвычайно опасен для экосистемы, поскольку скорость восста-

новления растительности в условиях вечной мерзлоты и распространения термокарста крайне замедлена. Ареалы вырубок быстро заболачиваются, и этот процесс практически невозможно замедлить. В результате, под воздействием промышленного освоения лесных ресурсов происходит обезлесивание северных бореальных лесов и граница зоны лесотундры сдвигается к югу, в таежную зону. Трансформация северной части таежной зоны в антропогенную лесотундру в России идет полным ходом.

Не существует статистики непосредственно касающейся лесов зоны лесотундры. Тем не менее очевиден тот факт, что лесозаготовительные работы будут и далее расширяться, продвигаясь из таежной зоны в лесотундру, где еще существуют достаточно большие «острова» старовозрасных притундровых лесов. Подобное продвижение лесозаготовительных работ в зону лесотундры в основном будет касаться Европейской части России, где до сих пор существует около 13 % всех старовозрастных лесов бореального пояса (Aksenov et al. 1999).

Романтическое представление о существовании бескрайних просторов таежных лесов покрывающих пространство России не оправдано, о чем предупредили исследователи на презентации первого атласа лесов страны (O'Flynn 2002). В атласе представлена информация об оставшихся массивах девственных лесов, основанная на тысяче космических снимках и сотни наземных обследований в отдаленных частях страны. Девственный лес определяется как массив площадью не менее 50 000 гектаров, не испытавший заметного антропогенного воздействия. Девственный лес служит местообитанием многих видов флоры и фауны и целого ряда сообществ. Только 9 % лесной площади Европейской территории России не испытала заметного хозяйственного и антропогенного воздействия. Согласно данным авторов вышеуказанного атласа, около 50 % оставшихся девственных лесов приурочено к пяти регионам Сибири. В докладе указывается на негативную роль антропогенных пожаров, лесозаготовительных работ и горнодобывающей промышленности в сокращении площади девственных лесов (O'Flynn 2002).

Промышленное освоение лесных ресурсов становится все более и более выгодной отраслью экономической деятельности на Российском Севере и производство деловой древесины увеличивается. Только в течение одного лесозаготовительного года (1998-1999 гг.), объем производства деловой древесины увеличился на 20-30 %. В Архангельской, Иркутской областях и республике Коми, имеющих выход к морям и, соответственно, лучшие возможности экспорта, выпуск деловой древесины увеличился на 25-30 % (Доклад о …, 2000). В работе «Последние из Последних» подчеркивается, что «большая часть древесины, добываемой в настоящее время в старовозрастных лесах и даже, в притундровых лесах (в зоне лесотундры) Европейской части России экспортируется в Западную Европу, особенно в северные страны. Западные импортеры и потребители должны разделять вместе с российскими лесопромышленниками и администрациями ответственность за уничтожение в России последних сторовозрастных лесов. Поэтому и защита оставшихся массивов старовозрастных лесов в Евро-

пейской части России также должна войти в сферу из совместной ответственности». (Aksenov et al. 1999).

Экологичекая организация Гринпис утверждает, что западноевропейские компании получают хорошую прибыль от ежегодного импорта 30 млн. куб. м древесины из России. Но они мало заботятся об экологических последствиях лесозаготовительных работ в России, хотя необходимы стандарты успешно применяются в их собственных странах (Europe's Timber … 2002). «Немцы проявляют большую озабоченность по поводу состояния окружающей среды у себя дома; хорошо было бы, если они смогли экспортировать ее в Россию» - говорит Стефан Хюетнер, волонтер Гринписа из Берлина. Он примкнул к 15 российским, немецким и австрийским активистам, которые 15 марта 2002 года устроили акцию протеста около посольства Германии в Москве и около деревоперерабатывающих предприятий в Архангельске. Российские эксперты также озабочены двойными стандартами тех стран, которые получают прибыль на основе эксплуатации природных ресурсов в России. «Запад обычно рассматривает Россию в качестве источника поступления сырья, не думая о будущем, и только желая быстро разбогатеть на освоении природных богатств России» - говорит Алексей Яблоков, советник бывшего президента России Бориса Ельцина.

Гринпис считает, что администрация Архангельской области «следует безответственной и краткосрочной политике, не обращая внимания на хищнические методы рубки деревьев в этих уникальных лесах». Кроме того, в соответствии с данными экологов, местная администрация прекратила создание проектируемых новых национальных парков, таких как «Онежское поморье и «Беломорско-Кулойское плато». В результате, старые ельники заменяются вторичными березово-осиновыми порослями и население, так называемых «лесных деревень», остается без необходимого для жизни и традиционной хозяйственной деятельности леса и без надежды на будущее» (Greenpeace Protests … 2002). Местный житель, лесник Анатолий Спицин, который содержит свою жену и одного ребенка на ежемесячную зарплату в 2500 рублей (около 85 американских долларов), считает, что если компании будут продолжать рубку старовозрастных лесов, то «они должны будут куда-нибудь переселить нас всех, потому что лес дает нам то, что позволяет жить» (Europe's Timber …2002).

Учитывая то, что леса и пастбища зоны лесотундры и северной тайги используются коренными народами в традиционных видах хозяйственной деятельности, таких как охота, собирательство и оленеводство, дальнейшая вырубка лесов нанесет значительный вред традиционному образу жизни этих народов. Экологи сейчас находятся в поиске практических решений, которые бы удовлетворяли и промышленников и коренных жителей. К настоящему времени, разработано предложение по поддержке лесоуправленческих структур и компаний в приобретении сертификата Лесного Попечительского Совета – ЛПС - (FSC), который в всем мире является признанным свидетельством экологически приемлемого способа лесопользования. В соответствие с сертификацией по ЛПС, не допуска-

ются сплошные лесосечные рубки, а производится выборочная рубка лесов с учетом возраста деревьев, которые вырубаются в первую очередь. Таким образом, сохраняются более молодые деревья, которые через 30 лет могут дать хорошую продукцию. В благородном деле спасения лесотундровых лесов в России, экологи также надеются на ответственность потребителей древесины в странах Запада. Многие компании уже начинают интересоваться источником поступления древесины, а также, каким способом она вырубалась, и все большее число потребителей хотят закупать только продукцию произведенную в соответствии с сертификатом ЛПС.

Немецкая компания HDM-Holz-Dammers из региона Рейна является пионером применения системы ЛПС в России, внедрив ее в управление трех небольших лесозаготовительных компаний, которые она купила в Архангельске, 75 % продукции этих компаний экспортируется (Europe's Timber …2002).

Проблемы оленеводства. В отличии от лесного хозяйства, оленеводство является старейшим и наиболее жизненно важным видом деятельности коренных народов Севера России. Сегодня оленеводство дает очень незначительную часть национального дохода в денежном выражении, но до сих пор остается важной отраслью традиционной экономики и образа жизни многих коренных народов, населяющих тундровую и лесотундровую зоны.

В 1998 г. численность домашних оленей составляла лишь половину от уровня 1990 г. (Проект…2000; Доклад о социально-экономическом …2000). Одна из главных причин сокращения численности оленьего поголовья - деградация зимних оленьих пастбищ, вследствие обезлесивания лесотундры в результате лесозаготовительных работ и промышленного загрязнения. Традиционный образ жизни малочисленных народов Севера основан на тесной связи с природой, и основывается на чередовании выпаса оленей летом в тундре и горах, а зимой - в лесотундре. Состояние зимних пастбищ играет огромную роль для оленеводства. В течении долгой арктической зимы состояние и численность оленей зависят от их возможности доставать из-под снега лишайник, их основную пищу. Осенью олени начинают перекочевывать на облесенные участки, где снежный покров мягче, и олени могут его пробить и достать лишайник. Лишайники - эпифиты, паразитирующие на старых деревьях, служат резервным кормом, если олени не могут достать обычный наземный лишайник из-за ледяной корки, или мощного снежного покрова. Лишайники обеспечивают углеводами, позволяющую оленю поддерживать постоянную температуру тела во время холодной зимы (Власова, Волков 2001).

Другая причина уменьшения численности оленей - перевыпас на пастбищах тундры и лесотундры. Кроме того, все большие площади зимних пастбищ выходят из обращения вследствие нефте- и газодобычи. Все это приводит к увеличению пресса на тундровые и лесотундровые экосистемы, и таким образом увеличивает возможность их перевыпаса оленями. В

результате перевыпаса, на значительных площадях экосистемы полностью деградированы. Например, на полуострове Ямал оленье поголовье превышает возможную емкость пастбищ в 1,5 раза, около 70 % пастбищ здесь относят к пастбищам низших категорий (Природа Ямала 1995). Перевыпас на оленьих пастбищах обычно ведет к обезлесиванию лесотундры, и главным образом, к вытаптыванию оленями кустарничков. В результате, граница лесотундры во многих районах сдвинулась к югу (Arctic Flora and Fauna 2000). Самая насущная проблема сейчас - регулирование выпаса и рациональное использование пастбищных земель. В мае 2001 г принят закон «О территориях Традиционного Природопользования» который призван защитить традиционные оленьи пастбища от промышленной экспансии.

Браконьерство, непосредственно связанное с обнищанием местного населения, в наши дни превращается в мощный социально-экономический фактор ведущий к деградации природной среды, экосистем и уменьшению биоразнообразия в лесотундре. Как отмечается в Рекорде, голодные российские солдаты перебили всех оленей (Hungry Russian … 2002). «Мы не увидели ни одного оленя» - заявил Владимир Фил, сотрудник Института Экологии и Природопользования, инспектировавший север Камчатки во время 4-х недельного облета на вертолете. «В настоящее времени в этом районе насчитывается всего 30-40 оленей, что слишком мало для выживания этого животного как вида, в то время как до 1991 года на этой территории обитало свыше 5000 оленей. Браконьеры из Владивостока перебили всех диких оленей в одном из районов их обитания на российском Дальнем Востоке, и виноваты в этом российские военные», - констатировал Фил. Он также объяснил это тем, что на большей части севера Камчатки дислоцированы российские стратегические ракетные войска. После распада СССР и ухудшения снабжения армии в 1990-ых годах, финансовые проблемы вынудили местное командование выискивать возможности найти пропитание. В результате, в этом районе оленье поголовье стало быстро сокращаться. «Они приказывали отстреливать оленей, когда солдат было нечем кормить», - добавил Фил к вышесказанному. Он был свидетелем браконьерства, когда находился в этом районе несколько лет назад (Hungry Russian … 2002).

Возможности для развития земледелия и животноводства. Хотя южная граница зоны лесотундры одновременно является границей зоны устойчивого земледелия в открытом грунте, локальное и интразональное (вдоль речных долин) земледелие полуоткрытого грунта возможно и к северу, в пределах всей лесотундровой зоны. Использование природных ресурсов в лесотундровой зоне для земледелия и молочного животноводства и их влияние на экосистемы становится заметным лишь в отдельных местах. Ареалы, используемые в земледелии, сосредоточены главным образом вокруг городов и отдельных поселков зоны лесотундры и предназначены для снабжения продовольствием населения, занятого в промышленности, лесозаготовках или транспорте. Термокарстовая эрозия наиболее сильно развита именно здесь и составляет от 10 до 40 % площади сельхозугодий (Государственный доклад…1999).

Обнищание населения Российского Севера привело к значительному увеличению площадей приусадебного земледелия, прежде всего под картофелем. В некоторых случаях эта тенденция приводит к дальнейшему обезлесиванию лесотундровой зоны, а также к развитию термокарстовой эрозии и заболачиванию (Государственный доклад…1999).

Более интенсивное развитие земледелия в лесотундровой зоне очень проблематично. Необходимо осушение почв, особенно в Европейской части в случаях, если их влажность очень велика, а заболачивание- главный фактор, ограничивающий развитие земледелия. При проведении дренажа возникает проблема, связанная с тем, что почти все дренажные технологии разработаны для умеренных широт и не работают в северных зонах. В то же время, в более континентальном климате, например в Якутии, ирригация необходима. Тем не менее, ирригация ведет к засолению почв, а также к поднятию уровня вечной мерзлоты и выхолаживанию почв.

Агролесомелиорация - наиболее полезный и экологически приемлемы способ мелиорации этих почв. Срок окупаемости затрат на создание лесополос составляет порядка 5-7 лет. На Ямальской опытной станции было установлено, что 100 метров лесополосы из 200 деревьев увеличивает урожай картофеля на 2-4 тонны на гектар по сравнению с урожаем картофеля на открытом поле (Система ведения сельского…1969). Это, прежде всего, следствие эффекта снегозадержания и защиты от ветра с помощью деревьев, улучшения водно-воздушного режима почв и увеличения их плодородия.

Проблемы самообеспечения продовольствием и препятствия для развития сельского хозяйства . Объемы сельхозпроизводства на Российском Севере, включая зону лесотундры, продолжали снижаться все 1990-е годы, и сейчас этот регион стал полностью зависеть от ввоза продовольствия из других регионов России и из других стран. Это положение, явно негативное с точки зрения устойчивого развития региона, осложняется и тем, что самообеспечение населения региона продовольствием находится на очень низком уровне, хотя мясо оленей- основа рациона питания многих малочисленных коренных народов, сейчас экспортируется из региона на Запад. Большое количество продовольствия и медикаментов поступает сейчас из Северных стран, и Евросоюза.

Возможные последствия изменения климата для хозяйственной деятельности человека и его здоровья в зоне лесотундры пока неочевидны и трудно предсказуемы. В настоящее время этому вопросу посвящены многие международные проекты, в частности проект «Оценка Воздействия Климата в Арктике» (ACIA) и проект ЮНЕП Грид/Арендал «Здоровье и состояние окружающей среды в регионах по сообщениям коренных народов Арктики».

В течение 1990-ых гг. были сделаны чрезвычайно оптимистические прогнозы по поводу воздействия изменения климата на увеличение ресурсов

древесины в зонах тайги и лесотундры России. В рамках Государственной Научно-исследовательской Программы РФ (1997) в докладе «Глобальные Изменения Природной Среды и Климата» был осуществлен целый ряд прогнозов изменения климата. Один из них указывал на то, что наблюдаемое потепление климата существенно повысит объем ресурсов древесины в районе Поморских низменностей, к северу от Нарьян-Мара, находящихся в зоне лесотундра вблизи от тундровой зоны). В настоящее время запасы древесины в этом районе лесотундры крайне незначительны, так как леса встречаются только на склонах южной экспозиции и отчасти в крупных долинах. В результате же прогнозируемого потепления (на 1.5° С в течении 50 лет), облесению подвергнутся все склоны и долины и даже участки на водоразделах. Особенно сильное облесение и увеличение запаса древесины прогнозировалось для склонов южной экспозиции, в настоящее время занятых лесотундровой растительностью. Прогнозировалось, что площадь болот на Поморских низменностях за 50 лет сократится более чем в 2.5 раза (Государственная Научно-техническая Программа…1997). В этих оптимистических прогнозах не учитывалось влияние на рост деревьев уменьшения влажности, увеличения насекомых-вредителей, повышения вероятности возникновения крупных пожаров, а также, всех последствий, связанных с таянием вечной мерзлоты. Все эти явления могут существенно повлиять на условия обитания и возобновления древесной растительности. Поэтому трудно прогнозировать с высокой степенью достоверности, что потепление климата в зоне лесотундры приведет к продвижению в северные широты границы лесов. К тому же, необходимо учитывать негативный характер описанных выше антропогенных воздействий на леса, которые сдвигают на юг границу лесотундровой зоны.

Нельзя обойти вниманием и другой важный природно-антропогенный фактор деградации лесов и пастбищ зоны лесотундры - пожары, частота возникновения которых и масштаб возрастают. В настоящее время только в Тюмени, районе, природные ресурсы которого в настоящее время интенсивно осваиваются, около 1.5 млн. га оленьих пастбищ уничтожено пожарами. Одной из причин усиления пожаров в зоне лесотундры может также оказаться потепление климата. Вполне возможно, что изменение климата может увеличить как частоту возникновения пожаров, так и их площадь распространения.

При внедрении системы экосистемного управления необходимо принимать во внимание, что пожары выполняют важную функциональную роль в процессе регенерации лесов, поскольку обеспечивают поступление в почву необходимых ей минеральных веществ, а также освобождают ее от органического опада и лесной растительной подстилки, которые в специфических природно-климатических условиях лесотундры, препятствуют росту деревьев (Седых 1996). Также возможно, что спад в оленеводстве может привести к процессам, пагубно влияющим на процесс возобновления лесной растительности, поскольку олени вытаптыванием способствуют очищению почвы от растительного опада, улучшая условия роста для новых деревьев. Когда растительный опад аккумулируется в больших

количествах, он нарушает водно-тепловой режим почвы и способствует ее заболачиванию и, соответственно, сокращению лесов в зоне лесотундры.

4 Перспективы экосистемного управления в отношении восстановления и охраны природной среды

Экосистемное управление может стать новым инструментом, интегрирующим многие рассмотренные выше задачи устойчивого развития зоны лесотундры. При разработке стратегии экосистемного управления, необходимо принимать во внимание не только цели консервации (защиты или охраны) природы, но и сочетать эти задачи с новыми возможностями устойчивого развития традиционной деятельности северных народов, равно как внедрением альтернативных природоохранных технологий и видов деятельности. Необходимо осуществить сдвиг от концепции охраны и защиты природы и перейти к осуществлению стратегии восстановления и воспроизводства природы с использованием инструментов экосистемного управления.

В стратегии воспроизводства природы, меры по ее охране должны применяться только как один из рычагов инструментария экосистемного управления. В некоторых районах зоны лесотундры необходимо формирование строго охраняемых территорий. При выделении данных территорий важно учитывать их экологическую ценность и общий уровень деградации и загрязнения. Приоритеты для выделения строго охраняемых территорий не определены. В этом отношении научное сообщество должно обратить внимание лиц принимающих решение на особую значимость создания сети особо охраняемых территорий строго режима в зоне лесотундры. В зоне лесотундры для создания природоохранных территорий строго режима особое внимание должно быть обращено на еще сохранившиеся массивы старовозрастных девственных лесов, незначительные запасы древесины в которых не должны представлять особого интереса.

В рамках принятого в 2001 году закона «О территориях традиционного природопользования коренных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока», при различных способах и режимах организации природоохранных территорий могут быть законодательно оформлены территории традиционного природопользования коренных малочисленных народов. Одним из возможных способов реализации прав коренных народов на использование, контроль и охрану природных ресурсов территорий их традиционного расселения и хозяйственной деятельности может стать также создание этноэкологического рефугиума (убежища) или, другими словами, особо охраняемой природной зоны с режимом, позволяющим использовать территорию в традиционной деятельности местным коренным населением. Это, по существу, способ ограждения от промышленного и коммерческого вторжения части территорий и природных ресурсов, где проживают и ведут хозяйственную деятельность коренные народы Севера. Три спе-

циально организованные рефугиума существуют в Ненецком Автономном Округе и один в Ямало-Ненецком Автономном Округе. Такие рефугиумы, только начиная появляться и показывать свою эффективность в районах, как, например, "Тхсаном" в Тигильском районе Корякского автономного округа, организованный в декабре 1998г., вместе с тем уже подвергаются искоренению в отсутствии поддержки со стороны государства. Поддержка подобных инициатив проводимых коренными народами чрезвычайно важна для использования инструментария экосистемного управления в стратегии восстановления и охраны природы.. Накопленный в течение истории опыт традиционного неразрушительного природопользования коренных народов уже сохранил наиболее ценные с точки зрения биоразнообразия и экологии районы Севера, включая и некоторые районы зоны лесотундры.

Рассматривая проблемы окружающей среды зоны лесотундры в контексте устойчивого развития, следует подчеркнуть наиболее важные из них:

1. Всеобщее превалирование концепции экономического роста (а не развития), ориентированной на ресурсопотребляющие производства и игнорирующие концепции устойчивой экономики.

2. Игнорирование уже существующих проектов альтернативных источников энергоснабжения (снабжение местных жителей баллонным газом, строительство малых гидроэлектростанций на быстрых горных реках или горячих ключах, ветряных электростанций), и отсутствие инновационных технологических разработок в этих областях.

3. Усиливающиеся объемы эксплуатации нефте-газовых месторождений без существенных улучшений социально-экономических условий.

4. Пренебрежение компаниями, включая иностранные, международными экологическими стандартами в своей деятельности. Ориентирование на наиболее дешевый вариант освоения недр за счет экономии на экологических издержках и поэтому на несовершенные технологии.

5. Незаконная реализация проектов промышленного освоения, не прошедших квалифицированную оценку воздействия на состояние окружающей среды, понижения природоохранного статуса территорий, на которых предполагается хозяйственное освоение. Занижение наносимого природе ущерба.

6. Использование местными органами власти не по назначению компенсаций за нанесенный ущерб от компаний- недропользователей.

7. Игнорирование интересов коренных народов, напрямую зависящих от состояния природных ресурсов и условий. Приоритетность прав недропользователей на распоряжение землей перед традиционным природопользованием коренных народов.

5 Участие местного населения и заинтересованных сторон в процессе принятия решений и разработке местных программ устойчивого развития

Крупномасштабная разработка ресурсов в зоне лесотундры свидетельствует о о плачевном опыте и риске принятии решений «сверу-вниз» и большие затраты связанные с разрешением конфликтов. Зона лесотундры становится ареной столкновения текущих краткосрочных и стратегических интересов человеческого общества. Интересы «варварской экономики», ориентированные только на добычу все большего объема природных ресурсов,лишают будущие поколения возможности удовлетворять свои природно-экологические потребности. Интересы "ковбойской" экономики в настоящее время превалируют и продолжают удовлетворяться на российском Севере. Эта экономика строится таким образом, что природная рента будет оплачиваться будущими поколениями. возможно за счет их физического выживания, что ярко прослеживается на примере исчезающих малочисленных народов региона. Эта "варварская" экономика поощряет дискриминационное распределение выгод от использования природных ресурсов в ущерб местному населению, наделяя участников ресурсопользования дополнительным источником прибыли. Эта экономика, при полном пренебрежении затратам на экологию, формирует ресурсный характер российского экспорта, который стимулируется завышенным курсом доллара по отношению к российскому рублю.

Достижение широкого консенсуса в разработке местных планов и программ развития не самоцель, а необходимое условие для устойчивого развития зоны лесотундры. Включение широких групп гражданского общества, частного сектора, местной районной администрации, разнообразных служб, всех заинтересованных лиц в процесс планирования и принятия решений требует затраты больших средств и времени, но долгосрочные результаты такого подхода оправдывают вложенные средства. Участие населения помогает мобилизовать заинтересованных лиц в рамках согласованных целей, сконцентрировать и сэкономить необходимые ресурсы (местное и традиционное знание, финансы, трудовые ресурсы и т.д) необходимые для реализации инициатив по развитию. Наконец, широкое участи всех заинтересованных сторон позволяет определить конфликты в приоритетах развития, особенно на краткосрочную перспективу, возникающие на разных уровнях принятия решений - местном, национальном и глобальном. Например, задача сохранения биоразнообразия на глобальном уровне требует выполнения задач охраны природной среды в районах, тогда как потребности местного населения, в частности наиболее обездоленных групп, могут быть удовлетворены только за счет интенсификации охоты, сбора дров для отопления жилищ или роста поголовья оленей, а потребности лесозаготовительных и горнодобывающих компаний заключаются в продолжении добычи и эксплуатации природных ресурсов в пределах той же самой территории. В пределах зоны лесотундры России существует множество подобных противоречий. Поэтому, в специфической ситуации в России и в зоне лесотундры, в частности, существует принципиальная возможность способствовать интеграции решения

глобальных экологических проблем устойчивого развития (изменение климата, сохранение биоразнообразия) с устранением бедности и улучшением качества жизни населения.

Библиография

Абдулатипов Р. Аборигенное лицо России. Независимая газета.Сценарии № 5.с.. 7.

Агранат Г.А.1984. Использование ресурсов и освоение территории зарубежного Севера. М.: Наука, 1984. 263 с.

Система ведения сельского и промыслового хозяйства на Крайнем Севере. Красноярск, 1969. 105 с.

Aksenov, D., Karpachevsky, M., Lloyd, S., & Yaroshenko, A. 1999. The Last of the Last. The Old-growth Forests of Boreal Europe. Taiga Rescue Network. 67 p.

AMAP 1998 = AMAP Assessment Report: Arctic pollution issues. Arctic Monitoring and Assessment Program, Oslo. 859 p.

Arctic Flora and Fauna.. Status and Conservation 2000. Edita / CAFF, Helsinki. 272 p.

Arctic Research: Advances and Prospects. 1990. Part 2. Proceedings of the Conference of Arctic and Nordic Countries on Coordination of Research in the Arctic, Leningrad, December 1988. Academy of Sciences of the USSR / Commission of the Arctic Research, Moscow. 448 p.

Callaghan, T. V., Crawford, R. M. M., Eronen, M. Hofgaard, A., Payette, S., Rees, W. G., Skre, O., Sveinbjörnsson, B., Vlassova, T. K. & Werkman, B. R. 2002. The dynamics of the tundra taiga boundary: an overview and a co-ordinated and integrated approach to research. Ambio Special Report 11 xxx.

Страны и народы. СССР. Российская Федерация.1983.Москва. 461 с.

Development of the North and Problems of Re-cultivation. 1997. Reports of the III International Conference. St- Petersburg, Syktyvkar. 453 p.

Проект федеральной целевой программы « Экономическое и социальное развитие коренных малочисленных народов Севера до 2010 года» Москва, 2000 г., 52 с.

Europe's Timber Demand Destroys Its Last Ancient Forests. 2002. Deutsche Presse-Agentur, March 30, 2002.

FAO 2001 = Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. FAO forestry paper 14. Rome.

Государственная Научно-техническая Программа России «Глобальные Изменения Природной Среды и Климата». Избранные научные труды. 1997. Москва- 434 с.

Лесная энциклопедия: том 1-2. 1985. Москва. 563 с. и 631с

Географический Атлас. 1980. Москва . 237 с.

Доклад Госкомсевера. 1999. Государственная поддержка районов Севера: принципы, направления, механизмы. Госкомсевер, 1999 г.-124 с.

Greenpeace Protests Cutting of Russia's Forests. 2002. Interfax News Agency, March 25, 2002.

Хрущев С.А., Клоков К.Б. 2001.Северный номадизм в России. Санкт-Петербург. 32 с.

Hungry Russian Soldiers Helped Poach Wild Reindeer to Extinction, Scientist Says. 2002.

The Record (Kitchener-Waterloo), March 23, 2002.

Integrated Ecosystem Approach to Conserve Biodiversity and Minimize Habitat Fragmentation in the Russian Arctic. 2000. GEF Project. Workshop Report. Moscow 2-4 February 2000. 27 p.

Кравцова В.И., Рессле А.И., Тутубалина О.В. Картографирование промышленного воздействия на северотаежную и тундровую растительность в районе Мончегорска. В: Доклады III международной конференции «Освоение Севера и проблемы рекультивации».Санкт-Петербург,1966. Сыктывкар, 1977. с. 267-268.

Крючков В.В. 1991. Предельные антропогенные нагрузки и состояние экосистем Севера. Экология, 1991, № 3, с. 28-40.

Lausala, T. & Valkonen, L. (eds.). Economic geography and structure of the Russian territories of the Barents Region. 1999. University of Lapland, Rovaniemi. 250 p.

Morton, W. L. 1970. The «North» in Canadian Historiogeography. Trans. Roy. Soc. Canad., ser. 4, vol. 8.

Ямал. 1995.Екатеринбург: УИФ «Наука».1995-435 с.

O'Flynn, K. 2002. New Atlas: Russia Wilderness No More. Moscow Times, April 4, 2002.

Пузаченко Ю.Г. Климатическая обусловленность южной границы тундры. В кн.: Сообщества Крайнего Севера и человек. М.: Наука, 1985.с.22-56

Доклад о социально-экономическом положении и эффективности государственной поддержки районов Севера в 1999 году. Государственный комитет Российской Федерации по делам Севера. Москва 2000 г.

Resources and Environment World Atlas. 2002. Hotzel, Vienna and IGRAS, Moscow, 1998.

Russian Environment Digest. 2002. Vol. 3. 190 p.

Russian Pipelines Said to Be in Catastrophic State. 2002. Russian Environmental Digest, Vol. 4, No. 12: 18 – 24.

В.Н. Седых. 1996. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс. М. Экология,1996.-Вып.1.-36 с.

Semenov B. A. & Ogibin B. N. 1998. Determination of the border between pretundra and taiga forest zones in the northeastern part of European Russia. In: Research and management of the northern timberline region. Finnish Forest Research Institute, Research Papers 677, Kolari. p. 103-105.

Государственный доклад о Состоянии Окружающей Природной Среды Российской Федерации в 1998 году. 1999. Москва, 1999 г. 573 с.

Танфильев Г.И. 1953. Пределы лесов полярной России. В: Географические работы. 1953. с. 146-149 .

Toutoubalina, O. V. & Rees W. G. 1999. Remote sensing of industrial impact on Arctic vegetation around Norilsk, Northern Siberia: preliminary results. International Journal of Remote Sensing 20: 2979-2990.

Vlassova, T. K. 2002. Human impacts on the tundra - taiga zone dynamics: the case of Russia with some international comparatives. Ambio Special Report 11 xxx-xxx

Власова Т.К. и Волков С.Г. 2001. Экологическое стстояние оленьих пастбищ в России и зарубежом. Российская Академия Сельскохозяйственных Наук. №2: с. 101-117.

Жизнь на Границе Леса- Саамы и Горные Березовые Леса Крайнего Севера Европы

Мария София Айкио и Людгер Мюллер-Уилле

Резюме

В статье обсуждается использование северных березовых лесотундровых лесов саамами и возникающие при этом конфликты с другими пользователями. Исследование базируются на проведенных с саамами интенсивных интервью, при этом особое внимание уделялось их ценностям и традиционным знаниям, а также их целостному восприятию березы. Специфика использования березы основана на ее качествах прекрасного топлива и отличного материала для производства предметов национального творчества. В заключение, использование саамами березы рассматривается в связи с будущим управлением и контролем березовых лесов и предлагаются рекомендации, учитывающие высокую значимость горной березы для саамов.

Северные березовые лесотундровые леса: проблемы контроля, доступности и устойчивости

Горные березовые леса в Сапми, культурной и социо-экономической родине саамов на Крайнем Севере Европы, в последнее время привлекают очень большое внимание со стороны коренных народов, научных и промышленных кругов. Это внимание - несомненная реакция на изменяющиеся представления и экологическую обстановку. Специфический природный ресурс, береза, стала объектом столкновения разных внешних и внутренних интересов. Изменяющиеся экологические условия вследствие климатических изменений осложняют ситуацию в северных циркумполярных регионах.

Изменения в лесотундровых лесах (состоящих из березы, сосны или ели), являются частью глобальных процессов, в которых связь человек - лес детально исследуется во всем мире (Abramovitz 1998, Goenner 2002). В этих исследованиях отмечается ценность знаний и навыков коренного и местного населения, необходимость разработки новых подходов к устойчивому развитию и к управлению природными ресурсами, а также к по-

следствиям экономической и политической глобализации. Понятно, что лесные экосистемы были и остаются основой жизни человека. Поэтому сами леса нуждаются в постоянном уходе, и северные лесотундровые леса не являются исключением. Эти бореальные леса представляют собой экотон, переходную зону. Они рассматриваются как определенный тип растительности, подразделяющийся на верхнюю лесотундру, простирающуюся между лесом и тундрой и нижнюю лесотундру, между лесом и кустарничками или лугами (Cox and Moor 1993).

На Крайнем Севере Европы, как отмечает Ларс-Андерс Баер, саамы являются «жителями бореальных лесов» с незапамятных времен, со времени последнего межледниковья. Все это время они использовали возобновляющиеся лесные ресурсы в разных целях: для охоты (как капканами, так и другими способами), оленеводства, сбора ягод, плодов, на топливо (Baer 1996:19). Условия жизни в Сапми, вследствие активной иммиграции, в последнее время значительно изменились. Ресурсы северных горных лесов стали предметом интереса не только местного населения, но и привлекли внимание сторонних общественных и частных организаций, вслед за сельскохозяйственной экспансией продвигающих границу хозяйственного освоения все дальше и дальше в лесотундровую зону (сравни Hustich 1946, 1979 для более ранних дискуссий; Kalakoski 1999).

С конца 20-го и в начале 21-го веков проблемы использования этих лесов в ряде случаев вылились в полномасштабную «лесотундровую войну» между концепциями «общественной трансформации природы», «дикой природы» и «консервации дикой природы и промышленного освоения природных ресурсов». Они также привели к поляризации «этнической напряженности» между саамским и финским населением на местном уровне. Ari Aukusti Lehtinen (1991) детально разбирает все эти концепции и их применение в своих исследованиях современной лесной политики Финляндии.

В общем, возникшая дискуссия поднимает вопросы, затрагивающие существо концепции «знания и науки» и противоречия между обществом и аборигенным населением, их интеллектуальной историей и культурой. Короче, обсуждается, какие знания и научные дисциплины оказывают влияние на формирование идей и принятие политических решений в использовании природных ресурсов. В Сапми, среди других саамских ученых, Elina Helander (1992, 1996 б) и John Klemet Hætta Kalstad (1996, 1997) выдвигают на первый план целостные знания саамов, ценностные ориентиры и противопоставляют их более костным, систематизированным и линейным подходам западно-ориентированной науке.

В этих дискуссиях все аргументы и факты нуждаются в тщательной проверке, без впадания в крайности и деления на верные и неверные, белое и черное. Эта парадигма важна, когда духовность и интуицию рассматривают в качестве способа объяснения «научной истины». Это не является отклонением от положения о том, что «знания» среди саамов, также как и в других обществах, являются, в принципе, целостными, и связывают

природу и культуру в циклическом процессе взаимодействия человека с окружающей его средой (Aikio 1990). Этот подход учитывает природные ограничения, следовательно традиционные знания дают возможность выживать при минимальном уровне потребления на местном уровне и принимать решения независимо от внешних обстоятельств. К началу 21-го столетия положение изменилось под воздействием внешних и внутренних процессов обмена идеями и инновациями, а также процессов принятия решений. В использовании ресурсов это значит, что могут быть найдены интеграционные и коллективные модели, способные смягчать возникающие конфликты. В любом случае, будь это оленеводство (Kalstad 1997), туризм (Aikio 1998), или использование березы, проблемы и подходы к их решению могут быть одинаковыми.

В Финляндии, с 1990-ых годов условия использования лесотундровых лесов всего циркумполярного бореального пояса были наиболее полно освещены в работах Pertti Veijola (1998), Sihvo (2000) и Sandström и др. (1999). Некоторые авторы представляют такие общественные институты, как Лесное Управление Финляндии *(Metsähallitus)*. На территории всех северных циркумполярных регионов будущее бореальных лесов обсуждается в контексте быстрой экспансии лесоперерабатывающей промышленности, особенно на Севере России (Ярошенко и др. 2001).

Международные рабочие совещания, предшествующие этому (Kankaanpää et al.. 2002), такие как «Устойчивое развитие в северной лесотундре» (Kankaanpää et al.. 1999) и «Устойчивое развитие Арктики: усвоенные уроки и пути вперед»(Canada 1998) собрали широкие слои аборигенного и местного населения, ученых и предпринимателей. Опубликованные материалы представили полную картину разнообразия мнений относительно того, что означает «устойчивость». Вопрос о том, как, кем и для чего должны использоваться северные горные березовые леса в качестве ресурса не имеет однозначного ответа. Последующие обсуждения в этой статье ясно покажут все разнообразие представлений и точек зрения по этому вопросу (также см. Muller-Wille et al. 2001).

Предыдущий опыт и методология

Ниже обсуждаются некоторые результаты последних исследований, проведенных двумя авторами (при участии других исследователей) в рамках проекта, сфокусированного на взаимоотношениях между человеком и березой (см. более подробно HIBECO 2000-2003). Почти 150 интервью были взяты у представителей местных жителей (саамов и финнов), торговых компаний, организаций и органов местного самоуправления в небольших сельских поселениях и административных центрах на Крайнем Севере Финляндии (Ивало, Гарегаснярга (Каригасниеми), Гухтур (Куттура), Нюорган (Нуоргам), Чеветяври (Севеттиджарви), Охцейохка (Утсйоки), и Вуохчу (Вуотсо), и в северной Норвегии (Маце, Олммаивагги (Манндален). Интервьюирование проводилось в период с октября 2000 по февраль 2002 гг. (HIBECO, 2000-2003).

Вопросы анкеты были сформулированы в процессе совместного обсуждения исследователей и респондентов. Главная цель была в охвате всех аспектов использования лесотундровой березы (Müller-Wille 2000).

1) Общие сведения о березовых лесах и их природные условия.
2) Политика, управление, и их проявления.
3) Законодательные, политические и экономические механизмы использования березы.
4) Типы использования березы:
   - производство и потребление топлива,
   - получение березового топлива в прошлом и настоящем,
   - использование березы для строительства и производства изделий народного творчества,
   - использование в художественном творчестве, производстве декоративных изделий, в лечебных целях, ритуалах, традиционных и духовных обрядах,
5) Восприятие и рефлексия по поводу березовых лесов.

Анкетные вопросы были переведены на финский, северо-саамский и норвежский языки (основные языки этих территорий), и заданы всем респондентам, при этом разработчики анкет понимали, что они получат ответы не на все вопросы, и «анонимность» ответов будет пониматься по- разному.

Методология проводимого опроса ориентировалась на то, чтобы устранить разделение внешнего опрашивающего (исследователя) и респондента (жителя). Для достижения этого, местные жители, члены общины, были включены в команды опрашивающих (исследователей). Задавали вопросы о том, кто выиграет от этих исследований и от их результатов. Местные жители были уверены, что эта работа может быть успешной только при их участии как полноправных членов исследовательской команды. Для этого были предприняты шаги, гарантирующие открытые обсуждения, рабочие встречи и публикацию всех результатов.

Как стало ясно из ответов на вопросы анкеты, респондентов не интересовали конкретные данные об объеме вырубленной древесины в березовых лесах и ее стоимости, а в основном они были обеспокоены вопросами сохранения традиционных знаний и навыков в использовании и управлении березовыми лесами. Они также уверенно заявляли о том, что их включение в эти исследования приведут к обсуждению и пересмотру существующих положений, установок и норм регулирования со стороны государственных организаций и институтов, отвечающих за эксплуатацию лесных ресурсов в Сапми.

Интервью проводились в Сапми в финских домах и традиционных жилищах саамов, среди жителей, предпринимателей, официальных лиц, мужчин и женщин, обычно старше 40 лет, с широким участием респондентов старше 70 лет, которые до сих пор продолжают находиться в тесном

взаимодействии с окружающей природной средой и ресурсами, и не теряли эту связь на протяжении всей своей жизни. Некоторые респонденты негативно относились к опросу, называя его «новым бесполезным анкетированием». Большинство из них имели опыт интересовавший исследователей, задавали много вопросов, некоторые уходили, не предоставив свои анкеты, хотя они и обладали теми знаниями, которые опрашивающие хотели получить. Поскольку большинство исследователей, например, Мария София Айко, являлись представителями местного населения, среди которого проводились исследования, это придавало большую уверенность тому, что будут получены необходимые сведения.

Интервью с саамами, особенно с пожилыми людьми, респондентами из Охцейохки, на чьих знаниях основаны нижеследующие обсуждения и анализ, забирало много времени, однако приносило очень большой результат. Старики с большой охотой рассказывали о своем отношении к березе, и вообще, к природе. Они не проявляли интереса к экономическим аспектам своего труда, или к точному подсчету прибыли от использования березы. Но каждый знал, сколько березовой древесины нужно ежедневно для отопления, или для строительства, или на иные нужды, и сколько труда требуется для ее заготовки. Эти «подсчеты в уме» являются важной задачей, которую они решают в течение годового и сезонного циклов, сохраняя, при этом, гармонию с окружающей природной средой (и, главным образом, с березовыми лесами).

В общем, большинство пожилых экспертов-саамов имеют большой запас традиционных экологических знаний, особенно это относится к охотникам, оленеводам, рыбакам, и всем тем, кто большую часть своей жизни проводит на природе. Они владеют глубокими знаниями о природных условиях, причем, главным образом, связанными с березой, самым распространенным деревом в Сапми. Случалось, что респонденты советовали обратиться к какому-либо другому человеку, знающему лучше, чем они, или вспоминали рассказы уже ушедших из жизни. Традиционные знания и навыки, вообще, очень важны для саамов. Похоже, что более молодые саамы еще обладают частью этих знаний, но чувствуют себя не совсем уверенно, и опасаются, что не владеют достаточными знаниями, касающимися взаимодействия человека и природы. Эта существенная разница в уровне традиционных знаний между поколениями, по предложению коренных жителей нуждается в устранении путем их обработки в виде отчета о проводимом исследовании и внедрении в школьные программы всех уровней (Helander 1999).

Взаимоотношения Человек-береза: Целостный Подход к Окружающей среде

Интервью были сфокусированы на продолжения использования и важности березовых лесов для местного саамского населения, населяющего эту северную гористую зону березовой лесотундры. Ранее подобное изучение воздействия человека на северную лесотундру проводилось в середине 1980-ых годов, в Охцейохке. Оно базировалось на опросе местного на-

селения с использованием аэрофотоснимков и картографического материала для оценки состояния и потенциала лесов (Mattsson 1987, 1995).

В современном исследовании уделяется внимание как общим научным знаниям, так и традиционным специальным знаниям саамов березовых лесов, их экологии, например, состояния древостоя и степени деградации растительности в целом. Также обсуждались тонкости саамской терминологии, связанные с березой. Все основные принципы землепользования саамов базируются либо на «пайхки» (семье), или «сиида» (более обширной соседской общине) (Helander 1996a: 112-114). Здесь гендерные отношения влияют на равенство прав в землепользовании и в распределении продуктов труда (Aikio 1990). В этом отношении, использование березы также непосредственно включается в систему социально-пространственной организации землепользования через обеспечение материалом и топливом для ведения домашнего хозяйства, и связанных с ним видов деятельности: передвижением по земле, воде, снегу, льду, для охоты, рыболовства, собирательства и оленеводства.

Многие респонденты, особенно пожилые мужчины с большим опытом традиционной жизни, хорошо понимают, что окружающая среда изменилась не только в пределах территорий их традиционного природопользования, но и в соседних регионах. Они отметили, что площади березовых лесов в Охцейохке за последние 50 лет значительно уменьшились. Это относится прежде всего к лесам с большими старыми деревьями, растущими довольно густо в речных долинах, называемых саамами «вуопми». Уже к 2001 году не стало «Геавовуопми», широко известного массива долинного леса, называемого «Долинный Лес Геавву (Кево)». Сегодня турист (хайкер) может пересечь речную долину в любом месте, и не попасть в густой березняк. Это было невозможно до эпидемии *Epirrita autumnata* 1960-ых годов, которая уничтожила большое количество березовых лесов. Данное экологическое изменение подтверждают воспоминания одного саама, проходившего на лыжах в этом районе в 1947 году и попытавшегося разжечь огонь на снегу из сухого березового валежника. Разжечь огонь он не смог, хотя в предыдущие годы березовый валежник прекрасно загорался, несмотря на то, что он был также заражен *Epirrita autumnata.* После 1960-ых, как он рассказывал, эти отмершие деревья вообще не горели.

В Охцейохке только в долинах рек Веахчяхйохка и Охцейохка сохранились леса «вуомит», но их площади существенно сократились. Не столь крупные по площади рощи с большим количеством берез, таким же как в речных долинах, в целях различения их от «вуопми», называются «леахки» (=долина), а на возвышенных водоразделах - «скайти» или «марас» называются «вуовди»-(=роща), или соахкебохттут (=березовая роща). Сочетание «вуопми» (рощи или леса) и «чахци» (вода) - очень важный природный фактор выбора местоположения поселений в Сапми. Многие «вуопми» в Охцейохке сейчас превращены в «дуоттар»

(=безлесая тундра), что стало следствием эпидемии *Epirrita autumnata* 1960-ых., что явилось сильнейшей экологической катастрофой, имевшей очень длительное отрицательное последствие, которое саамы испытывают до сих пор.

Увеличивающаяся доля в составе лесов и все более северное распространение сосны стали очень заметны в лесотундре, особенно после проведения Финской лесной администрацией в 1930-1970-ые годы программ искусственных лесонасаждений. Для местных жителей сосна не представляет столь высокой ценности, как береза. Правда, сосна находит применение для строительства домов и других построек, изготовления лодок и ветрозащитных щитов. Тем не менее, местные жители все же предпочитают березу, и скучают по этому дереву, если его нет поблизости.

Потребности в использовании березы на топливо значительно уменьшились с тех пор, как была проведена дорожная сеть и инфраструктура, позволяющие поставлять нефть, газ, мазут и электроэнергию для отопления. В результате традиционные места вырубок перестали использоваться. В настоящее время среди достаточно густого и искривленного мелкого березняка идут процессы гниения и разложения, поскольку там не хватает света для роста более сильных и высоких деревьев. Все саамские эксперты озабочены тем, что леса, предназначенные для использования в качестве топлива, требуют постоянного ухода для того, чтобы в них происходило необходимое возобновление деревьев и было гарантировано их использование в будущем.

Саамские респонденты особо подчеркивали, что все территории в пределах доступности постоянно использовались, и то, что они не знают ни одного места, которое не было бы включено в сферу использования коренными жителями. Эти территории могли быть временно не заняты, или находиться под паром, но для саамов они всегда оставались частью их целостного восприятия земли. В Охцейохке жители финской стороны долины реки Деатну (Тено или Тана), активно используют березу и на норвежской стороне, как на топливо, так и для производства изделий кустарного промысла, и на иные нужды.

Традиционно каждая семья, или род имели свои территории для заготовки дров, рыболовства, сбора ягод (главным образом морошки), ловли куропаток при помощи ловушек, сделанных из березовых прутьев, охоты (особенно в конце зимы), оленеводства и других видов деятельности. По вполне обоснованным причинам, ловушка на куропатку, состоящая из травяного мешка с внутренней потайной частью из березовой древесины, размещалась на берегу реки или озера (Приложение D. Рис.3). Эти места массовых скоплений куропаток также широко использовались оленеводами и рыболовами. Территории этого промысла достаточно обширны и приурочены к местам распространения как куропаток, так и березы. Ловушечная ловля куропаток, промысел лососевых (главным образом при помощи трехопорной системы запруд на реке Деатну), оленеводство, охо-

та, народный промысел и искусство- все это еще есть в Сапми. Все эти виды деятельности сильно зависят от горной березы.

Знания и Ценности: Значение и Использование Березы

Саамы до сих пор сохраняют свой традиционный образ мышления, основанный на целостном понимании жизни и восприятии природы, требующий постоянного ее изучения постижения. Без этого невозможно никакое действие, даже такое простое, как рубка деревьев. Более того, оперируя понятием устойчивости с точки зрения саамов, мы затрагиваем сущность целостного мировоззрения этого народа. Поэтому очень важно учитывать то, что понятие «окружающая среда» включает в себя такие составляющие элементы, как экологический, культурный, социальный и лингвистический. Все эти элементы составляют единое целое (Helander 1996 б: 1). Elina Helander (1996 б: 2), а также John Klemet Hætta Kalstad (1996, 1997) полностью согласны с тем, что контакты с приезжими людьми и современные процессы глобализации и научно-технического прогресса заставили саамов принять несвойственный и чуждый им образ жизни.

В добавление следует отметить, что Саамские национальные институты, политическая и образовательная элита (главным образом члены парламента Саами) в настоящее время пришли к единому с прежним колониальным истеблишментом мнению и пониманию роли своих культурных и лингвистических особенностей. Фактически можно сказать, что саамы, как и другие малочисленные коренные народы мира включены во внешние к ним системы, например совместного управления и использования природных ресурсов на «общих» или «общественных землях» (Kalstad 1997: 119-121). Подобная интерпретация развития и модернизации, навязанная со стороны внешнего мира, достаточно проблематична при рассмотрении и учете открытых и свободных потоков в обмене идеями, товарами, пересекающими культурные границы, оказывающими внешнее и внутреннее влияния - ведь никто не может жить в изоляции. Тем не менее, в нашей статье рассматриваются распределение и расстановка различных позиций не только в управлении ресурсами, но и в науке и исследованиях (Keskitalo 1994). В этом плане использование березы - лишь один из многих примеров в контексте целостного взаимодействия человека с окружающей его природной средой, в которой саамы осуществляют свою жизнедеятельность.

Древесное топливо: Сохранение Тепла и Теплота

В Охцейохке все саамские респонденты используют березу в качестве топлива, и отмечают, что качество березового топлива всегда выше соснового, даже самого сухого «соарви», иногда используемого в качестве растопки. Во всех домашних хозяйствах есть очаг или печка, многие очаги находятся под открытым небом, некоторые жители используют дрова в

центральных отопительных системах (вместо мазута или электроэнергии).

Для продолжения постоянного использования берез на так называемых «усадебных березовых лесах», предлагается проводить рациональное управление, позволяющее использовать березу одновременно для отопления и для других нужд. (Приложение D. Рис.4). Эти лесные ресурсы использовались столетиями в системе тщательно организованного традиционного лесопользования. В соответствии с этой системой различные участки использовались по временным циклам, коротким (10-20 лет), или длинным (100 и более лет). Длительность цикла зависит от условий роста березы, типа ландшафта, качества почвы и климатических условий. Интервалы циклов также зависят и от наличия других лесных участков, также используемых на топливо. Такая система чередования участков снижает нагрузку на основные массивы лесов, используемых в качестве топлива.

При выборе деревьев, сначала необходимо определить, какие из них должны остаться расти для будущего использования. Это наиболее здоровые, прямые, красивые деревья, не пораженные болезнями и вредителями, и без других видимых повреждений. Выбор деревьев основывается также на особенностях окружающего ландшафта, так как те или иные деревья должны защищать другие растения и животных и почву от ветра, дождя, снега и льда, эрозии, прямых солнечных ультрафиолетовых лучей и прочих видов воздействия. Деревья, которые было задумано оставить, нуждаются в таких оптимальных условиях роста как освещенность, обеспеченность элементами питания, а также в окружении соседних деревьев, которые защищают и поддерживают их рост. Поэтому никогда не проводится одновременная вырубка всех деревьев на участке. После того, как выбор деревьев для рубки проведен, старые, больные, угнетенные, поврежденные деревья срубаются в первую очередь. Иногда, для того чтобы открыть окружающим деревьям доступ к свету и воздуху, рубятся только ветки. Безусловно, лучшее топливо дают здоровые, сильные, толстоствольные деревья. К другим важным факторам, влияющим на качество топлива относятся лунная фаза и время года, когда проводится рубка (обязательно до середины лета), а также условия сушки срубленных деревьев (с оставлением свежеспиленных веток для лучшего истечения сока). В Охцейохке до сих пор практикуется традиционная рубка берез в начале лета, без очистки стволов от веток и сучьев. Летом очень важно проводить рубку вовремя, то есть когда луна на ущербе. В это время срубленные деревья не гниют, и топливо отличается хорошим качеством. Раннелетние рубки также дают возможность роста молодым побегам березы в самое благоприятное для них время. Некоторые саамы показали владение точными знаниями лучшего времени для рубок, которые они получили от жителей старшего возраста. Они знают самые благоприятные сроки, которые, как отмечают эксперты, обычно составляют не более одной недели после появления листьев в начале вегетационного периода. В этом случае ветви оставляют на стволах. Рубки могут проводиться также осенью, после листопада.

Осенью, перед установлением снежного покрова, ветви обрубаются, а стволы распиливаются для дальнейшей сушки и укладки в «соахтту», конусообразный шатер (Приложение D. Рис.5). «Соахтту» обычно устраивают на холмах со скалистым основанием, где влага свободно стекает, не адсорбируясь дровами. Это позволяет дровам сохнуть быстрее и сохранять свое высокое качество очень долго. В зимнее время хорошо горят и свежие ветви березы, но уже к марту береза вытягивает много влаги из почвы и горит хуже.

Стволы срубленных деревьев вывозятся в зависимости от местоположения лесных участков и их расстояния до жилья и по мере установления устойчивого снежного покрова, когда доставлять дрова становится легче. Затем, после доставки, деревья укладываются либо горизонтально в штабеля, либо в «соахтту», в зависимости от того, как долго стволы будут лежать до распиливания и колки. «Соахтту» используется для более длительного хранения стволов.

На территории продуктивных лесов, используемых на топливо, регулярно проводятся чистки, уборка хвороста и больных деревьев. Через 20-100 лет эти леса произведут высококачественную топливную древесину, которой будут пользоваться следующие поколения. Такое долговременное планирование всегда было составной частью саамской традиционной философии. Следует подчеркнуть, что для поддержания устойчивости функционирования подобной системы традиционного хозяйства и обеспечения дровами следующих поколений, необходимы достаточно большие площади лесов. Следуя этой модели, резервные площади также необходимы в качестве гарантии от возможного ущерба в случае природных катастроф, как и в случаях, если человек по причине болезни, или преклонного возраста не сможет проводить рубку с соблюдением всех правил управления подобными лесами на местном уровне.

Обычно, в каждом доме имеются готовые сухие дрова. Количество сухих дров должно быть достаточным для всего отопительного сезона, но, как правило, дрова запасают на весь год. До сих пор многие семьи держат запас дров на несколько лет. В течение теплого летнего периода отопление не требует много энергии, поэтому в этот период сжигается хворост . В результате сжигается вся имеющаяся древесина, без остатка.

Распиливание и колка древесины проводится зимой, когда она заморожена. Лучшее время для сушки березовой древесины - конец зимы и все лето. Древесина считается сухой, если она заготовлена традиционным способом, что гарантирует высокое качество дров на долгие годы (как отмечают многие респонденты) если , конечно, она хранятся правильно, под навесом, или в хорошо вентилируемом дровяном сарае.

Существуют специальные территории, где леса охраняются и полностью исключаются из процесса вырубки. К ним относятся участки, расположенные близко к ручьям и родникам, где деревья никогда не трогают.

Также вдоль речных долин, таких как долина реки Деатну, березы оставляются в качестве «ледоколов». Следуя этим правилам, сохраняются не только деревья, но и места обитания птиц, зайцев, и других животных. К тому же, березовые леса являются также «священными местами», которые по верованиям саамов населены духами, такими как «тролли» и «гремлины», жителями подземного мира. Если же в каком-либо месте обнаруживается, что подлесок, кустарнички, или лишайники не выдерживают воздействия вырубок и гибнут, принимается решение о полном прекращении вырубок. Всех, включая детей, обучают ходить только по тропам для того, чтобы не бродить по лесу и не причинять ему ущерба.

Обычно, дерево, срубленное в густом лесу, не обеспечивает достаточного количества тепла при сжигании, так как оно выросло в условиях недостатка света, воздуха и пространства. Древесина, полученная с участков «вадда», расположенных на границе с открытыми безлесыми гористыми территориями, дает гораздо больше энергии при горении. Прямоствольные деревья «риктес» легче держать, рубить и пилить, они отличаются большим количеством энергии, жарко горят, и служат прекрасным топливом. У березы короткий вегетационный период, и ее древесное волокно при созревании становится очень тяжелым и плотным, что обеспечивает ее высокую теплоемкость. Прямые деревья с диаметром ствола до 15 см., неповрежденные и с белой корой, отличаются хорошим качеством и их часто оставляют, не срубая.

Саамские легенды содержат сведения о том, как обрабатывать древесину. Например, в легенде шамана «Руойдна» (тощий человек) содержатся знания о болезнях деревьев, вызываемых гниением и грибковыми заболеваниями. При подготовке дров необходимо выбирать чистую древесину. В легенде, не рекомендуется использовать в «гоахти» (= хозяйство) древесину с гнилью, потому что дух «Руойдны» принесет « гуорцу» (=несчастье).

Использование Березовой Древесины в Художественном Творчестве и Кустарном Производстве

При отборе качественной древесины нужно многое знать и соблюдать определенные правила. Мастер должен сказать, годится ли та или иная древесина для производства какого-либо изделия. Например, для изготовления полозьев саней нужны искривленные стволы, поэтому для поиска нужных деревьев требуется обойти большую территорию леса, что довольно трудно. Многие саамы до сих пор так и делают, хотя сейчас современные приспособления позволяют гнуть и полировать любую древесину. Кроме того, многие стали покупать уже обработанную древесину, и сама задача поиска искривленной древесины в густом лесу потеряла свое значение.

Поиски качественной древесины всегда зависят от конкретного человека, который находится в лесу, и сам выбирает нужное для изготовления тех или иных изделий дерево (Приложение D. Рис.6). Когда дерево найдено,

может оказаться, что оно недостаточной высоты, или луна в этот момент не в той фазе, или по той или иной причине оно не может быть срублено сразу. Тогда местоположение этого дерева нужно запомнить или заметить, а иногда, важно срубить вокруг него несколько других деревьев, чтобы создать выбранному дереву оптимальные условия для роста. Рубка выбранного дерева должна производиться в нужные время года и фазу луны. Как правило, такие деревья никогда не рубят во время «черной» или «молодой» луны, которая не видна. Эту луну также называют «сгнившая луна», потому что деревья, срубленные в это время, будут гнить. Деревья лучше всего рубить во время последней четверти луны, или во время полнолуния. Время рубки - важнейший фактор получения качественной древесины.

Когда саамы берут дерево из леса, они руководствуются правилом по которому, если ты берешь что-нибудь, ты должен что-нибудь и оставить. Это поведение является частью их духовности и уважительного отношения ко всему живому и миру в целом. У саамов существует обычай постучать тихонько по дереву топором или ножом 3 раза, как это делается с костью, перед тем как ее разгрызть, чтобы достать вкусный мозг. Этот ритуал, идущий из глубины веков, свидетельствует об уважении к каждой вещи. Таким образом, саамы не метят свою территорию, а как бы получают разрешение на использование той или иной вещи.

Принимаются во внимание также и другие факторы. Например, важно знать, какая сторона дерева подвергается воздействию преобладающих ветров и действию солнца, южная или северная. Все это, вместе с правильно выбранным временем рубки гарантирует то, что древесина будет хорошо сохнуть и для возобновления леса будут созданы надлежащие условия. Процесс сушки очень важен для древесины, используемой при производстве орудий и изделий. Однако многое зависит от профессионального умения и интеллекта конкретного человека. Высококачественную, хорошо высушенную древесину можно хранить несколько лет, причем со временем она становится все лучше и лучше.

Некоторые респонденты отмечали, что мастеру невозможно купить нужную ему древесину, потому что для установления необходимой связи «мастер-дерево» (=природа), дерево должно быть найдено, выбрано, срублено, доставлено и обработано самим мастером. Выбор дерева, его рубка и обработка - звенья единого неразрывного процесса. Подавляющее большинство саамских мастеров по дереву считает, что промышленно произведенная древесина не обладает нужным качеством, хотя зачастую и используют ее. Тем не менее, для изготовления своих лучших работ мастеру необходимо знать всю «историю дерева», включая господствующие направления ветра, солнечную экспозицию, характер ландшафта, растительности, почвенных условий места, где оно росло, а также то, каким образом дерево было срублено. Все эти знания, в конечном счете, отражаются в облике изделия, являющегося частью и способом культурного и социального самовыражения, непосредственно связанного с окружающей природной средой.

К началу 21 века использование березовой древесины для производства изделий национального творчества увеличилось. Под влиянием модернизации и глобализации культурная и природная среда, инфраструктура, сфера обслуживания, поведение и привычки людей значительно изменились. Саамы не стали исключением из этих процессов. Как и в других развитых странах, современные инфраструктура, средства коммуникаций и транспорта, электричество и прочие технические достижения сейчас доступны и в Сапми (Kalstad 1996). Знания саамов о деревянном кустарном промысле, к счастью сохранились в архивах или опубликованы и служат энциклопедией накопившегося опыта многовекового использования березовой древесины (например, Nielsen 1932-1962).

До сих пор много саамов продолжают изготавливать из березы такие изделия, как посуду для питья, чаши, вазы, фигурки, изображающие людей и животных, и другие мелкие изделия. Другой тип крупных изделий из березы - различные виды саней, в последнее время используемые гораздо меньше, чем снегомобили. Несколько высококвалифицированных умельцев до сих пор знают, как сделать «герес», оленьи нарты, изготовление которых требует особых знаний и умения.

Человеческий Фактор: Управление Березовыми Лесами в Будущем

Интервью, проведенные в Охцейохке, позволили получить целостную картину традиционного и современного использования березы на местном уровне. Эти сведения могут служить в качестве энциклопедии культурного наследия саамов, предоставляющей историческую и современную информацию о традиционных экологических знаниях, практических аспектах управления природными ресурсами, о качестве используемого материала, а также об основных идеях и правилах устойчивого использования природных ресурсов зоны лесотундры. После экологических и экономических аспектов (последние в явном виде в статье не обсуждаются), саамские эксперты придают наибольшее значение месту березы в национальной культуре и образе жизни, говоря, что *«…без березы жизнь пуста.»*

Береза служит важной составляющей частью окружающей среды Сапми. Поэтому природные условия, количество и качество древесины и лесных ресурсов особенно важны для саамов, ведущих хозяйственную деятельность и традиционный образ жизни. Кроме того, их культурное и духовное самовыражение служат важными элементами и символами жизни саамов.

Саамские эксперты приводят следующие цитаты, подчеркивающие тесную связь между человеком и березой в северной лесотундре.
« ….летом там такой прекрасный запах и чистейший воздух, в березовых лесах.»;

« ...жить было бы так холодно и неуютно без березы....»;
« ...а без березы все превратится в тундру.....»;
« ...так мило и свежо, бродить по березовому лесу....сосновый лес слишком сух, а в березовом лесу воздух достаточно влажен, он дает ощущение полной жизни....».

Эти комментарии показывают важность березы, не только как источника энергии для обогрева жилищ и прочих видов использования, но и для личного духовного здоровья и одухотворенности. Понятно, что фактически, береза является связующим звеном между культурными традициями, трудовой деятельностью, языком, эпосом, таксономией и терминологией. Более того, использование березы, как предмета труда, способствует сохранению экологических знаний, приобретаемых в процессе наблюдения за природой. Все эти аспекты вносят вклад в культурное и социально-экономическое благополучие людей, проживающих в специфических природных условиях.

Местные саамы полностью осознают то, что в начале 21 века усилились не только внешние, но и внутренние изменения и возросло давление, оказываемое на северные народы и окружающую их среду. Безусловно, продолжающееся использование лесотундровой березы как в качестве топлива, так и для производства различных кустарных изделий, очень важно для местного населения. Поэтому вопросы собственности, доступности использования и управления этими уникальными природными ресурсами находятся на острие местных дебатов.

Саамские респонденты обеспокоены слишком большим влиянием Лесного Управления Финляндии *(Metsähallitus),* общественной организации, защищающей национальные интересы Финляндии и постоянно вмешивающейся в местные дела в Сапми. Ее полномочия должны быть пересмотрены, и степень влияния этого института власти на управление лесами должна быть снижена. Увеличивающаяся коммерциализация использования березовых лесов как и усиление туристической деятельности, несомненно, являются факторами, угрожающими непрерывной целостности процесса использования саамами березы. Новые виды инфраструктуры и промышленности, такие как автомагистрали, промышленные лесозаготовки, строительство гидроэлектростанций и горнодобывающая промышленность, должны внедряться очень осторожно, с учетом оценки воздействия на окружающую среду, социально- экономических и культурных аспектов.

Последствия подобных воздействий респонденты описываю следующим образом.
«Мы должны жить, соблюдая традиционные правила, получая больше знаний и навыков и передавать их нашим детям. Мы должны ходить по тропам, а не бродить по всему лесу. Мы зашли слишком далеко, шли слишком быстро по пути глобализации в мире конкуренции . Мы должны остановиться, чтобы подумать и вернуться к нашим традициям».
«Саамы, а не власти – настоящие защитники окружающей среды».

«Ценности и нормативы других народов прививаются нам. Они подчеркивают важность сохранения и защиты природы, но есть еще кое-что, к чему они приводят. Они вызывают конкуренцию в использовании природных ресурсов и снижают чувство ответственности за окружающую природу».

Если саамы будут следовать традиционным правилам и использовать традиционные знания - это и будет их вкладом в охрану природы. Суть происходящих в последнее время перемен можно понять из одного примера, когда два года тому назад значительный ущерб природе был нанесен необдуманными действиями властей. В нескольких километрах от д. Охцейохки, вниз по течению реки Деатну, Центр по Охране Окружающей Среды постановил срубить и разредить высокий березняк, растущий между берегом Деатну и шоссе, для того, чтобы открыть проезжающим по шоссе вид на реку. Весной на следующий год прошел мощный ледоход по Деатну, и многие оставшиеся деревья не выдержали и были уничтожены. В результате, образовался полностью обезлесенный и незащищенный деревьями берег. Понятно, что саамы с их знаниями и навыками управления никогда бы не содействовали принятию подобного решения, направленного на удовлетворение сиюминутной прихоти путешественников, желающих получить удовольствие от созерцания пейзажа.

Мнение и оценка местными жителями подобных событий следующая: *« ...в Лесном Управлении Финляндии (Metsähallitus) и Центре по Охране Окружающей Среды (Ympäristökeskus) знают, как разрушать».* Аналогичная ситуация наблюдалась в период с 1920 по 1970-ые годы во время проведения государством почти безуспешных мероприятий по разведению ели и сосны в Охцейохке. В это время береза рассматривалась этими организациями, как менее качественный ресурс, по сравнению с быстрее растущими елью и сосной. Эта позиция медленно исправляется в наши дни, когда предпочтение вновь отдается березе. Но ущерб, причиненный ею горным березовым лесам был значительным.

Перспектива: Предложения и Политические Рекомендации

Как же в будущем, при современных социо-экономических и политических условиях будет проводиться управление березовыми лесами? Комментируя фразы *«... без березы жизнь пуста; ... мы не можем существовать без березы; или...береза стала нам, саамам, дороже всего»,* можно сказать, что жизнь этого народа по-прежнему наполнена и пропитана березой. Все понимают, что требуется регулирование, включая планы управления, поскольку все большее количество людей, как местных, так и приезжих, одновременно проявляют различные интересы по отношению к одному и тому же ресурсу, находящемуся в одном и том же месте. Как можно заключить из данных проведенного опроса, местные жители, будь они саамами, финнами, или представителями других народов, должны быть вовлечены в процесс принятия решений по использованию ме-

стных ресурсов сейчас, и их возможному использованию в будущем (Nystø 1998).

Так как береза - главнейший элемент лесотундры, образа жизни и знаний местных жителей, предложения по управлению березовыми лесами и политические решения должны исходить от самих жителей, а не от чиновников, сидящих в городских оффисах. Такой тип управления может осуществляться путем расширения полномочий институтов местного самоуправления и контроля как, например, саамской системы «сиида», или местными ассоциациями, занимающимися управлением землепользования в лесном хозяйстве, спортивным рыболовством и охотой, туризмом и отдыхом, и т.д.. Например, программы по консервации «дикой природы», как таковой, должны учитывать и активно использовать традиционные экологические знания, локальный опыт и практику природопользования. Как местные знания, так и принципы управления должны быть включены в школьные программы для того, чтобы дети, растущие на Севере, не потеряли чувства «места». Более того, знания и навыки должны передаваться из поколения в поколение, играя роль своеобразной обучающей системы в области рационального использования природных ресурсов, уходящей корнями в накопленный поколениями опыт. Как сказал один саам, *« ...не все охотники прошлого, были удачливы в охоте, если они не придавали значения тому, какую именно ветку следует срубить и использовать для ловушки на куропатку».*

Все соглашаются с тем, что сейчас назрела необходимость в введении ограничительных мер. Времена меняются, и старые модели не всегда работают, но, тем не менее, иногда еще могут быть использованы. Современное общество сориентировано более на материальные ценности чем на природу и на сигналы, которые она подает. На глазах многих саамов ориентация на подобные ценности наносит непоправимый ущерб природе. Что касается березы, жители используют ее для обогрева своих жилищ круглый год, в том числе и в конце зимы, апреле и мае, когда еще лежит мощный снежный покров. В это время удобнее и легче доставлять стволы на снегомобиле, пренебрегая процессом сушки и рискуя получить древесину плохого качества.

Ориентацию на устойчивое использования березы особенно важно поддерживать на местах. Саамы чувствуют, что «…береза дает очень много: тепло, защиту, удовольствие, компанию, здоровье. Она красива, и поставляет материал для многих вещей, у нее зеленые листья и чудесный запах». Символ, который несет береза, «соахки», в саамской культуре и жизни лучше всего выражен в стихах очень известного и почитаемого саамского поэта Паулуса Утси (1918-1975). Эти стихи могут служить эпилогом нашей статьи (Утси 1970: 4; английская версия автора).

МУЧИТЕЛЬНАЯ ЛЮБОВЬ

Nugo roaŋke soahki	*Как витая береза*
orru duottarravddas,	*на краю скалы*
nu lea biegga botnjan	*Так ветер перекосил*
mu nai eallima	*всю мою жизнь*
Nugo soagi mátta	*Как березовый ствол*
bievlla vuostá čuovgá,	*стелется по бесплодной земле*
nu ohcalan váriide,	*Так и я тоскую по горам,*
laguide ja orohagaide.	*растениям и поселениям*
Dat lea mu eallin,	*Все это моя жизнь,*
man mon ráhkistan.	*все это я люблю.*

Благодарности

Авторы благодарят за финансовую поддержку этого исследования Комиссию по Исследованиям Евросоюза (HIBECO 2000- 2003), местных экспертов за их открытость при предоставление данных и за активное участие в работе. Результаты были доложены на 1-ом Рабочем Совещании (Гамбургский Университет). Особую благодарность выражаем Лилье Сеппяля (Ивало и Мустаярви, Финляндия) за ее огромную помощь, оказанную исследовательской команде.

Библиография

Abramovitz, J. N. 1998. Taking a stand: cultivating a new relationship with the world's forests. Worldwatch Paper 140. Worldwatch Institute, Washington, DC.

Aikio, M. S. 1990. The Changing Role of Women in Sámi Society. In: Müller-Wille. L. (ed.). Social Change and Space. Indigenous Nations and Ethnic Communities in Canada and Finland. Minor in Northern Studies Program, McGill University, Montréal. p. 13–17.

Aikio, M. S. 1998. Tourism in the North and Sami Culture. Juridica Lapponica 19: 87–92.

Baer, L-A. 1996. Boreal forest dwellers: the Saami in Sweden. Unasylva 186, 47:16–21.

[Canada] 1998. Proceedings of 'Sustainable Development in the Arctic: Lessons Learned and the Way Ahead. Circumpolar Conference and Workshop, Whitehorse (Yukon Territory) Canada, May 12–14, 1998. Northern Review 18: 1–256.

Cox, C. B. & Moore, P. D. 1993. Biogeography. An Ecological and Evolutionary Approach. Blackwell, Oxford.

Goenner, C. 2002. Forest Tribe of Borneo: Resource use among the Dayak Denuaq. Man and Forest Series 3.: D. K. Printworld, New Delhi.

Helander, E. 1992. Sámi knowledge - subjective opinion or science? Diehtogiisá, Newsletter from [the] Nordic Saami Institute 1/92: 3–4.

Helander, E. 1996a. Development, knowledge and Sami reindeer herding. in: Cultural and Social research in Greenland 95/96. Essays in Honour of Robert Petersen. Ilisimatusarfik / Atuakkiorfik, Nuuk p. 107–118.

Helander, E. 1996b. Sustainability in the Sami area: The X-file factor. In: Helander, E (ed.) 1996. Awakened Voice. The Return of Sami Knowledge. Dieđut 1996: 4. Nordic Sami Institute, Guovdageaidnu/Kautokeino. p. 1–6.

Helander, E. 1999. Traditional Sámi Knowledge. Arctic Centre Reports 26: 25–27.

Helander, E. (ed.) 1996. Awakened Voice. The Return of Sami Knowledge. Dieđut 1996: 4. Nordic Sami Institute, Guovdageaidnu/Kautokeino.

HIBECO (Human Interactions with the Mountain Birch Forest Ecosystem: Implications for Sustainable Development.) 2000–2003. Workpackage 1: Socioeconomic Studies in Rural Communities, Department of Geography, Hamburg University, Germany. Interviews and surveys conducted by Maria Sofia Aikio, Jorunn Eikjok, Heidi Kitti, Vesa Luhta, Ludger Müller-Wille, Maiju Pasanen, C. Blair Stevenson, Maiju Pasanen and Astrid Solhaug, October 2000 to May 2002. Other participating researchers: Dietbert Thannheiser (leader) and Pekka Aikio, John E. Lewis, Junhua Li, Karl-Dieter Meier, Linna Weber Müller-Wille, Jan Wehberg. Program: "Quality of Life and Management of Living Resources", Key Action 5.3. "Sustainable and multipurpose utilization of forest resources: integrated forest-wood chain". Funded financially by the European Union Research Commission, contract QLK5-CT-1999-011515.

Hustich, I. 1946. Lappland lever [Lapland lives.]. Holger Schildt, Helsingfors

Hustich, I. 1979. Ecological concepts and biogeographical zonation in the North: the need for a generally accepted terminology. Holarctic Ecology 2: 208–217.

Kalakoski, M. 1999. The threats to the traditional sami livelihood in timberline forests in Finnish upper Lapland. In: Kankaapää et al. (eds.). Sustainable development in northern timberline forests. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 734. p. 157–163.

Kalstad, J. K. H. 1996. Modern Challenge Facing Knowledge in Sami Subsistence. In Helander, E. (ed.). 1996. Awakened Voice. The Return of Sami Knowledge. Dieđut 1996: 4. Nordic Sami Institute, Guovdageaidnu/Kautokeino. p. 21–30.

Kalstad, J. K. H. 1997. Aspects of Managing Renewable Resources in Sami Areas in Norway. In: Gaski, H. (ed.). Sami Culture in a New Era. The Norwegian Sami Experience. Davvi Girji OS, Kárášjohka. p. 109–126.

Kankaanpää, S., Tasanen, T. & Sutinen M-L. 1999. Sustainable development in northern timberline forests. Proceedings of the Timberline workshop, May 10–11, 1998 in Whitehorse, Canada. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 734.

Kankaanpää, S., Müller-Wille, L., Susiluoto, P. & Sutinen, M-L. (eds.) 2002. Northern Timberline Forests. Finnish Forest Research Institute. Research Papers. In print.

Keskitalo, A-I. 1994. Research as an inter-ethnic relation. Arctic Centre Reports 11 / Dieđut 7/1994: 7–31.

Lehtinen, A. A. 1991. The northern natures - a study of the forest question emerging within the timber-line conflict in Finland. Fennia 169, 1: 57–169.

Mattsson, J.1987. Ihmisen vaikutus Utsjoen metsärajametsiin [Human impact on the timberline forests in Utsjoki]. Pro gradu thesis. Department of Geography. University of Turku.

Mattsson, J. 1995. Human impact on the timberline in the Far North of Europe. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagielloñskiego MCLVI, Prace Geograficzne - Zeszyt 98: 41–55.

Müller-Wille, L. 2000. Human-birch relations in northern Fenno-Scandian ecosystems. Survey questions, HIBECO, Workpackage 1. Manuscript. 8 p.

Müller-Wille, L., Eikjok, J. & Thannheiser, D. 2001. People and Birch: The Sami Perspective of the Environment and its Sustainability. In: Wielgolaski, F. E. (ed.) Nordic Mountain Birch Ecosystems. Man and the Biosphere Series 27: 369–376.

Nielsen, K. [and Nesheim, A.] 1932–1962. Lappisk ordbok - Lappish dictionary. Vol. 1–4. Institutt for sammenlignende kulturforskning, Oslo.

Nystø, S-R. 1998. Decision-Making and Priority-Setting in the Circumpolar. Northern Review 18: 119–128.

Sandström, O. et al. 2000. Ylä-Lapin luonnonvarasuunnitelma [Natural Resource Plan for Upper Lapland]. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 38.

Sihvo, J. 2000. Mountain birch forests in Northern Lapland. Paper given at the HIBECO workshop "People and Birch - Human environmental interactions in northern forest systems", Siida - Sami Museum, Inari, October 21–23, 2000.

Utsi, P. 1970. Reagganan ráhkesvuohta - Smärtande kärlek. in: Dikter. Från Bygd och Vildmark. Luleå stiftelse årbok 61: 4. [also in: Utsi, Paulus and Inger Utsi 1980. Giela gielain, divttat/dikter. Alltryck, Luleå. p. 9].

Veijola, Pertti 1998. Suomen metsänrajametsien käyttö ja suojelu [Utilization and Protection of Finland´s Timberline Forests]. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja / Finnish Forest Research Institute. Research Papers 692.

Yaroshenko, A. Y., Potapov, P. V. & Turnbanova, S. A. 2001. The Last Intact Forest Landscapes of Northern European Russia. Mapping of intact forest landscapes in northern European Russia using high-resolution satellite images. Greenpeace Russia, Moscow: www.globalforestwatch.org (accessed April 26, 2002).

Моделирование Лесных Ресурсов с Помощью Дистанционных Методов и Геоинформационных Систем

Шивананд Балрам и Джон Е Левис

Резюме

Технологии дистанционного зондирования и географических информационных систем (ГИС) дают возможность провести пространственный анализ и создать систему управления, позволяющие учитывать многочисленные факторы необходимые для эффективной оценки и управления лесными ресурсами. Как дистанционное зонирование, так и ГИС являются технологиями широкого спектра действия, и их полезность для той или иной отрасли знания не всегда очевидна. По применению технологий дистанционного зондирования и ГИС в управлении лесами опубликовано много статей, и суть пространственных технологий моделирования может быть идентифицирована. В статье представлена классификация основных технологий дистанционного зондирования и ГИС описанных в работах по управлению лесными экосистемами. Эти технологии классифицированы с точки зрения поддержки интегрирования данных и управления; проведения инвентаризации и оценки; пространственного анализа; моделирования и визуализации; выявления изменений; и социально-экономических процессов и участия общественности. Затрагиваются некоторые вопросы оценки погрешностей из-за важности последствия их влияния на процесс принятия решений и планировании. Знание этих технологий уменьшает вероятность дублирования работ и создает основу для развития новых технологий, дающих большие возможности для устойчивого управления лесами.

Ключевые слова: моделирование лесов, дистанционное зондирование, географические информационные системы, пространственное моделирование

1 Введение

Леса представляют собой важный экономический и экологический ресурс, которым необходимо устойчиво управлять на благо всего общества. Леса обеспечивают такими важными для существования человека товарами и услугами как древесина, недревесные продукты леса. Леса – это среда обитания и укрытие, они защищают почвы и водные ресурсы, сохраняют биоразнообразие, являются основными поглотителями углерода (Lund и Iremonder 2000). Тем не менее, сельскохозяйственное освоение, социально-экономические факторы и политические интересы привели к радикальной трансформации многих лесных экосистем. Последствия этих изменений трудно оценить, но главное то, что они могут быть необратимыми. Поэтому сохранение экологической целостности - наша главная цель. Управление лесными экосистемами обычно включает следующие положения (Church и др. 2000):

- -понимание природных процессов и циклов развития,
- -адекватное представление коммерческих интересов по использованию лесов,
- -системы по предписанию и оценке принимаемых решений,
- -процедуры оценки риска и методика устранения погрешностей,
- -участие заинтересованных сторон и общественности,
- -схемы и протоколы для политической оценки

Так как в последнее время противоречия между пользователями и видами использования ресурсов леса усиливаются, потребность в более содержательных и направленных на достижение консенсуса решений будет возрастать. Поэтому будет наблюдаться также рост потребностей в пространственном управлении и интегрированных технологиях, таких как географические информационные системы (ГИС), дистанционное зондирование и глобальные позиционные системы (ГПС). Этот процесс уже начался с широкого внедрения этих технологий в работу исследователей лесов и менеджеров (Lachowski и др.1992), как ключевого вспомогательного инструмента для мониторинга, картирования, оценки и моделирования лесных процессов и их отображения в пространственном и временном масштабах (Рисунок1).

Дистанционное зондирование, благодаря своим синопсическим, мультиспектральным и мультивременным возможностям, является одним из наиболее эффективных методов получения данных для управления лесами и их изучения. Дистанционное зонирование - инструмент получения информации об объекте исследования через анализ данных, получаемых путем контролируемого электромагнитного взаимодействия между объектом (обычно находящимся на земле) и датчиками, не контактирующими с объектом. (Lillesand и Kiefer 1994). Географические информационные системы (ГИС) рассматриваются в качестве инструмента и процесса состоящих из компьютерного оборудования, программного обеспечения и подготовленного персонала и предназначенных для эффективного сбора, хранения, накопления, манипулирования, визуализации и анализа географически привязанных данных в целях получения информации и зна-

ний в установленном режиме для решения неструктурированных задач управления и планирования (Maguare 1991). Осуществление процесса ГИС очень сложная работа, для выполнения которой требуется трудоемкий сбор информации, обусловленный обширными территориями, расчлененным рельефом, физическими ограничениями ландшафта и т.д. К тому же, эта работа выполняется в условиях недостатка людских ресурсов. Ввиду этого, в управлении лесами ГИС и дистанционное зондирование обычно дополняют друг друга.



Рисунок 1. Процесс интеграционного управления ресурсами леса.

Основная цель нашего доклада - выявить и провести классификацию доминирующих технологий дистанционного зондирования и ГИС, использующихся в настоящее время для решения вопросов устойчивого моделирования и управления лесными экосистемами. Был проведен анализ литературы, чтобы показать разнообразие возможностей этих технологий для решения задачи управления лесами. Кроме того, рассматриваются некоторые вопросы коррекции погрешностей ввиду их важности для планирования и принятия решений в лесном хозяйстве. Обзоры по вопросам дистанционного зондирования в Скандинавии смотрите в работах Jaakkola и др. (1988) и Holmgren and Thuresson (1998). В отношении Канады, эти вопросы освещены в литературном обзоре под редакцией Pitt и др. (1997). Кроме того, июньский номер Журнала по Лесоводству (2000) целиком посвящен методам дистанционного зонирования в лесном хозяйстве.

2 Метод

С использованием стандартного поиска по ключевым словам, были изучены обзорные журналы, просмотрены монографии, правительственные постановления и сайты Интернет, содержащие материалы по дистанционному зондированию, ГИС и использованию их в управлении лесными экосистемами. В Таблице 1 приведена классификация основных технологий ГИС и дистанционного зондирования и показана их роль в поддержке управления лесными экосистемами. Эти технологии классифицированы с точки зрения поддержки интегрирования данных и управления; проведения инвентаризации и оценки; пространственного анализа; моделирования и визуализации; выявления изменений; и социально-экономических процессов и участия общественности. Специальные пространственные методики перечисляются вместе с описанием массивов лесных экосистем для которых проводится данная работа. Эта классификация имеет обобщающий характер, она не универсальна и возможно совмещение технологий для рассмотрения разнообразных проблем управления лесными экосистемами.

3 Моделирование Лесных Ресурсов и Управление

3.1 Интеграция Данных и Управление

При управлении лесными экосистемами, технология ГИС широко используется для менеджмента данными, планирования, визуализации и пространственного анализа, в то время как дистанционное зондирование используется в качестве источника информации для мониторинга и поддержки. Дистанционное зондирование - сравнительно дорогостоящая технология, но точные и своевременные данные о лесных ресурсах необходимы для моделирования социально-экономических и биохимических процессов на местном, региональном и глобальном уровнях. Поэтому в течении 1990-ых годов установленные на спутниках датчики, характеризующиеся совершенным пространственным, спектральным и временным разрешением, были установлены, и вся полученная с них информация была тотчас же использована для моделирования и анализа процессов, протекающих в лесных экосистемах. Список этих спутниковых датчиков, используемых для исследования лесов, их характеристики, функции и возможности представлены в публикациях Davis и Simonett (1991) и в последней работе Franklin (2001). Но, при наличии широкодоступной спутниковой информации, с различными показателями датчиков, возникла проблема интеграции данных, их совместимости, схожести масштабов и разрешающей способности. В литературе (Нуурра et al. 2000) пока еще не хватает сравнительных исследований по использованию данных дистанционного зондирования для изучения изменений лесных экосистем.

Интегрирование данных и управлениет										
Функции и технологии ГИС и Дистанционного Зондирования									Социальные Процессы, Участие Общественности	
							Детектирование Изменений			
				Пространственный Анализ, Моделирование, Визуализация						
	Оценка и Мониторинг									
	Анализ изображений и классификация данных; Взвешенные оверлейные программы, буферы, сегментация; Связность, смежность и пространственный анализ; Соседство, сетевые и точечные анализы; Пространственный частотный анализ; Пространственное взятие проб; Иерархическое структурирование; Визуализация и презентация карт; ГПС измерения; Управление погрешностями.			Анализы изобразительный и регрессий; Статистика обследований; Основанное на знаниях, правилах , индуктивно-пространственное и Географическое моделирование; Визуализация и карты; Запросы; Управление погрешностями.			Различение изображений, нормы изображений; CVA, PCA; Методы регрессионного анализа; Анализ ряда времени; Модели Маркова; Клеточная автоматизация; Визуализация и представление карт; Управление погрешностями.		SDSS; Модели решений; Отношения объект-свойства; Модели ресурсной экономики; Мультимедийная презентация; Визуализация и карты; Управление погрешностями.	
Метрики Лесных Экосистем	**Структура** Идентификация пространственных объектов, ориентирование и расположение экосистем или ландшафтов.				**Функции** Оценка взаимосвязей между компонентами экосистем или ландшафтов.		**Изменения** Выявление изменений и трендов в экосистемах или ландшафтах		**Управление** Установление системы для устойчивого управления лесами.	
	СОСТАВ	СТРУКТУРА	ФОРМА	МАСШТАБ	Взаимосвязь	ПРИЧИНА / СЛЕДСТВИЕ	ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ	ВРЕМЕННЫЕ	ДАННЫЕ	РЕШЕНИЕ
Использованные источники										
Atkinson, P.M. 1996	x								x	
Echavarria, F. 1996	x	x	x	x			x	x	x	
Frohn, R.C. 1998	x	x	x	x	x	x	x	x		
Klopatek, J.M. and J.M. Francis 1999	x	x	x	x						
Al-Garni, A.M. 1996					x	x				
Aspinall, R. and N. Veitch 1993					x	x				
Griffiths, et. al. 1993	x	x		x	x	x				
Skidmore, et al. 1996					x	x				
Eastman, R.J. and M. Falk 1993							x	x		
Lambin, E.F. 1996							x	x		
Payn, et. al. 1999							x	x		
Senay, G.B. and R.L. Elliott 2000							x	x		
Church et. al. 2000										x
Naesset et. al. 1997									x	x
Naesset, E. 1997									x	x
Vertinsky, et. al. 1994									x	x

Таблица 1. Классификация Технологий ГИС и Дистанционного Зондирования в Управлении Лесными Экосистемами.

Способность накапливать и обрабатывать иерархически распределенную пространственную информацию делает ГИС технологию важнейшим инструментом поддержки интеграции данных и управления в развитии информационных инфраструктур для принятия решений в области управления лесными экосистемами. Местные и международные структуры, развивающиеся вокруг ГИС сейчас предлагают новые пути совместных исследований в управлении лесами. На организационном уровне децентрализованный подход ГИС может иметь много преимуществ для улучшения процесса приема информации, коммуникации и процесса принятия реше-

ний в управлении лесами (Bettinger 1999). В добавлении, модель данных ГИС облегчает интеграцию или вычленение экологической информации на любом иерархическом уровне, используя селекцию данных, запрос, буферизацию и оверлей.

Географическое положение - важнейшая характеристика при совмещении показателей экологического состояния и характеристик лесных ландшафтов (Greer 1993). Как правило в исследованиях лесов местоположения областей сбора данных фиксируются обычными «наземными» методами, но они все чаще дополняются данными Глобальных Позиционных Систем (ГПС). Технология ГПС использует наземные приемники для приема сигналов, поступающих со спутников и используют их для определения местоположения точек на земле в различных системах координат (Johnston 1998). Хотя изменения в пологе леса, размере деревьев и топографии могут влиять на качество сигналов в измерениях ГПС (Allen 1998), использование дифференциальных корректировок значительно увеличивает их точность при изучении лесов.

Благодаря использованию географической координатной сетки, несоизмеримые друг с другом данные могут быть интегрированы в общую базу данных ГИС, предоставляя новые возможности для комплексного анализа (Townshend 1991, McGhie и др. 1996). Усилия по пространственной интеграции не только способствуют созданию обширной базы данных, но также создают условия для целостного управления лесными экосистемами, не сравнимого с стандартными, традиционными методами управления отдельными видами. Интегрирование данных, полученных из разных источников, рассматривается в качестве наиболее важного результата внедрения технологий ГИС. Но эти подходы нуждаются в соблюдении прав собственников данных, издательских прав, протоколирования данных, административных расходов и расходов на обучение. Далее, интегрированная пространственная информация и полученные значимые результаты зависят от нашего понимания погрешностей, возникающих на каждом этапе процесса интеграции. Отсюда учет качественных и количественных погрешностей и точность измерений дает возможность определять точность карт, сравнивать результаты и минимализировать риски при распределении ресурсов и принятии решений на основе информации ГИС (Congalton и Green 1999).

3.2 Оценка и Мониторинг

ГИС и дистанционное зондирование имеют важное значение в выявлении характера и структуры лесных экосистем. Описание технологии дешифрирования снимков для классификации лесов, разработки индексов растительности, временного и пространственного анализа динамики растительности (Senay и Elliott 2000) и видового анализа (Aspinall и Veitch 1993), широко освящены в литературе. В целях получения точных показателей для выявления пространственных структур экосистем (Frohn 1998), в системах ГИС используется пространственная разнородность естественных свойств лесных экосистем и матрица ландшафтов, основанная

на выделении экотонов, экотопов, коридоров. Природные и искусственные нарушения в лесных экосистемах также исследуются в рамках ГИС путем включения таких величин, как структура лесного покрытия, погодные условия, направление ветра и топография.

Относительный недостаток беспрерывного массива спутниковой информации с высоким пространственным разрешением пригодной для управления лесами является важной проблемой для исследователей леса. Во многих исследованиях информация, полученная с высоким пространственным разрешением (1.1 км LAC и 8 км GAC) и высоким временным разрешением (дневным) с AVHRR датчиков интенсивно используется для глобальной оценки лесов. Долговременные данные с высоким временным разрешением играют большую роль в мониторинге локальных и глобальных изменений в лесном покрове (Eastman и Toledano 1996). Тем не менее, эти исследования нуждаются в пространственных уточнениях, с учетом топографических теней, в минимализации зависимости от атмосферного влияния и облачности. В тропических широтах влияние облачности на спутниковую информацию в видимом электромагнитном спектре обычно более резко выражено. В этих районах такие методы как использование радаров и метод наложения снимков дают возможность минимизации влияния облачности. Современное использование спутников с высокой разрешающей способностью чрезвычайно перспективно для будущего управления лесами. Но, тем не менее, даже при наличии спутниковой аппаратуры с высоким разрешением, аэрофотосъемка останется основным способом исследований, используемых при управлении лесными экосистемами.

3.3 Пространственный Анализ, Моделирование и Визуализация

Оценка функций экосистем базируется на данных точек и ареалов, отдаленных друг от друга в пространстве. Эти данные представлены в различных пространственных и временных шкалах. Однородные почвенные ареалы, традиционно выделенные по данным аэрофотосъемки и результатам полевых исследований обычно используются в качестве основы для выявления взаимосвязей и процессов в экосистемах. Лесной покров в значительной мере определяет состав почвенного покрова, и задачи пространственного разрешения решаются в рамках различных подходов к картированию почвенных выделов для использования в пространственном анализе. При одном подходе используется процедура пространственной генерализации для выявления экологического процесса в более крупном масштабе, чем по первоначальной информации. Другой подход использует методы геостатистической интерполяции для описания пространственной связи между отдельными показателями лесных экосистем (Payn и др. 1999). ГИС дает возможность легко переставлять и менять масштабы, поэтому для надлежащего пространственного анализа большое значение должно придаваться пространственному разрешению и детальности данных источника.

Расширение аналитических возможностей современных ГИС в значительной мере достигнута через механизм связи с математическими и имитационными моделями. Опубликованные данные о построении пространственных интегральных моделей и ГИС при управлении лесными экосистемами становятся все более доступными. Например, область распространения, среда обитания и распределение видов являются ключевыми компонентами для анализа лесных экосистем. Поэтому важно использовать описывающие эти компоненты модели ГИС. Список основных моделей включает модели технических регрессий для видового распределения, пространственные многокомпонентные модели и модели пространственной оптимизации (Guerra и Lewis 2002) для приспособления к среде обитания, модели наименьших квадратов для мониторинга среды обитания и модели Бауесиана для картирования среды обитания. При сравнении трех моделей ГИС по эволюции среды обитания было сделано заключение, что при возможности следует использовать разные модели, а полученные результаты сравнивать (Skidmore и др. 1996). Подходы моделирования также используется для получения данных для управления лесными экосистемами. Наличие базовой информации сильно влияет на нашу возможность разобраться в той или иной проблеме и гипотезе. При отсутствии достаточно обширной информации, инструменты моделирования могут сыграть важную роль в процессе принятия решений.

Охрана природы и сохранение биоразнообразия стали важными направлениями в связи с наблюдающимися в последнее время процессами обезлесивания. Обезлесивание влияет на углеродный цикл и климат через увеличение поступления углерода в атмосферу, в то время как биоразнообразие страдает вследствие разрушения среды обитания, фрагментации, краевых и барьерных эффектов и исчезновения видов. Для идентификации и ранжирования биологически разнородных ландшафтов применяется пространственное моделирование использующее комплексные характеристики ландшафтов, полученные из характеристик растительных сообществ, например, богатство, густота и состояние, индекс смежных типов растительных сообществ и физико-географические показатели. Все эти методы очень зависят от ГИС и данных дистанционного зондирования. Информация о видовом составе и индексах ущерба среде обитания, полученная с помощью техники анализа ГАР (GAR), которая может быть использована в ГИС, представляет возможность для оценки уровней охраны лесных экосистем и развития природоохранных территорий. Такие показатели как разнообразие, форма, текстура и расположение, привязаны к местности и могут быть получены в результате анализа ГИС.

Многие процессы, проходящие в лесных экосистемах, зависят от таких переменных как топография, крутизна склонов, высота и экспозиция. Топографические анализы могут быть представлены в ГИС через генерацию 3-х мерных моделей поверхностей с использованием карт рельефа. Анализ крутизны и экспозиции склонов используется в технологии ГИС для выделения водоразделов и моделирования местоположения, направления и величины поверхностных водотоков (Johnston 1998). Отклонения могут также моделироваться с использованием данных по высотам, находя-

щимся в системе ГИС. Для прогнозирования распространения растительности и ее видов были разработаны карты плотности видов и их разнообразия. Статистическое моделирование зависимости растительности от топографии, в свою очередь, помогает в исследованиях структуры и распределения растительности (Enright и Lewis 1985).

Из-за увеличения объема цифровых данных, все большое внимание будет уделяться техникам визуализации для идентификации фундаментальных характеристик и трендов в многомерном массиве информации. Цель визуализации - перевод необработанных данных с применением графики и мультимедиа в информацию более легкую для восприятия человеком. ГИС и технологии дешифрирования снимков используются для обеспечения работы интерактивного дисплея и презентации пространственной информации для выполнения ряда задач и для различных пользователей. ГИС обычно представляет пространственную информацию в 2-х мерном рельефном виде, или в виде карт с «серой шкалой», в виде изображения «надира» (плана наименьших точек), в некоторых случаях возможно использование «драпированного» изображения. Виртуальные технологии расширяют визуализацию ГИС внедрением современного 3-х мерного перспективного изображения моделей ландшафтов. В последнее время большой интерес вызвала основанная на Интернете структура ГИС, предназначенная для визуализации и участия общественности в принятии решений и широкого доступа к возможностям ГИС.

3.4 Выявление Изменений

Информация об изменениях лесных ресурсов необходима для эффективного управления и планирования на местном, национальном и глобальном уровнях. Выявление изменений - процесс использования пространственных аналитических методов для объяснения природы и масштаба происходящих в объекте изменений за два или более срока. При мониторинге лесных ресурсов для характеристики изменений важно установить факт изменения, идентифицировать природу изменения, определить размер изменения, а также провести пространственную оценку изменения.

Существует целый ряд количественных методов определения изменений, пригодных для исследования лесных экосистем. Они включают метод дифференциации изображения, скорости изображения, регрессионные методы, метод изменения векторов (CVA), метод дифференциации на классы и метод анализа главных компонентов (PCA). Методы оценки изменений основаны на том, что если погрешности, связанные с датчиками, топографией и окружающей природной средой минимизированы и многовременные изображения совмещаются и подвергаются идентичному предварительному анализу, а также изображения полученные от датчиков обладают идентичными характеристиками, тогда оцифрованные изменения в изображениях будут соответствовать изменениям значений яркости той же земной поверхности за различные отрезки времени.

Изменения на локальном уровне анализа могут влиять на эрозию, плодородие почв, водораздельный сток и изменение социально-экономических переменных. В глобальном масштабе многие исследования ГИС фиксируют влияние изменений лесных экосистем на климат. Крупномасштабные исследования дешевы и очень полезны при выявлении ключевых участков для более детального изучения. Сравнительные изучение методов выявления изменений показывает преимущество одного метода над другим в специфических исследовательских ситуациях. Видимо, при исследовании определенной территории ни один метод выявления изменений не может считаться лучшим для конкретной ситуации, и что при использовании методов должен применяться взаимодополняющий подход.

Методы выявления изменений используются для фиксации изменений биомассы на границе леса и вырубки. Один из них представляет собой моделирование Маркова, использующее эмпирически определенные матрицы переходной вероятности для выявления временных изменений в классах растительности (Wood и др. 1999). При разработке этих переходных матриц выясняется, что данные дистанционного зондирования дают менее смещенное распределение вероятностей по сравнению с традиционными полевыми измерениями, так как при этом обследуется целиком вся исследуемая территория. Кроме того, сезонные изменения в лесах являются частью исследования динамики природных процессов в глобальном масштабе, они регулируют многие процессы, связанные с первичной продуктивностью, а также с водо- и газообменом в лесах. В исследованиях описаны связи между климатическими условиями, типом растительности (в том числе лесной) и изменениями, выявленными в результате длительных изменений древесного покрытия.

3.5 Социально-Экономические Процессы и Участие Общественности

Многообразно влияние оказываемое на леса социально-экономическими факторами и национальными политическими стратегиями. Теперь общепризнанно, что расширение сельскохозяйственной деятельности и лесозаготовок оказывают наибольшее давление на лесные ландшафты. От решений в области лесной политики и управления лесного хозяйства зависят социальные процессы проходящие в лесных регионах. Поэтому заинтересованные лица и группы населения стали признаваться в качестве важного компонента в процессе принятия решений относительно всех вопросов касающихся лесов и их управления. При решении тех или иных проблем лесного хозяйства часто сталкиваются интересы различных групп, что затрудняет выработку оптимальных решений. Учет всех социальных, экономических, физических факторов и ценностных ориентиров, связанных с использованием и размещением лесов подразумевает использование эвристических методов для достижения согласия. Однако такая интеграция может приводить к конфликтам и задержкам с принятием решений. Ценную помощь в достижении компромисса, учитывающего интересы различных социальных групп, оказывает основанная на ГИС пространственная система выработки решений (SDSS). Использование ГИС

на базе Интернета также дает возможность учитывать мнение заинтересованных лиц и групп населения, довести до сведения людей результаты моделирования и данные лесных исследований (Dragicevic и др. 2000).

Устойчивое использование лесов зависит от тщательного соблюдения баланса между социальными и экономическими требованиями к лесным ресурсам. Использование новых аналитических возможностей дистанционного зондирования и ГИС, вместе с методами принятия обоснованных решений, предоставляют возможность управлять лесными ресурсами устойчивым способ. Развитие системы принятия пространственных решений позволяет одновременно учитывать ценности заинтересованных лиц и данные быстрой сельскохозяйственной оценки в принятии решений. SDSS – это интерактивная, основанная на ГИС система, в которую входят менеджер компьютерных данных, специалист по моделям и менеджер по пользованию интерфейсом. С их помощью можно разрабатывать различные (альтернативные) решения с целью поддержки пользователей или групп пользователей для того, чтобы повысить эффективность процесса принятия решений при рассмотрении неструктурированных и полуструктурированных пространственных проблем.

К сформулированным решениям неструктурированного типа относят те, которые не могут быть приняты стандартными методами и где необходим учет индивидуальных мнений для поиска решения. В некоторых работах приводятся сведения об оптимизации процесса принятия решений по устойчивому ведению лесного хозяйства благодаря методам линейного программирования и оценке множественных критериев (Naesset 1997), а также экономическим моделям лесозаготовок (Naesset и др. 1997). В докладе (Kangas и др. 2000) сообщается об эвристической модели сверхоптимизации, интегрированной в ГИС. Эффективная интеграция социально-экономических, политико-культурных и биофизических аспектов использования лесных ресурсов - это путь к достижению целей устойчивого управления лесами (Vertinsky и др. 1994). Akabua и др. (2000) разработали систему SDSS для моделирования недревесных ресурсов леса, что позволяет выяснить противоречия между заготовителями древесины и пользователями других лесных ресурсов. Географические информационные системы, дистанционное зондирование и системы поддержки принятия решений - методы, с помощью которых можно достичь цели устойчивого управления лесными экосистемами.

4 Заключение

Данная работа освещает возможности использования дистанционного зондирования и технологии ГИС в решении разнообразных задач управления лесными экосистемами. Разработана схема классификации основных технологий ГИС и дистанционного зондирования, используемых в настоящее время в управлении лесами. Эти технологии классифицированы с точки зрения поддержки интегрирования данных и управления; проведения инвентаризации и оценки; пространственного анализа; модели-

рования и визуализации; выявления изменений; и социально-экономических процессов и участия общественности.

Благодарность за поддержку

Международный Совет Канадских Исследований (ICCS-CIEC), Канада поддержал некоторые аспекты этих исследований, проведенные первым автором. Второй автор выражает огромную благодарность Европейскую Единую Комиссию по Исследованиям (см. HIBECO 2000-2003) за оказанную помощь.

Литература

Akabua, K. M., Adamowicz, W. L. & Boxall, P. C. 2000. Spatial non-timber valuation decision support systems. Forestry Chronicle 76(2): 319–327.

Al-Garni, A. M. 1996. A system with predictive least-squares mathematical models for monitoring wildlife conservation sites using GIS and remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing 17(13): 2479–2503.

Allen, J. S. 1998. GPS. In: Savitsky, B. G. & Lacher Jr., T. E. (eds.). GIS methodologies for developing conservation strategies – tropical forest recovery and wildlife management in Cost Rica. Columbia University Press, New York. p.61–79.

Aspinall, R. & Veitch N. 1993. Habitat mapping from satellite imagery and wildlife survey data using a bayesian modelling procedure in a GIS. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing LIX: 537–543.

Atkinson, P. M. 1996. Optimal sampling strategies for raster-based geographical information systems. Global Ecology and Biogeography Letters 5: 271–280.

Bettinger, P. 1999. Distributing GIS capabilities to forestry field offices. Journal of Forestry, June 1999: 22–26.

Church, R. L., Murray, A. T., Figueroa, M. A. & Barber, K. H. 2000. Support system development for forest ecosystem management. European Journal of Operational Research 121: 247–258.

Congalton, R. G. & Green, K. 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices. CRC, Florida.

Davis, F. W. & Simonett, D. S. 1991. GIS and remote sensing. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F. & Rhind, D. W. (eds.). Geographical Information Systems: Principles and Applications. Longman, Essex, UK. p.191–213.

Dragicevic, S., Balram, S. & Lewis, J. 2000. The role of Web GIS tools in environmental modeling and decision-making process. In: Proceedings of 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling, Banff, Canada, 2–8. September.

Eastman, R. J. & Falk, M. 1993. Long sequence time series evaluation using standardized principal components. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 59(6): 991–996.

Eastman, R. J. &.Toledano, J. 1996. Forest monitoring in Malawi. EOM Sept. 1996: 28–31.

Echavarria, F. 1996. Remote sensing of forest fragmentation in the tropics. IEEE Geoscience and Remote Sensing Society Newsletter 6: 6–15.

Enright, N. & Lewis, J. 1985. Aspect-related vegetation patterns and climate at Mont St Hilaire, Quebec. Canadian Geographer 29(3): 249–256.

Franklin, S. E. 2001. Remote Sensing for Sustainable Forest Management. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Frohn, R. C. 1998. Remote sensing and landscape ecology – New metric indicators for monitoring, modelling, and assessment of ecosystems. CRC, Florida.

Greer, J. D. 1993. The view from above: an overview of GPS and remote sensing options. Journal of Forestry 91: 10–14.

Griffiths, G. H., Smith, J. M., Veitch, N. & Aspinall, R. 1993. The ecological interpretation of satellite imagery with special reference to bird habitats. In: Haines-Young, R., Green, D. R. & Cousins, S. H. (eds.). Landscape ecology and GIS. Taylor & Francis.

Guerra, G. & Lewis, J. 2002. Spatial Optimization and GIS: Locating an optimal habitat for wildlife reintroduction. ArcUser 5(2): 32–34.

Holmgren P. & Thuresson, T. 1998. Satellite remote sensing for forestry planning: A review. Scandinavian Journal of Forest Research 13(1): 90–110.

Hyyppä, J., Hyyppä, H., Inkinen, M., Engdahl, M., Linko, S. & Yi-Hong, Z. 2000. Accuracy comparison of various remote sensing data sources in the retrieval of forest stand attributes. Forest Ecology and Management 128: 109–120.

Jaakkola, S., Poso, S., & Skråmo, G. 1988. Satellite remote sensing for forest inventory-experiences in the Nordic countries. Scandinavian Journal of Forest Research 3(4): 545–567.

Johnston, C. A., 1998. Geographic information systems in Ecology. Blackwell, London.

Kangas, J., Store, R., Leskinen, P. & Mehtätalo, L. 2000. Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilising advanced decision-support tools. Forest Ecology and Management 132: 157–171.

Klopatek, J. M. & Francis, J. M. 1999. Spatial pattern analysis. In: Morian, S. (ed.). GIS solutions in natural resource management – balancing the technical-political equation. OnWord Press, New Mexico. p. 17–40.

Lachowski, H., Maus, P. & Platt, B. 1992. Integrating remote sensing with GIS. Procedures and examples from the Forest Service. Journal of Forestry 90: 16–21.

Lambin, E. F. 1996. Change detection at multiple temporal scales: seasonal and annual variations in landscape variables. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 62(8): 931–938.

Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W. 1994. Remote sensing and image interpretation. 3rd Edition. Wiley, New York.

Lund, G. H. & Iremonger, S., 2000. Omissions, commissions, and decisions: the need for integrated resource assessments. Forest Ecology and Management 128: 3–10.

Maguire, D. J. 1991. Overview and definition of GIS. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F. & Rhind, D. W. (eds.). Geographical information systems: principles and applications. Longman, London. p.9–20.

McGhie, R. G., Scepan, J. & Estes, J. E. 1996. Comprehensive managed areas spatial database for the conterminous United States. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 62(11): 1303–1306.

Naesset, E. 1997. A spatial decision support system for long-term forest management planning by means of linear programming and a geographical information system. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 77–88.

Naesset, E., Gobakken, T. & Hoen, H. F. 1997. Economic analysis of timber management practices promoting preservation of biological diversity. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 264–272.

Payn, T. W., Hill, R. B., Höck, B. K., Skinner, M. F., Thorn, A. J. & Rijkse, W. C. 1999. Potential for the use of GIS and spatial analysis techniques as tools for monitoring changes in forest productivity and nutrition, a New Zealand example. Forest Ecology and Management 122: 187–196.

Pitt, D. G., Wagner, R. G., Hall, R. J., King, D. J., Leckie, D. G. & Runesson, U. 1997. Use of remote sensing for forest vegetation management: a problem analysis. Forestry Chronicle, 73(4): 459–477.

Senay, G. B. & Elliott, R. L. 2000. Combining AVHRR-NDVI and landuse data to describe temporal and spatial dynamics of vegetation. Forest Ecology and Management 128: 83–91.

Skidmore, A. K., Gauld, A. & Walker, P. 1996. Classification of kangaroo habitat distribution using three GIS models. International Journal of Geographical Information Systems 10(4): 441–454.

Townshend, J. R. G. 1991. Environmental databases and GIS. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F., & Rhind, D. W. (eds.). Geographical Information Systems: Principles and Applications. Longman, Essex, UK. p. 201–216.

Vertinsky, I., Brown, S., Schreier, H., Thompson, W. A. & Kooten, G. C. van 1994. A hierarchical-GIS-based decision model for forest management: The systems approach. Interfaces 24(4): 38–53.

Wood, E., Lewis, J. & Tappan, G. 1999. Land Use Change Modeling for Southern Senegal. Proceedings of PECORA 14 Symposium, Denver, CO. p. 85–95.

Мировое оленеводство - современная ситуация, трудности и перспективы

Йохан Матис Тури

1 Введение

Циркумполярная модель управления отдаленными регионами Арктики

Определяя значение оленеводства важно понимать, что оно представляет собой общую циркумполярную модель управления малонаселенными удаленными территориями в северных регионах. Эта модель разрабатывалась в течение длительного периода времени, приспосабливаясь к специфике арктических регионов. В рамках этой модели стало возможным использование малорентабельных природных ресурсов Арктики для производства ценной пищевой продукции – ресурсов, которые в противном случае не могли использоваться. Модель доказала, что устойчивость способствует стабильности промышленности. Наконец, с оленеводством в качестве первичного источника дохода стало возможным использование товаров, которые в противном случае были слишком недоступными. Поэтому оленеводство в тех регионах, где оно существует, имело огромное значение для освоения территорий.

Важно также отметить, что оленеводство в различных регионах почти идентично по своей организации. Ключевыми элементами организации, с одной стороны, были рабочие сообщества, состоящие из одной и более семей, с другой стороны – лица, являющиеся законными владельцами животных. Эта организация на саамском языке описывается словом *сиида.* Другой важный момент, который необходимо отметить, это то, что оленеводство повсеместно является в той или иной степени кочевым. Эта модель, которая развивалась независимо в разных регионах, оказалась эффективной и достаточно устойчивой, чтобы сохранить оленеводческие культуры почти незатронутыми с незапамятных времен до настоящего времени. Поэтому заслуженно предположить, что оленеводство – это «выбор природы» для арктических регионов.

Часто оленеводство описывается как красочное и экзотическое занятие. Возможно, это следствие того, что большинство оленеводческих народов являются этническими меньшинствами. Существует не менее 20 малочисленных народов по всему циркумполярному региону, занимающихся оленеводством. По крайней мере, 17 из них занимались оленеводством с незапамятных времен.

Среди тех, кого называют новичками в оленеводстве – три коренных группы на североамериканском континенте и в Гренландии. Туда саамы привнесли оленеводство в течение периода 1894-1057 г.г. Кроме того, есть также другие некоренные группы, занимающиеся оленеводством. Это норвежцы, финны, коми, якуты и русские. Однако, они составляют меньшинство среди оленеводческих народов.

2 Широко распространенное производство на основе малорентабельных ресурсов

Быть или не быть

Уникальная устойчивость оленеводства сделала его гигантским по географическому распространению. Это производство распространено по всему северному полушарию. Оленьи пастбища занимают около 40 % Фенноскандии (около 430 000 км²) и огромные территории в России (около 3 308 388 км²). Они также есть в Монголии, Китае, на Аляске, в Канаде, Гренландии и Шотландии.

Территории, определяющие характер оленеводства, подразумевают значительные трудности для его функционирования. Существуют, по крайней мере, два чрезвычайно важных момента в этом контексте:

1. Организация производства:
традиционный путь организации производства кажется простым, но он функционален и адаптивен. Этот путь организации является ключевым для выживания оленеводства. Ничто не способно внести больше нарушений и диспропорций в промышленность, чем вторжение в её организацию, о чём свидетельствует много исторических примеров. Для оленеводства жизненно важно понимание значения традиционной организационной структуры. Возрастающее стремление к объединенному управлению в действительности представляет угрозу для оленеводства.

2. Знания:
высокий уровень знаний об окружающей среде и методах их усовершенствования и передачи последующим поколениям является основой оленеводства. Профессиональные знания об окружающей среде и климате, накопленные поколениями, охватывают большую часть территории севера. Это, по-видимому, и составляет силу оленеводства.

Малое производство с большими возможностями

Оленеводство – это малая отрасль по экономическому значению и занятости населения. В этой отрасли занято менее 100 000 человек, включая стариков и детей. Другими словами, оленеводы составляют менее 1 % населения Арктики. С другой стороны, в то время как население Арктики в целом сокращается, численность оленеводов увеличивается. В целом у отрасли нет проблем с рабочей силой, исключая некоторые территории, такие как таежные регионы России.

Отрасль также сравнительно мала по численности животных и объёму продукции. Общая численность оленей снижалась в течение длительного периода времени и сейчас достигла 1,8 миллиона голов. Это снижение почти на 50 % с 1990 года, когда численность оленей была максимальна. Уменьшение численности наблюдалось одновременно в большинстве регионов и продлилось до 2000 года. Сейчас, по-видимому, спад закончился, и в некоторых регионах имеет место возрастание поголовья оленей.

Спад 1990-х был вызовом для большинства регионов и суровым испытанием для некоторых из них. Наиболее пострадали малые таежные регионы на Дальнем Востоке России, а также в Монголии и на Аляске. Полуостров Ямал на Европейском севере – единственный регион, где наблюдалось стабильное возрастание поголовья в течение последнего десятилетия.

В скандинавских странах всё ещё наблюдается самая большая плотность северных оленей. Около 31 % общего количества оленей находится здесь. Средняя плотность составляет приблизительно 1,3 оленя на км^2 (в Норвегии –1,2; в Швеции – 1,4; в Финляндии – 1,5 оленя на км^2).

Россия определенно является крупнейшей оленеводческой страной в мире, владеющей ⅔ поголовья оленей. 80 % из них, или 1 миллион голов, находятся в Западной Сибири и европейской части России. Средняя плотность составляет примерно 0,4 оленя на км^2. Другими словами, есть возможность значительно увеличить размер оленеводческого производства в этой стране.

Монголия и Китай – единственные оленеводческие неарктические страны. Они также самые малые оленеводческие страны в мире. Сегодня эти две страны владеют около 2200 голов оленей, что составляет меньше 0,1 % общего оленепоголовья.

В «новом мире», где оленеводство было внедрено около ста лет назад, численность домашних оленей на сегодня составляет около 14 000 голов (менее 1 % общего оленепоголовья). Это означает огромный спад с 1930-х годов, когда только на Аляске было примерно 600 000 оленей. Эти регионы, по-видимому, имеют самый большой потенциал роста в наши дни.

Самый важный источник доходов – это производство мяса. Общее производство мяса в оленеводческой отрасли, включая потребление для собственных нужд, оценивается приблизительно в 18 000 тонн в год. Другими словами, мы говорим о производстве мощностью в 3-4 рыбозавода среднего размера вместе. Поэтому оленеводство довольно незначительно по сравнению с конкурирующими отраслями.

Точную стоимость общего производства мяса трудно оценить. При максимальном уровне производства и ценах, достижимых в разных странах, общая стоимость оценивается в 50-52 миллиона долларов США в год. Квота скандинавских стран составляет более 50 % этой величины. Таким образом, экономическая значимость оленеводческого производства сегодня мала. Однако существует потенциал роста и производства, и финансовых поступлений.

Кроме мясного производства есть некоторые поступления от продажи побочных продуктов, таких как шкуры и панты, а так же продажи изделий народных промыслов. Также имеются доходы от сопутствующей экономической деятельности, такой как туризм. Их величину трудно оценить. Однако, несомненно, существует потенциал роста также и в этих областях.

Поскольку экономическое значение минимально, оленеводство не может быть привлекательно для людей. Сила этой отрасли в том, что она представляет образ жизни, который и бросает вызов, и приносит удовлетворение в профессиональном смысле, и поэтому очень значим для людей. Это само по себе имеет неоценимое значение. В отличие от других коренных народов мира, оленеводческие народы до сих пор имеют возможность строить своё будущее на основе собственных требований и усилий.

3 Угрозы оленеводству

Воздействие человека на окружающую среду

Самая большая угроза, с которой сегодня сталкивается оленеводство – это воздействие человека на оленьи пастбища. Такое воздействие тесно связано с продвижением к «цивилизованному» миру. Разрушение пастбищ и нарушения, связанные с влиянием человека – это нарастающие проблемы. С проблемами такого рода уже столкнулось 75 % оленеводства в мире, включая оленеводство Скандинавии, европейской части России и западной Сибири.

В скандинавских странах земли, считающиеся «нетронутыми» сократились с 80 % от общей площади в начале 1900-х г.г. до 20 % сегодня. Другими словами, произошло драматическое сокращение нетронутых территорий, в основном оленьих пастбищ, за период меньше 100 лет. Такое развитие угрожает будущему существованию саамского оленеводства.

В России можно наблюдать похожую тенденцию в течение последних 30-50 лет. Сильное промышленное воздействие на оленьи пастбища имело место в Мурманской области, Ненецком АО, Республике Коми, Ханты-Мансийском ОА, Ямало-Ненецком АО и Таймырском АО. По подсчетам Союза оленеводов России (СОР) за последние 30 лет 1/5 оленьих пастбищ в стране разрушены или утрачены в результате посягательств, лестных пожаров и конкурирующей хозяйственной деятельности.

Кроме потери пастбищ, и постепенные посягательства, и промышленное освоение всегда ведут к негативной оценке оленеводства. В результате проблема сводится к перевыпасу, что уводит от реальной проблемы разрушения окружающей среды. Это случилось в Норвегии, Швеции и Финляндии. Та же ситуация, по-видимому, наблюдается также на северо-западе России.

Проблемы таежного оленеводства

Вторая серьезная угроза, с которой сталкивается оленеводство – это исчезновение производства вследствие уменьшения численности оленей, как это случилось на Дальнем Востоке России. Эта проблема в основном связана с развалом Российской экономики в 1990-х г.г. Она повлияла на оленеводство в Эвенкии, таежных регионах Республики Саха (Якутия), Иркутской области, Республики Бурятия, Читинской области, Амурской области, Хабаровского Края, Республики Тыва и Сахалинской области. Такая же ситуация имеет место и в Монголии эта проблема требует незамедлительного решения. Однако, будущее оленеводства в этих регионах зависит от воли международного сообщества и его содействия.

Проблемы дикого северного оленя/карибу

Другая проблема, с которой сталкивается оленеводство, особенно в Таймырском АО, некоторых частях Республики Саха (Якутия), Чукотском АО и на Аляске – это неконтролируемый рост стад дикого северного оленя/карибу. Они захватывают оленеводческие территории и причиняют большие потери домашнему оленеводству. Эта проблема наиболее остро стоит на полуострове Сьюард на Аляске, где отрасль близка к краху вследствие вторжения стад карибу с Западной Аляски. Эта проблема также требует срочного решения, чтобы избежать угасания местного оленеводства.

Рост численности хищников

Ещё одна серьёзная угроза – это рост численности крупных хищников. Это общая проблема, которая влияет на всю отрасль. Пока не доказано противное, оленеводы настаивают, что взрывной рост численности крупных хищников в последние годы связан с воздействие человека на ландшафты. Возрастание человеческой активности на территориях традиционно населенных дикими животными наряду с мерами, предпринимаемыми для консервации популяций хищников, очевидно, привели к абсо-

лютно новому характеру поведения этих животных: их природная осторожность исчезла. В то же время, у этих видов наблюдается возрастающий успех размножения. В таких условиях отрасль сталкивается с абсолютно новой ситуацией по отношению к хищникам. Оленеводство, прежде всего, несет убытки от увеличения численности хищников. Неестественное увеличение численности, однако, должно также интересовать тех, кто беспокоится о состоянии окружающей среды.

4 Проблемы

Внутренняя: повышение экономической значимости

Самая большая проблема внутри оленеводства – это повышение экономической значимости. Степень успешности преодоления этой проблемы будет решающей для способности отрасли решать внешние проблемы. Как говорилось ранее, оленеводство имеет малое экономическое и политическое значение. Вдобавок, большая часть отрасли, например, Российское оленеводство, находится сегодня в глубоком экономическом кризисе. Важно укрепить экономическое положение в общем и преодолеть временный кризис для улучшения способности отрасли к отстаиванию своих интересов.

Можно существенно повысить экономическую значимость оленеводства во всех регионах, прежде всего за счет улучшения инфраструктуры, т.е. забойных пунктов и перерабатывающих заводов, разработки новых продуктов, их имиджа и маркетинга. Это могло бы привести к значительному росту доходов в регионах с развитым оленеводством, а особенно в типичных низкодоходных регионах. Регионы с малым производством также могли бы повысить свои доходы, поскольку потенциал роста связан не только с производством мяса. И хотя у отрасли нет перспектив получения больших денег, нет оснований для пессимизма в отношении оленеводства.

В этом контексте хочется добавить, что высокая прибыль не всегда тождественна счастливой жизни. Оленеводство было бы совершенно другим с точки зрения оленеводов, если бы отрасль была всё время очень выгодной. Чем выше прибыли, тем более привлекательной становится отрасль для аутсайдеров. Поэтому очевидно существует необходимость укрепления прав оленеводов на их хозяйственную деятельность и ресурсы. Однако, это вопрос другой дискуссии.

Внешняя: знания и наращивание потенциала

Другая долговременная проблема – это использование знаний и наращивание потенциала. Это необходимо и самой отрасли в её усилиях по повышению экономической значимости, и ученым для создания нового вида науки. Традиционные знания интегрированы в управление природной средой Арктики. Несомненно, накоплен большой объем знаний об окру-

жающей среде и климате Арктики в мировом оленеводстве. Эти знания могут быть использованы для лучшего понимания Арктики, которое было бы выгодно не только оленеводству, но и всему арктическому сообществу.

Северные Горные Березовые Леса

Франс-Емил Виелголаски

Резюме

Северные горные березовые леса получили распространение от восточной части Кольского полуострова на северо-востоке до Исландии на юго-западе. Они преобладают на севере Фенноскандии и образуют климатическую границу лесов протягивающуюся между зоной хвойных лесов и альпийской лишенной лесной растительности зоной в горах Фенноскандии. Близкие виды, гибриды северной березы, обнаруживаются также к востоку от Кольского полуострова, на севере, на западном побережье южной Гренландии, в Шотландии и на равнинах Фенноскандии. Температура и осадки - два главных фактора, определяющих ареалы распространения этих горных березовых лесов. Скорость роста деревьев варьирует в зависимости от места происхождения, климатических и почвенных условий. Продуктивность наземной биомассы березы колеблется от 2400г/м² в оптимальных условиях субальпийской западной Норвегии до 100г/м² на низко плодородных верещатниках вблизи от границы северных лесов в более континентальных районах северной Финляндии. Установлено, что содержание элементов питания (например K, N и P) увеличивается с высотой и широтой, то есть с понижением температуры. На экосистемы северных горных березовых лесов в значительной степени воздействуют периодические (с интервалом около 10 лет) нашествия вредителей. Местные жители использует в качестве топлива, как засохшие после нашествий вредителей стволы, так и обычные срубленные деревья. Эти березовые леса используются также в сфере туризма, в промышленности, в кустарном производстве и т.д. В свою очередь, домашние и дикие животные активно пасутся в березовых лесах, что служит основной причиной снижения границы березовых лесов, ставя воздействие фактора изменения климата на второстепенное место. Горная береза может также распространяться поликормически, продуцируя рост новых деревьев, особенно на сухих олиготрофных верещатниках. Перевыпас естественных пастбищ оленями, а также увеличивающийся снежный покров вследствие изменения климата неблагоприятно скажутся на состояние лишайников в подобных ландшафтах. Это, вместе с повышением температуры, связанной с изменением климата, может привести к лучшему прорастанию бе-

резовых саженцев на более открытых почвах, особенно если нагрузка оленей и других животных снизится.

Распространение

Зона распространения северной горной березы занимает главным образом экотон между хвойными лесами и территорией без лесов. На Севере она чаще называется субальпийской. Зона является также существенной частью бореального пояса (Moen 1999). Впервые она была выделена Wahlenberg (1812), и включала березовые леса протягивающуюся к северу, к арктической границы лесов, так и к западу, к морю, а также к альпийской зоне всех северных стран. Современные границы распространения северной горной березы близки к границам, выделенным Wahlenberg.

Ареал распространения северной горной березы в наше время протянулся от восточной части Кольского полуострова на северо-восток, на север Фенноскандии, и вдоль горных цепей Норвегии и Швеции. Этот вид березы является коренным в Исландии, хотя там береза отличается меньшим размером листьев (Nilsen и Wielgolaski 2001). На востоке Кольского полуострова северная горная береза, видимо, образует гибриды с другими видами березы. Это также причина сомнений по поводу отнесения берез юга крайнего запада Гренландии к таксону Северных горных березовых лесов (Odum 2001). Особенно на юге равнин Фенноскандии и в Шотландии доля деревьев настоящей северной горной березы *Betula pubescens ssp. czerepanovii* низка по сравнению с видом *B. p. Ssp. pubescens*, а также иногда с видом *B. pendula*. Тем не менее, таксономия точно до сих пор не определена, и этот вопрос нуждается в уточнении. Популяция с высоким процентом *B.nana*, отличающаяся осенью очень насыщенным красным цветом листьев (Nilsen and Wielgolaski 2001), может считаться эталонным таксоном северных горных березовых лесов.

Верхняя природно-климатическая граница северных горных березовых лесов в настоящее время находится (Рис.1) на уровне 1300 метров над уровнем моря в юго-восточной части Норвежских гор (Jotunheimen), снижаясь во всех направлениях, особенно к побережью, а также на восток и на север Фенноскандии, находясь практически на уровне моря на самом севере побережья Норвегии около 71 градусов северной широты (Aas и Faarlund, 2001). Тем не менее, наиболее высокое положение границы леса в горах Фенноскандии было на 500 метров выше теперешнего и датировалось примерно 10000 лет до н.э. Возраст установлен с помощью радиоуглеродного метода и исследований окаменелостей (Kullman и Kjällgren 2000). Это произошло всего на 2000 лет раньше того времени, когда северная горная береза распространилась до южной Фенноскандии после последнего оледенения, и на 1000 лет позднее того, когда она достигла крайнего севера Фенноскандии.

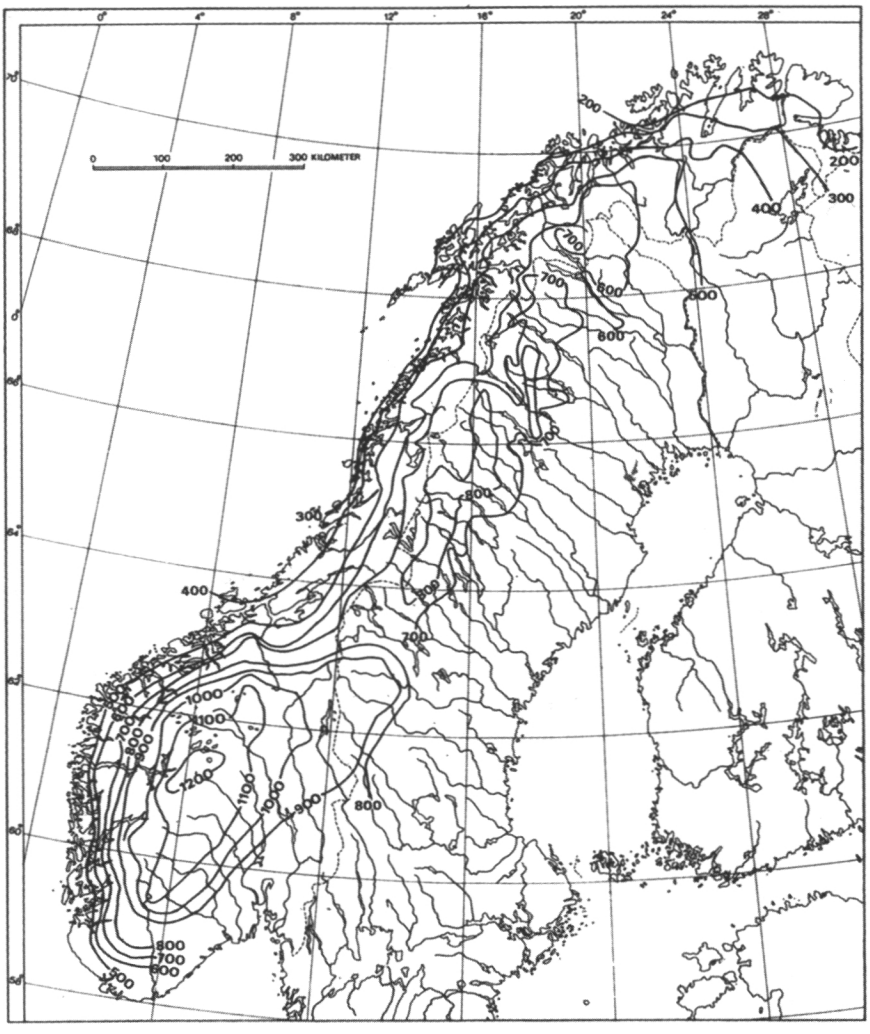


Рисунок 1. Верхняя климатическая граница северных березовых лесов в пределах Фенноскандии (Aas and Faarlund 2001).

В большинстве других регионов, верхняя и северная природно-климатическая граница леса представлена хвойными породами. Это отличие от Скандинавских стран часто объясняется макро- и частично микроклиматическими океаническими особенностями Фенноскандии (Wielgolaski 2001a). Эта гипотеза подтверждается тем, что хвойные породы иногда встречаются в альпийском экотоне самых континентальных юго-восточных районов Скандинавии, а также в наиболее континентальных восточных районах Кольского полуострова (например, Kihlman 1890). По результатам регрессионного анализа автор также сделал заключение о том, что при высокой влажности воздуха березовые почки распускаются быстрее, чем у других лиственных деревьев северных стран. Тем не менее, именно температура- главенствующий экологический фактор для роста северной горной березы в любых регионах, будь то в умеренных, или холодных областях. Ранее было установлено, что в Фенно-

скандии северная горная береза растет в районах с более низкими летними температурами, чем ель и сосна. Недавно было установлено с высокой степенью статистической достоверности, что среднемноголетняя максимальная температура четырех самых теплых месяцев в 13,2ºC соответствует границе распространения северной горной березы (Odland 1996). Это означает, что во многих районах Фенноскандии верхняя граница распространения березы должна быть на 150- 200 метров выше границы распространения хвойных пород, а также то, что береза растет дальше к северу, чем хвойные, поскольку для успешного произрастания хвойных требуются более высокие температуры.

Влияние влажности и осадков на подлесок в горных березовых лесах, также как и в хвойных, зависит от температурного и питательного режимов (Sonesson и Lundberg 1974). В не столь континентальном секторе северо-востока Фенноскандии, лишайники и сообщества *Vaccininum vitis-idaca* являются наиболее распространенными растениями подлеска на бедных почвах, в то время как мхи и *Vaccinium myrtillus*, часто с *Empetrum* (и травянистое растение *Molinia* , хотя редкое на севере), встречаются преимущественно в океанических секторах (Wielgolaski 2001a).

Единственный эпифит, характерный для северных горных березовых лесов - лишайник *Parmelia olivacea*. Он придает верхушкам стволов и верхним ветвям темно-коричневый оттенок, в то время как ниже, где нет лишайника, стволы остаются белесыми. Высота, на которой стволы белесые, соответствует высоте максимального снежного покрова (Sonesson 2001). Этот факт может быть использован в практических целях, например для проектирования и строительства дорог.

Вегетация Березы

В северных горных березовых лесах, также как и в хвойных, обычно наблюдается уменьшение размера деревьев с высотой над уровнем моря. Это вызвано множеством факторов, например, сильными ветрами и низкими температурами. К тому же, существует достаточно сильный недостаток питательных веществ, увеличивающийся с высотой. Поэтому вблизи верхней границы леса объем биомассы значительно снижается. Наибольшие запасы углерода и крахмала накапливаются в растениях в конце лета и осенью (Mäenpää и др. 2001), также в местах с низкой биомассой. Здесь она достигает около 100г/м² живой наземной биомассы, продуцируемой на бедных пустошах рядом с границей леса в северной Финляндии на высоте 330 м над уровнем моря (Kjelvik и Kärenlampi 1975), в то время как ниже на 200 метров продуктивность аналогичной растительности составляет около 750 г/м². Bylund и Nordell (2001) подсчитали количество биомассы березы в Абиско на границе с хвойными лесами. Она составила 935 г/м². Высокие значения наземной биомассы достигаются в оптимальных горных березовых лесах в прибрежной субальпийской западной Норвегии, 2365г/м² (Kjelvik 1973), что обусловлено, также как и в Абиско, меньшими высотой деревьев и диаметром их стволов. Ежегодная

продуктивность листьев березы, тем не менее, как в Абиско, так и западной Норвегии составляет более 100 г/м². В настоящее время как данные о количестве биомассы, так и о продуктивности устанавливаются при помощи дистанционного зондирования, которое проводилось в рамках HIBECO, действующего Скандинавского проекта по исследованию горных березовых лесов (см. Nilsen и Tømmervik 2001; Tømmervik и др. 2001).

Скорость роста горной березы в одном и том же месте, но с разным генезисом сильно отличается (Skre 1993). Очень значительные различия отмечаются тогда, когда саженцы высаживается не на той широте, на какой она выросла. Растения из северной Фенноскандии отличаются более медленным ростом, чем растения из южной Норвегии, как на равнинах, так и на границе леса (Рис. 2). Подобные исследования по трансплантации деревьев, в северной Фенноскандии, осуществляемые в рамках проекта HIBECO по горным березовым лесам показывают, что фенологические стадии у берез в разных широтах отличаются как осенью, так и весной. (личные комментарии Jarle Nilsen), что ранее хорошо было известно относительно хвойных. Исследование саженцев также показали, что более южные саженцы горной березы при трансплантации в более северные прибрежные районы могут хорошо расти даже при коротком вегетационном периоде. Skre (1993) отмечает сравнительно высокий объем биомассы саженцев горной березы из южных норвежских равнин, чем из других районов, расположенных на большей высоте (см. Рис. 2). Одним из объяснений этого может быть то, что в дополнении к климатическим ограничениям, на больших высотах начинает действовать фактор сильного недостатка в питательных веществах. Установлено, что уровень фиксации корнями питательных веществ сильно снижается с температурой (Karlsson и Nordell 1996). В других исследованиях установлено, что наибольшее воздействие внесения удобрений на высоту березовых деревьев оказывается на самых бедных почвах (Sveinbjörnsson 2001) на больших высотах. Последние наблюдения в питомниках на севере Финляндии, тем не менее, чаще свидетельствуют о большей высоте деревьев в питомниках, расположенных на максимальных высотах над уровнем моря, с более плодородными и лучше увлажненными почвами (Ovaska и др. в стадии подготовки), в то время как более низкорослые деревья того же генезиса и возраста встречаются на более низких высотах с бедными почвами. Важность обеспеченности элементами питания, такими как азот, для роста березы может быть причиной того, что ее саженцы растут лучше после высева микоризы, интродукцированной из ивняка, произрастающего на бедных почвах Исландии (Magnusson и Magnusson 2001).

Концентрация минеральных элементов питания, таких как калий, азот и фосфор, обычно увеличивается с высотой и широтой, или, вероятно, просто при понижении температур (Partanen и др. 2001), несмотря на ограничение питательных веществ с высотой. Тем не менее, общее количество элементов в живом веществе на единицу площади уменьшается в том же направлении из-за их низкого содержания в почвах и низкой продуктивности.

Надежное укоренение горной березы занимает 1,5-2 года, что в 2-4 раза дольше, чем у листопадных пород в умеренных широтах (Karlsson и др. 2001). Несмотря на короткий вегетационный период в субарктике, ежедневная продуктивность биомассы горной березы на единицу массы листьев сравнима или выше, чем в более южных широтах. Это способствует относительно высокой эффективности усвоения горной березой питательных веществ.

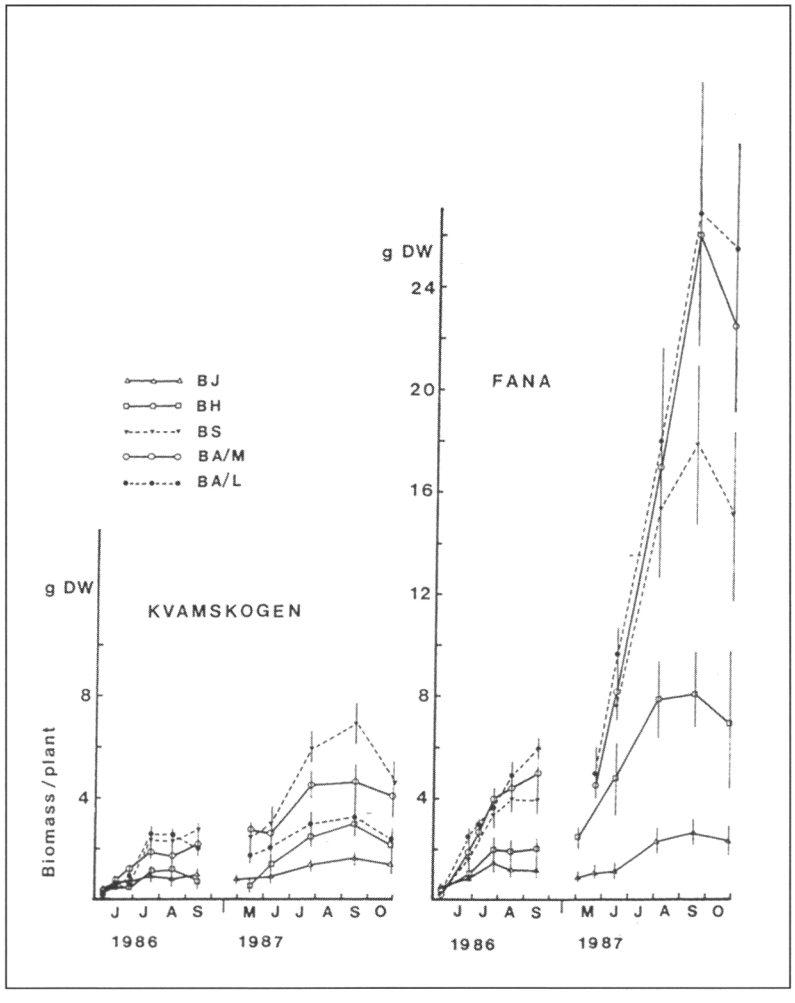


Рисунок 2. Биомасса растения (грамм сухого вещества +_ 2 SE) в различных провинциях высадки саженцев березы на двух высотах (Квамскоген, 450 м и Фана, 50 м) в западной Норвегии за более чем два года. Четыре провинции *Betula pubescens*: BJ=Кево, северная Финляндия (200 м), BH= Блефджелл, южная Норвегия (750 м), BS=Фана, западная Норвегия (50 м), BA/M=Латен, восточная Норвегия (200 м); одна провинция *Betula pendula*: Лотен, восточная Норвегия (200 м) (Skre 1993).

Изменчивость и наследственность вегетации разных генотипов горной березы свидетельствуют о том, что различный генезис развивает в основном наследственные признаки, в то время как популяции, расположенные

на разных высотах над уровнем моря в основном подчиняется законам изменчивости. Высокоширотная и карликовая береза *(B. nana)* обнаруживают меньшую изменчивость по сравнению с низкоширотными березами. Это может быть связано с адаптацией к экстремальным природным условиям и быть результатом взаимодействия между максимализацией скорости роста при неблагоприятных условиях и возможностью реагировать на улучшенные условия (Weih и Karlsson 2001).

Вредители растений и влияние человека

Изменения в экосистемах северной горной березы также в сильной степени зависят от насекомых- вредителей, особенно от гусениц осенней моли *Erirrita autumnata* и *Operophtera brumata.* Приблизительно раз в каждые 10 лет наблюдается всплеск численности популяции гусениц, питающихся листвой горной березы (Tenow 1972). На участках, где зимние температуры не очень низки, и яйца моли перезимовывают, большинство побегов березы может быть полностью уничтожено гусеницами на следующее лето (Neuvonen и др. 2001; Tenow и др. 2001). Химический состав оставшейся и новой листвы изменяется по мере уменьшения биомассы, в частности при чрезмерном стравливании (Haukioja и Koponen 1975). Например, доля несъедобных растительных компонентов может уменьшаться. Гусеницы, поедающие эти листья, растут значительно медленнее, и во взрослом состоянии отличаются меньшей плодовитостью, чем другие особи. Подобное уменьшение количества и изменение качества пищи, также как и увеличение нагрузки вредителей приводит к спаду всплеска численности популяций вредителей.

В первый год после атак насекомых обычно остаются голыми верхушки деревьев, что объясняет высокую продуктивность длинных ветвей (Karlsson и Weih в печати). Это может объясняться увеличением концентрации азота в листьях, остающихся на ветвях деревьев. Ранее было установлено (Hillman, 1984), что высокая обеспеченность питательными веществами может приводить к верхушечной потере листьев. По прошествии нескольких лет, тем не менее, наблюдалось, что деревья продуцировали более мелкие длинные побеги в качестве компенсации потерь. Staffan Karlsson предложил вариант объяснения этого на диаграмме (Рис. 3).

Распространение многих древесных *(*например, *Vaccinium myrtillus)* и высоких травянистых видов в экосистемах горных березовых лесов может быть значительно уменьшено из-за грызунов, населяющих пограничные районы широтного распространения тех или иных видов растений (Henttonen и Wallgren 2001). В дополнении к беспозвоночным, можно отметить, что существуют определенные закономерности распространения некоторых травоядных позвоночных (в частности, мелких млекопитающих). В южной и северной Фенноскандии прослеживается четкая закономерность, касающаяся популяции большинства мелких грызунов (Hansson 1984, Framstad и др. 1997), хотя динамика численности леммингов намного более непостоянна на севере. Существует также тонкая взаи-

мосвязь между плотностью населения мелких грызунов, разорением птичьих гнезд и численностью популяции птиц (Järvinen 2001). Птицы могут вступать во взаимодействие с экосистемами горных березовых лесов различными путями, в том числе и через поедание ими молодых березовых почек.

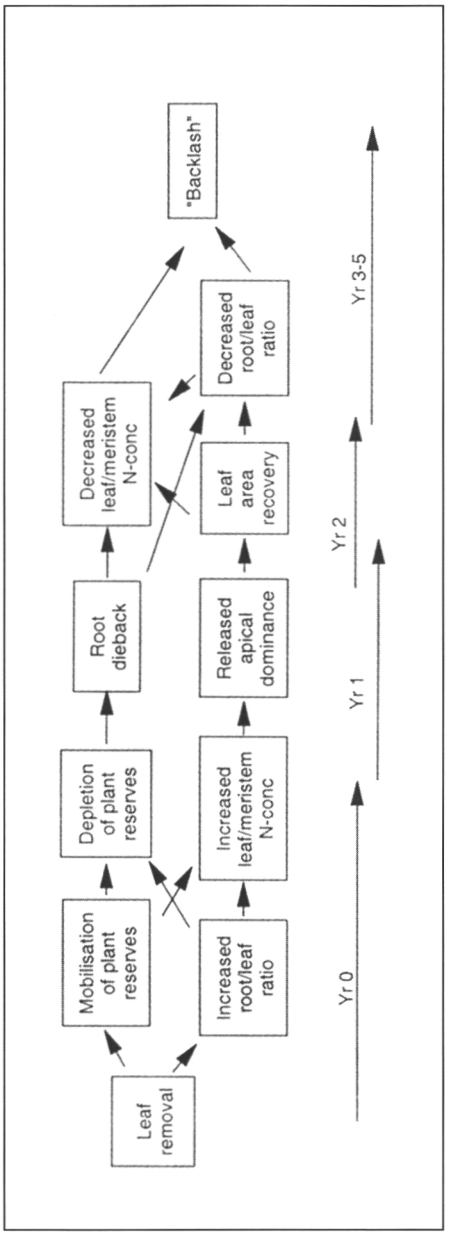


Рисунок 3. Предлагаемый ряд событий/ реакций горной березы в течение восстановительных процессов после нападения осенней моли. Стрелки внизу показывают относительный временной масштаб (Staffan Karlsson, личные комментарии).

Увеличение концентрации многих минеральных элементов питания в растениях с уменьшением температур превращает эти растения в очень

ценный корм для разводимых здесь домашних животных. Это стало еще одной причиной того, что в течение сотен лет в поясе горных березовых лесов Фенноскандии практиковалось отгонное пастбищное животноводство, что вызвало сильное стравливание на больших площадях. Поэтому граница лесов сдвинулась вниз за климатически обусловленные рубежи. Это особенно касается областей, где выпас крупнорогатого скота, овец и коз проводился очень долго. Например, в субальпийских областях Норвегии, и особенно в Исландии выпас овец был очень интенсивным и сильно ухудшил состояние берез, также из-за деградации почв (Aradottir и Arnalds 2001). К тем же последствиям привели стравливание и вытаптывание домашними оленями, или, как их иногда называют на севере, полудомашними (Helle 2001). Это происходит особенно интенсивно в самых северных областях Финляндии и Норвегии, где миграция оленьих стад запрещалась по политическим/экономическим причинам.

В течении последних 50-80 лет многие из сильно стравленных отгонных пастбищ Фенноскандии стали использоваться вновь (Bryn и Daugstad 2001), главным образом из-за того, что перегонять животных вверх весной, и обратно поздней осенью, а также держать пастухов все лето довольно дорого. Поэтому сейчас возможна сукцессия горной березы на многих старых отгонных пастбищах субальпийской Фенноскандии. Из-за влияния сурового климата сукцессия проходит не столь быстро. Медленное повышение границы лесов в последние годы (Sonesson и Hoogesteger 1983, Kullman 2000) вероятно происходило как вследствие сокращения выпаса, так и увеличения средних температур из-за изменения климата (Skre 2001), а в некоторых регионах и из-за увеличения количества осадков.

Преобладание многоствольных северных горных берез (см. Приложение D. Рис.7) обычно характерно для Исландии (Aradottir и др. 2001) и для многих районов Фенноскандии. Некоторое количество побегов опадает после поедания их позвоночными или беспозвоночными животными, в результате чего многие стволы остаются голыми. Такая ситуация наиболее характерна для горных березовых лесов на олиготрофных сухих почвах с низкой биологической продуктивностью, как в Финнмарсвидде в северной Норвегии и в континентальной Шведской Лапландии (Sonesson и Lundberg 1974), причем максимальная высота деревьев здесь не превышает 2-3 метра. Для этого типа растительности характерен редкий подлесок из *B. nana, Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum u Vaccinium spp.* Лишайники здесь более широко распространены, чем мохообразные. Олени регулярно стравливают эту растительность. На более богатых почвах, обычно на нижних частях склонов, наблюдается увеличение числа одноствольных деревьев (Sonesson и Hoogesteger 1983), даже после интенсивного отрастания молодой поросли. Недавно было также экспериментально подтверждено, что число стволов, развивающихся после подобного отрастания, уменьшается по мере улучшения минерального питания (Welgolaski и Nilsen 2001). В сравнительно «богатых» типах растительности, главным образом приуроченных к склонам океанически-субокеанических секторов, субальпийских регионах Фенноскандии и на

равнинах Исландии, высота одноствольных, более старых деревьев березы колеблется в пределах 10-15 м.

Большое количество моделей было построено в последние годы на анализе возможных сочетаний температуры и осадков в случае дальнейших глобальных изменений климата. В недавнем докладе (Førland и др. 2002) предполагается, что в ближайшие 10 лет в Фенноскандии среднегодовая температура повысится более чем на 0,4°C. Особенно значительное повышение температур ожидается в зимний период. В этом же регионе прогнозируется увеличение осадков на 1,4% за 10 лет, с меньшим увеличением в летний период. Вследствие сильного увеличения осадков зимой, в основном в виде снега, в более континентальных регионах сроки таяния снега не станут более ранними, несмотря на более высокие температуры, в отличие от океанических секторов (Karlsen 2002), а останутся прежними, или даже более поздними (см. Приложение D. Рис. 8). Так как увеличение температур и влажности благоприятны для произрастания березы на границе лесов, подобные климатические изменения могут дать объяснения большему распространению березы в некоторых районах Финнмарксвидды в настоящее время, по сравнению с прошлыми годами.

Воздействие перевыпаса, тем не менее является еще одним фактором, определяющим состав той или иной растительности. В конце 1980-ых и в начале 1990-ых высокая плотность оленей отмечалась на пастбищах всей Фенноскандии, особенно на севере Норвегии летом 1989 года (до 200000 голов на площади 25600 кв. км., дающих плотность порядка 8 голов/кв. км). Это негативно повлияло на растительность. Например, площадь лишайников, 50% которых составлял олений лишайник, в некоторых районах Финнмарксвидды за 40 лет, с 1960 по 2000 год сократилась с 40% до 5% (Gaare и Tømmervik 2000). Из-за сильнейшего перевыпаса в Хардангервидде в конце 1960-ых, по наблюдениям автора, для возобновления лишайниковых пастбищ потребуются десятилетия из-за того, что олени стравили почти что все живые части растений. Изменения видового состава лишайников также имели место, например лишайник *Clodonia* был заменен *Cetraria*. По данным автора, ледяная корка (будучи более частым явлением из-за увеличения мощности снежного покрова и зимних температур в Финнмарксвидде) может привести к гибели многих видов кустарничковых лишайников, и к изменению растительности (Wielgolaski 2001b). Все это приведет к тому, что поверхность почв станет более открытой и, в случае благоприятного климата, через несколько лет будет способствовать лучшему прорастанию березы и некоторых других видов, особенно при снижении стравливания оленями или овцами. Вытаптывание оленями лишайников особенно сильно вдоль изгородей, огораживающих пастбища. Здесь зачастую разрушается вся растительность (что также задерживает возобновление и рост березы), и только сокращение количества животных, и/или более короткий период выпаса в загонах может это предотвратить (Müller-Wille 2001). Частично помощь может быть оказана с использованием механизированных средств для сборки и установки изгородей, в целях уменьшения урона от эрозии вследствие прокладки дорог.

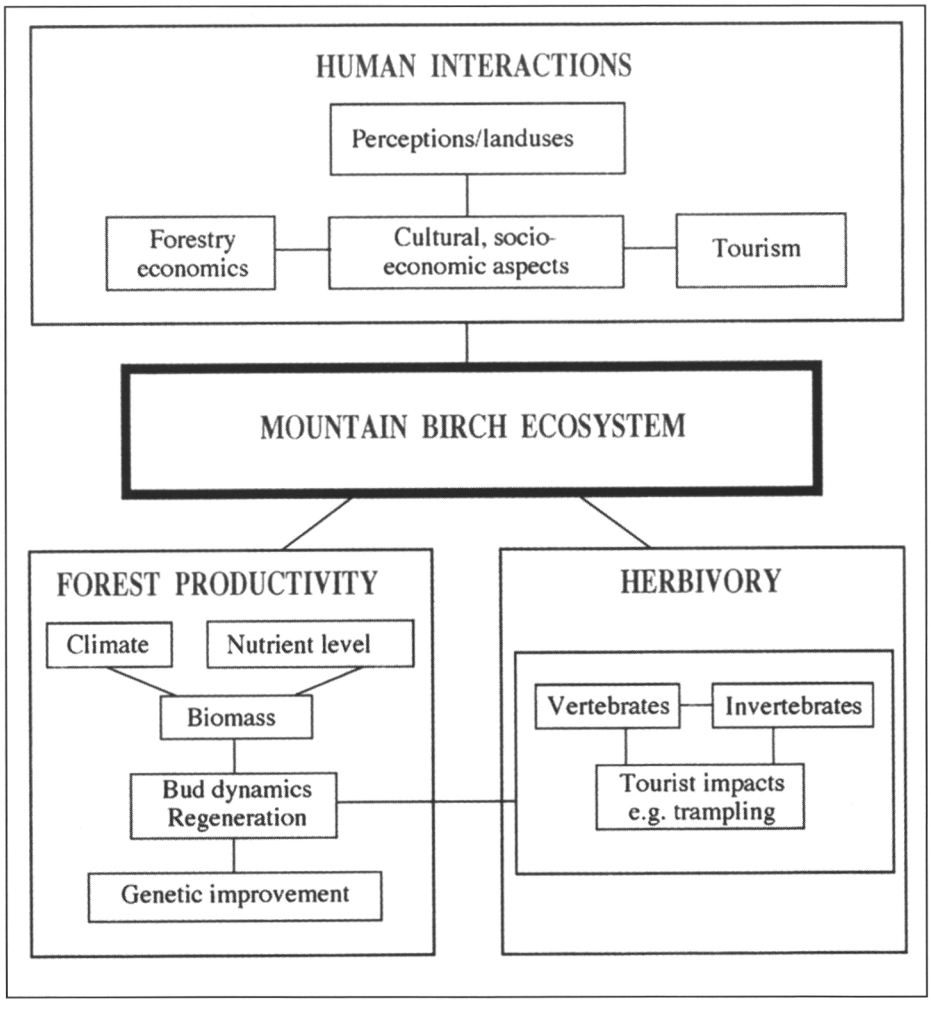


Рисунок 4. Диаграмма различных взаимосвязей экосистем горной березы и окружающей природной средой (Wielgolaski и Sonesson 2001).

Очевидно, что экосистемы горных березовых лесов подвергаются сильному влиянию климата и зависят от уровней обеспеченности почв питательными веществами, а также от состояния травянистого покрова и от характера антропогенного воздействия (Рис. 4). Рост туризма также местами усиливает воздействие человека на природу. Строительство коттеджей, горнолыжных подъемников, и другие виды деятельности в горных березовых лесах будут и в дальнейшем оказывать все более возрастающее негативное влияние (Tolvanen и др. 2001). Медленное восстановление горных березовых лесов обуславливает то, что негативные последствия проявятся в течении нескольких лет, даже если степень воздействия снижена (Welgolaski 1998). Горная береза используется местными жителями главным образом в качестве топлива. Но береза может находить применение и в качестве стройматериала для возведения коттеджей, или произ-

водства досок. Тем не менее, только в таком районе как Мальсельв в Норвегии, где есть промышленность, лишь 1/3 часть объема древесины потребляемой на топливо, используется в выше указанных целях (Birger Solberg, личные комментарии). Береза может также использоваться и для производства мебели, а у саамов традиционно для производства орудий, инструментов и строительства традиционного жилища (Müller-Wille и др. 2001). Авторы подчеркивают усиливающуюся конкуренцию в использовании березы туристами, особенно в качестве топлива. Некоторые увозят с собой в город целые деревья как для продажи, так и для своих нужд.

Литература

Aas, B. & Faarlund, T. 2001. The Holocene history of the Nordic mountain birch belt. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 5–22.

Aradottir, A.L. & Arnalds, O. 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 293–306.

Aradottir, A. L., Thorsteinsson, I. & Sigurdsson, S. 2001. Distribution and characteristics of birch woodlands in North Iceland. In: Wielgolaski, F.E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 51–61.

Bryn, A. & Daugstad, K. 2001. Summer farming in the subalpine birch forest. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 307–315.

Bylund, H. & Nordell, K. O. 2001. Biomass proportion, production and leaf nitrogen distribution in a polycormic mountain birch stand (Betula pubescens ssp. czerepanovii) in northern Sweden. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 115–126.

Førland, E. J., Hanssen-Bauer, I. & Haugen, J. E. 2002. Klima-scenarier for norsk Arktis. ACIA-Fagmøter våren 2002. Kautokeino, Norway. 10 p.

Framstad, E., Stenseth, N. C., Bjørnstad, O. N. & Falck, W. 1997. Limit cycles in Norwegian lemmings: tensions between phase-dependence and density-dependence. Phil. Trans. Royal Soc. London (B) 264: 31–8.

Gaare, E. & Tømmervik, H. 2000. Monitoring of lichen grazing areas in Finnmark. NINA Oppdragsmeld. 638: 1–33.

Hansson, M. 1984. Composition of cyclic and non-cyclic vole population: On the causes of variation in individual quality among Clethrionomys glareolus in Sweden. Oecologia 63: 199–206.

Haukioja, E. & Koponen, S. 1975. Birch herbivores and herbivory at Kevo. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Fennoscandian tundra ecosystems. Part 2: Animals and systems analysis. Springer, Berlin. p. 181–188.

Helle, T. 2001. Mountain birch forests and reindeer husbandry. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 279–291.

Henttonen, H. & Wallgren, H. 2001. Rodent dynamics and communities in the birch forest zone of northern Fennoscandia. In: Wielgolaski, F. E.(ed.), Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 261–278.

Hillman, J. R. 1984. Apical dominance. In: Wilks, M. B. (ed.). Advanced Plant Physiology. Pitman, Bath. p. 127–148.

Järvinen, A. 2001. Birds in subarctic mountain birch forests – dynamics and strategies. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 251–259.

Karlsen, S. R., Høgda, K. A., Johansen, B., Elvebakk, A. & Tømmervik, H. 2002. Use of AVHRR NDVI data to map vegetation zones in northwestern Europe. In: Proc. 29th Int. Symp. Rem. Sens. Environm. Buenos Aires, Argentina. 4 p.

Karlsson, P. S. & Nordell, K. O. 1996. Effects of soil temperature on the nitrogen economy and growth of mountain birch seedlings near its presumed low temperature limit. Ecoscience 3: 183–189.

Karlsson, P. S., Nordell, K. O. & Sveinbjörnsson, B. 2001. Biomass and nitrogen turnover and nutrient use characteristics in sub-arctic birch trees. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems, p. 127–41. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 127–141.

Kihlman,A.O. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta Soc. F. Fl. Fenn. 6 (3): 1–256.

Kjelvik, S. 1973. Biomass and production in a willow thicket and a subalpine birch forest. In: Bliss, L. C. & Wielgolaski, F. E. (eds.). Primary Production and Production Processes, Tundra Biome. IBP Tundra Biome Steering Committee, Edmonton-Oslo. p. 115–122.

Kjelvik, S. & Kärenlampi, L. 1975. Plant biomass and primary production of Fennoscandian subarctic and subalpine forests and of alpine willow and heath ecosystems. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Fennoscandian Tundra Ecosystems, Part 1, Plant and Microorganisms. Springer, Berlin. p. 111–120.

Kullman, L. 2000. Tree-limit rise and recent warming: a geoecological case study from the Swedish Scandes. *Norsk geogr. Tidsskr.* 54: 49–59.

Kullman, L. & Kjällgren, L. 2000. Coherent tree-limit chronology (Pinus sylvestris L) for the Swedish Scandes: Aspects of paleoclimate and "recent warming", based on megafossil evidence. Arct., Antarct., Alp. Res. 32: 419–428.

Mäenpää, E., Skre, O., Malila, E., Partanen, R., Wielgolaski, F. E. & Laine, K. 2001. Carbon economy in birch-dominated ecosystem species in northern Fennoscandia. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 93–114.

Magnusson, S. H. & Magnusson, B. 2001. Effect of enhancement of willow (Salix spp.) on establishment of birch (Betula pubescens) on eroded soils in Iceland. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 317–329.

Moen, A. (1999). National Atlas of Norway: Vegetation. Norw. Mapping Authority, Hönefoss.

Müller-Wille, L., Eikjok, J. & Thannheiser, D. 2001. People and birch: The Sámi perception of the environment and its sustainability. In: Wielgolaski, F. E.(ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 369–376.

Neuvonen, S., Ruohomäki, K., Bylund, H. & Kaitaniemi, P. 2001. Insect herbivores and herbivory effects on mountain birch dynamics. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 207–222.

Nilsen, J. & Tømmervik, H. 2001. Temporal variation in the effects of photosystem II in birch (Betula pubescens ssp. pubescens) during the growing season – a pilot study. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 185–193.

Nilsen, J. & Wielgolaski, F. E. 2001. Effects of fertilization and watering on morphology in young mountain birch plants of different provenances – a pilot study. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 71–76.

Odland, A. 1996. Differences in the vertical distribution pattern of Betula pubescens in Norway and its ecological significance. In: Frenzel, B. (ed.). Holocene Treeline Oscillations, Dendrochronology and Paleoclimate. G. Fischer, Stuttgart. p. 43–59.

Ødum, S. 2001. The establishment of an arboretum in Greenland. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 47–49.

Partanen, R., Wielgolaski, F. E., Malila, E., Mäenpää, E. & Laine, K. 2001. Inorganic nutrient content in plant species of a mountain birch-dominated ecosystem in northern Fennoscandia. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 155–171.

Skre, O. 1993. Effects of altitude on growth in ecotypes of mountain birch (Betula pubescens Ehrh.) and lowland birch (Betula pendula Roth.) seedlings. Medd. Skogforsk, 45 (11): 1–30.

Skre, O. 2001. Climate change impacts on mountain birch ecosystems. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 343–357.

Sonesson, M. 2001. Ecology of some epiphytic lichens on the mountain birch. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 63–70.

Sonesson, M. & Hoogesteger, J. 1983. Recent tree-line dynamics (Betula pubescens Ehrh. ssp. tortuosa /Ledeb./Nyman) in northern Sweden. Nordicana 47: 47–54.

Sonesson. M. & Lundberg, B. 1974. Late Quaternary forest development of the Torneträsk area, North Sweden. 1. Structure of modern forest ecosystems. Oikos 25: 121–33.

Sveinbjörnsson, B. 2001. Performance of mountain birch in relation to its treeline in the Torneträsk area, northern Sweden. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 173–183.

Tenow, O. 1972. The outbreaks of Oporinia autumnata Bkh. and Operophthera ssp. (Lep. Geometridae) in the Scandinavian mountain chain and northern Finland 1862–1968. Zool. Bidrag Uppsala, Suppl. 2: 1–107.

Tenow, O., Bylund, H. & Holmgren, B. 2001. Impact on mountain birch forests in the past and the future of outbreaks of two Geometrid insects. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 223–239.

Tolvanen, A., Forbes, B. C., Rytkönen, K. E. & Laine, K. 2001. Regeneration of dominant plants after short-term pedestrian trampling in subarctic plant communities. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 359–368.

Tømmervik, H., Høgda, K. A. & Karlsen, S. R. 2001. Using remote sensing to detect caterpillar outbreaks in mountain birch forests – a new approach. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 241–249.

Wahlenberg, G. 1812. Flora Lapponica. Berolini. p. 1–550.

Weih, M. & Karlsson, P. S. 2001. Variation in growth patterns among provenances, ecotypes and individuals of mountain birch. In: Wielgolaski, F. E. (ed). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 143–154.

Wielgolaski, F. E. 1998. Twenty two years of plant recovery after severe trampling by man through five years in three vegetation types at Hardangervidda. NTNU Vitensk.mus. Rapp. bot. Ser.4: 26–29.

Wielgolaski, F. E. 2001a. Vegetation sections in northern Fennoscandian mountain birch forests. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. 23–33.

Wielgolaski, F. E. 2001b. Field- and bottom layer vegetation mat transplantation: A method to simulate possible effects of climate change? Skogræktarritid, 2001-1, 167–70.

Wielgolaski, F. E. & Nilsen, J. 2001. Coppicing and growth of various provenances of mountain birch in relation to nutrients and water. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 77–92.

Wielgolaski, F. E. & Sonesson, M. 2001. Nordic mountain birch ecosystems – a conceptual overview. In: Wielgolaski, F. E. (ed.). Nordic Mountain Birch Ecosystems. UNESCO, Paris and Parthenon, New York and London. p. 377–384.

Пространственная структура ландшафта на границе леса и её отношение к климату и мерзлоте в бассейне р. Уса, северо-запад России

Тармо Виртанен, Кари Миккола и Ари Никула

Введение

Бассейн реки Уса (см. положение рис. 1) уникален в континентальной Европе вследствие наличия обширной переходной зоны от тундры к тайге и распространению мерзлоты. Кроме климатических параметров, современная структура древостоя и пространственное распространение лесов в регионе в основном определяется свойствами почв и мерзлоты. Во многих других частях лесотундровой переходной зоны главные факторы, определяющие динамику растительности – это пожары, а также иногда выпас травоядных млекопитающих и вспышки численности насекомых (e.g., Kallio and Lehtonen 1973, Zackrisson 1977, Oksanen et al. 1995, Rupp et al. 2000, Gromtsev 2002).

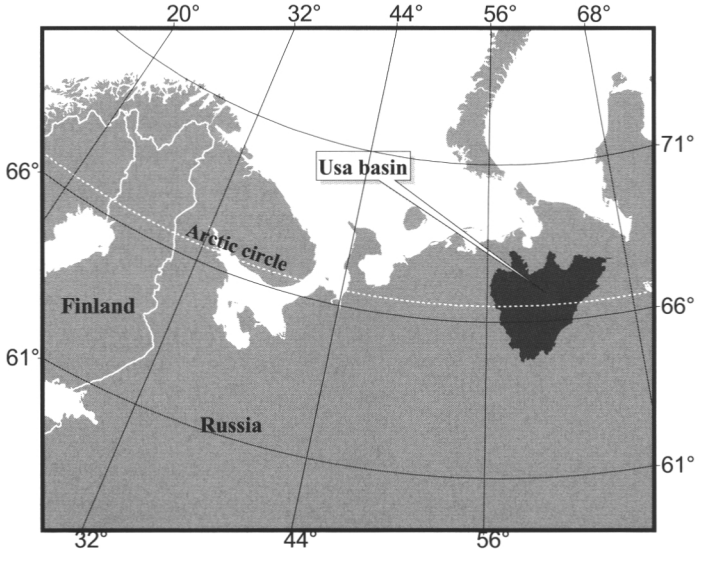


Рисунок 1. Расположение бассейна р. Уса.

Большие пожары в бассейне р. Уса, в основном покрытом еловыми лесами, сравнительно редки. Более того, нет данных о сколько-нибудь значительных случаях гибели деревьев, вызванных насекомыми или патогенными причинами. Вероятно, также, что воздействие северных оленей на эти леса сравнительно невелико, поскольку численность оленей здесь невысока, а летние пастбища расположены в тундре. Воздействие человека на растительность региона минимально и сосредоточено, в основном, вокруг трех городов и нескольких деревень, расположенных на реках.

В рамках проекта TUNDRA, финансируемого ЕС, мы составили ГИС-базу данных, включающую данные о типах растительности региона и распределении фитомассы, топографии, реках и озерах, свойствах почв, условиях мерзлоты и основных климатических параметрах. В этой статье мы представляем ландшафтный анализ положения и пространственной структуры лесотундровой переходной зоны по отношению к климату, типу почв и мерзлоте.

Материалы и методика

Мы составили классификацию растительности с разрешением 30 м для всего бассейна р. Уса (около 93,500 км^2) с использованием мозаики, составленной из восьми спутниковых снимков Ландсат ТМ-5. При составлении классификации мы использовали данные наземных наблюдений и аэросъёмки, проводившейся в течение летних сезонов 1998, 1999 и 2000 годов. Детали составления классификации представлены в заключительном отчете по проекту TUNDRA и научных отчетах, которые сейчас находятся в процессе подготовки. Краткое описание процедуры содержится в книге Rees и др. (2002). Наша классификация выделяет до двадцати классов по типам растительности/землепользования. В этом исследовании мы сгруппировали эти классы в три основные группы: лес, тундра и другое (болота, тальники и луга, в основном лишенные растительности территории, водные объекты).

Для проведения анализа мы разделили бассейн р. Уса на ячейки 21 км х 21 км (см. Приложение D, рис. 9) и вычислили пропорции и средний размер участков для каждого растительного класса и ячейки. Мы также подсчитали средние величины некоторых климатических параметров для этих же ячеек. Наши климатические данные основаны на региональной модели HIRHAM, разработанной для данного региона Йенсом Кристенсеном из Датского Метеорологического Института. Данные о почвах были собраны Галиной Мажитовой, Институт биологии, г. Сыктывкар, данные о мерзлоте – Наумом Оберманом, Геология Полярного Урала, г. Воркута. В этой статье анализируется только структура низменной тундровотаежной зоны, а горные регионы опущены.

Результаты и обсуждение

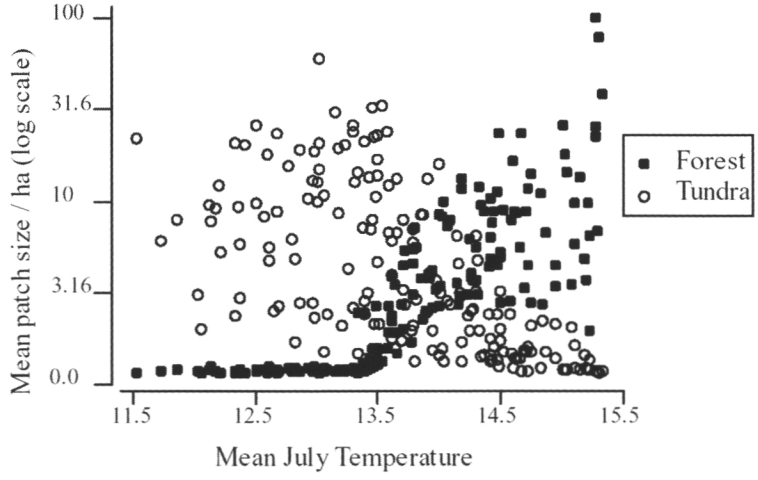
Наши данные по классификации растительности показывают, что 24.1 % бассейна р. Уса покрыто лесами, 26.4 % – кустарниковой тундрой, 29.8 % – болотами, 9.5 % – тальниками и лугами, 6.5 % составляют каменистые или песчаные участки (горы, берега рек и т.д.), 2.8 % занимают водные объекты и 0.5 % носят следы воздействия человека, в основном лишенные растительности территории (города, деревни, территории добычи полезных ископаемых и т.д.). Процент лесопокрытой территории постепенно уменьшается с юга на север, более резко – на востоке в Уральских горах (Приложение D, рис. 9). Лесотундровая переходная зона в низменностях бассейна р. Уса приблизительно 100 км шириной (Приложение D, рис. 10). Кроме лесотундровой переходной зоны, особенно обширные заболоченные участки вкраплены в лесные и тундровые ландшафты. (Приложение D.) рисунок 11.4 иллюстрирует изменения структуры лесотундровой переходной зоны с юга на север.

Существуют некоторые ограничения при определении точного положения границы леса с использованием снимков Ландсат–ТМ. Участки леса более нескольких гектаров различаются довольно достоверно, но по мере того как размер зерна лесной мозаики становится меньше, отдельные пиксели (30 м х 30 м) обычно покрывают более, чем один растительный класс. Например, небольшие изолированные группы ели, встречающиеся на десятки километров севернее обширных участков леса, по долинам рек и на небольших песчаных холмах, часто бывают меньше размера пикселя или полосы так узки, что обычно смешиваются с окружающими типами растительности. Дополнительная проблема вызвана спектральной неразберихой между некоторыми типами леса и мелкозернистыми болотными участками (часто всего несколько десятков квадратных метров) с примесью мелких озерков, березовой, ивовой и луговой растительностью. Поэтому возможно, что большинство пикселей, классифицированных как леса и расположенных более чем в 10-20 км к северу от границы леса, являются ошибками в наших данных (см. Приложение D, рис. 9).

Современная граница леса в регионе приблизительно совпадает с изолинией средней июльской температуры +13.5°C (рис. 2a). Это интересная аномалия, поскольку обычно предполагается, что в большинстве регионов мира граница леса совпадает с изолинией температуры самого теплого месяца +10°C (Tuhkanen 1999). С другой стороны, граница леса также четко коррелирует с температурой почвы (среднегодовая температура на глубине нулевой амплитуды, рис. 5b). Граница леса, по-видимому, располагается там, где средняя температура почв около -1°C, что соответствует территории, где непрерывная мерзлота начинает преобладать также на возвышенных участках. На самом деле мы не обнаружили ели, произрастающей на мерзлоте (за исключением одного случая, который мог быть поздним сезонным льдом). Выдвигалась гипотеза, что ель в этом регионе не приспособлена к росту на мерзлоте, поскольку мерзлота в основном, если не полностью, отсутствовала в течение теплого Голоценового пе-

риода на Печорской низменности. В результате ель не приспособилась к таким условиям (Петер Кюри, персональное сообщение). Более того, очевидно, что эдафические факторы, т.е. обширные болота, ограничивают распространение лесов, особенно в северо-восточной части бассейна р. Уса.

a)



b)

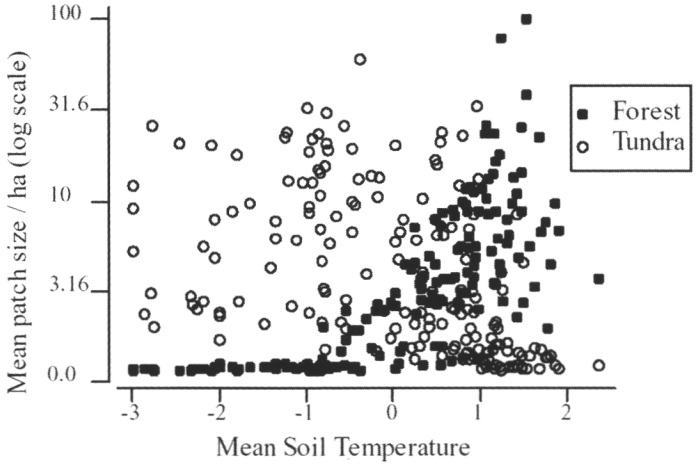


Рисунок 2. Средний размер участков леса и тундры по отношению к (a) средней температуре июля и (b) средней температуре почв. Наблюдения – средние величины низменных участков леса и тундры. Надо отметить, что поскольку пропорция площади и размер участков коррелируют, использование пропорции площади дает приблизительное соответствие характеру градиентов средней температуры июля и температуры почв.

Благодарности

Данное исследование является частью проекта TUNDRA (Деградация тундры в российской Арктике), финансируемого программой ЕС по окружающей среде и климату (контракт ENV4-CT97-0522).

Литература

Gromtsev, A. 2002. Natural disturbance dynamics in the boreal forests of European Russia: a review. Silva Fennica 36(1): 41–55.

Kallio, P. & Lehtonen, J. 1973. Birch forest damage caused by Oporinia autumnata (Bkh.) in 1965–66 in Utsjoki, N Finland. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 10: 55–69.

Oksanen, L., Moen., J. & Helle, T. 1995. Timberline patterns in northernmost Fennoscandia. Relative importance of climate and grazing. Acta Botanica Fennica 153: 93–105.

Rees, G., Brown, I., Mikkola, K., Virtanen, T. & Werkman, B. 2002. How can the dynamics of the tundra-taiga boundary be remotely monitored? Ambio, special issue on Treeline Dynamics. In press.

Rupp, T. S., Chapin, F. S. & Starfield, A. M. 2000. Response of subarctic vegetation to transient climatic change on the Seward Peninsula in north-west Alaska. Global Change Biology 6:541–555.

Tuhkanen, S. 1999. The northern timberline in relation to climate. In: Kankaanpää, S., Tasanen, T. & Sutinen, M-L. (eds). Sustainable development in northern timberline forests. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 734. p. 29–61.

Zackrisson, O. 1977. Influence of forest fires on the north Swedish boreal forests. Oikos 29: 22–32.

Лесопромышленный комплекс России и угрозы северным лесам

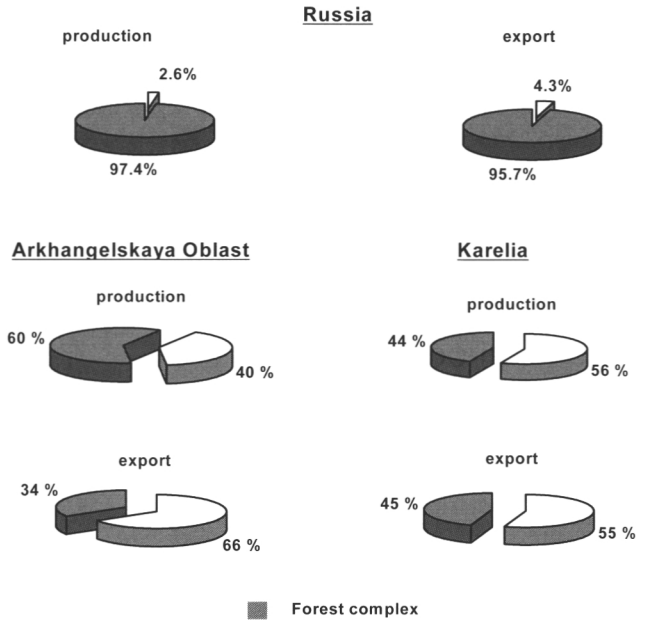
А. И. Воропаев

В России сосредоточено 23 % всех мировых лесов, в результате она занимает первое место в мире, впереди Бразилии, по их площади. Общая площадь российских лесов составляет 774,2 млн. га, 21,8 % из которых находятся в ее европейской части, главным образом, на севере.

После нескольких лет кризиса, последовавших за 1990 г., в лесопромышленном комплексе России начался подъем, с 1998 г. То же относится и к экспорту лесной продукции.

Основными лесопроизводящими и лесоэкспортирующими регионами России являются север европейской части, южная часть Восточной Сибири и Дальний Восток (Приложение D. Рис. 12). Север европейской России включает Мурманскую область, Республику Карелия, Архангельскую область с Ненецким автономным округом и Республику Коми. Наиболее интенсивная заготовка леса ведется в регионах, которые также лидируют и в экспорте лесной продукции. В северных районах азиатской части России лесозаготовки незначительны в силу небольшого населения и значительной удаленности от основных рынков сбыта. Рубки здесь ведутся в основном для местных нужд, хотя и они могут иметь негативные последствия для лесов. Ниже мы остановимся только на угрозах северным лесам регионального масштаба, связанных с их управлением.

Доля лесопромышленного комплекса в ВВП страны составляет 2,6 %, а в экспорте – 4,3 %. Однако в северных регионах европейской части России его доля значительно выше (рис. 1). Таким образом, лесопромышленный комплекс имеет жизненно важное значение для благополучия этого региона и населяющих его людей. Использование лесных ресурсов само по себе не оказывает негативного экологического воздействия на леса. Это – результат неправильного лесопользования (технологии, масштаба и интенсивности лесозаготовок).



Source: State Statistics and Customs Committees of Russia, 2001

Рисунок 2. Доля лесопромышленного комплекса в объеме производства и экспорта России и некоторых ее регионов

Современные технологии лесозаготовок вполне отвечают критериям устойчивого развития. Как показывают примеры сертификации лесов по критериям Лесного попечительского совета (FSC), два из них были проведены в рассматриваемом регионе, действующее в стране лесное законодательство в целом отвечает требованиям устойчивого управления лесами. И хотя в нем имеются некоторые расхождения с международными требованиями, например, связанные с сохранением биоразнообразия и охраной лесов высокого природоохранного значения, они не являются существенными и вполне могут быть преодолены.

Однако примеры подобного «экологичного» управления лесами встречаются только в случаях, когда лесопромышленные компании неукоснительно соблюдают действующее законодательство. К сожалению, в настоящее время лесозаготовки часто ведутся с нарушениями правил рубок и с использованием тяжелой техники, которая уничтожает подрост и разрушает почвенный покров. Национальные лесопромышленные компании в большинстве своем не имеют представления об экологических требованиях и, тем более, не имеют своей разработанной экологической политики. В целом, технология лесозаготовок остается затратной и разрушительной, так от 40 до 60 % заготовленной древесины теряется в процессе рубки и транспортировки древесины.

Заставить компании соблюдать лесное законодательство можно двумя способами: заинтересовать их экономически, например, через спрос на древесину из «экологично» управляемых лесов (то есть, на сертифициро-

ванную древесину), или путем строгого контроля за их деятельностью. Что касается спроса, то на внутреннем рынке он пока полностью отсутствует. В то же время, спрос на древесину, сертифицированную по требованиям FSC, существует на зарубежных рынках, например, в Великобритании, Германии, США и некоторых других странах. Учитывая высокую долю экспорта в лесопромышленном комплексе страны, это может оказать влияние на лесопользование в России и уже реально оказывает. Что же касается контроля за лесозаготовками, то в настоящее время он ослаблен, в частности в силу недостаточного финансирования деятельности лесхозов, ответственных за этот контроль.

Это – еще один фактор, представляющий собой угрозу лесам. В настоящее время лесхозы не имеют достаточного финансирования ни из федерального, ни из местных бюджетов, что не позволяет им надлежащим образом выполнять свои обязанности, такие как надзор за лесосеками, охрана лесов, лесовосстановление и т.д. Вместо этого они сами стали частью проблемы. Действующим законодательством лесхозам разрешено проводить все виды рубок ухода, направленные на улучшение состояния лесных экосистем. Такие виды рубок освобождены от арендной и попенной платы и могут проводиться в пределах особо охраняемых природных территорий. Как следствие пробелов в законодательстве, лесхозы под видом рубок ухода часто проводят настоящие коммерческие рубки, что позволяет им латать дыры в своем бюджете, но ведет к деградации лесов. Масштаб подобных «рубок ухода» впечатляющ – до своего упразднения Федеральная лесная служба заготавливала более 20 % всей древесины в стране.

С недостаточным контролем за лесозаготовками, недостатками управления лесами, низкими доходами местного населения и недобросовестностью некоторых компаний-импортеров связаны нелегальные рубки. Это является не только экономической проблемой, но и экологической, так как рубки ведутся без каких-либо правил, в объемах, превышающих допустимые, и часто в пределах особо охраняемых природных территорий. Всемирный фонд дикой природы (WWF) оценивает объем нелегальных рубок в северных регионах европейской части России от 20 до 25%. По данным налоговой полиции России около половины всей древесины в стране заготавливается с нарушениями действующего законодательства.

С нелегальными рубками связан еще один фактор, представляющий угрозу лесам северных регионов европейской части России: рубки в лесах высокого природоохранного значения. Леса севера европейской части России имеют сравнительно высокий процент особо охраняемых природных территорий – 11,4 %, который является одним из самых высоких в стране. Однако они распределены неравномерно и охватывают далеко не все леса, в которых следовало бы установить охранный режим. Так, малонарушенные леса, последние крупные цельные участки которых на европейском континенте здесь все еще сохранились, не имеют какого-либо природоохранного статуса, и в них разрешены любые виды рубок без каких-либо ограничений. Другой пример – притундровые леса, имеющие низкий

природоохранный статус (категория МСОП VI), допускающий проведение в них некоторых видов рубок. По оценкам Сети спасения тайги, рубки ухода разрешены приблизительно в одной трети лесов на севере европейской части России. Российское представительство WWF провело анализ качества сохранения биоразнообразия в стране, в основу которого положены показатели жесткости установленного в пределах особо охраняемых природных территорий природоохранного режима, их размеры и конфигурация, степень антропогенной трансформации (Анализ…, 2001). В результате, все субъекты Российской Федерации были классифицированы в соответствии с их вкладом в сохранение биоразнообразия. В целом природоохранный рейтинг рассматриваемого региона оказался довольно низким, хотя доля особо охраняемых природных территорий в общей площади региона довольно высока. Только два субъекта в регионе (Ненецкий АО и Республика Коми) имеют достаточно высокий рейтинг. В других субъектах системы особо охраняемых природных территорий требуют улучшения.

Еще одним фактором, представляющим угрозу для лесов северных регионов европейской части России, является высокая концентрация здесь целлюлозно-бумажных комбинатов (Приложение D. Рис. 13). Для их работы требуется большое количество древесины. Большинство из них работает только на ели и сосне, меньше – на березе. Однако хвойные широко используются и в деревообрабатывающей промышленности региона, а также идут на экспорт. В регионе имеются большие запасы осины, спрос на которую невелик как на внутреннем, так и на внешнем рывках, но которая может служить сырьем для ЦБК. Но лишь один комбинат в регионе работает на осине.

Малонарушенные леса, официально не имеющие какого-либо природоохранного статуса, расположены вблизи ЦБК и являются реальными источниками сырья для них. Доля древесины из малонарушенных лесов в общем объеме потребления местных ЦБК достаточно высока всего лишь в нескольких случаях (таблица 1), но это крупнейшие ЦБК региона. Так, Архангельский ЦБК производит 24 % всего картона в стране и 11 % всей товарной целлюлозы; Котласский ЦБК – 20 % картона и 15 % товарной целлюлозы.

Эта доля будет только увеличиваться в связи с продолжающимся ростом производства и сокращением местных запасов древесины. С другой стороны, целлюлозно-бумажные комбинаты являются важным фактором развития экономики региона. Благодаря им северные регионы европейской России имеют значительно лучшую структуру экспорта лесной продукции, чем страна в целом (рис. 2). При этом доля бумаги оказывается значительно выше, а доля круглого леса – ниже. Однако, отметим, что доля круглого леса в экспорте региона все же превышает средний показатель по миру, составляющий всего 8 %.

Таблица 1. Роль целлюлозно-бумажных комбинатов в уничтожении малонарушенных лесов севера европейской части России

ЦБК	Доля древесины из малонарушенных лесов
Архангельский ЦБК	**30%**
Котласский ЦБК	**20%**
Соломбальский ЦБК	**17%**
ОАО Кондопога	**15%**
ОАО Соликамскбумпром	**12%**
Сыктывкарский Лпк	**6%**
Сегежский ЦБК	**5%**
Питкярантский ЦЗ	**4%**

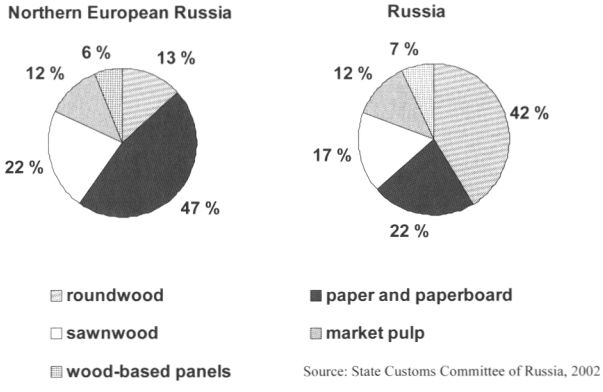


Рисунок 4. Структура экспорта лесной продукции из России в целом и из северных регионов ее европейской части

Таким образом, для снижения угрозы лесам северных регионов европейской части России можно рекомендовать проведение следующих мероприятий, учитывая при этом, что успешное их осуществление будет возможным только при совместных действиях органов государственной власти, неправительственных организаций и деловых кругов:

1. Совершенствование лесного законодательства, с тем чтобы приблизить его к международным требованиям, особенно в области сохранения биоразнообразия, поддержания экологических функций лесов и охраны лесов высокого природоохранного значения. Но более важным представляется регионализация лесного законодательства. В настоящее время оно строго централизовано, все решения принимаются в Москве, часто без учета местных условий. Федеральное законодательство должно быть рамочным, а такие вопросы, как величина расчетной лесосеки и их площадь, должны определяться на местах. В этом случае величина расчетной лесосеки для северных регионов европейской части России могла бы быть сокращена, как того добиваются региональные экологические организации.
2. Повышение эффективности контроля за лесозаготовительными операциями, что прежде всего требует разделения контрольных и хозяйственных функций. За лесхозами должны сохраниться только контрольные функции, а проведение всех типов рубок ухода должно быть передано независимым государственным или частным организациям, и желательно по конкурсу. И конечно же, лесхозы должны получать все необходимое финансирование. Неправительственные организации могли бы оказать существенную помощь в осуществлении контроля, привлекая к этой деятельности местное население и организуя своего рода общественный контроль. Лесопромышленные компании, если они, конечно, хотят сохранить свой положительный имидж, должны сделать свою лесозаготовительную деятельность прозрачной.
3. Развитие добровольной лесной сертификации, что могло бы заинтересовать компании в более «экологичном» лесопользовании. В мире действуют несколько схем лесной сертификации. Наиболее известными являются сертификация лесоуправления Лесного попечительского совета (FSC) и Панъевропейская лесная сертификация (PEFC). В настоящее время успешный опыт проведения на территории России имеет только сертификация FSC. Ее продвижение является прерогативой неправительственных организаций, и они справляются с этой задачей вполне успешно. Так как сейчас в России спрос на сертифицированную древесину отсутствует, значительный вклад в сохранение ее лесов могли бы внести импортеры лесной продукции, требуя от своих российских партнеров сертифицированную продукцию или, по крайней мере, разработку и проведение экологической политики. Это особенно важно для северных регионов европейской части России, значительная часть лесного экспорта которых идет в страны, где имеется спрос на сертифицированную древесину. Роль государства здесь состоит в том, чтобы согласовать лесное законодательство страны с международными принципами и критериями сертификации.
4. Прекращение нелегальных рубок. Это – очень сложная проблема. Хорошие результаты были получены на Дальнем Востоке России, где в 1998 г. для борьбы с нелегальными рубками были созданы специальные мобильные бригады. Эти бригады были созданы по

инициативе и при поддержке Российского представительства WWF, и в настоящее время действуют под эгидой региональных департаментов охраны окружающей среды. С их помощью были выявлены сотни нарушений, что способствовало сокращению нелегальных рубок в регионе. Данный опыт планируется использовать также и в Архангельской области, и далее распространить его на весь европейский север России. Иностранные компании могут содействовать в борьбе с нелегальными рубками, отслеживая источники импортируемой древесины и прекратив приобретение древесины из сомнительных источников.

5. Улучшить систему особо охраняемых природных территорий в регионе и их охрану. С этой целью необходимо увеличить их площадь и повысить природоохранный статус. Необходимо также ввести официальный запрет на рубки в сохранившихся малонарушенных лесах. Рубки ухода в притундровых лесах должны проводиться при строгом контроле за ними, также как и рубки в лесах, непосредственно примыкающих к ним с юга. Значительную помощь органам государственной власти в этой работе оказывают неправительственные организации. Так, в 1996 г. по их инициативе ряд иностранных компаний ввели мораторий на приобретение древесины из старовозрастных лесов Карелии и Мурманской области. Имеются также примеры подобных мораториев, поддержанных российскими лесопромышленными компаниями в районах, которые неправительственные организации считают имеющими высокую природоохранную ценность, но которые не имеют официального природоохранного статуса.
6. Наиболее трудноразрешимой представляется проблема высокой концентрации целлюлозно-бумажных комбинатов в регионе. Одним из возможных путей является сокращение экспорта круглого леса, который конкурирует с ЦБК за ресурсы. Другой путь – более широкое использование осины в качестве сырья, но это требует больших инвестиций. Государство в этом случае могло бы содействовать в привлечении инвестиций и снижении железнодорожных тарифов, что позволило бы привозить сырье из более удаленных источников. Однако более перспективным, наряду с другими мероприятиями, представляется создание крупных вертикально интегрированных компаний, осуществляющих все этапы лесопромышленной деятельности от заготовки древесины до ее переработки в конечный продукт и продажи. Такие крупные лесные комплексы уже действую в России, причем три крупнейшие в рассматриваемом регионе – «Илим Палп Энтерпрайз», «Титан», «Сыктывкарский ЛПК».

Мы надеемся, что эти мероприятия помогут сделать управление лесами северных регионов европейской части России экологически ответственным, социально ориентированным и экономически жизнеспособным.

Литература

Forest Conservation in Russia: An Overview. WWF Russian Programme Office Analytical Document. Moscow, 2001.

Оценка современной и возможных будущих реакций на климат в бореальной Аляске

Валери Барбер, Гленн Патрик Джуди, Эд Берг и Мартин Вилмкинг

Бореальные леса покрывают 12 миллионов км^2 северного полушария и содержат 40 % мировых запасов почвенного реактивного углерода, что примерно равно количеству углерода, содержащегося в атмосфере (Melillo et al. 1993; McGuire et al. 1995). Бореальные леса занимают около 17 % поверхности суши Земли (Bonan et al. 1992). Область распространения бореальных лесов в Северной Америке находится выше широты 60^0 на Аляске, но ниже этой широты в остальной части Северной Америки вследствие климатических условий. Преобладание низин на западной окраине Северной Америки приводит к уклонению путей штормов и адвекции более теплых воздушных масс к северу. На восточной границе полярный воздух отклоняется к югу. Океанские течения вдоль границ континента следуют такими же путями, усиливая температурные эффекты. Район бореальных лесов особенно склонен к климатической изменчивости, поскольку незначительные изменения ключевых черт климатической циркуляции могут либо усилить адвекцию теплого воздуха в этот естественно холодный регион, либо способствовать распространению холодного воздуха на юг региона. Последние дендрохронологические исследования показали, что различные части бореальных лесов по-разному зависят от климатических параметров.

На Аляске бореальные леса включают 5 видов деревьев, из которых двумя важными компонентами являются белая и черная ель. Белая ель является преобладающим видом и занимает около 2.8 миллиона га или около 26 % бореальных лесов Аляски. Участки, где доминирует черная ель, составляют 55 % территории бореальных лесов Аляски (Labau and van Hees 1990).

Внутренняя Аляска – это область, где находится большая часть бореальных лесов Аляски. Это четко выраженный регион, ограниченный хребтом Брукса на севере и Аляскинским хребтом на юге. Этот регион занимает территорию между 63^0 и 67^0 с.ш. Внутренняя Аляска простирается от Юкона на 141^0 з.д. к западу до климатической границы Берингова моря примерно на 155^0 з.д., где количество осадков превышает 400 мм (Edwards et al. 2001). Регион состоит из двух больших тектонических бассейнов с низкими абсолютными высотами – долина р. Танана и Юконская

низменность, – разделенных возвышенностями 500-1000м над уровнем моря. Климат региона – континентальный, со средними январскими температурами -20^0C или холоднее и средними температурами июля 15-20^0C в зависимости от высоты и положения в пределах региона. Хребет Брукса и Аляскинский хребет действуют как топографические барьеры для влажного воздуха с океанов. Следовательно, климат внутренней Аляски – полузасушливый, с годовой нормой осадков в пределах от 400 до <200 мм (в среднем 305 мм) (Patric and Black 1968). Количество осадков обычно уменьшается к востоку и в значительной степени зависит от топографии (Edwards et al. 2001). Около 60 % годового количества осадков приходится на летние дожди. Поскольку годовое количество осадков во внутренней Аляске низкое, а лето часто бывает теплым, наблюдается ярко выраженный дефицит увлажнения (превышение потенциальной транспирации над увлажнением). Рассчитанный дефицит увлажнения на Аляске составляет 9.5 см в Битлсе в центральной части хребта Брукс, 18.8 см с Фэрбанксе и 28.9 см в Форт Юконе (Slaughter and Viereck 1986).

Другие климатические области на Аляске, где встречаются бореальные леса, включают зону морского климата (южное, юго-восточное и юго-западное побережье Аляски), переходную зону от морского к континентальному климату в западной Аляске, где летом климат морской, а зимой – более континентальный вследствие того, что море покрыто льдом. Эти зоны получают больше осадков, поэтому дефицит увлажнения здесь наблюдается редко.

Сдвиг режима был зафиксирован около 1997 года во всех частях Аляски. Температура возросла на всех станциях наблюдения по сравнению с предыдущими 20 и более годами. Количество осадков характеризовалось значительной изменчивостью и возросло на большинстве континентальных станций, тогда как во внутренних и северных частях Аляски оно уменьшилось или осталось неизменным. Возможно недавно так же наблюдался сдвиг режима, так как летние сезоны, начиная с 2000 года, были более прохладными и влажными во внутренней Аляске, а зимы были мягче.

Белая ель широко распространена в Северной Америке. Ель может расти в климатическом диапазоне с годовыми температурами от –12 до +10°C и годовым количеством осадков от 200 до 1300 мм. Внутренняя Аляска лежит на теплой и сухой стороне этого диапазона, в то время как прибрежные и горные участки более влажные и/или более прохладные.

В центральной Аляске белая ель на слабоприподнятых возвышенностях обнаруживает постоянную отрицательную зависимость роста от температуры вследствие обусловленного температурным режимом недостатка увлажнения (Barber et al. 2000). На внутренних низменностях недостаток увлажнения обычно не ограничивает рост белой ели, который положительно связан с температурой. Черная ель, растущая на мерзлоте во внутренней Аляске, также имеет отрицательную зависимость от апрельских/майских и/или июньских температур.

Граница леса – это важная экосистема, чувствительная к климатическим изменениям. Это граница между лесом и тундрой, означающая переход от умеренного к арктическому климату. Положение границы леса традиционно ставится в зависимость от температуры, и в историческом плане оно изменялось с изменением климата. На Аляске есть и альпийский тип границы леса (ограничение холодом), и низменная граница леса (ограничение влажностью).

Альпийские популяции деревьев реагируют как положительно, так и отрицательно на летние потепления. В одной части хребта Брукс популяции белой ели на границе леса обнаруживали контрастную зависимость от температуры, хотя эти популяции находились недалеко друг от друга (Приложение D. Рис. 14A и 14B). На другом участке вдоль южного побережья Аляски наблюдались похожие контрастные зависимости (Приложение D, Рис. 14C и 14 D). D'Arrigo и Jacoby (личное сообщение) обнаружили сходную двоякую реакцию белой ели в горах Врангель Сент-Элайас на Аляске. D'Arrigo и Jacoby (1995) также обнаружили участки границы леса в северной части Аляски с изменяющейся реакцией на климат. Там, где когда-то рост деревьев был положительно связан с летними температурами, теперь он не был связан или наблюдалась отрицательная зависимость от летних температур, возможно вследствие недостаточного увлажнения. Исследования, проведенные на 8 участках в пределах и вблизи альпийской и арктической границы леса в трех регионах Аляски, также дали смешанные результаты (Lloyd and Fastie 2002). Эти исследования обнаружили региональную изменчивость роста в ответ на климатические вариации, но зафиксировали уменьшение роста вследствие повышения температуры на наиболее увлажненных участках начиная с 1950 года. Инверсия зависимости роста от климата была более типична для участков ниже границы леса, чем на ней (Lloyd and Fastie 2002). На возвышенностях полуострова Кенай недавно наблюдалось отсутствие реакции на повышение температуры у белой ели (Ed Berg, личное сообщение).

Подтверждено повышение границы леса с 1850 года в восточной части Аляскинского хребта (Zald 2002). Другие исследования (Lloyd et al., in press) показали продвижение белой ели на 10 км вглубь кустарниковой тундры на возвышенных участках полуострова Сьюард с 1880 года. На низменных участках они обнаружили продвижение границы леса примерно с 1920 г., но только на участках с термокарстовыми процессами. Большая часть полуострова Сьюард в западной Аляске безлесна, но Глобальные Климатические Модели (GCM) зафиксировали температуры (станция Ном), достаточные для расширенного роста белой ели на полуострове к 1940-м годам.

Прогнозы будущего потепления глобальными климатическими моделями указывают на то, что потепление на Аляске будет нарастать в течение этого столетия. Основываясь на прогнозах температур и моделях роста, основанных на температурах, большая часть белой ели во внутренней Аляске исчезнет примерно к 2080 году (Приложение D. Рис. 15). Черная

ель обнаруживает гораздо более медленное уменьшение роста, но её вымирание, по-видимому, ускорится с усилением термокарстовых процессов, так как при таянии мерзлоты исчезают её местообитания.

Ожидается, что потепление приведет к возрастанию ущерба от пожаров и вспышек численности насекомых. Сильная вспышка елового короеда на п-ове Кенай с 1989 по 1997 убила более 3 миллионов акров белой ели и ели Ситка/Лутц, которые составляли большую часть имеющихся зрелых лесов (Эд Берг, личное сообщение). Эту вспышку связывают с изменением климата и нарастающим потеплением (Приложение D. Рис. 16). Ожидается усиление вспышек численности насекомых в случае продолжения потепления климата.

Литература

Barber, V. A., Juday, G. P. et al. 2000. Reduced growth of Alaskan white spruce in the twentieth century from temperature-induced drought stress. Nature 405(8 June): 668–673.

Bonan, G. B., Pollard, D. et al. 1992. Effects of boreal forest vegetation on global climate. Nature 359: 716–718.

Edwards, M. E., Mock, C. L. et al. 2001. Potential analogues for paleoclimatic variations in eastern interior Alaska during the past 14,000 yr: atmospheric-circulation controls of regional temperature and moisture responses. Quaternary Sciences Reviews 20: 189–202.

Jacoby, G. C. & D'Arrigo, R. D. 1995. Tree ring width and density evidence of climatic and potential forest change in Alaska. Global Biogeochemical Cycles 9(2): 227–234.

Labau, V. J. & van Hees, W. 1990. An inventory of Alaska's boreal forests: their extent, condition, and potential use. International Symposium Boreal Forests: Climate, Dynamics, Anthropogenic Effects. State Committee of USSR on Forests. Archangelsk, Russia.

Lloyd, A. H. & Fastie, C. L. (2002). Spatial and temporal variability in the growth and climate response of treeline trees in Alaska. Climatic Change 52: 481–509.

Lloyd, A. H., Rupp, T. S. et al. (in press). Patterns and dynamics of treeline advance on the Seward peninsula, Alaska. JGR-Atmosphere.

McGuire, A. D., Melillo, J. et al. 1995. Equilibrium responses of soil carbon to climate change: empirical and process based estimates. Journal of Biogeography 22: 785–796.

Melillo, J. M., McGuire, A. D. et al. 1993. Global climate change and terrestrial net primary production. Nature 363: 234–240.

Patric, J. H. & P. E. Black, P. E. 1968. Potential evapotranspiration and climate in Alaska by Thornthwaite's classification. Juneau, AK, U.S.D.A. Forest Service.

Slaughter, C. W. & Viereck, L. A. 1986. Climatic characteristics of the taiga in Interior Alaska. In: Van Cleve, K., Chapin, F. S. I., Viereck, L. A. & Dyrness, C. T.. Forest ecosystems in the Alaska taiga. A synthesis of structure and function. Springer, New York. p. 9–21.

Zald, H. 2002. Treeline responses of white spruce, *Picea glauca* (Moench)Voss, to physiographic and climatic variation in the eastern Alaska Range. Natural Resources and Environment, University of Michigan.

Глобальное потепление и региональная реакция роста годовых колец на Кольском полуострове, Северо-запад России

О.М. Распопов, Т. Колстрём, О.И. Шумилов, И.Ю. Киршидели, В.А. Дергачев, М. Линдхольм, Й. Мериляйнен, О. Эггертссон, Е.А. Касаткина, А.В. Кузьмин, Г.Г. Матишев, С.Л. Дженюк,

Были проанализированы данные о росте годовых колец сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), собранные на девятнадцати участках на Кольском полуострове к северу от полярного круга. Основной задачей данного исследования было определить региональную реакцию биологических систем (лесов) на глобальное потепление в течение прошедших 100 лет. Кольский полуостров расположен между 66^{O} и 70^{O} с.ш., и 32^{O} и 41^{O} в.д. Северная граница леса пересекает Кольский полуостров от северо-западного побережья Баренцева моря до юго-восточного побережья этого же моря. Полуостров расположен в регионе, характеризующемся активными атлантическими циклонами. Поэтому биологические системы региона (включая леса) не испытывают недостатка влаги. Осадки на территории полуострова распределяются более или менее равномерно. Среднегодовое количество осадков колеблется между 500 и 800 мм в год, а в горных регионах достигает 1200 мм в год. При таких условиях увлажнения рост деревьев, принимая во внимание отсутствие заметного антропогенного загрязнения, в основном определяется температурой воздуха.

На рис. 1 показана ширина годовых колец (*Pinus sylvestris)* на северной границе леса на Кольском полуострове, Мурманск (Raspopov et al. 2001), за последние 400 лет. Также представлены изменения температуры в северном полушарии и арктических регионах.

Можно заметить, что и долговременный рост годовых колец, и изменения температуры, в общем, ведут себя аналогично, а изменения кривой роста деревьев отражают региональные климатические особенности Кольского полуострова.

В данной статье региональные климатические реакции на глобальное потепление за последние 100 лет рассматривается на основании данных о росте *Pinus sylvestris.* На рис. 2 обозначено положение точек, где прово-

дились измерения толщины годовых колец. На каждой точке было взято не менее 10-15 образцов сердцевины для определения показателей роста годовых колец. Основные хронологии за последнее столетие представлены на рис. 3, где видно возрастание роста годовых колец (TRG) в течение первой половины прошедшего столетия с максимумом TRG между 1930-ми и 1950-ми годами и последующим резким сокращением TRG на Кольском полуострове. Начиная с 1970-х рост годовых колец отличался стабильностью.

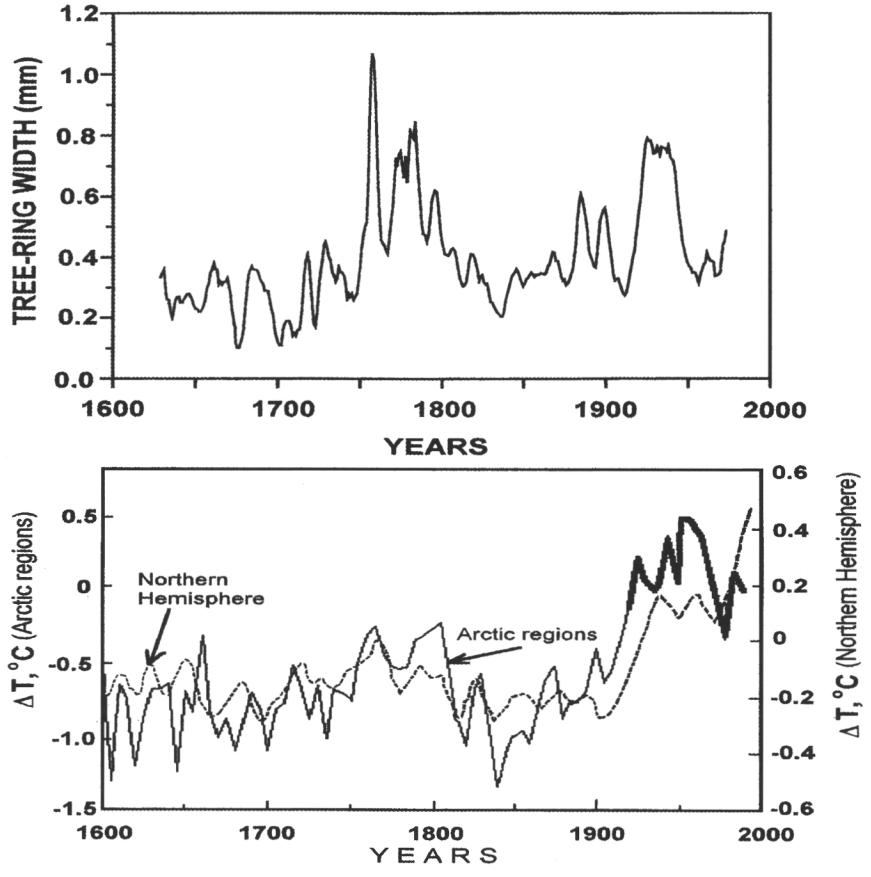


Рисунок 1. ***Верх:*** **Изменения толщины годовых колец (*Pinus sylvestris*) на северной границе леса на Кольском полуострове за прошедшие 400 лет (по средним пятилетним значениям).** ***Низ:*** **Сравнение осредненных за десятилетие температурных аномалий для Арктических регионов (Overpeck et al. 1997) с утолщенной линией, представляющей измеренные данные, и для Северного полушария (Mann et al. 1999) за прошедшие 400 лет, полученные посредством моделирования или измеренные.**

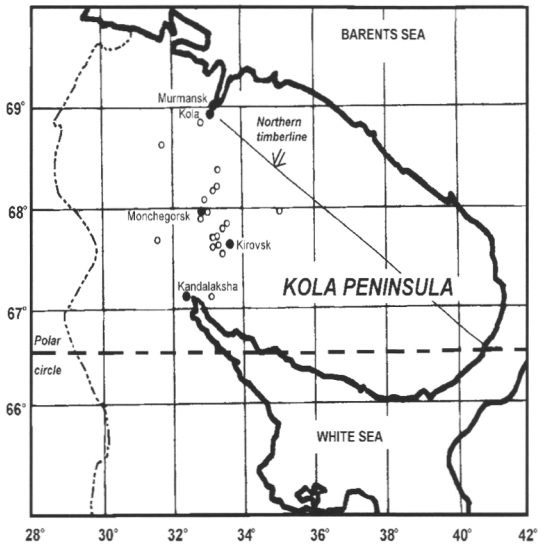


Рисунок 2. Расположение точек измерения толщины годовых колец.

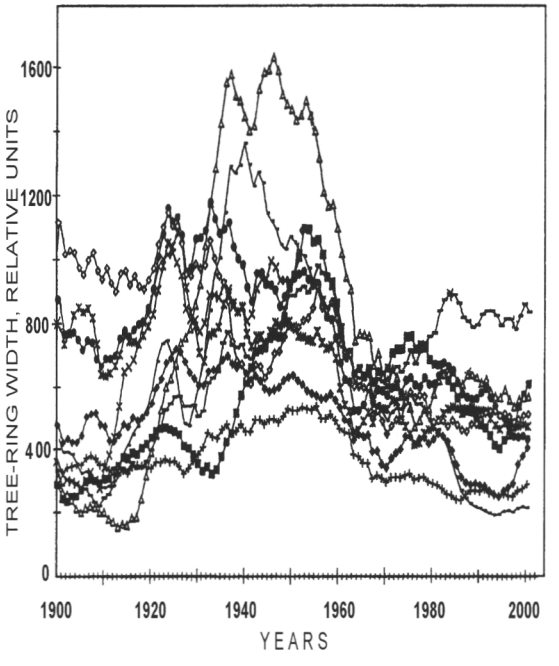


Рисунок 3. Изменения толщины годовых колец в образцах с Кольского полуострова.

На рис. 4 показаны изменения температуры в северном полушарии, среднегодовые температуры воздуха в прибрежных регионах Кольского п-ова (Кола–Мурманск) за последние 100 лет, а так же среднегодовые темпера-

туры в центральной части Кольского п-ова (Кировск) за прошедшие 30 лет.

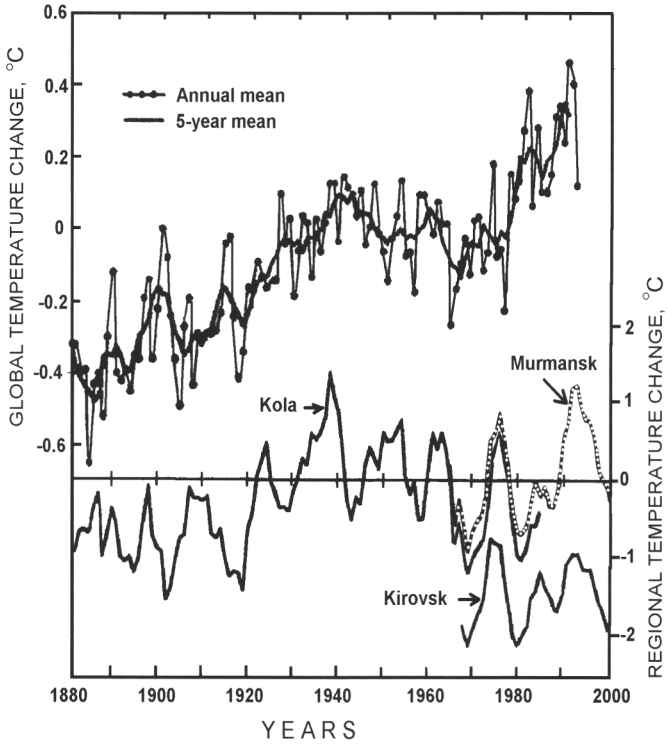


Рисунок 4. Сравнение региональных изменений среднегодовых температур на Кольском п-ове (станции Мурманск, Кола, Кировск) и глобальных изменений температуры.

Как видно из сравнения региональных и глобальных изменений температуры, повышение глобальных и региональных температур происходило синхронно до середины 20 века. Затем, в 1960-х наблюдалось понижение температуры. Однако с 1970-х тенденции изменения глобальных и локальных температур были различными. Оба показателя имели тенденцию к некоторому повышению. Но в случае с глобальными температурами повышение происходило в два раза быстрее, чем в первой половине прошедшего столетия. В случае с региональными температурами их повышение происходило в два раза медленнее (~ 0.15^{O} за 10 лет по сравнению с ~0.25^{O} за 10 лет в начале века). Анализ повышения среднегодовых температур за последние 30 лет показывает, что повышение происходило за счет зимних температур. Повышения летних температур не наблюдалось. Более того, среднегодовые летние температуры понижались в течение последнего десятилетия. В следующей таблице представлены среднемесячные летние (июнь, июль, август) и зимние (декабрь, январь, февраль) температуры в центральной части Кольского полуострова (Кировск) в 1980-х и 1990-х годах.

Temperature, °C	Year									
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Summer	11.4	9.9	8.2	9.9	10.5	10.9	11.2	9.2	12.5	11.9
Winter	-13.4	-13.1	-10.4	-11.3	-9.1	-19.7	-14.9	-14.1	-11.6	-10.3

Temperature °C	Year									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Summer	10.7	10.4	8.3	11.1	9.9	11.0	7.2	11.3	9.7	10.8
Winter	-9.1	-9.9	-7.8	-11.7	-11.0	-10.1	-10.0	-13.0	-13.6	-13.2

Таблица. Среднемесячные летние и зимние температуры в центральной части Кольского полуострова (Кировск).

Разница среднедекадных зимних температур за два последних десятилетия составляет +1.8°С, а аналогичных летних температур –О.5°С. Представленные данные хорошо коррелируют с данными Тимонена (2002) об изменениях температуры на границе леса в Финляндии в 1990-х: среднемесячная температура декабря – марта возросла на 1-2°С, среднегодовая температура – на 0.5°С по сравнению со средними температурами за столетие. Июньские – июльские температуры за два последних десятилетия были ниже средних за 20 столетие.

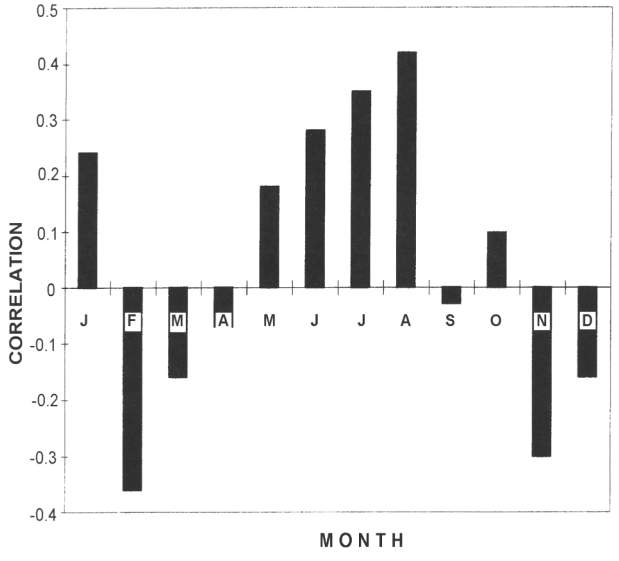


Рисунок 5. Корреляция между региональными среднемесячными температурами и показателями роста годовых колец в Хибинах (Кировск), 1964-2001 г.г.

На рисунке 5 показана корреляция между показателями роста годовых колец и среднемесячными температурами в центральной части Кольского полуострова (Кировск) за последние 40 лет. Четко прослеживается зависимость между ростом годовых колец и изменениями температуры в июне – августе.

Таким образом, стабильность роста годовых колец за последние 30 лет прошедшего столетия, по-видимому, связана с отсутствием повышения летних температур в этот период.

Выводы

Первая половина прошедшего столетия отличалась как глобальным, так и региональным (Кольский п-ов) климатическим потеплением, которое сопровождалось расширенным ростом годовых колец на Кольском полуострове. Однако, после глобального температурного максимума, который наблюдался между 1930-ми и 1950-ми годами, и понижения температуры в 1960-х, произошло резкое изменение атмосферной циркуляции. Это явление создало ситуацию, когда региональный ход температуры перестал следовать за глобальным ходом температуры. К тому же не наблюдалось потепления в течение летних месяцев в конце 20-го столетия. Вследствие этого рост годовых колец стабилизировался и не реагировал на глобальное потепление.

За счет осадков и условий влажности почв, преобладающих на Кольском полуострове, можно предположить, что при данных изменениях глобальной циркуляции и восстановлении климатической ситуации, преобладавшей в первой половине 20-го века, когда возрастание среднегодовых температур сопровождалось повышением летних температур, рост годовых колец может усилиться. В таком случае глобальное потепление может привести к увеличению лесных ресурсов Кольского полуострова.

Благодарности

Мы выражаем благодарность ЕС за поддержку данной работы в рамках программы INCO-COPERNICUS (проект EXTRATERRESTIAL IC15-CT-98-0123), и Российскому Фонду Фундаментальных Исследований (грант 00-05-64921).

Литература

Mann M. E., Bradley R. S. & Hughes M. K. 1999. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations. Geophys. Res. Lett. V. 26: 759–764.

Overpeck J., Hughen K., Hardy D., Bradley R., Case R., Douglas M., Finney B., Gajewski K., Jacoby G., Jennings A., Lamoureux S., Lasca A., MacDonald G., Moore J., Retelle M., Smith S., Wolfe A. & Zielinski G. 1997. Arctic environmental change of the last four centuries. Science Vol. 278: 1251–1256.

Raspopov, O. M., Shumilov, O. I., Kasatkina, E. A., Turunen, E., Lindholm, M., & Kölstrom, T. 2001. The nonlinear character of the effect of solar activity on climatic processes. Geomagnetism and Aeronomy 41(3): 407–412.

Timonen, M. 2002. Is the climate warming at the pine timberline? In: Abstracts prepared for Arctic Council, Northern Timberline Forests Workshop, Rovaniemi, Finland, May 23–25, 2002. p. 22.

Приложения

Приложене А

Тезисы докладов и постерных выступлений на рабочей группе «Северная граница леса» в Рованиеми, 23–25 мая 2002 года.

Тезисы докладов

Мониторинг северной линии лесов с использованием дистанционных методов и ГИС-технологий: Современное состояние и перспективы.

Томас Р. Аллен

Арктическая линия лесов – это переходная зона между арктической тундрой и субарктическими бореальными лесами. В некоторых местах она представляет собой резкую границу, в других – плавный переход; линия лесов (предел распространения древесных видов) и соответствующая ей граница леса реагируют на климатические изменения. Этот отчет обобщает литературу по применениям дистанционных методов и географических информационных систем (ГИС) в исследованиях линии лесов и критически рассматривает факторы, мешающие проведению ГИС-технологических исследований и устойчивому развитию. С пространственной точки зрения хребет Брукс на Аляске представляет собой широкий спектр изменений растительного покрова и продуктивности биомассы на уровне ландшафтов. Однако дистанционные исследования здесь были направлены на узкую оценку ресурсов или фокусировались на широких классах растительного покрова, а не на функциональных экосистемах. Потенциал интеграции традиционных экологических знаний в ГИС и дистанционные спутниковые исследования также используется недостаточно. Необходимо углубить связь традиционных экологических знаний с научными исследованиями, а так же увеличить полезность научных знаний для местного и традиционного природопользования. Взаимосвязь между масштабом исследований, землепользованием и жизнеобеспечением должна быть обязательно учтена при внедрении ГИС и дистанционных методов мониторинга линии лесов.

Оценка современной и возможных будущих реакций лесов на изменения климата в бореальной Аляске.

Валери Барбер, Гленн Патрик Джуди и Эд Берг

Недавние исследования дендрохронологии подтверждают необычную амплитуду летних потеплений в северных бореальных лесах Аляски, но возврат к боле прохладному лету имел место в 2000 и 2001 годах. На Аляске встречаются оба типа линии лесов – и альпийский с низкотемпературными ограничениями, и низинный сухой. Альпийские популяции деревьев обнаруживают как позитивную, так и негативную реакцию на летнее потепление. На слабоприподнятых возвышенностях центральной Аляски белая ель постоянно проявляет негативную реакцию роста на температуру. Это происходит вследствие порожденного температурой увеличения влажности. Черная ель, произрастающая на участках мерзлоты во внутренних частях Аляски, также негативно реагирует на апрельские и/или майские температуры. Недавние вспышки численности насекомых могут быть также связаны с климатом. Потепление 21 века формирует климат, подходящий для роста деревьев в современных тундровых регионах, и приводит к чрезмерному летнему потеплению, которое может уничтожить белую ель на продуктивных участках в центральной Аляске.

Рост деревьев вдоль границы леса и изменения окружающей среды: исследовательский анализ.

Фрэнк Бернингер

Рост сосны обыкновенной в Субарктике изучался с использованием комбинации моделирования и дендроэкологических подходов. Мы обнаружили, что индексы ширины годовых колец имели высокий коэффициент автокорреляции и корреляции с расчетной продукцией фотосинтеза предыдущего года, а так же с распадом органического вещества за предыдущий год. Однако, отношения за период 1950-1992 г.г. значительно отличались от отношений более раннего периода (1876-1949г.г.). Наклон регрессии индекса толщины годовых колец и фотосинтеза был менее крутой. Также изменилась структура автокорреляции данных. Коэффициент автокорреляции первого порядка уменьшился, а коэффициент автокорреляции второго порядка увеличился. Эти изменения не могут быть отнесены к возрасту деревьев, и могут быть интерпретированы как возрастающие ограничения роста на границе леса.

Влияние оленеводства и охраны природы на заповедник Малла Стрикт

Ханну Хейккинен и Микко Йокинен

Цель проекта – изучить многочисленные последствия природоохранной деятельности и оленеводства в заповеднике Малла Стрикт и его ближайших окрестностях. Оленеводство было запрещено в этом районе с 1981 года. Однако район Килписъярви является частью исторической оленеводческой территории саамов, и кое-где в пределах Малла продолжают заниматься оленеводством. Последние несколько лет высказывается требование построить забор вокруг Малла. Это привело к конфронтации между природоохранной деятельностью и оленеводством. Финский Институт леса (FFRI) и местная ассоциация оленевладельцев пришли к совместному заключению о необходимости изучения этого вопроса, являющегося хорошим примером того, как культура и природа устойчиво взаимодействуют между собой.

В проекте две темы: экологическая и социально-культурная. В рамках первой темы стоит задача изучить изменения, которые оленеводство может вызвать в естественном состоянии Малла и, прежде всего, в отношении редких и исчезающих видов. Вторая тема будет изучать социальные и экологические условия, в которых существует оленеводство и саамская культура. Важная часть проекта – разъяснение природоохранных задач и других ценностей заповедника Малла. Результаты будут представлять большую ценность для практического управления землепользованием.

Ключевые слова: охрана природы, оленеводство, культура, саами, биоразнообразие, туризм.

Изменения линии сосны лесной (*Pinus Sylvestris)* в северо-западной Лапландии, полученные на основе дендрохронологического датирования ископаемых остатков.

Самули Хелама, М. Линдхольм, М. Тимонен и М. Эронен

Высотные и широтные изменения линии лесов в течение прошедших 7500 лет в Энонтекиё (северо-западная финская Лапландия) и на прилегающих территориях были смоделированы с использованием ископаемых остатков сосны лесной (*Pinus sylvestris* L.), датированных дендрохронологически. Применение датирования по дендрохронологическим образцам позволяет определить возраст с точностью до одного года. Сосна лесная достигла максимального распространения примерно к 2800-2200 г.г. до н.э. Сравнительно резкое сокращение произошло примерно к 800-200 г.г. до н.э. Последнее тысячелетие редко покрыто ископаемыми находками. Долгосрочное понижение линии лесов может быть частично объяснено гляциоизостатическим поднятием в этом районе. Расширение модели за

счет уже собранных образцов с гораздо более обширной территории может дать более детальную пространственную реконструкцию изменений линии сосновых лесов в Голоцене.

Изменения популяционных циклов мелких грызунов в северной Фенноскандии.

Хейкки Хенттонен

Регулярные 4-5-летние циклы мелких грызунов были наиболее характерной чертой природы северной Фенноскандии. Эти циклы находили отражение на более высоких и более низких трофических уровнях, т.е. в растениях, употребляемых в пищу грызунами, и хищниках, питающихся ими. Однако, начиная с середины 1980-х г.г. эти циклы изменились или исчезли на больших территориях, что сопровождалось нарушением географической синхронности флуктуаций. Такие виды резких изменений в динамике северных материковых экосистем нуждаются в объяснениях. Некоторые из них обсуждались здесь. Независимо от причин, постоянные изменения имеют глубокий смысл с точки зрения биоразнообразия.

Северный лесотундровый экотон в Финляндии: необходимость изучения изменений окружающей среды с позиций ландшафтной экологии.

Фридрих-Карл Хольтмейер

В глобальном масштабе понятие «граница леса» обычно подразумевает «линию», реагирующую, как организм, более или менее резко на изменения климата, выражаемые изменениями средних и суммарных температур, количеством дней с активными температурами и т.д. Однако, термин «граница леса» – и северная граница леса в частности – обычно относится к переходной зоне (лесо-тундровому экотону), а не к линии. Этот экотон характеризуется экологическими условиями, отличными от преобладающих в лесной зоне и в арктических или альпийских тундрах. Установление более или менее произвольных зависимостей границы леса от средних температур воздуха и почвы, которые считаются факторами, контролирующими границу леса, является слишком упрощенным и представляет собой атавизм ранних лет исследований границы леса.

Ландшафтно-экологические исследования границы леса связаны с пространственными структурами и мозаичностью более или менее широкого лесо-тундрового экотона. Пространственные структуры и мозаичность главным образом зависят от местной топографии, её влияния на склоновые условия и реакции деревьев на данные условия. Местные условия контролируют скорость и формы роста, характер распространения деревьев, лесных участков, подроста, мозаичность растительных сообществ, разложение опада, питательные вещества, доступные растениям и степень

угнетенности. Необходимо понимать, что современная структура экотона границы леса отражает в большей степени историю местности, чем её современный климат. Таким образом, на местном и ландшафтном уровнях аккуратный и детальный анализ местных условий и местной истории необходим для понимания функциональных структур, а так же пространственной и временной динамики в лесо-тундровом экотоне. Недостаток такой информации будет устранен благодаря нашим исследованиям границы леса в северной Финляндии.

Сравнительная ценность деревьев: саамское восприятие деревьев и леса

Анна Ярпе

Как люди относятся к окружающей среде, и как различные виды знаний возникают на разных территориях – эти вопросы привлекают повышенное внимание антропологов. Этот доклад покажет, как антропологические исследования могут быть применены для того, чтобы лучше оценить, как люди, живущие в европейских лесах, воспринимают окружающую среду и относятся к ней. Фокусируясь на южных саамах (Швеция), я предлагаю признать, что если вопросы управления лесами и их охраны должны быть центральными при определении политики устойчивого развития, нам также необходимо рассмотреть, как различные перспективы влияют на взаимодействие с окружающей средой и, таким образом, как леса и деревья участвуют в формировании различных видов знаний.

Ключевые слова: восприятие окружающей среды, экология человека, знания, природопользование.

Взаимоотношения между лесом и тундрой в Якутии

Николай С. Карпов

В Якутии, к западу от р. Лена, границу леса образует лиственница Гмелина, а к востоку – лиственница Каяндера. Леса распространены к северу в основном по долинам рек.

Сейчас имеет место постоянное отступание зоны северной границы леса в этом регионе. Основные причины этого: вырубка лесов на дрова вдоль её северной границы; формирование стабильных «пирогенных» тундровых территорий после пожаров, покрытых кустарниково-кочковатой растительностью вместо лесо-тундры; недостаток жизнеспособных семян деревьев в тундровых и лесо-тундровых областях, т.к. они не вызревают.

Вместе взятые эти факторы приводят к отступанию лесов на десятки и даже сотни километров от его потенциальных границ, формируемых естественными географическими факторами.

Глобальное потепление и региональная реакция роста годовых колец на Кольском полуострове и в финской Лапландии.

Олег М. Распопов, Колстрём, Т., Шумилов, О.И., Кирсидели, И.Ю., Дергачев, В.А, Линдхольм, М, Мериляйнен, Й., Эгертссон, О., Касаткина, Е.А., Кузьмин, А.В., Матишев, Г.Г., Дженюк, С.Л.

Были проанализированы данные о росте годовых колец сосны лесной *(Pinus sylvestris)*, собранные на 20 участках на Кольском полуострове и в финской Лапландии. Основная задача исследований состояла в том, чтобы определить возможные региональные реакции биологических систем (лесов) на глобальное потепление в течение прошедшего столетия. Вариации роста годовых колец сравнивались с изменениями температуры в прибрежных частях Кольского п-ова. Наблюдалось увеличение роста годовых колец с начала 20-го столетия и на Кольском полуострове, и в финской Лапландии. Максимальный рост годовых колец наблюдался между 1930-ми и 1960-ми годами. Затем в 1970-х годах кривая роста резко снизилась. В течение следующих 30 лет не наблюдалось заметного увеличения роста в большинстве образцов, несмотря на значительное глобальное потепление, происходившее в это время. Однако некоторое увеличение роста наблюдалось в течение этого времени вдоль высотной (альпийской) границы леса в финской Лапландии. Изменения температуры на севере Кольского полуострова не указывали на потепление в регионе за последние 30 лет. Сравнение данных о росте годовых колец с прибрежных территорий Баренцева моря с данными из континентальных частей северо-запада России (Карелия) показывает, что ни на одной из этих территорий не ощущается значительного глобального потепления.

Биоразнообразие жуков *(Coleoptera)* и древоразлагающих грибков *(Polyporacea)* на границе леса в финской Лапландии

Анна-Лииса Сиппола

Жуки и древоразлагающие грибки играют важную роль в лесных экосистемах. Разнообразие видов жуков снижается почти на 40% от границы южной и средней бореальной зоны к северной границе леса, тогда как разнообразие грибков остается почти неизменным в средней и северной бореальных зонах. Что касается методов управления лесами, то сплошные рубки и изменение видового состава лесов оказывают наиболее ярко выраженный эффект на лесную фауну. Выборочные рубки, которые поддерживают лесной покров и обеспечивают накопление распадающегося древесного материала всех диаметров, по-видимому, наилучшим образом удовлетворяют требованиям типично лесных видов. Реальное воздействие лесной промышленности можно оценить только несколько десятилетий спустя, поскольку распадающаяся древесина, оставшаяся от периода, предшествующего воздействию, поддерживает популяции некоторых ви-

дов в течение длительного времени. Чувствительность к изменениям окружающей среды и ограниченная возможность расселения могут также вызвать локальное вымирание популяции.

Динамика регенерации доисторической растительности после нарушений в зоне границы леса.

Анне Толванен, Оути Маннинен и Анне Торн

Нарушения могут значительно повлиять на динамику и видовой состав растительных сообществ. Прогалины (лесные окна) могут стать подходящей средой для естественного возобновления подроста, которое редко наблюдается в случае обильной растительности. Мы изучаем способы регенерации и динамику доисторических видов после вызванных человеком нарушений (сплошных рубок, вытаптывания) и изменений окружающей среды (увеличение содержания азота) в Паллас-Оунастунтури, Килписъярви и Куусамо. Исследования включают экспериментальные нарушения, мониторинг и эксперименты с добавлением питательных веществ и пересадкой садов. Одновременно будет проводиться мониторинг экофизиологии растений и изменений на уровне популяции и сообщества. Мы предполагаем, что характер распределения ресурсов, жизненные формы и морфология видов являются важными факторами в процессе восстановления растительности после нарушений.

Российская лесная промышленность и угроза лесам на северной границе.

Александр Воропаев

После десятилетнего кризиса в России снова наблюдается рост лесной промышленности, особенно в северо-западных областях. Этот рост способствует развитию экономики и повышению благосостояния людей. Однако он также угрожает лесам. Основные факторы – это неустойчивое управление лесами, незаконные рубки и рубки в коренных лесах. Чтобы поддержать промышленный рост и, в то же время, сохранить леса, нужно перейти к устойчивому ресурсопользованию, прекратить незаконные рубки и обеспечить охрану коренных лесов. Этого можно достичь совместными усилиями правительства (законодательство, борьба с браконьерством), неправительственных организаций (вовлечение местных сообществ в управление лесами и борьбу с браконьерством, продвижение сертификации лесов) и импортеров древесины (спрос на сертифицированные лесоматериалы).

Годовые вариации метеорологических условий и накопления пыльцы на плато Аакенустунтури в северной Финляндии: возможность использования ископаемой пыльцы в качестве климатического показателя.

Юрки Аутио, Шейла Хикс

Годовые вариации метеорологических параметров и накопления пыльцы изучались на четырех площадках по трансекту на высотной границе леса. Задача состояла в том, чтобы проследить, как накопление пыльцы (которое может быть представлено как местное производство пыльцы) зависит от климатических условий. Для сосны лесной *Pinus sylvestris*, количество накопленной пыльцы зависит от средней температуры июля, суммы активных температур июля и общей суммы активных температур, всё за предыдущий год. Годовые количества ископаемой сосновой пыльцы, таким образом, являются потенциальными индикаторами климата. На накопление пыльцы берёзы *Betula* и ели *Picea* влияют другие температурные факторы, но всегда за год, предшествующий цветению.

Распределение древесных видов на границе леса в западной Финской Лапландии.

Мари Хагберг, Маури Тимонен, Марья-Лиисa Сутинен и Раймо Сутинен

Региональное распределение древесных видов на границе леса, доисторические растительные сообщества и разнообразие видов связаны с геологическим характером территории. Физические свойства и химический состав материнской породы, т.е. тиллитов, стратифицированных гляциофлювиальных и гляцио-озерных отложений оказывают огромное влияние на условия роста растений, т.е. влажность, питательность и кислотность. Мы изучали диэлектрическую проницаемость почв (ε) как индекс содержания почвенной влаги (θ_v), и электропроводность почв (σ) как индекс потенциального содержания питательных веществ в непосредственной близости от 7 500 зрелых деревьев в зоне границы леса и 1 072 экземпляров сосны лесной (*Pinus sylvestris* L.) и её подроста на гранитоидах и зеленокаменных породах (грюнштейнах) в западной Финской Лапландии.

Сосна лесная доминирует на кислых производных от гранитосодержащих горных пород, в частности, Хетта гранит. Также сосна доминирует на зандровых песчаных и гравийных отложениях и ветровых песчаных отложениях. Для этих почв (подзол) типично низкое сезонное содержание

влаги (θ_v<0.27 $см^3см^{-3}$) и низкий удельный вес почвы σ. Сосна формирует линию хвойных лесов на территории Хетта гранит. Исходя из возрастной структуры, сосна обосновалась здесь естественным образом с 1920-х годов. Возраст сосны на границе леса (суммарная температура 600-500 градусо-дней) колеблется от 50 до 80 а, тогда как сосна в возрасте 20-30 а формирует внешнюю линию леса (470 градусо-дней). Норвежская ель (*Picea abies* (L.) Karsten) и пушистая береза (*Betula bubescens* Ehrh.) на границе леса концентрируются на более плодородных (σ>0.55 mS/m) почвах на комбинации основных горных пород. Ель в этом регионе формирует линию хвойных лесов на амфиболовых плато, но отсутствует на гранитных почвах. Осина (*Populus tremula*) была обнаружена только на глацио-озерных соленых отложениях, накопленных в озерах за последнее оледенение на современных высотах 375, 365 и 355 метров над уровнем моря.

Изменения линии сосны лесной (*Pinus Sylvestris)* в северо-западной Лапландии, полученные на основе дендрохронологического датирования ископаемых остатков.

Самули Хелама, М. Линдхольм, М. Тимонен и М. Эронен

См. тезисы докладов

Защита и восстановление лесов в Финляндии

Микко Хиппонен и Мартти Вармола

Финский лесной акт определяет самую северную часть Финской Лапландии как лесоохранный район. Задача охраны лесов – предотвратить отступание границы леса. Использование охраняемых лесов разрешено, но оно более строго регулируется, чем на неохраняемых территориях. Охраняемые леса существовали с начала 20-го столетия. Восстановление этих лесов основано на естественных процессах регенерации и имеет умеренный успех. Леса также восстанавливаются естественным образом за счет ускоренного роста. В молодых хвойных лесах региона не наблюдалось крупномасштабных вспышек болезней леса. Это означает, что леса хорошо адаптировались к жестким условиям. Климат был довольно благоприятен для восстановления в 1990-х годах, и в ближайшем будущем не ожидается значительных изменений. Мониторинг восстановления лесов на охраняемых территориях должен основываться на долговременных исследованиях.

Сравнительная ценность деревьев: саамское восприятие деревьев и леса (действующий проект)

Анна Ярпе

См. тезисы докладов

Выпас оленей и угрожаемые виды растений в заповеднике Малла Стрикт, северо-западная Финляндия.

Хейкки Кауханен

В этом докладе рассматривается воздействие выпаса оленей на растительность и угрожаемые виды растений в заповеднике Малла Стрикт. Оленеводство в этом районе было запрещено в 1981 году. В последние годы здесь паслись лишь случайно зашедшие животные. Снежные поля зимой, а буйная растительность летом привлекают оленей. Картирование заповедника показало, что альпийские типы местообитаний, чувствительные к выпасу, занимают одну треть территории. Всего двадцать три угрожаемых вида сосудистых растений произрастают в заповеднике. Вследствие различных морфологических признаков и характера воспроизводства существуют большие различия в реакции растений на выпас. Карликовые кустарники и высокотравье чувствительны к выпасу и вытаптыванию оленями. Некоторые мелкие виды растений, очевидно, выигрывают от выпаса, поскольку из-за слабой конкурентоспособности они не могут выжить среди неповрежденной растительности.

Изучение пространственно-временной изменчивости 22-х летней хронологии годовых колец на З-В трансекте через северную Финляндию и её связи с температурой, увлажнением и НАО-индексами.

Марк Масиас

Пространственно-временное сравнение 22-х летней хронологии годовых колец проводилось в северной Фенноскандии, в Феноскандинавских Альпах. Сравнение проводилось с использованием хронологической статистики и применением многомерных аналитических методов. Также были проанализированы зависимости между шириной годовых колец и температурой, увлажнением и НАО-индексами и изменение этих зависимостей со временем (в период с 1880 по 1991 г.г.).

Исследования показали, что существуют различия между двумя сторонами Фенноскандинавских Альп, и эти различия изменялись в течение пе-

риода исследований. Изучались некоторые черты зависимости НАО-индексов и роста деревьев.

Холодная акклиматизация берёзы: физиологические изменения в подросте и коре взрослого дерева.

Ф. Марц, С. Кивиниеми и М-Л. Сутинен

Толерантность многолетних растений к промерзанию изменяется в течение года. Обычно она низкая весной, затем увеличивается осенью и достигает максимума к середине зимы. Процесс увеличения толерантности к промерзанию после периода низких положительных температур, называемый холодной акклиматизацией, включает многочисленные клеточные и метаболические изменения, но считается, что плазменная мембрана – это первое место повреждений. Многочисленные механизмы оказываются вовлеченными в процесс стабилизации мембран, и общее следствие воздействия низких температур – это повышение уровня липидной ненасыщенности для компенсации уменьшения липидной текучести мембран, вызванной спадом температуры.

Показано, что Linoleic (18:2) и его оксиды (18:3) являются наиболее колеблющимися FAs под воздействием низких температур для нескольких видов растений. Для понимания механизма увеличения FA ненасыщенности был проведен анализ зависимости между сопротивляемостью промерзанию (FSR), мембранными липидами и выражением генов, вовлеченных в процесс ненасыщения от 18:2 до 18:3, ген ω-3 жирный оксид десатуразы *(ω -3 fad)*, в тканях берёзы, промерзающего вида.
Были проведены две сери анализов: подрост берёзы, взятый из трех мест на севере Финляндии подвергался воздействию низких температур (LT) или «короткого дня» (SD) в теплице; покрытые корой экземпляры взрослой берёзы были взяты с тех же участков в течение года.

Данный постер демонстрирует результаты, относящиеся к некоторым физиологическим изменениям, измеренным на вышеописанном материале.

Температурный спад привел к возрастанию FSR в листьях и стеблях 3-х месячного подроста в течение первых двух недель эксперимента, а способность к фотосинтезу резко упала в течение трех дней с низкими температурами. Отдельное воздействие короткого дня (8 или 12 часов ночи сравнительно с 4 часами в нормальных условиях роста) также привело к повышению FSR в листьях и стеблях в течение первых двух недель эксперимента. Изменений способности к фотосинтезу не наблюдалось. В качестве подготовки к воздействию низких температур, одна неделя воздействия короткого дня позволяет достичь большей сопротивляемости промерзанию в листьях после двух недель при +5°C по сравнению со сходными условиями и 4-х часовой ночью. Предварительная подготовка в условиях короткого дня также имеет защитный эффект на функции фотосинтеза, поскольку способность к фотосинтезу остается более стабильной

после воздействия низких температур, и уменьшается только в течение 10 дней с низкими температурами.

Сезонный анализ коры показал, что холодная де-акклиматизация в северной Финляндии начинается в апреле, а основное понижение FSR происходит в мае. Холодная акклиматизация начинается в середине августа, с основным увеличением FSR в сентябре. Содержание влаги во флоэме и феллогене, содержание хлорофилла и фотосинтетическая способность феллогена изменяется одновременно с FSR: содержание влаги и хлорофилла были наибольшими, когда FSR была наименьшей, а фотосинтетическая способность соответствовала FSR, уменьшаясь в сентябре и снова увеличиваясь с середины апреля до мая в зависимости от широтного происхождения растений.

После однолетнего анализа оказалось, что изменение фотосинтетической способности стеблей может служить индикатором процессов холодной акклиматизации и де-акклиматизации.

Образцы вышеописанного материала также были проанализированы на липидный состав FA и *ω -3 fad* ген.

Адаптация липидной ненасыщенности мембраны является важным механизмом сопротивляемости промерзанию. Наши результаты по липидному составу и генам в подросте и тканях коры березы представляют собой важные данные для понимания этих процессов на молекулярном уровне.

Последние оставшиеся на европейском Севере ненарушенные леса

Йорма Маттсон

Последние оставшиеся в Европе коренные леса встречаются в странах Скандинавии, но в основном распространены на Севере России. Постерная карта покрывает регион от западной Швеции до Архангельска в России. Южный угол карты лежит на линии широты, проходящей через Эребру (Швеция) – Хельсинки (Финляндия) – Санкт-Петербург (Россия). Результаты, представленные на карте демонстрируют значительные культурные и национальные различия между странами. Самые обширные массивы коренной тайги расположены в удаленных и непроходимых даже на вездеходе территориях. Крупнейшие участки старых лесов расположены в скандинавском зеленом поясе в Швеции и в фенноскандинавском зеленом поясе вдоль финско-российской границы. Эти зеленые пояса являются важными экологическими коридорами. Сегодня настоящая тайга существует только в России: Оланга, таежный регион Виенансало, Костамукша, юго-восточная часть Кольского п-ова, Онега у Белого моря, озеро Водла и многие другие части Архангельской области. Но крупнейшие таежные регионы нашего континента находятся между реками Северная Двина и Уральскими горами, за пределами данной карты. Картирование сложных и обширных природных объектов, таких как коренные

леса, сталкивается со множеством чисто технических проблем. Картографические источники информации, в основном, очень различаются. Терминология также меняется. Спутниковые снимки обычно охватывают длительные периоды времени и покрывают обширные континентальные территории. Поэтому они имеют непосредственное значение лишь для некоторых незначительных территорий. Сплошные рубки лесов распространяются стремительно. Национальные базы ГИС-данных не входят в бюджет континентального картографирования, и т.д.

Отступание границы леса на крайнем севере Европы.

Йорма Маттсон

Самые северные европейские леса в Фенноскандии являются также самыми северными в мире лесами, находящимися в промышленном использовании с применением высокомеханизированных лесозаготовок. Эти леса также уникальны с биогеографической точки зрения. Пояс горной березы (*Betula pubescens* subsp. *czerepanovii*) располагается вдоль плато Фенноскандии. Леса из чистой сосны (*Pinus sylvestris*) существуют в районе Инари, северная Финляндия. Настоящие таежные леса расположены к югу от этих зон. Самые северные леса Фенноскандии издавна использовались человеком. Простое использование для домашних нужд вызвало отступление арктической границы леса к югу с начала 19-го века. В конце концов, сплошные рубки распространились по всей территории скандинавских стран. Самый большой промежуток (80 км) образовался к югу от норвежского города Тромсё. Таким образом, современная граница леса создана руками человека. Изучаемая территория протянулась от Малангенфьорда (Норвегия) на западе до реки Воронья (Россия) на востоке. Информационная основа – описания 59 лесных участков, упоминаемых в литературе, но безлесных сегодня; отдельные деревья или их группы не учитываются. Использовалось 18 печатных источников. Большая часть лесов по берегам фьордов была вырублена финскими иммигрантами в северную Норвегию (т.н. *«квенами»*). Субарктические леса горной березы также были и остаются под угрозой: олени и овцы поедают березовые ростки; инвазии травоядной гусеницы разрушают лес на огромных территориях (последний случай имел место в 1965-1966 г.г.); лесные пожары и неконтролируемый экологический туризм могут испортить обширные территории; в сухие летние сезоны чисто лишайниковые пустоши могут легко загореться, особенно на Российской территории. Коренные леса сейчас находятся перед выбором: спасение или разрушение. Лишь малая часть этих территорий находится под защитой в национальных парках и других охраняемых территориях. Большинство старых таежных лесов исчезнет. На их месте возникнут сукцессионные молодые леса, возможно состоящие даже из экзотических и клонированных видов. Будет всё больше и больше южных, широко распространенных видов. Настоящая «темная тайга» сохранится только на охраняемых законом территориях.

Использование самых северных редколесий на Европейском Севере саамами в Утсйоки, Финляндия.

Йорма Маттсон

Каковы шансы людей в случае серьёзного энергетического кризиса в суровых условиях Крайнего Севера? Для примера возьмем район Утсйоки и его население на самом севере Финляндии. Большинство местного населения – саамы. Сегодня они живут в современных домах со всеми удобствами. В 1980 году в Утсйоки было всего 1487 жителей и 507 домовладений. Одно из трех домовладений использовало (использует) дрова как источник энергии в основном для обогрева в зимнее время. Одно из трех использует дрова как резервный источник энергии, и оставшиеся имеют только электрообогреватели или масляные системы отопления. Средняя потребность в дровах на местных фермах раньше составляла 16.4 $м^3$ на домовладение в год. Современные домовладения потребляют 9.5 $м^3$ дров в год. В районе Утсйоки 1430 $км^2$ плотных лесов горной березы и только 78 $км^2$ сосновых лесов. Общие запасы березовых дров были подсчитаны методом интерполяции и составили 43000 $м^3$ в год (или 0.3 $м^3$ с гектара в год). Один гектар (га) соответствует площади 100 м х 100 м или 2 771 акров. В большинстве поселков в районе Утсйоки (Нуоргам, Нуввус и центр - Утсйоки) недостаточно дров для отопления. Они должны завозить дрова из более южных долин. Государственное предприятие Лесное Управление Финляндии продает березовые дрова по низким ценам. Такая же система применяется и в Норвегии. При серьезном энергетическом кризисе, особенно если есть проблемы с транспортировкой, местные редколесья горной березы подвергнутся широкомасштабной угрозе. Современные населенные территории с большими домами вскоре истощат местные уникальные березовые леса. Новая псевдо-тундра может возникнуть, как после инвазий гусеницы, но теперь и в долинах.

Восстановление лесов горной березы, разоренных *Epirrata Autumnata* в северной Лапландии

Пекка Сулкава, Юха Сихво, Юрьё Норокорпи и Матти Мела

Горная береза *(Betula pubescens subsp. Czerepanovii)* растет узким высотным поясом над границей хвойных лесов и образует обширные леса и кустарниковые массивы в субарктическом регионе северной Фенноскандии. В середине 1960-х гусеницы моли (*Epirrata autumnata)* нанесли огромный ущерб, особенно в березовых лесах Утсйоки, оставляя деревья без листьев в течение ряда лет. Выздоровление этих биотопов во многих местах происходило медленно вследствие ряда причин, среди них – интенсивное оленеводство. Сегодня около половины (2 354 $км^2$) всей пораженной территории (5000 $км^2$) классифицируется как возвышенная пустошь или биотоп ксерофильных кустарников *(скрэб)* со стоящими или поваленными гнилыми березами. Облесение этих вторичных пустошей и

восстановительные мероприятия в медленно растущих березовых редколесьях в Утсйоки рассматривается и планируется Лесным Управлением Финляндии совместно с представителями муниципалитета Утсйоки и оленеводческими ассоциациями.

Ключевые слова: горная береза, травоядный, Epirrata autumnata, ущерб, облесение, оленеводство

Наблюдается ли потепление климата вдоль границы сосновых лесов?

Маури Тимонен

Исключительное климатическое потепление наблюдалось в зоне границы леса в середине 1990-х г.г.: среднемесячная температура декабря-марта возросла на 1-2^{o}C, а среднегодовая – на 0.5^{o}C по сравнению со средними значениями за столетие. Теплый период послужил поводом для начала дискуссии о статусе климата Финляндии и запуска дендроклиматического суб-проекта в рамках исследовательского проекта «Граница леса», осуществляемого Научно-исследовательским институтом леса Финляндии.

Результаты исследований показали, что начало 1990-х г.г. было исключительно теплым периодом, но всё же в пределах нормальных климатических вариаций. Июньские – июльские температуры двух прошедших десятилетий были ниже средних для 1900-х г.г. С 1970-х г.г. ноябрь был прохладнее среднего, а декабрь и январь в 1980-х г.г. были самыми холодными за всё столетие.

В процессе анализа причин было обнаружено явление, названное Северо-Атлантическими Колебаниями (НАО). Это главный глобальный фактор, контролирующий климат на границе леса. Потепление, вызванное парниковым эффектом не может быть признано (по крайней мере, пока) фактором, приведшим к повышению температуры и усиленному росту деревьев.

Динамика регенерации доисторической растительности после нарушений в зоне границы леса.

Анне Толванен, Оути Маннинен и Анне Тёрн

См. тезисы докладов

Реакция саженцев сосны и березы на солнечную УФ-радиацию в Субарктике

М. Турунен, М-Л. Сутинен, К. Дером, Ю. Норокорпи, К. Лаккала

Реакция *Betula pubescens* Ehr., *B. pendula* Roth, и *Pinus sylvestris* L. на двух площадках на солнечную ультрафиолетовую радиацию (UV < 400 nm) изучалась в полевых экспериментах с исключением ультрафиолета в течение вегетационных периодов 1997-1999 г.г. в Финской Лапландии (68°N). Саженцы выращивались из семян с исключением UV-B (чистый полиэстер-фильтр) и UV-B/UV-A (чистый акриловый фильтр) и сравнивались с контрольными образцами (полиэтиленовый фильтр) и растениями в естественной среде (без пластикового фильтра). Средний дневной максимум солнечного биологически эффективного UV-B облучения ($UV\text{-}B_{BE}$) составил 88 мВт $м^{-2}$, 68 мВт $м^{-2}$ и 91 мВт $м^{-2}$ за 1997, 1998 и 1999 годы. Ряд показателей роста и биомассы, эффективности фотосинтеза PSII (Photosystem II) и общая концентрация азота регистрировались в течение и/или в конце эксперимента.

Облучение (191 d) солнечной УФ-радиацией в течение трех вегетационных периодов не дало статистически значимого эффекта в росте или биомассе саженцев. Единственное значимое влияние исключения УФ было обнаружено в *P. sylvestris* на площадке в Энонтекиё. В течение первого вегетационного периода исключение UV-B/UV-A значительно ускорило рост *P. sylvestris* (на 18-20 %), и в тех же саженцах исключение UV-B привело к значительному увеличению сухого веса однолетних иголок (на 45-57 %) после второго вегетационного периода. Эти воздействия УФ не просматривались в конце эксперимента или в других видах. Низкая концентрация азота в листве была связана с увеличением сухого веса, а не с солнечной УФ-радиацией (вышеупомянутые контрольные образцы). Данное исследование показало, что солнечная ультрафиолетовая радиация имеет ограниченное, а иногда нестойкое влияние на рост деревьев в субарктике. Тем не менее, необходимы долговременные полевые исследования для выявления совокупных характеристик влияния УФ.

Приложене В

Северная линия лесов: положение линии лесов и его значение для жизни людей.

Отчет рабочей группы, организованной Научно-Управленческим Офисом программы «Человек и Арктические Системы» (HARC SMO)
26-30 ноября, 2001

«Что будет определять положение арктической линии лесов в 2100 году, и что будет означать для людей её положение?»

Генри Хантингтон (Хантингтон Консалтинг, США), **Гленн Джуди** (Университет Аляски, Фэрбанкс, США), **Франс Велголаски** (Университет Осло, Норвегия), **Сакари Канкаанпяа** (Научно-исследовательский Институт Леса Финляндии).

Обоснование

Исследования по программе Национального Научного Фонда (NSF) «Человек и Арктические Системы» (HARC) начались в 1997 году. С тех пор в рамках нескольких проектов были изучены различные аспекты воздействия человека на Арктические системы и их влияния на него. Стремясь расширить интерес к программе, NSF спонсировал создание Научно-Управленческого Офиса (SMO) программы «Человек и Арктические Системы» для распространения информации о программе в научных кругах. Рабочая группа по Арктической линии лесов – вторая в серии рабочих групп, призванных активизировать обсуждение проблем, касающихся «Человека и Арктических Систем», и вдохновить ученых на выдвижение предложений по проекту.

Введение

Положение линии лесов в Арктике определяется рядом факторов, таких как климат, и эти факторы действуют в различных масштабах, от глобального до локального. Влияние человека посредством таких видов деятельности, как строительство, земледелие, рекреация, пожары, разработка полезных ископаемых и выпас скота может значительно преобразовать ландшафт. Взаимодействие всех этих факторов должно также принимать-

ся во внимание. Понимание положения линии лесов и прогноз её будущих перемещений, таким образом, включает сложный набор переменных, многие из которых тесно связаны с человеческой деятельностью в Арктике. Для изучения этих идей HARC SMO организовал рабочую группу, чтобы способствовать дискуссии среди исследователей и жителей Арктики с привлечением разнообразных экспертных оценок и опыта. Текст обсуждений размещен на сайте http://arcus.zeroforum.com. Список участников и более подробную информацию о рабочей группе Вы найдете на сайте http://www.arcus. rgharc/treeline.html.

Данный отчет должен осветить исследовательские идеи и возможности, возникшие в результате деятельности рабочей группы. Эти идеи нельзя назвать ни исчерпывающими, ни эксклюзивными. Мы надеемся, что читатели и участники будут использовать этот отчет как стартовую точку для выработки предложений по программе «Человек и Арктические Системы» (HARC). Некоторые из описанных идей достойны внимания, но не вполне подходят к области исследований «Человек и Арктические Системы» (HARC). Желающие внести свои предложения в программу могут посетить веб-сайт (http://www.arcus.org/harc). Последующие рабочие группы будут служить той же цели, Научно-Управленческий Офис (SMO) приветствует идеи для дополнительных рабочих групп и других путей расширения совместных дискуссий о человеке в Арктических системах.

Географическое положение лини лесов

Определение лини лесов – не простая задача. Одни и те же виды деревьев могут постепенно изменяться от прямых до стелющихся форм. Хвойные проще определяются на местности при дистанционных методах исследований, чем лиственные деревья, такие как горная берёза, которая образует лесную линию на большей части Арктического Севера. Таким образом, линия лесов – это не точная граница, что усложняет её картографирование и мониторинг.

Для локального мониторинга эта проблема не так важна. Отдельные деревья можно отметить и увидеть, а изменения в ландшафте со временем определяются конкретными исследователями. Но даже идентификационные исследовательские участки, такие как ельник Боба Маршалла в воротах Арктического Национального Парка на Аляске, можно с трудом распознать несколько десятков лет спустя. Мониторинг лини лесов в боле крупном масштабе требует лучшего технического оснащения для дистанционных исследований и картографирования, чтобы точно зарегистрировать её положение. Использование ГИС-технологий перспективно для создание точной географической базы данных, при условии, что эти данные достоверны.

Вопрос разрешения также важен при оценке полезности данных моделирования и палеогеографических исследований. Тогда как такие данные могут быть чрезвычайно полезны для анализа широкомасштабных про-

цессов и условий, специфические местные условия не могут быть отражены с достаточной точностью для достоверного прогнозирования состояния линии лесов. С помощью изучения отклонений от результатов прогноза можно идентифицировать факторы, неучтенные в полной мере существующими ретроспективными и проспектными моделями. Аналогично, выделение территорий с похожим климатом для изучения наиболее непосредственных и ярко выраженных воздействий может стать первым шагом в создании проектов мониторинга линии лесов.

Физические воздействия на линию лесов

Температура – это ключевой фактор, воздействующий на линию лесов, но точная роль летних и зимних температур и их соотношения нуждается в дополнительном изучении, особенно если мы собираемся прогнозировать влияние сезонных изменений температуры. Регистрация текущих изменений лини лесов в течение, например, Малого Ледникового периода или потепления двадцатого века поможет в определении кратко- и среднесрочной роли температуры. Помимо температуры есть некоторые другие значимые факторы для определения лини лесов. Влажность имеет решающе значение для роста деревьев и коррелирует с температурой. Недостаток влаги приводит к формированию болота, её избыток – к образованию пустыни, где не могут расти деревья. Эффект возрастания уровня CO_2 в атмосфере на линию лесов неизвестен. Возможно, различные виды деревьев будут по-разному реагировать на изменение содержания атмосферного CO_2. Роль мерзлоты и её обратная связь с древесным покровом изучена плохо. Близкая к поверхности мерзлота не дает опоры корням, особенно для деревьев с единичным стержневым корнем. Но древесный покров может привести к охлаждению почвы и повышению уровня мерзлоты, которая в конечном счете убьет деревья. Дальнейшее изучение взаимосвязей между температурой, влажностью, мерзлотой, состоянием деятельного слоя, растительностью и уровнем CO_2 необходимо для понимания реакции линии лесов на изменения этих переменных.

Снег защищает деревья зимой, но если снеготаяние весной позднее, то вегетационный период будет слишком короток для развития деревьев. Характер накопления снега имеет значение в мелком масштабе. Ветер так же подавляет деревья, особенно в альпийской зоне, где турбулентность может быть весьма значительна. Пожары, наверное, оказывают максимальное воздействие на линию лесов на огромных территориях. Верховые пожары разрушают почвы, оставляя пустоши, восстановление которых продолжается веками. Более скоротечные низовые пожары, которые лишь выжигают напочвенную растительность, могут привести к быстрому росту и замещению растительности, что может препятствовать заболачиванию, обнажая участки влажной почвы для воздействия воздуха и солнца. Роль влияние моря на линию лесов не до конца понятна. Холодный, влажный воздух с океана, конечно, влияет на температуру и влажность в соседних материковых системах, но долговременное влияние океана и характера циркуляции воздуха может оказывать значительное

воздействие на местный и региональный климат, мерзлоту, заболачивание и другие факторы, относящиеся к линии лесов.

Воздействие человека на окружающую среду может быть существенным. Нарушение почвенного покрова влияет на растительность и мерзлоту и, таким образом, на возможность заселения новых территорий деревьями. Следы нарушений остаются надолго после окончания деятельности человека. Особенно хорошо они заметны с борта низколетящего самолета. Понимание роли таких нарушений для ландшафтов и растительных сообществ является важным элементом мониторинга воздействия человека на окружающую среду.

Экологическое воздействие на линию лесов

Видовой состав пограничного региона, особенно вариации видов, которые образуют линию лесов, проливают свет на различные экологические процессы, происходящие в этом регионе. Некоторые виды отсутствуют на определенных территориях, например, голубая ель на западе Аляски и в Скандинавии. Пути рассеивания семян определяют характер распространения деревьев. Очевидно, что рассеивание может распространяться гораздо дальше, чем предполагалось ранее, хотя точные механизмы и характеристики требуют дальнейшего изучения. Способность тундровой растительности, включая мхи и лишайники, препятствовать заселению деревьями новых территорий является другим ограничителем движения линии лесов. Видовой состав притундровой и доисторической растительности может быть важен в этом отношении.

Климатические изменения могут влиять на распространение микоризы и вспышки численности насекомых. Последнее необходимо для роста деревьев во многих регионах и подвержено влиянию климатических изменений, человеческой деятельности, а так же природных явлений. Насекомые, такие как осенняя моль (*Epirrita autumnata*) и еловый коровой жучок, могут уничтожить деревья на больших территориях, а климат может способствовать их развитию и распространению. Пожары так же могут оказывать многообразное влияние на экологическую ситуацию региона. Необходимо считать их как экологическим, так и физическим фактором. Нарушающие факторы, такие как пожары, обычно обнаруживают нелинейную зависимость от климатических изменений и характера землепользования, что должно учитываться при моделировании их потенциального влияния.

Распределение животных, связанных с лесом и линией лесов, может служить индикатором изменений, однако другие факторы, влияющие на динамику популяций, должны быть учтены. Животные, такие как древесная лягушка, найденная в долине реки Кобук на северо-западе Аляски, быстрее реагируют на климатические изменения вследствие сравнительно короткой продолжительности жизни, чем долгоживущие и медленно размножающиеся деревья. Характеристики линии лесов могут влиять на жи-

вотных, включая мигрантов, таких как карибу и птицы, возможно с обратным эффектом для человека, который на них охотится.

Человеческий фактор

Отношения человека и линии лесов развиваются в обоих направлениях. Человек оказывает непосредственное воздействие на положение линии лесов, по крайней мере, в местном масштабе, посредством строительства гидротехнических дамб, лыжных трасс, кемпингов, вырубки деревьев на дрова и стройматериалы, а так же выпас животных, которые могут затормозить рост деревьев. Положение и продолжительность такой деятельности меняется со временем, и линия лесов в северных регионах продвигается вперед по мере сокращения этой деятельности. Но возросший интерес к рекреации в районах линии лесов может остановить её продвижение, и нуждается в дополнительном изучении. В последнее время имели место неоднократные нарушения вблизи дорог, что обеспечило беспрецедентный доступ в районы лини лесов. Направления человеческой деятельности, в частности новые виды использования районов линии лесов, трудно предвидеть. Подъём в использовании внедорожников для рекреации – один из примеров тенденции, которую с трудом можно было предсказать всего несколько десятков лет назад. Тем не менее, такие возможности должны учитываться, если мы хотим понять действие различных компонентов, вовлеченных в движение лини лесов в населенных ландшафтах.

Значение лини лесов для человека недостаточно хорошо обосновано. Некоторые этнические границы свободно следуют линии лесов, но в большинстве случаев народы пересекают линию лесов в ходе годового цикла жизни на земле. В большинстве регионов неясно, считалась ли линия лесов важной границей. Этот вопрос изучается слабо, в основном с использованием фольклора и других устных исторических источников, которые содержат традиционные взгляды, распространенные на территориях, примыкающих к линии лесов, или, по крайней мере, в тундровых и лесных ландшафтах, которые разделяет линия лесов. Привлекательность линии лесов для рекреации и туризма сегодня также плохо известна и требует изучения, если мы хотим оценить вероятные воздействия человеческой деятельности на экосистемы линии лесов в последующие годы и десятилетия.

Выводы

Линия лесов представляет важные исследовательские возможности и для изучения человека в Арктических экосистемах, и для программ Национального Научного Фонда, изучающих аспекты климатических систем Арктики. Данный отчет обозначил некоторые взаимосвязи между переменными, влияющими на линию лесов, и каким образом человек может быть вовлечен в её динамику. Предполагалось, что этот отчет станет

стартовой точкой для заинтересованных в исследованиях подобного рода ученых. Надеемся, что он вдохновит авторов на новые предложения, которые расширят наше понимание северной линии лесов.

Благодарности

Научно-управленческий офис HARC благодарит Франса Велголаски и Сакари Канкаанпяа за председательство на рабочей группе по Арктической линии лесов, и Гленна Джуди за работу оппонентом на рабочей группе. Мы также хотим поблагодарить оставшихся «за кадром» Рэни Крэйн и Венди Ворник из ARCUS, без которых проведение этой рабочей группы было бы невозможно. Мы благодарны Национальному Научному Фонду за финансирование Научно-управленческого офиса HARC и его деятельность по проведению рабочих групп. В заключение мы хотели бы сказать спасибо всем участникам за то, что присоединились к нашей дискуссии и привнесли свои идеи.

C: List of Participant and Addresses / Список Участников и Адресы

Aikio, Maria Sofia
Finnish Saami Association, A777 Suohpajávri, 99800 Ivalo, Finland
ms.aikio@pp.inet.fi

Allen, Thomas R.
Old Dominion University, Dept. of Political Science & Geography
BAL 700, ODU, Norfolk, Virginia 23529-0099,USA
tallen@odu.edu

Autio, Jyrki
University of Oulu, Dept. of Geography
P.O. Box 3000, 90014 University of Oulu, Finland
jautio@oulu.fi

Barber, Valerie
University of Alaska Fairbanks
Forestry Sciences, Box 757140, Fairbanks, AK 99775-7140, USA
barber@ims.uaf.edu

Berninger, Frank
University of Helsinki, Dept. of Forest Ecology
P.O. Box 27, 00014 University of Helsinki, Finland
frank.berninger@helsinki.fi

Forbes, Bruce
Arctic Centre
University of Lapland, P.O. Box 122, 96101 Rovaniemi, Finland
bruce.forbes@urova.fi

Gunslay, Nicolas
Arctic Centre
University of Lapland, P.O. Box 122, 96101 Rovaniemi, Finland
ngunslay@urova.fi

Hallikainen, Ville
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16 96301, Rovaniemi, Finland
ville.hallikainen@metla.fi

Heikkinen, Hannu
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
hannu.heikkinen@metla.fi

Helama, Samuli
University of Helsinki
Department of Geology, Division of Geology and Paleontology,
P.O. Box 64, 00014 University of Helsinki, Finland
samuli.helama@helsinki.fi

Helle, Timo
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16, 96301 Rovaniemi, Finland
timo.helle@metla.fi

Henttonen, Heikki
Finnish Forest Research Institute
Vantaa Reseach Centre, P.O. Box 18, 01301 Vantaa, Finland
heikki.henttonen@metla.fi

Holtmeier, Friedrich-Karl
Wilhelms-Universität, Institut für Landschaftsökologie
Robert-Koch-Str. 26, D-48149 Münster, Germany
holtmei@uni-muenster.de

Hyppönen, Mikko
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16, 96301 Rovaniemi, Finland
mikko.hypponen@metla.fi

Jaakkola, Lotta
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
lotta.jaakkola@metla.fi

Juntunen, Vesa
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
vesa.juntunen@metla.fi

Järpe, Anna
University of Aberdeen
University of Aberdeen, Dept. of Sociology and Anthropology
Edward Wright Building, AB24 3Q4, Scotland
a.jarpe@abdn.ac.uk

Kankaanpää, Paula
Arctic Centre
University of Lapland, Box 122, 96101 Rovaniemi, Finland
paula.kankaanpaa@urova.fi

Kankaanpää, Sakari
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16, 96301 Rovaniemi, Finland
sakari.kankaanpaa@metla.fi

Karpov, Nikolay
Institute for Biological, Problems of Cryolithozone
SD RAS, Lenin Aveniu 41, 677891 Yakutsk, Russia
n.s.karpov@ibpc.ysn.ru

Kauhanen, Heikki
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
heikki.kauhanen@metla.fi

Kirchhefer, Andreas
University of Tromsö
Department of Biology, N-9037 Tromsö, Norway
andreas@npolar.no

Kitti, Heidi
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
heidi.kitti@metla.fi

Kolström, Taneli
University of Joensuu
Mekrijärvi Research Station, Yliopistontie 4, 82900 Ilomantsi, Finland
taneli.kolstrom@joensuu.fi

Lewis, John E.
McGill University, Department of Geography,
805, rue Sherbrooke Ouest, Montréal (Québec) H3A 2K6, Canada
lewis@felix-geog.mcgill.ca

Macias, Marc
Universitat de Barcelona, (University of Helsinki)
Facultat Biologia, Dept. of Ecologia
Augda Diagonal 645, 08028-Barcelona, Catalunya, Spain
macias.marc@hotmail.com

Magga Juha
Association of World Reindeer Herders, 99400 Enontekiö, Finland
juha.magga@pp.inet.fi

Manninen, Outi
University of Oulu
Department of Biology, P.O. Box 3000, 90014 University of Oulu, Finland
outi.manninen@pp.inet.fi

Martz, Francoise
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Reseach Station, P.O. Box 16, 96301 Rovaniemi, Finland
francoise.martz@metla.fi

Mattsson, Jorma
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland

Mikkola, Kari
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16, 96301 Rovaniemi, Finland
kari.mikkola@metla.fi

Müller-Wille, Ludger
McGill University
Department of Geography,
805, rue Sherbrooke Ouest, Montréal, (Québec), H3A 2K6, Canada
ludger.muller-wille@mcgill.ca

Mähönen, Outi
Ministry of the Environment
P.O. Box 8060, 96101 Rovaniemi, Finland
outi.mahonen@ymparisto.fi

Neuvonen, Seppo
University of Turku
Kevo Subarctic Research Institute, 20014 University of Turku, Finland
seppo.neuvonen@utu.fi

Norokorpi, Yrjö
Metsähallitus
Natural Heritage Services, Leppätie 3, 96190 Rovaniemi, Finland
yrjo.norokorpi@metsa.fi

Pölkki, Sini
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
sini.polkki@helsinki.fi

Raspopov, Oleg
SPbF IZMIRAN
Munchnoy per. 2, P.O. Box 188, 191023 St.-Petersburg, Russia
oleg@or6074.spb.edu

Rouhinen, Sauli
Arctic Council, Sustainable Development Working Group
Ministry of the Environment, P.O. Box 35, 00023 Government, Finland
sauli.rouhinen@ymparisto.fi

Sara, Elna
Association of World Reindeer Herders, P.O. Box 508, N-9255
Tromsö Norway
wrh.es@online.no

Senkevich, Ekaterina
Association of Indigenous Peoples of the North of the Krasnoyarsk Territory
Mira Str. 42, 660049 Krasnoyarsk, Russia
server@krasmail.ru

Sihvo, Juha
Metsähallitus, P.O. Box 16, 99801 Ivalo, Finland
juha.sihvo@metsa.fi

Sippola, Anna-Liisa
Arctic Centre, University of Lapland, P.O. Box 122, 96101 Rovaniemi
Finland
anna-liisa.sippola@urova.fi

Skre, Oddvar
Norwegian Forest Research Institute, Fanaflaten 4, 5244 Fana, Norway
oddvar.skre@skogforsk.no

Skúlason, Brynjar
Icelandic Forest Research, Mógilsá Búgartur, Òseyri 2, 603 Akureyri, Iceland
brynjar@skogur.is

Sohlberg, Sune
CAFF, Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm, Sweden
sune.sohlberg@naturvardsverket.se

Solhaug, Astrid
N-9144 Samuelsberg, Norway
a-solhaug@sensewave.com

Soppela, Päivi
Arctic Centre
University of Lapland, P.O. Box 122, 96101 Rovaniemi, Finland
paivi.soppela@urova.fi

Sulkava, Pekka
Metsähallitus, Peuratie 15, 99400 Enontekiö, Finland
pekka.sulkava@metsa.fi

Susiluoto, Paulo
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
paulo.susiluoto@metla.fi

Sutinen, Marja-Liisa
Finnish Forest Research Institute
Kolari Research Station, Muoniontie 21, 95900 Kolari, Finland
marja-liisa.sutinen@metla.fi

Sutinen, Raimo
Geological Survey of Finland, P.O. Box 77, 96101 Rovaniemi, Finland
raimo.sutinen@gsf.fi

Tikkanen, Eero
Finnish Forest Park Service, Natural Heritage Services
Northern Finland, Koskikatu 44-46, 96100 Rovaniemi, Finland
eero.tikkanen@metsa.fi

Timonen, Mauri
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16, 96301 Rovaniemi, Finland
mauri.timonen@metla.fi

Tolvanen, Anne
University of Oulu
Department of Biology, P.O. Box 3000, 90014 University of Oulu Finland
anne.tolvanen@oulu.fi

Turi, Johan Mathis
Association of World Reindeer Herders
P.O. Box 508, N-9255 Tromsö, Norway
wrh.jmt@online.no

Turunen, Minna
Arctic Centre, University of Lapland
P.O. Box 122, 96101 Rovaniemi, Finland
minna.turunen@urova.fi

Wielgolaski, Frans-Emil
University of Oslo, Dept. of Biology
P.O. Box 1045 Blindern, N-0316 Oslo, Norway
f.e.wielgolaski@bio.uio.no

Viranto, Hannu
Provincial Government of Lapland
P.O. Box 8002, 96101 Rovaniemi, Finland
hannu.viranto@llh.intermin.fi

Virtanen, Tarmo
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Station, P.O. Box 16, 96301 Rovaniemi
Finland
tarmo.virtanen@metla.fi

Vlassova, Tatiana
Institute of Geography, Russian Academy of Science, Russia
marianna@orc.ru

Voropaev, Alexandre
Institute of Geography RAS, Russia
beach@igras.geon

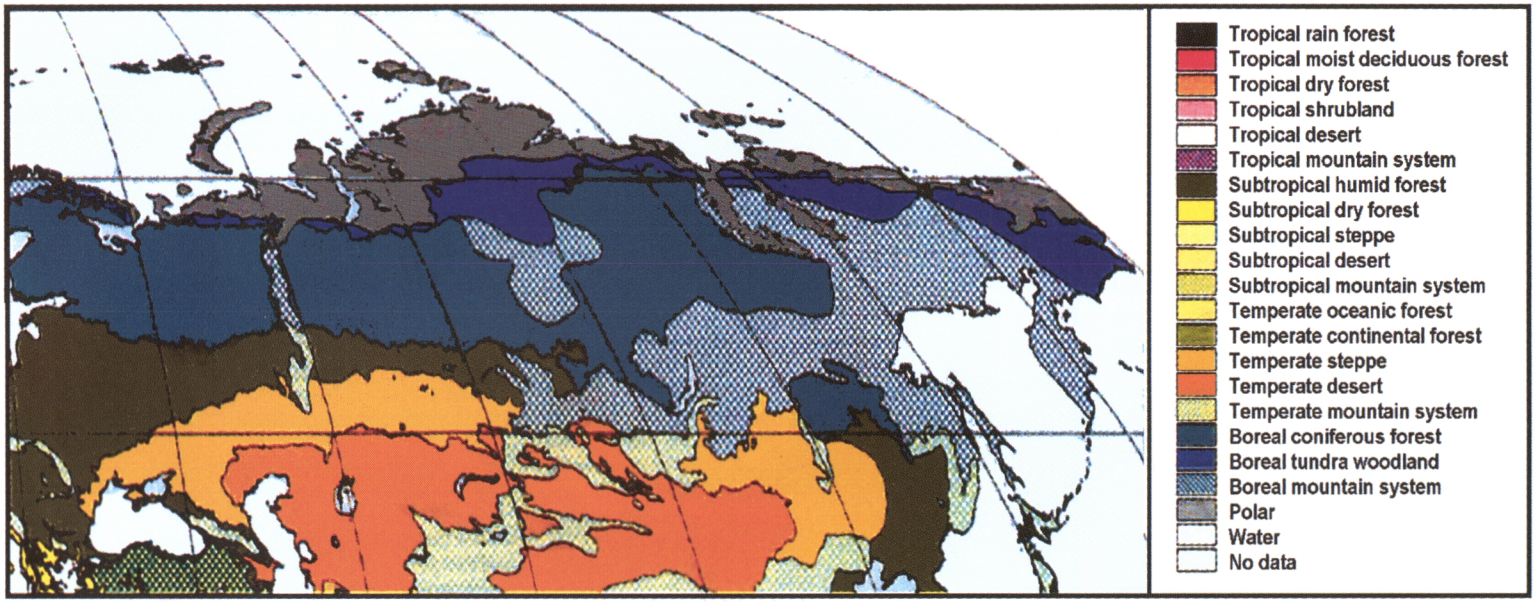


Figure 1. Vegetation zones in northern Eurasia. (FAO 2000, 188) Published by the permission of FAO.(document A78/2002).
Рисунок 1. Зона растительности Северной Евразии (FAO 2000, 188)

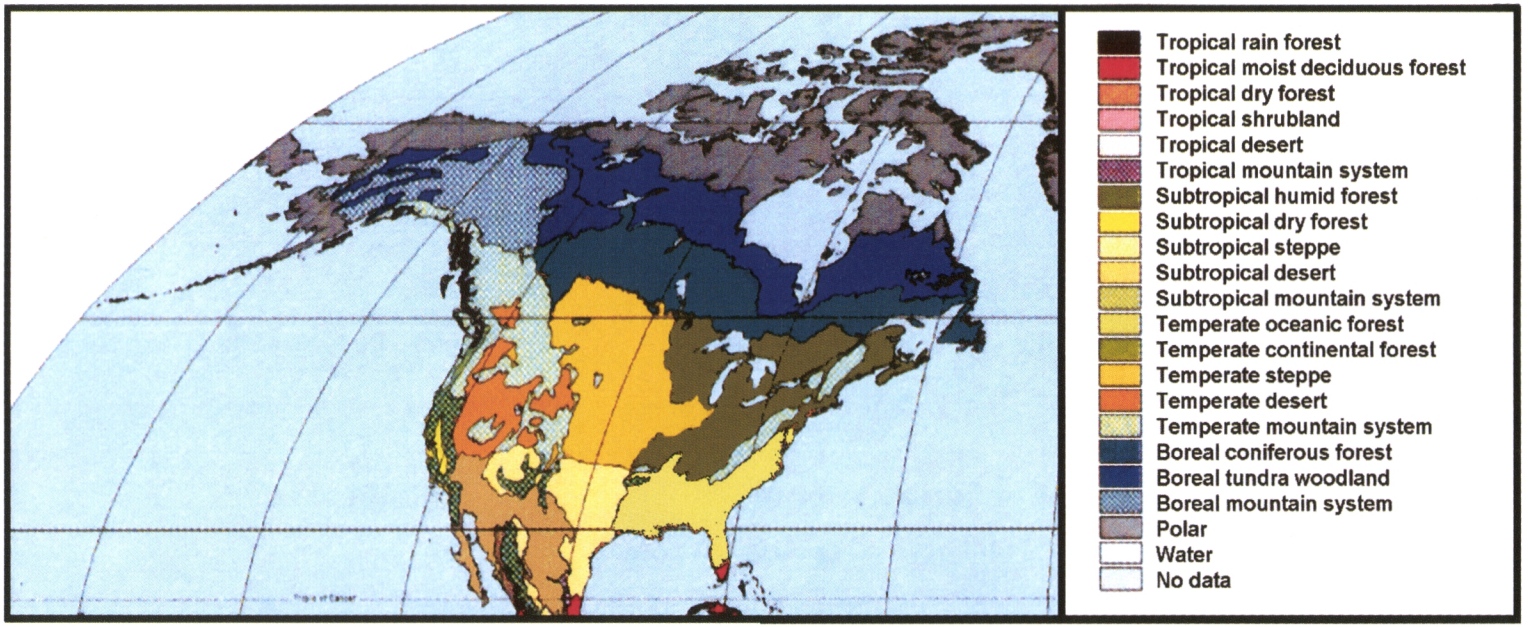


Figure 2 Vegetation zones in northern America. (FAO 2000, 225) Published by the permission of FAO.(document A78/2002).
Рисунок 2. Зоны растительности Северной Америки (FAO 2000, 225)



Figure 3: Niiles Antti Aikio demonstrating the use of birch twigs in preparing a ptarmigan snare for winter trapping, Ohcejohka, 13 August 2001. (Photo: Ludger Müller-Wille)

Рис. 3 Нильс Анти Айкио демонстрирует использование березовых веток для изготовления ловушек для зимней ловли куропаток. Охеджохка, 13 августа 2001г. Фото: Люттер Мюллер-Вилле



Figure 4: Niiles Antti Aikio explaining decision-making for the thinning of birch copses, Ohcejohka, 13 August 2001.(Photo: Ludger Müller-Wille)

Рис. 3 Нильс Анти Айкио объясняет процесс принятия решений при прореживании березовых рощ.Охеджохка, 13 августа 2001г.Фото: Люттер Мюллер-Вилле



Figure 5: Maria Sofia Aikio entering a birch forest lot with freshly harvested trunks for firewood piled in a "soahttu", Ohcejohka, 13 August 2001. (Photo: Ludger Müller-Wille)

Рис. 5 Мария София Айкио входит на участок березового леса со свежесрубленными стволами, предназначенными для распилки на «соахту», Охседжохка, 13 августа 2001г.Фото: Лютгер Мюллер-Вилле



Figure 6: Maria Sofia Aikio with a gnarled birch trunk to be used for art and handicraft, Ohcejohka, 14 August 2001. (Photo: Ludger Müller-Wille)

Рис. 6 Мария София Айкио держит в руках сучковатый березовый ствол, предназначенный для изготовления предметов искусства и кустарного промысла. Охседжохка, 14 августа 2001г.Фото: Лютгер Мюллер-Вилле



Figure 7. Polycormic mountain birch tree under nutrient-poor conditions. (Photo F.E.Wielgolaski)

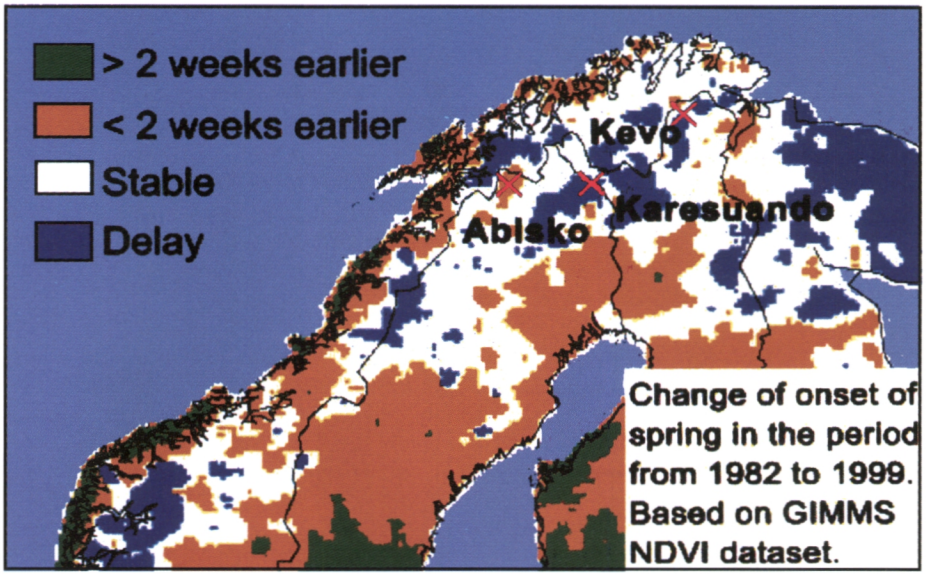


Figure 8. Progress of spring in Fennoscandia during the period 1982-1999 based on satellite data. (Karlsen *et al.*, 2002).

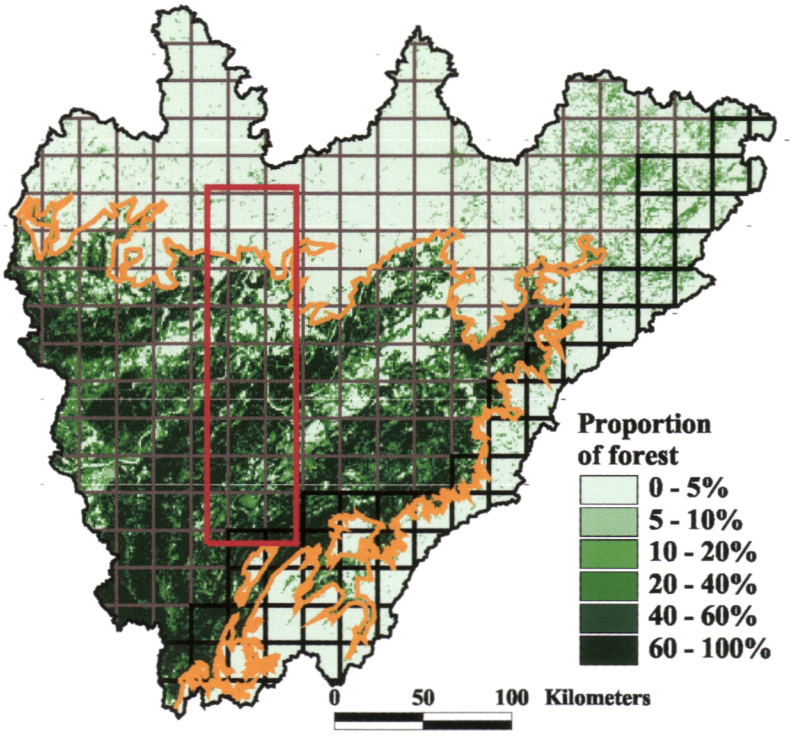


Figure 9. The proportion of the forests within 1 km x 1 km grid cells in the Usa Basin as calculated from the original 30 m × 30 m data. The grid cells (21 km × 21 km) used in the landscape analysis are presented in grey and the grid cells omitted from the analysis (mountainous areas) are shown in black. The approximated timberline is also shown (orange) as is the location of the transect in Fig. 11 (red rectangle).

Рисунок 9. Пропорция лесов в ячейках 1 км х 1 км в бассейне р. Уса, вычисленная по данным 30 м х 30 м. Ячейки (21 км х 21 км), использованные в ландшафтном анализе изображены серым, а ячейки, опущенные при анализе (горные территории) – черным. Приблизительное положение границы леса также показано (оранжевым) как положение трансекта на рис. 11 (красный прямоугольник).

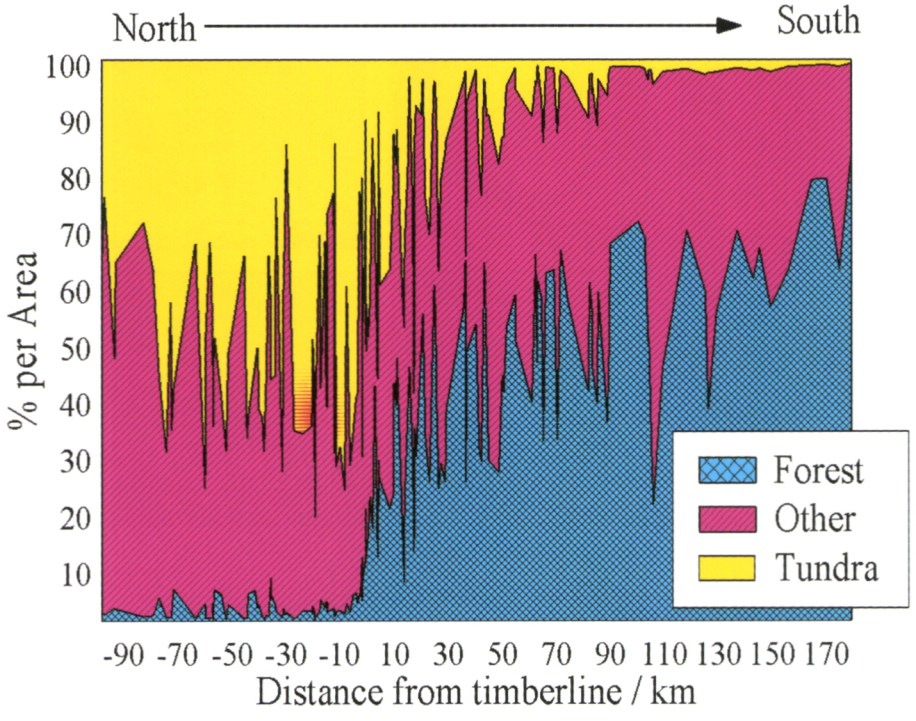


Figure 10. The proportion of forest and tundra areas in relation to distance from the timberline (see Fig. 9.). The observations are mean values of the lowland grid cells in Fig 9.

Рисунок 10. Пропорция тундровых и лесных участков по отношению к расстоянию от границы леса (см. рис. 9). Измеренные – средние величины низменных ячеек на рис. 9.

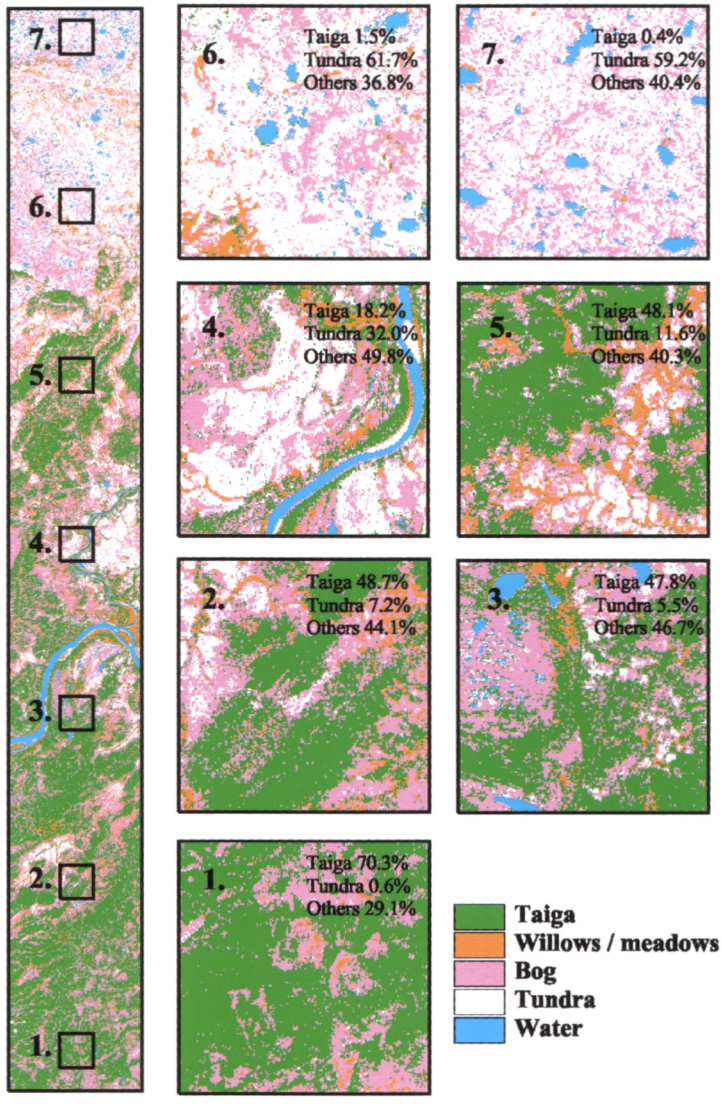


Figure 11. Grouped vegetation types coverage of our satellite image classification illustrating the mosaic nature of forest-tundra transition zone. The transect location is indicated in Fig 2. On the left is a transect 25 km wide and 160 km long from the central Usa Basin showing the main vegetation types in the area. On the right are seven more detailed (5 km x 5km in size) views of the landscape (pixel size 30 m x 30m). These inside views, whose location is indicated in the figure on the left, are located at 20 km intervals directly to the north, and the SW corner of the southernmost view is at 66°00'N, 59°15'E.

Рисунок 11. Сгруппированные типы растительного покрова по нашей спутниковой классификации, иллюстрирующие мозаичность лесотундровой переходной зоны. Положение трансекта показано на рис. 2. Слева – трансект 25 км в ширину и 160 км в длину в центральной части бассейна р. Уса, показывающий основные типы растительности региона. Слева – ещё семь детальных снимков ландшафта (размер пикселей 30 м х 30 м). Положение этих снимков обозначено на рисунке слева, они расположены с 20 километровыми интервалами в направлении на север, а юго-западный угол самого южного снимка имеет координаты 66°00' с.ш., 59°15' в.д.

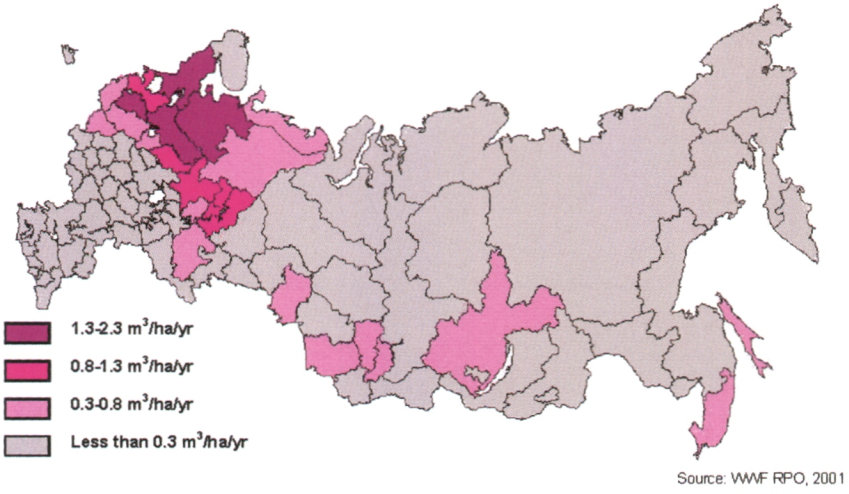
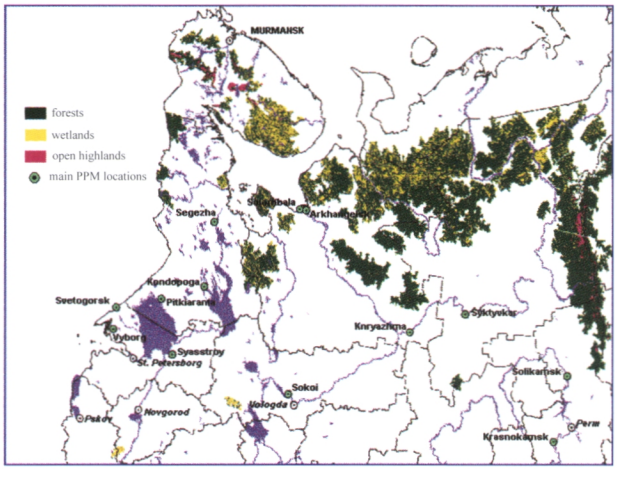


Figure 12. Russian Main Producing Areas and Intensity of Harvesting

Рисунок 12. Основные лесопроизводящие регионы России и интенсивность лесозаготовок



Source: Greenpeace

Figure 13. Intact Forests and Pulp and Paper Mills of Northern European Russia

Рисунок 13. Малонарушенные леса и целлюлозно-бумажные комбинаты севера европейской части России

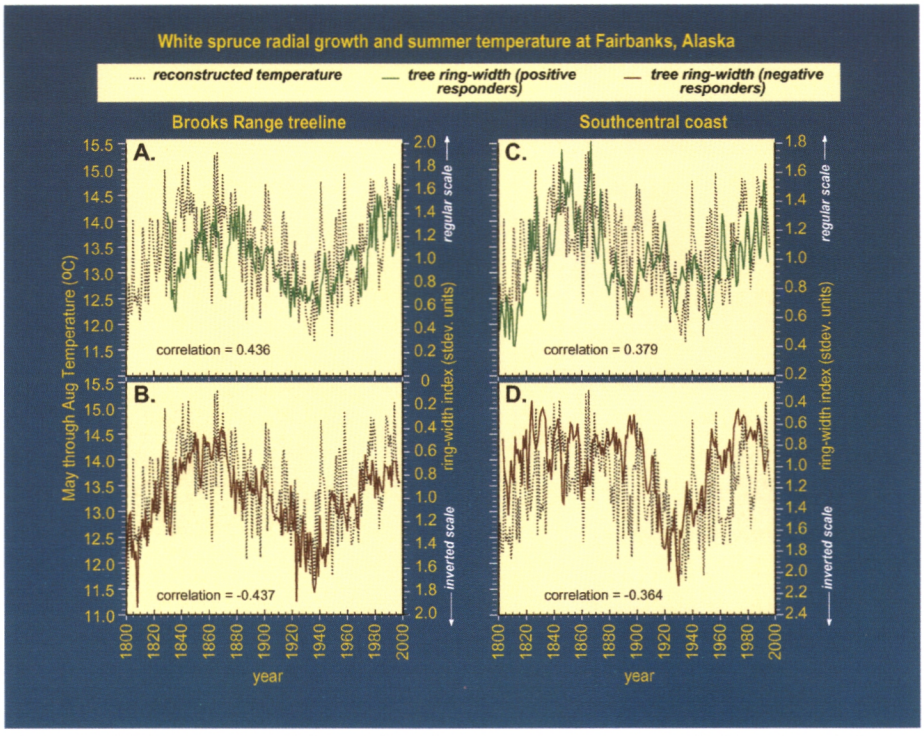


Figure 14. White spruce radial growth and summer temperature at Fairbanks, Alaska.

Рис. 14. Радиальный рост белой ели и летние температуры в Фэрбанксе, Аляска

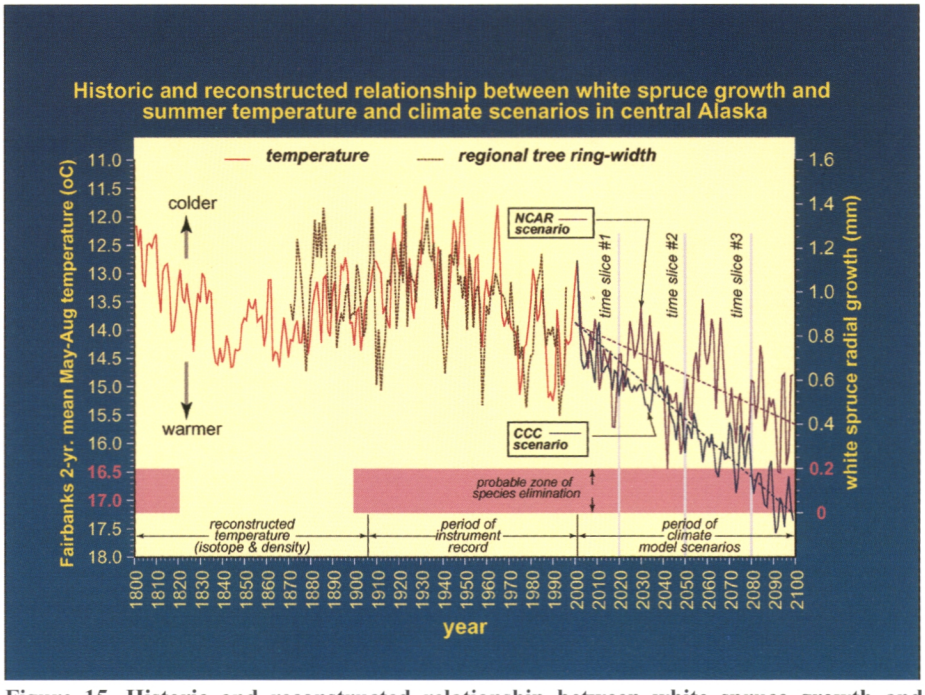


Figure 15. Historic and reconstructed relationship between white spruce growth and summer temperature and climate scenarios in central Alaska.

Рис. 15. Историческая реконструкция зависимости роста белой ели от летних температур и климата в центральной Аляске.

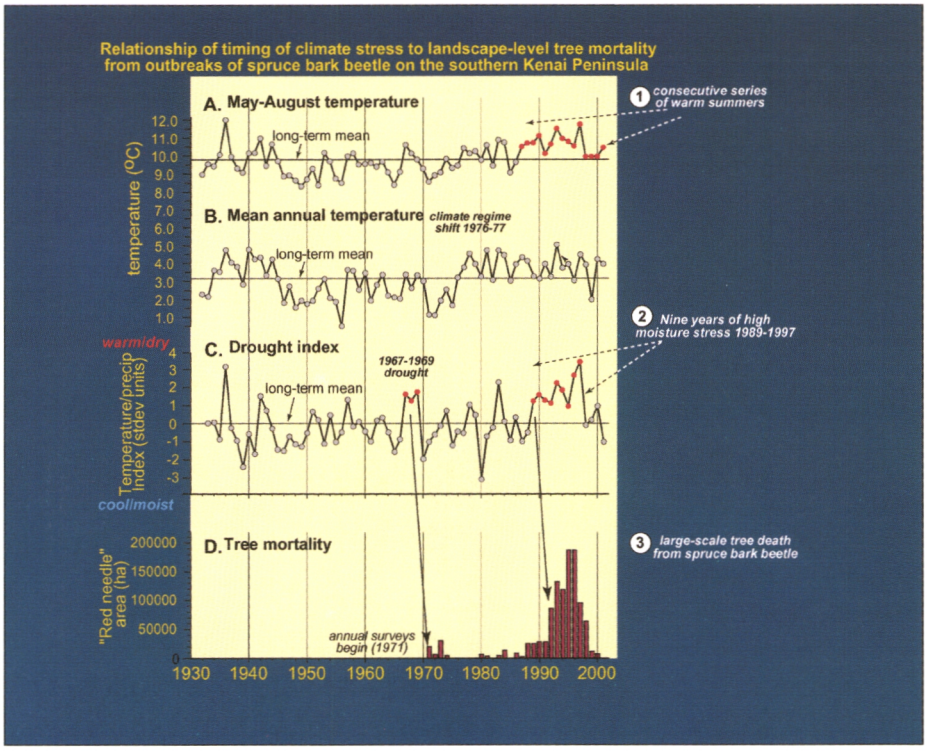


Figure 16. Relationship of timing of climate stress to landscape-level tree mortality from outbreaks of spruce bark beetle on the southern Kenai Peninsula.

Рис. 16. Зависимость синхронизации климатического стресса и смертности деревьев на ландшафтном уровне от вспышек корового жучка на юге п-ова Кенай

ISBN 951-40-1844-3
ISSN 0358-4283