

**ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ РОССИИ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

✓

На правах рукописи
УДК 504.42.05

Видякина Светлана Владимировна

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ В УСЛОВИЯХ
МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**

Специальность 11.00.11. - «Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва - 2000

Работа выполнена в Поморском государственном университете им. М.В. Ломоносова.

Научные руководители: доктор геолого-минералогических наук

Шварцман Юрий Григорьевич

доктор биологических наук

Минин Александр Андреевич

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук

Беленович Таисья Яковлевна

кандидат географических наук

Колосов Петр Алексеевич

Ведущая организация:

Архангельский государственный технический университет.

Защита диссертации состоится «13» декабря 2000 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета К 003.36.01 в Институте глобального климата и экологии Росгидромета и РАН по адресу:

107258, Москва, ул. Глебовская, д. 20-б.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН по адресу:

107258, Москва, ул. Глебовская, д. 20-б.

Автореферат разослан «03» ноября 2000 г.

Отзывы, заверенные печатью, присылать в 2-х экземплярах по адресу:

107258, Москва, ул. Глебовская, д. 20-б. Диссертационный совет ИГКЭ.

Ученый секретарь

Диссертационного совета,

кандидат геолого-минералогических наук Орлова Т.Г. Орлова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Актуальность темы. Решение теоретических и прикладных задач охраны природы на Европейском Севере (ЕС) в настоящее время невозможно без учета знаний о современных изменениях климата. По имеющимся данным глобальное потепление климата последних десятилетий наиболее ярко проявляется в высоких широтах. Северные ландшафты наиболее чувствительны к этим изменениям. Можно ожидать значительных трансформаций существующих экосистем в связи с изменением условий теплообеспеченности и увлажнения периода вегетации, показателей биоразнообразия, изменения условий существования многолетнемерзлых пород. Для оценки и выработки прогноза потенциальных изменений необходим комплексный анализ процессов в различных природных средах на основании имеющихся данных многолетних наблюдений. Для природы характерна периодичность развития, внутри- и межгодовая изменчивость ее состояния. Закономерности проявления этих черт необходимо изучать в целях более глубокого понимания механизмов динамики экосистем, определения естественных пределов их состояний в соотношении с изменчивостью климата как важнейшего внешнего фактора. Необходимость исследования локальных изменений климата на ЕС обусловлена также наличием на территории региона различных по площади ареалов острых экологических ситуаций. Основными факторами антропогенного воздействия являются: деятельность промышленных предприятий различных отраслей, разработка природных ресурсов, вырубка лесов.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является изучение закономерностей современных пространственно-временных изменений климата в атмосфере (по отдельным метеорологическим характеристикам) и оценка их значимости для состояния биосферы и верхних слоев литосферы. Реализация выявленных закономерностей в виде прогноза на ближайшее будущее для

Европейского Севера России (ЕСР) и в виде рекомендаций для решения ряда проблем охраны окружающей природной среды.

Основные задачи исследования.

1. Изучить состояние проблемы изменений климата на ЕС.
2. Проанализировать современные изменения климата в регионе, используя результаты статистической обработки данных метеорологических наблюдений по температурам воздуха и почвы, количеству атмосферных осадков.
3. Оценить возможность использования косвенных данных (по геотермии буровых скважин и годичным приростам деревьев) для подтверждения воздействия современных изменений климата в атмосфере на другие среды для ЕС.
4. Выполнить краткосрочный прогноз изменения климата на основе комплексного анализа метеорологических и косвенных данных, рассмотреть возможности естественного регулирования компонентов окружающей природной среды и стратегии адаптации общества к изменениям климата.

Научная новизна работы заключается в следующем:

Впервые выполнено обобщение результатов ряда исследований в климатологии, геотермии, дендроклиматохронологии, характеризующих территорию ЕС. В частности, изучены вопросы об изменчивости во времени температур, количества атмосферных осадков, начала сезонных событий в популяциях.

Предложен комплексный подход к анализу локальной и региональной климатической информации, учитывающий изменения в атмосфере, литосфере и биосфере. Построены и проанализированы пространственно-временные схемы и графики позволившие охарактеризовать локальные и региональные условия теплообеспеченности и увлажнения исследуемого региона. При этом использовалась форма представления экспериментальных данных в виде средних и частотных составляющих. Установлено, что изменения температурной составляющей в атмосфере находят отражение в литосфере (в виде тренда многолетних изменений температур нейтрального слоя Земли) и в динамике годичных приростов (в 20-летнем периоде изменения годичного прироста деревьев).

Выявлены новые долгопериодные закономерности изменения температурной составляющей атмосферы во времени на ЕС.

Установлено, что временной ход межгодовой вариации температур воздуха и количества атмосферных осадков хорошо согласуется с внутригодовой зимней составляющей для большинства исследованных станций.

Обнаружено, что значения трендов для температур воздуха и количества атмосферных осадков за период с конца 60-х – начала 70-х годов к 90-м годам XX в. не увеличиваются с увеличением географической широты.

На основе комплексного анализа метеорологических, геотермических, дендрохронологических данных впервые получены важные **результаты, представляемые к защите:**

- 1.) Закономерности современных изменений климата на ЕС в XIX – XX вв.: 100 – 80 летние и 30 – 40 летние периоды изменения температурного режима.
- 2.) Результаты реконструкций температур нейтрального слоя Земли и температур приземного слоя атмосферы за вегетационный период для ЕС.
- 3.) Изменения сроков наступления феноявлений у деревьев и смещения границ многолетнемерзлых пород и лес – тундра на ЕС, обусловленные изменениями температурного режима.

Практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы при организации системы комплексного экологического мониторинга на ЕС, моделировании динамики состояния лесных экосистем и при разработке научно-технической политики в регионе.

Полученные результаты были представлены Администрации Архангельской области для обоснования научно-технической политики и развития новых отраслей экономики на областной научно-технической конференции. Материалы работ используются в лекционных курсах и на практических занятиях по географии, биологии, экологии. Проводится подготовка научных и методиче-

ских материалов по результатам работ в рамках темы: «Современные изменения климата на ЕС» для использования в учебном процессе школ и ВУЗов ЕСР.

Достоверность результатов. В работе использованы данные стационарных метеорологических наблюдений, проводимых Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, и данные косвенных показателей изменений климата, обработанные стандартными методами. Основные результаты неоднократно обсуждались и получили одобрение на научных конференциях в России и за рубежом, публиковались в печати.

Апробация работы. Результаты работы докладывались и обсуждались на Ломоносовских чтениях (Архангельск, Россия, 1995, 1997), на международных конференциях: Поморье в Баренц регионе (Архангельск, Россия, 1996), Окружающая среда и безопасность (Осло, Норвегия, 1996), Поморье в Баренц регионе (Архангельск, Россия, 1997), Влияние изменений климата на северные экосистемы суши и пресных водоемов (Рованиemi, Финляндия, 1997), Экология-98 (Архангельск, Россия, 1998), Геодинамика и геоэкология (Архангельск, Россия, 1999).

Публикации: Основное содержание и результаты диссертации изложены в 7 публикациях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 146 страницах машинописного текста, содержит 23 рисунка, 5 таблиц. Список использованной литературы включает 167 наименования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассматриваются актуальность темы, цель работы, постановка задач, научная новизна, научная и практическая ценность, основные положения, выносимые на защиту, апробация работы.

Глава 1: Обзор литературы, материалов и методов по проблеме изменений климата на Европейском Севере

В начале главы дано краткое физико-географическое описание исследуемого региона и введено понятие Европейский Север (ЕС), объединяющее Фенноскандию и север Русской равнины севернее 58° - 60° с. ш. (рис. 1). Территорию, относящуюся к России, называем Европейский Север России (ЕСР). Далее введены основные понятия используемые в работе (климат, масштабы изменчивости климата, природный компонент) и выполнен обзор результатов работ по климату (IPCC, 1995, Израэль, 1989, Груза, 1998 и др.). При этом особое внимание уделяется рассмотрению связи климатических характеристик (температура, осадки) с динамикой некоторых природных показателей (рост деревьев и т.п.). Описаны методы исследования климата по косвенным показателям. Представлены исходные теоретические положения исследования изменчивости температуры Земли во времени. Обсуждены два варианта решения этой задачи, основанные на использовании программ, разработанных P.Y Shen и A.E. Beck, и Д.Ю. Демежко. Рассмотрены основные теоретические положения исследования вариаций климата по данным о приросте деревьев, методы получения дендроклиматохронологических шкал, методы объяснения климатически обусловленной изменчивости радиального прироста дерева и методы реконструкции климата. Рассмотрены подходы к изучению зависимостей различного рода с применением функции нескольких переменных. Описаны методы аналитического выравнивания, а также интерполяция и экстраполяция во временных рядах.

Проведенный анализ литературы по климату позволил сделать некоторые обобщения. В частности, выявлены общие закономерности климатических изменений, отмечаемые для палеореконструкций и зафиксированные современными изменениями климата:

1.) Общее глобальное потепление климата наиболее заметно проявлялось в высоких и малозаметно в низких широтах, причем оно более ярко выражено в зимнее время и менее ярко - в летнее.

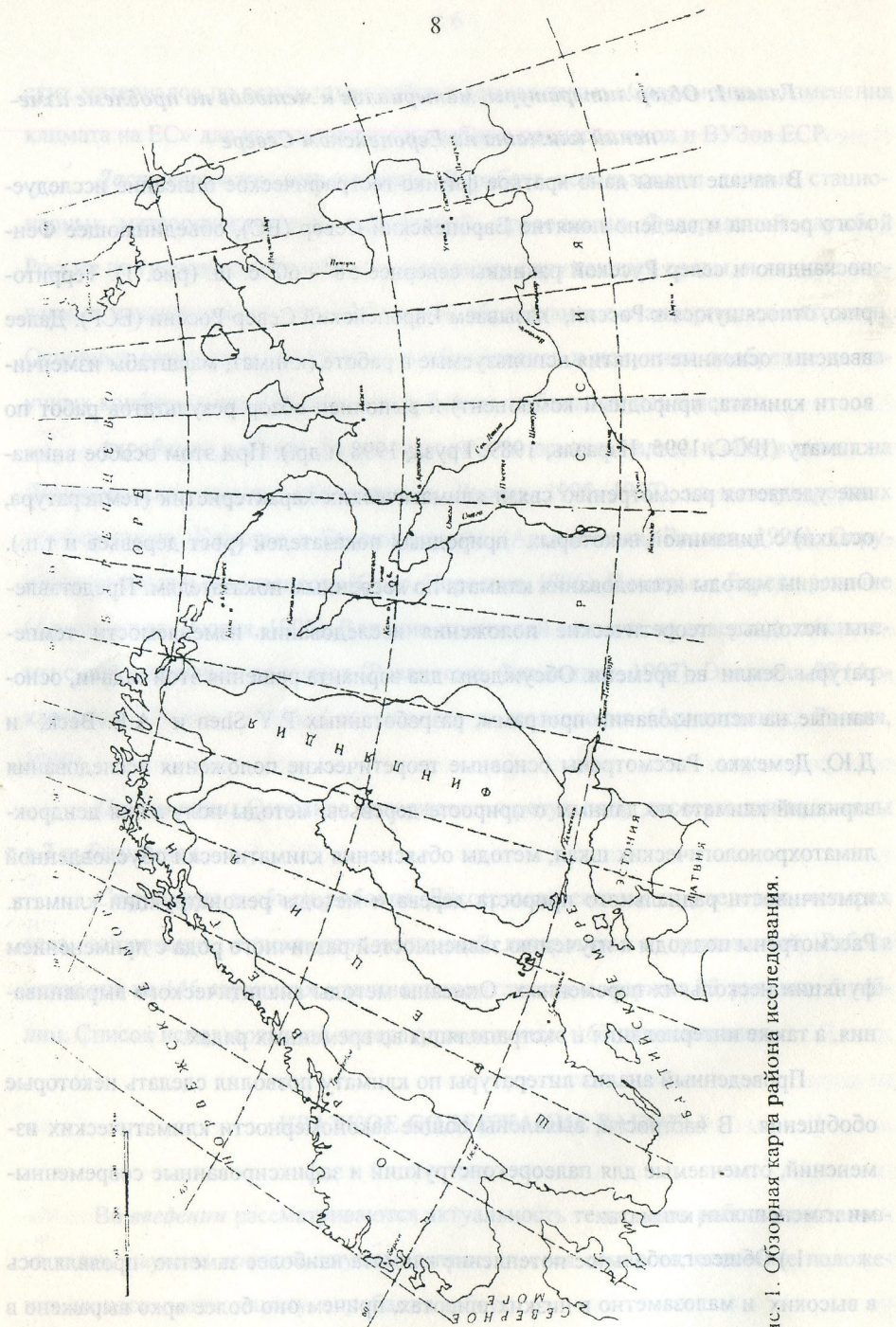


Рис. 1. Обзорная карта района исследования.

- 2.) При потеплении климата, как правило, отмечался рост атмосферных осадков в высоких широтах и их сокращение в низких.
- 3.) Потепление климата совпадало с ростом концентраций парниковых газов (CO_2 и CH_4) в атмосфере.
- 4.) Потепления вызывали рост уровней внутренних водоемов, морей, океанов и речного стока, а похолодания - их снижение.
- 5.) Наблюдались изменения границ экосистем.

Тем не менее в некоторых регионах современные изменения не столь значительны, поэтому для прогноза долговременных изменений климата необходимо формирование базы данных о локальных и региональных закономерностях в проявлении изменений климата. Отсюда появляется необходимость изучить отдельные климатические характеристики во взаимосвязи и в зависимости от времени. Вследствие сложности реальной климатической системы для изучения отдельных процессов и взаимодействий можно воспользоваться общепринятыми математическими моделями.

Для удобства дальнейшей работы мы предложили комплексный подход к анализу изменений климатических характеристик (табл. 1). Внутри таблицы подразумевается присутствие различных климатических характеристик, в частности для атмосферы, литосферы и биосферы. Климатические характеристики обрабатываются для конкретной станции ($n - 1$, например Архангельск), для определенного сезона (лето), и определенным методом (осреднение по 30-летию). Результат есть зависимость климатических параметров от времени (для температуры воздуха: $14,65^\circ C$ за 1931 – 1960 гг.; $13,88^\circ C$ за 1961 – 1990 гг.). В столбце Σ_n делается анализ по обобщенным данным. Таким образом, разными методами, для различных сезонов обрабатываются все климатические характеристики и далее выполняется сопоставление, моделирование результатов и прогнозирование изменений климатических характеристик.

На основе выявленных причинно-следственных связей между изменениями климата и некоторыми компонентами окружающей природной среды и на основе палеоклиматических аналогов делаются прогнозы изменений климата.

Таблица 1. Схема комплексного подхода к анализу изменений климатических характеристик.

МЕТОДЫ	N S	1	2	...	n - 1	n	Σ_n
		СВАН	Осень				
Зима							
Весна							
Лето							
Год							
Ср. 10	Осень						
	Зима						
	Весна						
	Лето						
	Год						
Ср. 30	Осень						
	Зима						
	Весна						
	Лето				*		
	Год						
ФНЧ	Осень						
	Зима						
	Весна						
	Лето						
	Год						
ДАН	Осень						
	Зима						
	Весна						
	Лето						
	Год						
Доп. методы	Осень						
	Зима						
	Весна						
	Лето						
	Год						

Условные обозначения к таблице: n – номера станций; S – обрабатываемые сезонные климатические характеристики; Σ_n - обобщенные результаты;

Методы: СВАН – спектрально-временной анализ; Ср. 10, Ср. 30 – средние для 10 и 30 лет; ФНЧ – фильтр низких частот (фильтры Поттера); ДАН – дисперсионный анализ.

Прогноз можно использовать при решении проблем охраны природы, обоснования вариантов естественного регулирования компонентов окружающей природной среды и стратегий адаптации общества к изменениям климата.

Глава 2: Климат ЕС

В начале главы приведена характеристика исходных данных, включаемых в исследование. В этой главе в основном использовались данные стационарных метеорологических наблюдений Росгидромета за температурой воздуха, температурой почвы и количеством атмосферных осадков на ЕСР (XIX – XX вв.). Проведена обработка средних по календарному году и сезонам: зима (декабрь - февраль), весна (март - май), лето (июнь - август), осень (сентябрь - ноябрь) с помощью программ SER, Mezozavr 1.1, MMIZO. Обработка климатических показателей для исследуемых станций включала спектрально-временной анализ, 10- и 30-летнее осреднение, фильтрацию низких частот, дисперсионный анализ, расчет линейных трендов и построение соответствующих картосхем и графиков. Выполнен сравнительный анализ постанционных и региональных климатических характеристик для ЕС.

Проведенный анализ позволил сделать следующие заключения:

1.) Осреднение годовых значений температуры воздуха по 10-летиям за период 1901 – 1990 гг. показало сходство в чередовании периодов потеплений и похолоданий для исследованных станций: потепление с начала XX века с кульминацией в 30-е годы и последующие периоды похолоданий (40-е и 60-е) и потеплений (в 50-е, 70 - 80-е годы) относительно многолетних средних.

Значения температур воздуха, характеризующие потепление в начале XX века, были больше для северных станций, а потепление, последних десятилетий – для станций близких к 60° параллели.

Начиная с 60-х годов XX в. повышение температуры воздуха (0,3 - 0,9 °C) фиксируют все обсерватории.

2.) Анализ результатов обработки данных температур воздуха фильтром низких частот с границей 30 лет выявил 2 группы станций: (Мурманск, Канда-

лакша, Кола, Кемь, Архангельск, Нарьян-Мар, Шенкурск, Троицко-Печерское, Сыктывкар); (С.-Петербург, Вологда, Тотьма, Киров, Бисер), с долгопериодной составляющей близкой к 80 годам и к 30 – 40 годам соответственно (рис. 2).

3.) Визуальный анализ дисперсионных параметров температур за период 1901 – 1990 гг. показал единообразие теплых и холодных лет для изучаемой территории. Последние годы характеризуются увеличением числа лет с положительными аномалиями по средним за год, зиму, лето, весну.

4.) По многолетним данным измерений температур на разных глубинах для арктических станций ЕСР (Архангельск, Хоседа-Хард и Кандалакша) фиксируется повышение температур (0,5 – 1,2 °C) в течение 1960 - 1990 гг.

5.) Результаты анализа среднего количества атмосферных осадков по десятилетиям за период с 1901 – 1990 гг. не выделили согласованности периодов увеличения и снижения количества осадков между станциями, что характеризует особенности локального климата отдельных станций.

6.) Анализ результатов обработки данных по количеству атмосферных осадков фильтром низких частот с границей 30 лет позволил объединить на основе общих периодов в зимний и летний сезон группу станций, включающую С.-Петербург, Вологду, Тотьму, Сыктывкар, Троицко-Печерское (рис. 3).

7.) Количественная оценка вариации осадков проведенная с помощью дисперсионного анализа показала, что сходство в чередовании влажных и сухих периодов между станциями трудно определяется за период 1901 – 1990 гг. Наибольшее количество лет с положительными аномалиями приходится на 80-е годы, на зимний сезон.

8.) Временной ход межгодовой вариации температур воздуха и количества атмосферных осадков на ЕС согласуется с внутригодовой зимней составляющей, для большинства исследованных станций. Исключение составляют результаты обработки температур воздуха для станций Тромсе, Мурманск, Кандалакша, относящиеся к горным районам ЕС. Для этих станций повышение температур воздуха в 80-е годы по зимней составляющей не фиксируется.

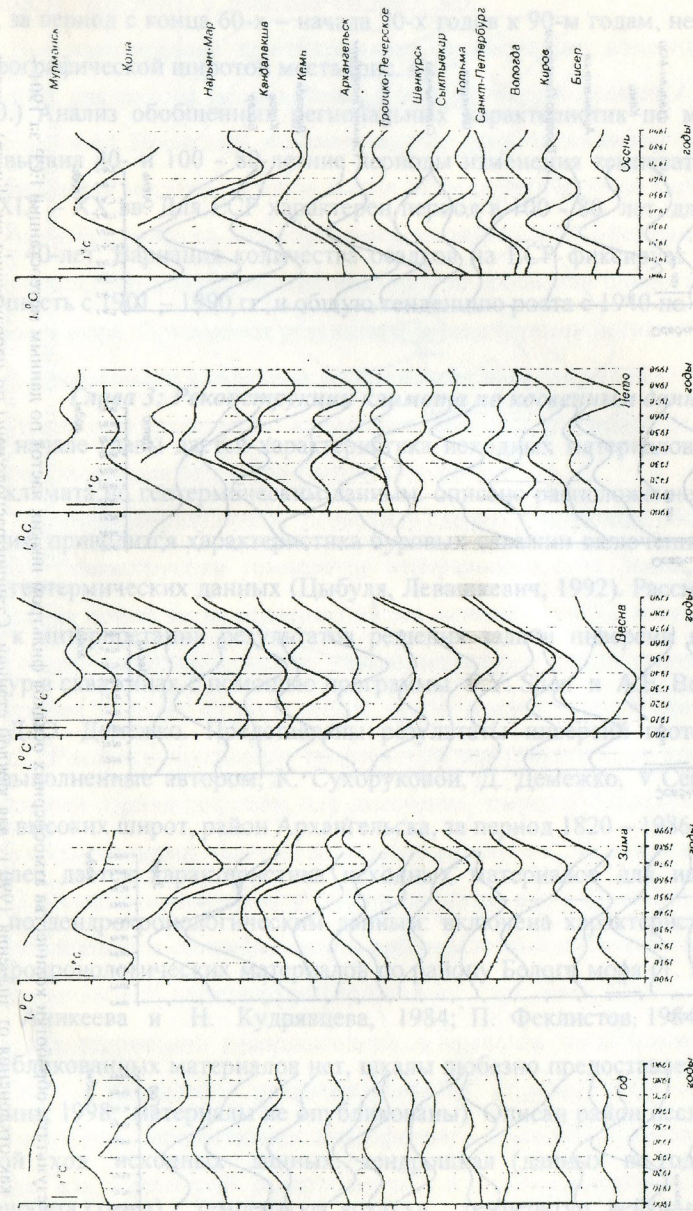


Рис. 2. Результаты обработки температур воздуха фильтром низких частот по данным метеостанций ЕСР за 1901 – 1990 гг., как отклонения от значения 1990 г. для каждой станции. Станции расположены по направлению юг (Бисер) – север (Мурманск). 30° - 57° в. д., 58° - 70° с. ш.

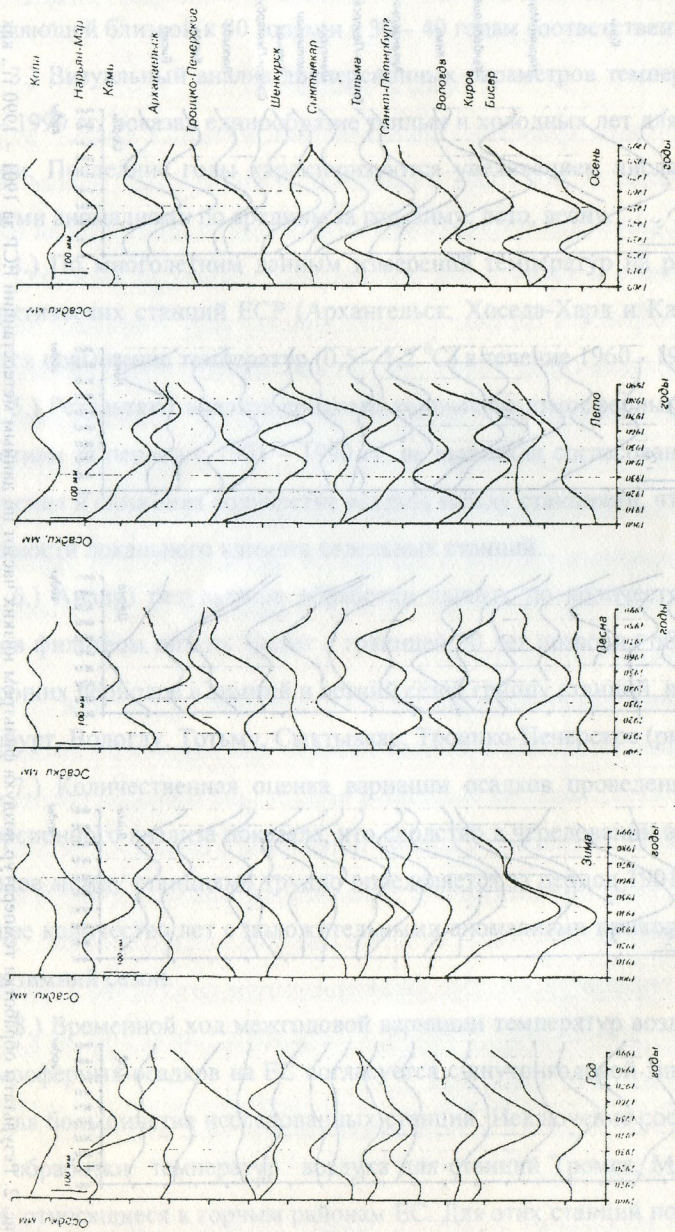


Рис. 3. Результаты обработки количества атмосферных осадков фильтром низких частот по данным метеостанций ЕСР за 1901 – 1990 гг., как отклонения от значения 1990 г. для каждой станции. Станции расположены по направлению юг (Бисер) – север (Копи). 30° – 57° в. д., 58° – 70° с. ш.

9.) Значения трендов для температур воздуха и количества атмосферных осадков, за период с конца 60-х – начала 70-х годов к 90-м годам, не увеличиваются с географической широтой места (рис. 4).

10.) Анализ обобщенных региональных характеристик по межгодовым данным выявил 40- и 100 - 80-летние периоды изменения температурного режима в XIX – XX вв. Для ЕСР характерен период в 100 - 80 лет, для Северной Европы - 40-лет. Вариация количества осадков на ЕСР фиксирует 30 летнюю периодичность с 1901 – 1990 гг. и общую тенденцию роста с 1940 по 1990 гг.

Глава 3: Реконструкции климата по косвенным данным

В начале главы дается характеристика исходных материалов для исследования климата по геотермическим данным: описано расположение района исследования, приводится характеристика буровых скважин включенных в исследование, геотермических данных (Цыбуля, Левашкевич, 1992). Рассмотрены два подхода к интерпретации результатов решения задачи инверсии измеренных температур в скважинах с помощью программы P.Y. Shen и A.E. Beck, и программы Д.Ю. Демежко. Представлены результаты инверсий геотермических данных выполненные автором, К. Сухоруковой, Д. Демежко, V.Cermak, J. Safanda для высоких широт, район Архангельска, за период 1820 – 1986 гг. (рис. 5).

Далее дается характеристика исходных материалов для исследования климата по дендрохронологическим данным: включена характеристика исходных дендрохронологических материалов по району Белого моря (Т. Битвинскас, 1978; В. Аникеева и Н. Кудрявцева, 1984; П. Феклистов, 1984; В. Барзут, 1987, опубликованных материалов нет, шкалы любезно предоставлены автором; С. Видякина, 1998, материалы не опубликованы). Описан район исследования и временной ход исходных данных: дендрощкал (данных по годичному индексу прироста сосны), температур воздуха, температур нейтрального слоя Земли (восстановленные по геотермическим данным), атмосферного давления,

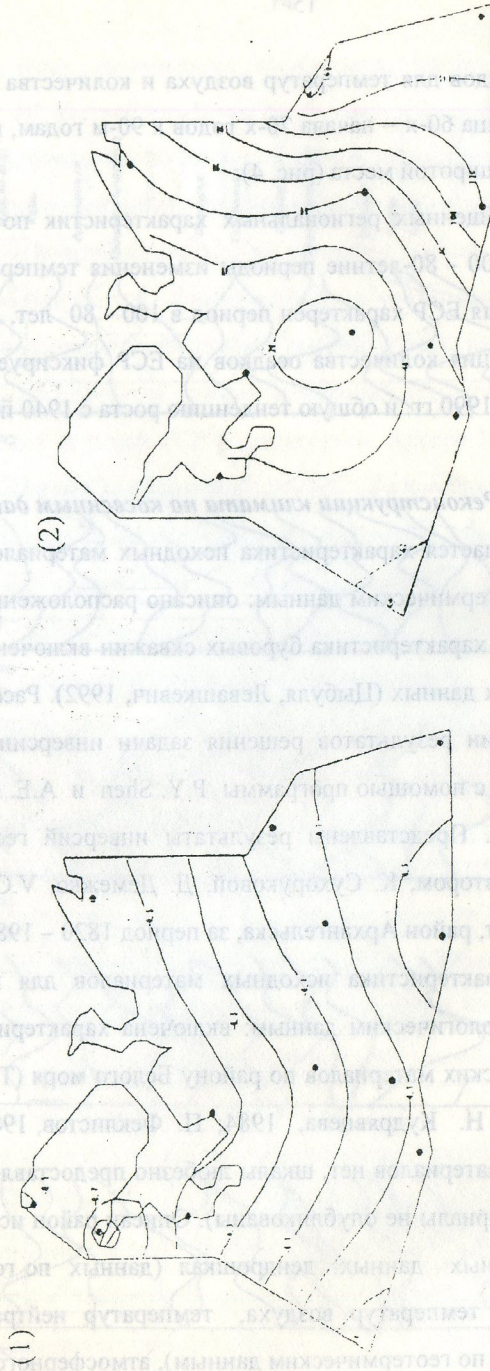


Рис. 4. Сравнение среднегодовых температур воздуха (1) и среднегодового количества атмосферных осадков (2) для ЕСР за 1931 - 1960 гг. и 1961 - 1990 гг. Отрицательные значения указывают на снижение показателей за 1961 - 1990 гг.

атмосферных осадков, числа Вольфа. При обработке данных использовались программы Mezosavr 1.0, Mathcad 7.0 PRO, SER.

Проанализирована долгопериодная составляющая изменчивости состояния среды для района Белого моря. Проведен корреляционный анализ между дендрошкалами. Проведена парная линейная корреляция между дендрошкалами и средними для месяцев, сезонов и года метеорологическими характеристиками по температуре воздуха, атмосферному давлению, атмосферным осадкам. Рассмотрено влияние климатических факторов на динамику прироста сосны в районе Белого моря. Приводятся результаты реконструкции летних температур воздуха по дендрошкале для района Архангельска за период 1808 - 1972 гг. (рис. 6). Рассмотрена пространственно-временная динамика экосистем ЕСР, на примере динамики экосистем Беломоро-Кулойского плато.

Полученные результаты позволили сделать следующие обобщения:

- 1.) Реконструкции температур нейтрального слоя Земли, выполненные для высоких широт четко отражают общее потепление к XX веку, явно имеющее естественный характер и вполне удовлетворительно согласующееся с метеорологическими данными и результатами других исследователей (рис. 5).
- 2.) Реконструированные температуры приземного слоя атмосферы за вегетационный период показали, что изменения температур воздуха лучше согласуются с изменениями годичного прироста деревьев в 20-летнем периоде (рис. 6).
- 3.) Анализ изменчивости состояния среды для района Белого моря показал положительную согласованность низкочастотных составляющих (с границей на периоде 30 лет) температуры приземного слоя атмосферы с приростом деревьев для территорий расположенных в пределах мегаблоков (относительно спокойных в проявлении сейсмоактивности). Отрицательная согласованность низкочастотных составляющих атмосферного давления получена с приростом деревьев для территорий расположенных в зонах разломов (сейсмоактивных зонах).

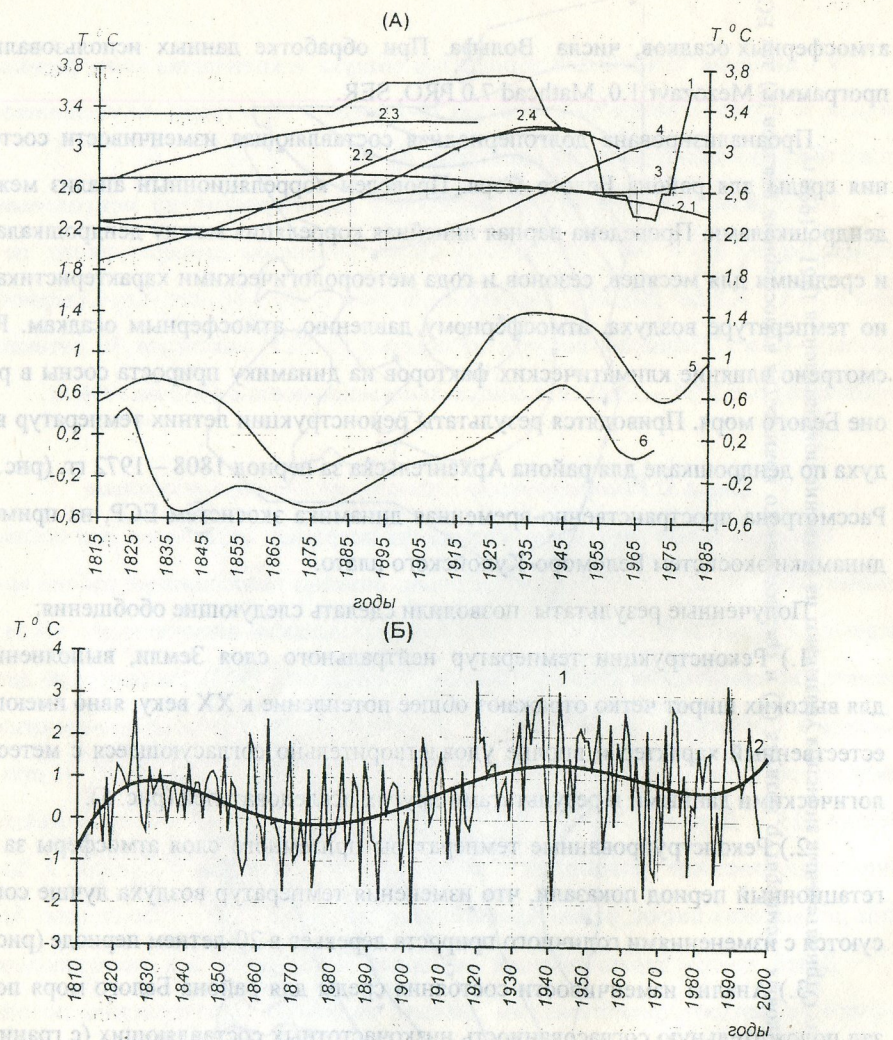


Рис. 5. (А). Сопоставление температур, полученных при реконструкции геотермических данных с метеорологическими данными в XIX и XX веках.
 1 - 4 Температуры нейтрального слоя Земли в $^{\circ}\text{C}$ по геотермическим данным:
 1. скважина 77 (Д. Демежко); 2. скважина 1000/1 (2.1 - К. Сухорукова, 2.2 - V. Cermak, J. Safanda, 2.3 - Д. Демежко, 2.4 - С. Видякина); 3. скважина 188 (К. Сухорукова); 4. скважина 181 (К. Сухорукова).
 5 - 6 Температуры воздуха в $^{\circ}\text{C}$ по метеорологическим данным:
 5. обсерватория Архангельск, 30 летний фильтр низких частот; 6. Северная Европа (Кусегова, 1994), полиномиальный тренд, отклонения от многолетних средних.
 (Б). Временной ход среднегодовых температур воздуха для метеостанции Архангельск с 1814 по 1998 гг. (1) и полиномиальный тренд (2).

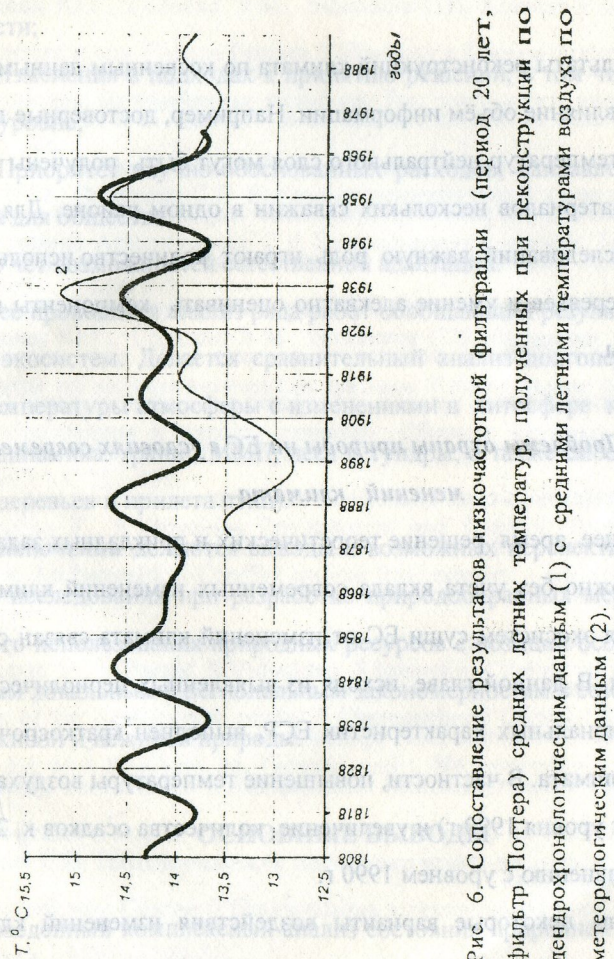


Рис. 6. Сопоставление результатов низкочастотной фильтрации (период 20 лет, фильтр Поттера) средних летних температур, полученных при реконструкции по дендрохронологическим данным (1) с средними летними температурами воздуха по метеорологическим данным (2).

4.) Пространственно-временная динамика граничных экосистем ЕСР за последние десятилетия (продвижение границ многолетнемерзлых пород (ММП) и лес – тундра к северу) позволяет говорить о согласованности рассмотренных фактов с современными изменениями климата, зафиксированными метеорологическими наблюдениями (по температурам воздуха, температурам почвы) и косвенными показателями (по геотермии буровых скважин, годичным приростам деревьев).

5.) На результаты реконструкций климата по косвенным данным оказывает существенное влияние объём информации. Например, достоверные данные по восстановлению температур нейтрального слоя могут быть получены в результате обработки материалов нескольких скважин в одном районе. Для дендроклиматических исследований важную роль играют количество используемых в шкале моделей деревьев и умение адекватно оценивать компоненты не климатической природы.

Глава 4: Проблемы охраны природы на ЕС в условиях современных изменений климата

В настоящее время решение теоретических и прикладных задач охраны природы невозможно без учета вклада современных изменений климата. Наибольший риск для экосистем суши ЕС от изменений климата связан с глобальным потеплением. В данной главе, исходя из выявленных периодических закономерностей региональных характеристик ЕСР, выполнен краткосрочный прогноз изменений климата. В частности, повышение температуры воздуха к 2010 г. на 0,5 - 0,7 °С. (от уровня 1990 г) и увеличение количества осадков к 2010 г. на 80 - 100 мм по сравнению с уровнем 1990 г.

Рассмотрены некоторые варианты воздействия изменений климата на компоненты природной среды и предложены пути решения проблем охраны природы. Возможны следующие причинно-следственные связи при потеплении климата: 1.) Лесные пожары и вспышки массового размножения насекомых;

2.) Увеличение продолжительности вегетационного периода; 3.) Продвижение лесов к северу; 4.) Отступление ММП.

В качестве вариантов стратегии адаптации общества к происходящим изменениям предложены следующие:

1.) Прогнозирование изменений в состоянии естественных экосистем на основе долгопериодных температурных тенденций и учет их в хозяйственной деятельности;

2.) Изменения в подходах к принятию решений, в том числе и на международном уровне;

3.) Приоритет научно-обоснованных расходов, направленных на снижение рисков для общества;

4.) Учет возможностей естественной адаптации.

Далее проводится анализ ряда работ обобщающий результаты для ЕСР по динамике экосистем. Делается сравнительный анализ долгопериодной составляющей температуры атмосферы с изменениями в литосфере и биосфере (рассмотрена динамика: границ ММП, леса и тундры, а также смещения сроков вегетации у деревьев и прилета птиц).

В **заключении** делаются выводы о возможных перспективах данного направления исследования при разработке природоохранных мероприятий и рационального использования природных ресурсов с позиций особого внимания к выявленным локальным и региональным закономерностям в сезонных и годовых явлениях живой и неживой природы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Проведенный комплексный анализ состояния природной среды в условиях меняющегося климата позволил сделать следующие выводы:

1. На локальном и региональном уровнях выявлены 30 - 40- и 100 - 80-летние периоды изменения межгодовых температур на ЕС в течение XIX – XX вв.

2. Установлено, что временной ход межгодовой вариации температур воздуха и количества атмосферных осадков на ЕС согласуется с внутригодовой зимней составляющей для большинства исследованных станций за период с 1901 – 1990 гг.

3. Обнаружено, что значения трендов температур воздуха и количества атмосферных осадков за период с конца 60-х – начала 70-х годов к 90-м годам XX в. не увеличиваются с возрастанием географической широты.

4. Установлено, что реконструированные температуры нейтрального слоя Земли для высоких широт (район Архангельска) за период 1820 – 1986 гг. четко отражают общее потепление к XX веку. Полученный вывод позволяет говорить, что общее глобальное потепление климата к XX веку сопровождается изменениями температурного режима литосферы в высоких широтах ЕСР.

Динамика годовых приростов подтверждает изменения температурной составляющей приземного слоя атмосферы за вегетационный период.

5. Показана связь отмеченных тенденций современных изменений климата, зафиксированных метеорологическими наблюдениями (по температурам воздуха, температурам почвы), и косвенными показателями (по геотермии буровых скважин, годовым приростам деревьев) с пространственно-временной динамикой граничных экосистем ЕСР, продвижением границ ММП и лес – тундра к северу, а также с существующими тенденциями в изменениях сроков наступления весенних и осенних фенологических явлений в живой и неживой природе за последние десятилетия.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Видякина С.В. Проблема собственности в истории охраны природы России // Экология человека: будущее культуры и науки Севера: Тез. докл. межд. конф. – Архангельск, 1995. – С. 168.
2. Шварцман Ю.Г., Гольник Я.М., Видякина С.В. Климат в прошлом и настоящем на Европейском Севере России // Поморье в Баренц-регионе: экология, экономика, социальные проблемы, культура: Тез. докл. межд. конф. – Архангельск, 1997. – С. 146.
3. Барзут В.М., Видякина С.В. Вариации температурной характеристики климата в районе города Архангельска // 9 Ломоносовские чтения: Тез. докл. - Архангельск, 1997. - С.165-167.
4. Шварцман Ю.Г., Гольник Я.М., Видякина С.В. Вариации климата Европейского Севера по метеорологическим данным // Актуальные проблемы экологического образования и охраны природы. Сборник научных статей. - Архангельск, 1997. - С.131-137.
5. Shvartsman Y., S.Vidyakina Environment and Security: Property and Regional Problems in Arkhangelsk // Conflict and the Environment. - Kluwer: Dordrecht, 1997. - P.207-211.
6. Shvartsman Y., V.Barsut, S.Vidyakina, S.Iglovskiy Climate variations and dynamic ecosystems of the Arkhangelsk region // Chemosphere: Global Change Science. Special issue. Ed. M.A.K. Khalil, M. Turunen –vol.1, N4, november. – Pergamon, 1999. – P.417-428.
7. Видякина С.В. Неоднородность пространственно-временных вариаций климата на Европейском Севере // Геодинамика и геоэкология: мат.-лы межд. конф. – Архангельск, 1999. – С.49-51.

Отпечатано в ГП «Солты» с готового оригинала-макета
г. Архангельск, ул. Добровольцев

Заказ 3352, Тираж 6

Видякина