

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ**

**ОТЧЕТ
О НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА МОНИТОРИНГА
КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
за 2006 год**

Утверждаю

Директор института

чл.-корр. РАН

_____ М.В.Кабанов

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
I НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА	4
1.1 Важнейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований	4
1.2 Научно-организационная деятельность ИМКЭС	9
1.3 Краткие аннотации научно-исследовательских работ	11
1.4 Официальное признание	91
II НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА	92
2.1 Деятельность Ученого совета	92
2.2 Кадры	93
2.3 Характеристика Международных научно-технических связей	97
2.4 Итоги научной деятельности	104
III ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	109
IV ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	110
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ</u>	113
Список публикаций	

ВВЕДЕНИЕ

В отчетном 2006 году были продолжены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в соответствии с основным научным направлением Института. Полученные научные результаты по «базовым» проектам, интеграционным проектам и грантам РФФИ представлены в данном отчете. Вместе с тем, ряд аспектов (и результатов) выполненных исследований выходят за рамки официального отчета, но являются необходимыми и важными для развития дальнейших исследований. Здесь отметим важнейшие из них.

1. Из результатов исследований за прошедший и предыдущие годы следует, что для климатических и экосистемных изменений важным фактором являются электромагнитные поля в атмосфере, состояние которых регулируется гелиосферными процессами. В связи с этим в Институте была сформирована под руководством д.ф.-м.н. Нагорского П.М. (привлеченного на работу переводом из СФТИ при ТГУ с 1.05.2006 г.) отдельная научная группа, перед которой была поставлена задача по подготовке проблемно-целевого обзора. Такой библиографический обзор глубиной в 10 лет в настоящее время подготовлен.

2. В порядке учета замечаний Комиссии по комплексной проверке Института (2005 год) были ускорены работы по сертификации ранее разработанных приборов. По результатам трудоемких сертификационных испытаний, выполненных совместно с ООО «Сибаналитприбор», получены сертификаты о занесении в Государственный реестр средств измерений два прибора: двухкомпонентный газоанализатор ДОГ-4 и многоканальный геофизический регистратор МГР-01. Проведены испытания и подготовлен к сертификации в ФАТРМ ультразвуковой автоматизированный метеокомплекс АМК-03.

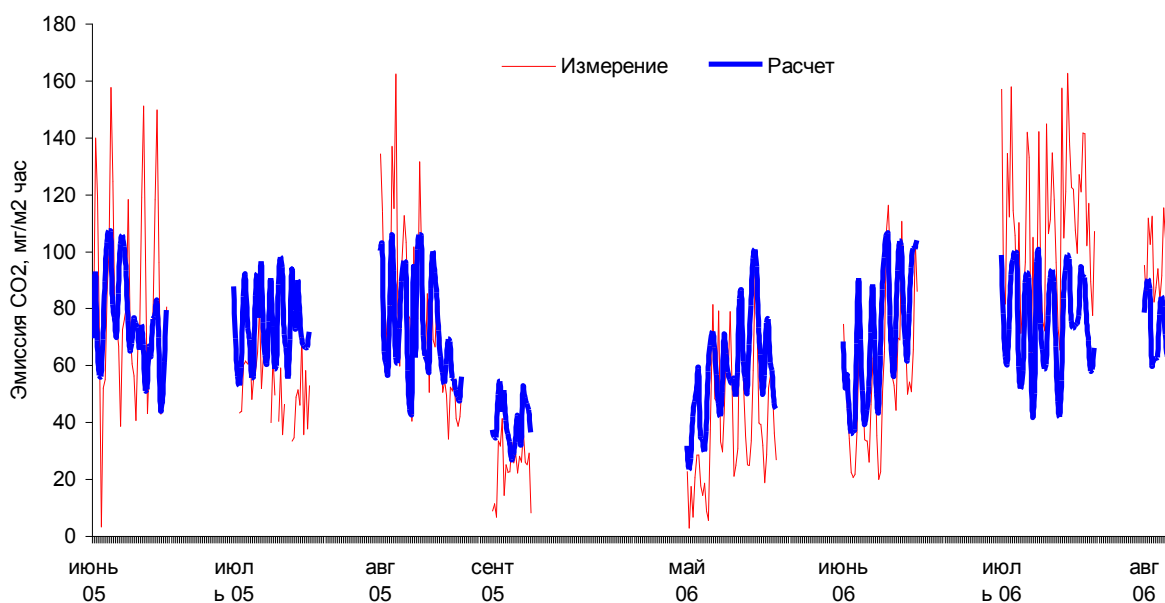
3. При разработке программ (проектов) фундаментальных исследований по приоритетным направлениям на последующие годы проведены широкие обсуждения по дальнейшей интеграции выполняемых в Институте исследований. Сформированы «базовые» проекты, ориентированные на существенную консолидацию дальнейших исследований различными научными подразделениями Института (и других институтов СО РАН).

Среди нерешенных в отчетном году остались вопросы, связанные с эффективным использованием производственных площадей Института. Несмотря на осуществленную передачу некоторых ветхих строений (около 2000 м²) в казну РФ для Техно-внедренческой зоны в г. Томске, пока остаются не полностью востребованными производственно-технологические корпуса Института (около 3000 м²). Организация на этой базе Производственно-технологического парка совместно с малыми предприятиями и ТВЗ пока находится в стадии оформления необходимых правовых документов. Существенным тормозом в развитии инновационной деятельности Института остается также механизм компенсации налогов на имущество и те задержки финансирования, которые приводят к аресту инновационных счетов Института.

I НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

1.1. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА

1. На основании выявленных зависимостей между эмиссией CO₂ с поверхности торфяной залежи и метеорологическими условиями построена линейная регрессионная модель, связывающая поток CO₂ с температурой воздуха и содержанием углекислого газа в воздухе. Сделан прогноз изменения выделения CO₂ при различных сценариях изменения климата, показывающий что к концу 21 века процесс депонирования углерода будет преобладать над процессами выделения углекислого газа в атмосферу, то есть сохранится положительный баланс углерода (проект 24.3.1).



Временной ход эмиссии CO₂ с поверхности торфяной залежи. Сравнение результатов измерений и расчета по регрессионной модели

Time behavior of carbon dioxide emission from peat deposit surface. Comparison of instrumental measurements and calculations made by the regression model.

На поясняющем рисунке приведено сравнение данных длительных натуральных наблюдений эмиссии CO₂ и эмиссии, вычисленной из разработанной модели. Наблюдения за метеорологическими характеристиками приземной атмосферы, потоками углекислого газа и содержанием CO₂ в воздухе, проводились в течение летних сезонов ряда последних лет на нативном олиготрофном болоте на территории геофизического стационара «Васюгань» ИМКЭС СО РАН. Корреляционный анализ позволил выявить наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на эмиссию CO₂ с поверхности торфяной залежи, такие как: температура воздуха и содержание CO₂ в воздухе. По данным измерений, а также с учетом результатов корреляционного анализа построена линейная регрессионная модель, описывающая изменение эмиссии CO₂ при изменении температуры и содержания углекислого газа в атмосфере в виде:

$$F = 26.7 - 0.004 * C_{CO_2} + 2.5 * T,$$

где C_{CO₂} - концентрация CO₂ в атмосфере (ppm), T – температура воздуха (°C), F – поток CO₂ с поверхности торфяной залежи (мг/м²час).

Согласно рекомендованным МГЭИК сценариям изменения климата в XXI веке будет происходить увеличение температуры и концентрации CO₂ в атмосфере. Исходя из этого, согласно полученной регрессионной модели проведена оценка изменения эмиссии CO₂ (таблица). Получено, что к 2080 г эмиссия CO₂ в среднем увеличится на 16 – 27 %.

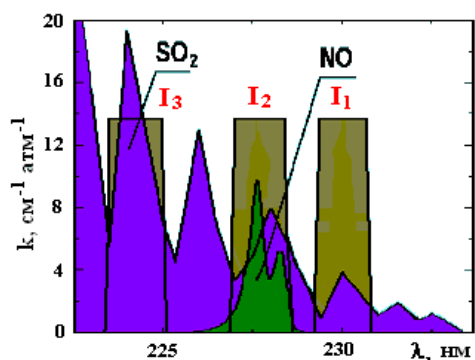
Для прогноза развития торфяной болотной экосистемы на ближайшие 100 лет нами была использована двухкомпонентная локальная модель углеродного цикла болотной экосистемы (Тарко А.М. Антропогенные измерения глобальных биосферных процессов, 2005), учитывающая содержание углерода в трех пулах: атмосфере, живой фитомассе и мертвом органическом веществе (торф, опад, подстилка и пр.). Параметры модели определялись из результатов экспедиционных измерений потоков углекислого газа и продуктивности растительности на базовой точке наблюдений на стационаре «Васюганье».

Расчеты показали, что при различных сценариях изменения климата возрастает прирост болотной растительности и увеличивается выделение углерода из торфяной залежи. Скорость накопления углерода в торфяной залежи к 2080 г. также возрастет на 48 – 78 %, по сравнению с современными темпами накопления углерода. Содержание углерода в живой фитомассе возрастет на 26 – 55 %.

Таблица - Прогноз изменения эмиссии CO₂, прироста фитомассы и депонирования углерода при различных сценариях изменения климата, % изменения от современных величин

	Годы	Сценарий			
		A1	A2	B1	B2
Эмиссия CO ₂ , %	2020	6	6	9	6
	2050	16	13	14	11
	2080	27	23	19	16
Фитомасса, %	2020	13	4	5	3
	2050	38	21	16	15
	2080	55	37	24	26
Торф, %	2020	0,7	0,3	2,1	0
	2050	12	9	7	5
	2080	78	65	48	48

2. Завершена разработка и метрологическая сертификация двухкомпонентного оптического газоанализатора ДОГ-4 для непрерывного экологического контроля дымовых выбросов топливосжигающих установок, работающих на угле или мазуте. Технические решения, защищенные патентом РФ (№ 2244291), обеспечивают с достаточной точностью и высокой долговременной стабильностью измерение концентраций окиси азота и двуокиси серы в диапазоне 5-500 мг/м³. Газоанализатор ДОГ-4 успешно прошел опытную эксплуатацию на Томской ГРЭС-2, занесен в Государственный реестр средств измерений РФ (сертификат об утверждении типа средств измерений № 25535) и подготовлен к серийному выпуску (проект 28.2.3).



Электронные спектры поглощения молекул NO и SO₂ в УФ области спектра (220-235 нм). I₁, I₂ и I₃ – выбранные участки спектра поглощения

Electronic absorption spectra of NO and SO₂ molecules in UV spectral range (220-235 nm). I₁, I₂, and I₃ are selected bands.



Внешний вид прибора, использующего призмный монохроматор и устройство сдвига изображения полос поглощения молекул NO и SO₂ для их последовательной спектральной селекции (770×355×320) мм

External view of a device with a prism monochromator and a unit intended for shifting NO and SO₂ absorption bands for their sequential spectral selection. The device's size is 770×355×320 mm.

Аннотация. Стационарный газоанализатор ДОГ-4, предназначен для непрерывного измерения содержания окиси азота (NO) и двуокиси серы (SO₂) в дымовых газах теплоэлектростанций, работающих на угле и мазуте (на природном газе в не оптимальном режиме контроля). Работа газоанализатора основана на использовании метода дифференциального поглощения оптического излучения, который заключается в сравнении оптических потоков в участках спектра с разными коэффициентами поглощения. Количество таких участков спектра определяется числом поглощающих компонентов исследуемой газовой среды и составляет не менее трех для среды с двумя поглощающими компонентами (рис.).

Спектральная селекция осуществляется специальным призмным монохроматором с оригинальным устройством сканирования спектра, представляющим собой кварцевую пластину с механизмом ее поворота и осуществляющим сдвиг изображения участков спектра на выходной щели монохроматора. Это позволяет с высокой точностью сканировать спектр в небольшом диапазоне длин волн без поворота призмы монохроматора (патент РФ № 2244291). Калибровка газоанализатора производится с помощью поверочных газовых смесей. В штатном режиме работы газоанализатор производит измерения концентраций молекул NO и SO₂ автоматически с интервалом в 10 секунд.

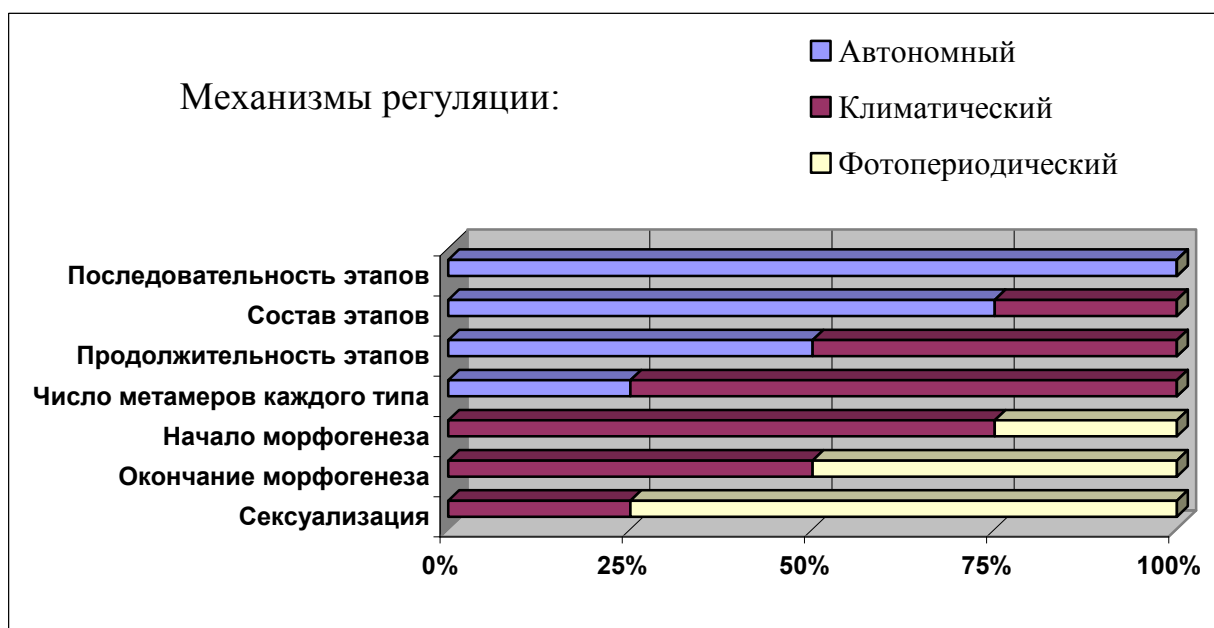
Газоанализатор подготовлен к мелкосерийному производству, имеется полный комплект рабочей конструкторской документации.

Публикации:

1. Патент РФ № 2244291, МПК⁷, G 01 N 21/61, Двухкомпонентный оптический газоанализатор / Азбукин А.А., Булдаков М.А., Занин В.В., Королев Б.В., Корольков В.А., Матросов И.И. / Изобретения, 2005, Бюл. № 1.
2. Азбукин А.А., Булдаков М.А., Королев Б.В., Корольков В.А., Матросов И.И., Тихомиров А.А. Стационарный газоанализатор оксидов азота и серы // ПТЭ, 2006. № 6. С. 105-109.

3. На примере различных форм внутри- и межвидовой изменчивости установлены закономерности автономной, климатической и фотопериодической регуляции развития побегов у российских видов кедровых сосен (проект 22.1.8).


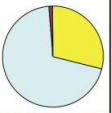













Выявлено, что автономно регулируется большая часть внутреннего содержания годичного цикла: полностью - последовательность этапов, почти полностью – состав этапов, в значительной мере - относительная продолжительность этапов и число метамеров каждого типа. Климатические факторы (главным образом, сумма эффективных температур) целиком определяют начало сезонного цикла развития, в меньшей степени его окончание и внутреннее содержание (состав этапов, их относительная продолжительность, число метамеров каждого типа). Фотопериодические факторы участвуют в регуляции окончания сезонного цикла развития и заложении репродуктивных структур (сексуализации побегов). Полученные результаты являются основой моделирования реакции деревьев на изменение климата.



Механизмы регуляции морфогенеза побегов кедр
Regulation mechanism of Siberian stone pine shoots morphogenesis.

4. Установлено, что показатели типологического разнообразия и продуктивности темнохвойно-кедровых лесов хорошо коррелируют с типами местности по условиям водообмена, которые как региональная территориальная ячейка процессно-ориентированной типизации лесных земель, служат основой для выявления направления динамики и экогенетических сукцессий темнохвойно-кедровых насаждений в лесоболотной зоне (проект 22.1.8).

На основе анализа ландшафтной структуры озерно-аллювиальной равнины исследованы и ранжированы факторы дифференциации экотопов на разных литолого-геоморфологических поверхностях и проведена ординация типов местности по условиям водообмена. С учетом влияния болот как локальных водосборов и распределителей стока между граничащими экосистемами в рамках речных водосборов, взаимодействия между фильтрационными свойствами почвогрунтов, лесных подстилок и наземным покровом, на территории средней тайги Западно-Сибирской равнины выделены местности интенсивного, слабого, замедленного и аккумулятивного типов водообмена, в которых проведена оценка типологического разнообразия кедрово-темнохвойных лесов.

Литолого-геоморфологические поверхности	ТИПЫ МЕСТНОСТИ ПО УСЛОВИЯМ ВОДООБМЕНА				
	Интенсивного	Слабого	Слабого подпертого	Замедленного	Аккумулятивного
Междуречные равнины (легкие суглинки, супеси)					
Террасы и ложбины стока (супеси, слоистые пески)					
“Останцы” с маломощными покровными суглинками					
<p>Типы леса:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 33%;"> ягодно-мшистый <li style="width: 33%;"> разнотравный <li style="width: 33%;"> мшистый <li style="width: 33%;"> сфагновый <li style="width: 33%;"> травяно-болотный 					

Распределение типологического разнообразия темнохвойно-кедровых лесов в типах местности по условиям водообмена (на примере Кеть-Чулымского междуречья)

Distribution of typological diversity of dark coniferous forest over territory by the terms of water cycle (by the example of Ket-Chulyum interfluve).

1.2. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИМКЭС СО РАН в 2006 г.

Программы, гранты	Руководитель проекта (раздела проекта)
<u>Программа Сибирского отделения РАН</u>	
<u>Проект 24.3.1.</u> Исследование пространственно-временных закономерностей современных природно-климатических изменений в Сибири по трендам температурного режима, атмосферной циркуляции, давления, осадков и геофизических индексов. (№ 01200408134)	Кабанов М.В. Ипполитов И.И.
<u>Проект 24.3.2.</u> Разработка информационно-моделирующей системы для климатообразующих процессов взаимодействия атмосферных, гидросферных и литосферных компонент геосистемы Сибири по результатам многопараметрических наблюдений и с учетом антропогенных воздействий (№01200408135)	Крутиков В.А.
<u>Проект 28.2.3.</u> Разработка новых методов, технологий и приборов на основе оптических, радиоволновых и акустических эффектов для контроля природных и техногенных систем, а также для решения специальных задач (№01200408133)	Тихомиров А.А.
<u>Проект 24.1.7.</u> Закономерности и особенности самоорганизации геосистем и социально-экономических систем в процессе их взаимодействия. (№01200408132)	Поздняков А.В.
<u>Проект 22.1.8.</u> Структура разнообразия в экосистемах бореальных лесов: критерии оценки, мониторинг и прогноз (№01200408136)	Дюкарев А.Г.
<u>Интеграционные междисциплинарные проекты СО РАН</u>	
Проект № 34 «Создание распределенной информационно-аналитической среды для исследований экологических систем». Соисполнители.	Гордов Е.П.
Проект № 86 «Создание средств спутникового экологического мониторинга Сибири и Дальнего Востока на основе новых информационных и телекоммуникационных методов и технологий». Соисполнители.	Крутиков В.А.
Программа РАН. Программа 16 «Изменения природной среды и климата: природные катастрофы».	
Проект 4: «Природные и антропогенные факторы криогенных систем Евразии»	Крутиков В.А.
Проект 5: «Комплексный мониторинг современных климатических и экосистемных изменений в Западной Сибири»	Кабанов М.В.
Программа ОНЗ-3 «Техногенное преобразование недр Земли: развитие теоретических основ эффективного использования и сохранения георесурсов»	
Проект 1: «Обоснование путей повышения эффективности и экологической безопасности открытой добычи твердых полезных ископаемых»	Крутиков В.А.

Гранты	
Грант ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 гг. Проект: НИР «Исследование закономерностей изменения круговорота углерода в торфоболотных экосистемах при современных изменениях климата и антропогенной нагрузке»	Головацкая Е.А.
Грант ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 гг. Проект: Научно-методическое и научно-организационное обеспечение проведения Международной школы-семинара в рамках Международной конференции «Измерение, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды: ENVIROMIS - 2006, (1-8 июля 2006 года, Томск, Россия)»	Гордов Е.П.
Грант ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 гг. Проект: НИР «Сравнительная оценка генетической изменчивости различных экотипов сосны кедровой сибирской на основе анализа RAPD - и микросателлитных локусов»	Петрова Е.А.
Грант РФФИ № 06-05-74029/г – организация и проведение V международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды»	Кабанов М.В.
Грант РФФИ № 05-07-98009 «Создание базы данных об экологическом состоянии Томского региона с использованием новых математических моделей годичных колец деревьев как биоиндикаторов»	Тартаковский В.А.
Грант РФФИ № 06-05-74806 з Участие в 13 - й научной конференции международной ассоциации исследований бореальных лесов "Новые подходы к управлению бореальными лесами"	Головацкая Е.А.
Грант РФФИ № 05-05-98010 «Экспериментальные и модельные исследования состояния городской воздушной среды с использованием комплексной системы мониторинга и прогноза качества воздуха»	Гордов Е.П.
Грант РФФИ № 05-05-64182А- «Формирование горно-долинных озерных бассейнов в Алтае-Саянской горной области вследствие неотектонических перекосов поверхности»	Поздняков А.В.
Грант РФФИ № 06-04-49065/А - "Адаптивная структура популяций сосны кедровой сибирской (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour) в оптимальных и пессимальных условиях"	Велисевич С.Н.
Грант РФФИ № 04-04-49795А - "Эколого-географическая дифференциация и интеграционные процессы в группе близкородственных видов с трансконтинентальным ареалом (на примере азиатских видов <i>Pinus</i> из подсекции <i>Cembrae</i>)"	Горошкевич С.Н.
Грант РФФИ № 06-04-63032-к "Организация и проведение экспедиционных исследований эколого-географической дифференциации и интеграционных процессов в группе близкородственных видов с трансконтинентальным ареалом (на примере азиатских видов <i>Pinus</i> из подсекции <i>Cembrae</i>)."	Горошкевич С.Н.
Грант РФФИ № 06-04-49328а «Остаточно-гумусовые органно-аккумулятивные почвы таежной зоны: география, генезис классификация»	Дюкарев А.Г.

1.3.1. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ПРОГРАММАМ СО РАН

Проект 24.3.1. Исследование пространственно-временных закономерностей современных природно-климатических изменений в Сибири по трендам температурного режима, атмосферной циркуляции, давления, осадков и геофизических индексов (научные руководители: чл.-корр. РАН М.В.Кабанов, д.ф.-м.н. И.И.Ипполитов)

Задания проекта на 2006 год:

1. По данным реанализа исследовать изменчивость теплообмена между атмосферой и океаном в Северной Атлантике и ее связь с температурными колебаниями в Западной Сибири
2. Исследовать изменчивость крупно-масштабной атмосферной циркуляции над территорией Западной Сибири во второй половине XX столетия
3. Разработать и осуществить экспериментальную проверку метода контроля за изменениями пространственно-временной структуры нижнего слоя атмосферы локальными и дистанционными, акустическими средствами.
4. Продолжить регулярные комплексные инструментальные наблюдения за состоянием окружающей природной среды и загрузку базы данных текущей информацией.

Полученные за отчетный период важнейшие результаты:

1. На основании выявленных зависимостей между эмиссией CO₂ с поверхности торфяной залежи и метеорологическими условиями построена линейная регрессионная модель связывающая поток CO₂ с температурой воздуха и содержанием углекислого газа в воздухе. Сделан прогноз изменения выделения CO₂ при различных сценариях изменения климата. (Результат приведен в разделе 1.1. Важнейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований).

2. Для Азиатской территории России по данным 424 станций наблюдения за период 1975-2005 гг. рассчитаны среднегодовые поля температуры, давления и осадков, а также и их тренды. Такие же характеристики получены с использованием данных реанализа NCEP/NCAR. Сравнение полученных результатов показало, что реанализ неплохо воспроизводит исходные метеорологические поля. Однако для полей трендов возникают существенные различия, особенно ярко выраженные для осадков: реанализ дает положительный тренд, тогда как наблюдения свидетельствуют о практически повсеместном уменьшении осадков на территории АТР.

В третьем отчете Международной группы экспертов по изменению климата отмечается необходимость исследования изменений климата в различных регионах с тем, чтобы понять происходящие глобальные изменения.

Азиатская территория России (АТР) представляет собой обширный регион планеты, в котором реализуются разнообразные физико-географические условия, вносящий существенный вклад в изменение климата Северного полушария. Исследованиям изменений климата на территории АТР посвящено большое количество опубликованных работ. Из их результатов, в частности вытекает, что на территории изменение среднегодовой температуры воздуха имеет тенденцию к повышению, а давления и осадков к понижению. Трудности при сравнении получаемых в разных работах результатов связаны с определенным произволом в выборе на рассматриваемой территории станций наблюдения, анализируемого временного интервала, а так же того обстоятельства, что существует проблема определения изменения климата на внешних границах территории. Например, для АТР оценки трендов температуры приземного воздуха вдоль побережья Северного Ледовитого океана основаны на данных сравнительно небольшого числа станций и для получения коррект-

ной картины трендов требуется не всегда доступная наблюдательная информация, относящаяся к арктическому сектору. Целью настоящей работы являлось нахождение полей температуры, давления и осадков и соответствующих им линейных трендов на территории АТР за климатически значимый интервал 1975÷2005гг. по данным станций наблюдений и данным реанализов, сравнение полученных результатов и оценка возможностей данных реанализов для воспроизведения пространственно-временных изменений климатических параметров.

Для анализа климатических изменений использовались:

- ежесуточные данные наблюдений за приземными температурой и давлением, а также осадками на 454 станциях расположенных к востоку от Урала и в северных районах Казахстана, Монголии, Китая (Центр распределения данных NOAA, <ftp://ftp.cdc.noaa>)

- реанализ NCEP/NCAR, первой версии, среднесуточные данные за 1948-2005 г.г. (<ftp://ftp.cdc.noaa.gov>), которые содержат средние значения климатических параметров, относящиеся к ячейкам $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ по широте и долготе.

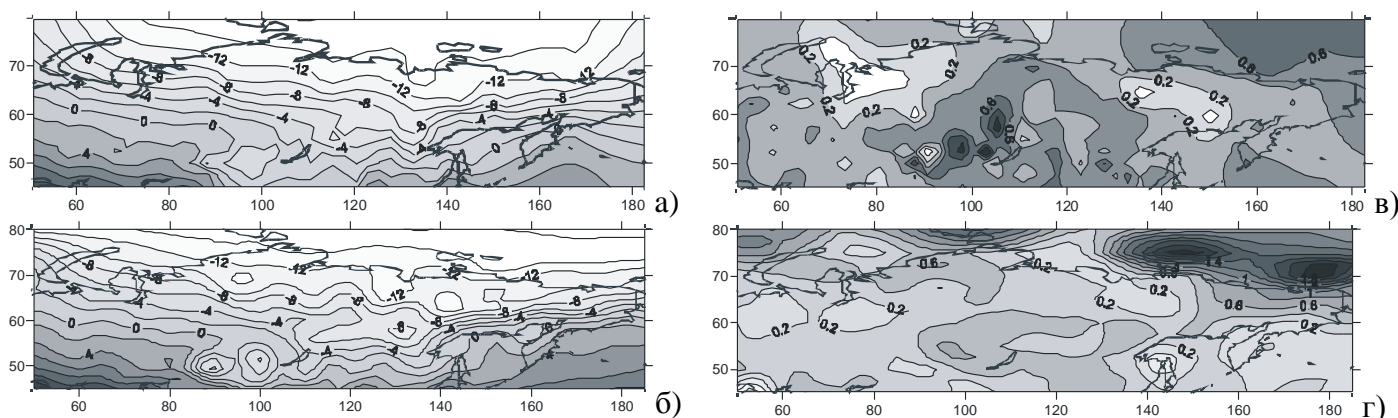


Рис.1. Распределение полей среднегодовой температуры (°C) за период 1975-2005г.г.: а – по данным наблюдений, б – по данным реанализа и линейных трендов (°C/10лет): в – по данным наблюдений, г – по данным реанализа.

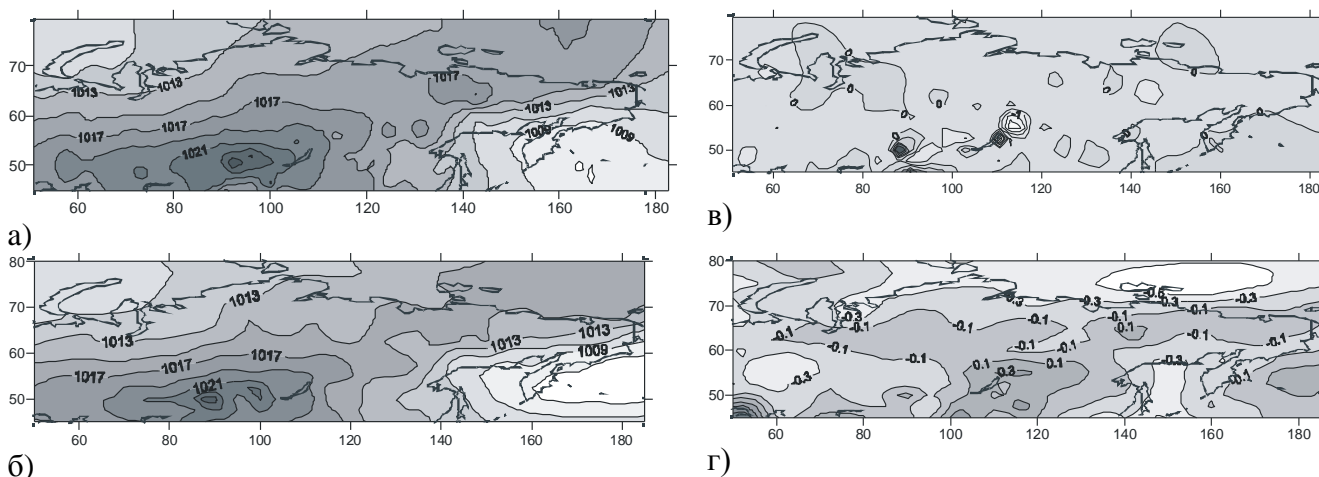


Рис.2. Распределение полей среднегодового давления (гПа) за период 1975-2005г.г.: а – по данным наблюдений, б – по данным реанализа и линейных трендов (гПа/10лет): в – по данным наблюдений, г – по данным реанализа.

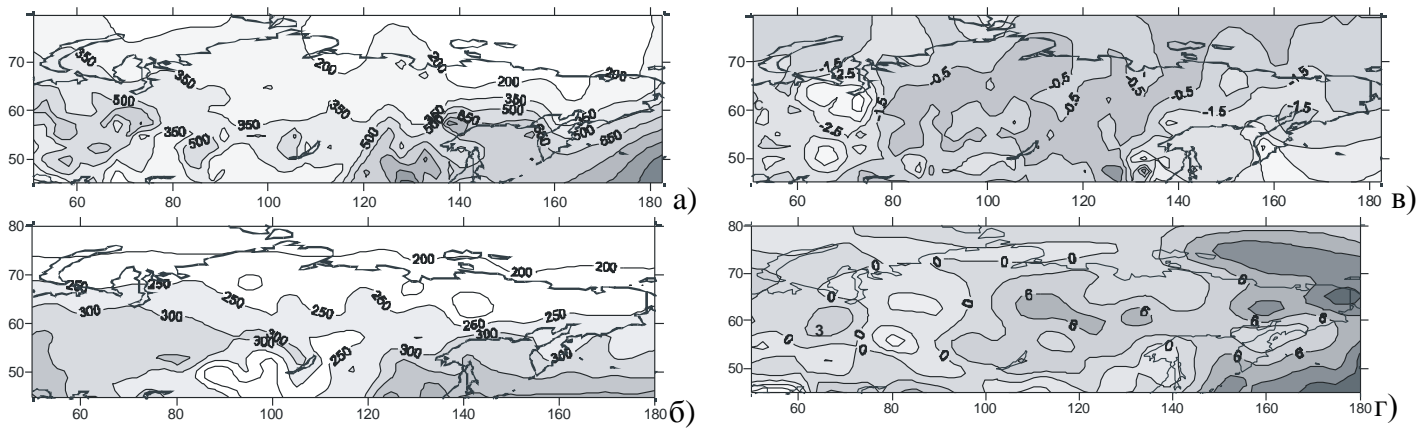


Рис.3. Распределение среднего за теплый период 1975-2005г.г. количества осадков (мм): а – по данным наблюдений, б – по данным реанализа и линейных трендов (мм/10лет): в – по данным наблюдений, г – по данным реанализа.

Постоянно обновляемые базы данных реанализов содержат обширную информацию о климатических параметрах, на различных уровнях в тропосфере и нижней стратосфере, позволяющую воспроизводить с высоким временным разрешением поля температуры, давления, влажности, ветра и т.д., как в глобальном, так и в региональном масштабах. Ограничением является невысокое ($2,5^\circ \times 2,5^\circ$) пространственное разрешение и относительно небольшая (с1948г.) длительность временных рядов. Наличие такой информации вызывает естественное желание использовать реанализ для решения различных задач, связанных с описанием глобального или регионального климата.

Однако, как показывают результаты этой работы, проблема верификации получаемых с помощью реанализа результатов требует постоянного внимания. Рассмотренные выше примеры показывают, что расчеты по данным реанализа линейных трендов климатических параметров с разной степенью достоверности воспроизводят выводы, следующие из наблюдений. В то же время пример с осадками показывает возможность получения из данных реанализа принципиально неверных результатов.

Линейные тренды дают количественную характеристику, описывающую наибольший временной масштаб изменчивости исследуемого ряда. Поэтому есть определенные основания надеяться, что реанализ будет более качественно правильно описывать временные изменения меньших масштабов, например, квазидвухлетнюю и квазидекадную изменчивость. Такое утверждение основано на сравнении для нескольких станций наблюдения вейвлет-спектров рядов наблюдений температуры и давления и соответствующих вейвлет-спектров, полученных из данных реанализа. Высокая когерентность и отсутствие фазового сдвига наблюдаются для колебаний с масштабами меньшими примерно 15 лет, тогда как большие масштабы воспроизводятся неудовлетворительно.

Тем не менее, при отсутствии альтернативных данных применение реанализа является необходимым и оправданным первым приближением. Следует отметить так же, что качество данных реанализа существенно повысилось с начала 70-х годов прошлого столетия, когда в массив исходных данных стала поступать информация с исследовательских ИСЗ.

3. В результате математической обработки рядов наблюдения приземных температуры и давления более двухсот станций, расположенных на территории бывшего СССР, а также данных реанализа NCER/NCAP выявлены основные закономерности связи колебаний температуры и давления на этой территории с атмосферными процессами в Северной Атлантике и в экваториальной зоне Тихого океана. Для каждого временного масштаба колебаний установлены основные статистические характеристики, определяющие тесноту связи и выделены географические районы, квазигомогенные с точки зрения этого параметра.

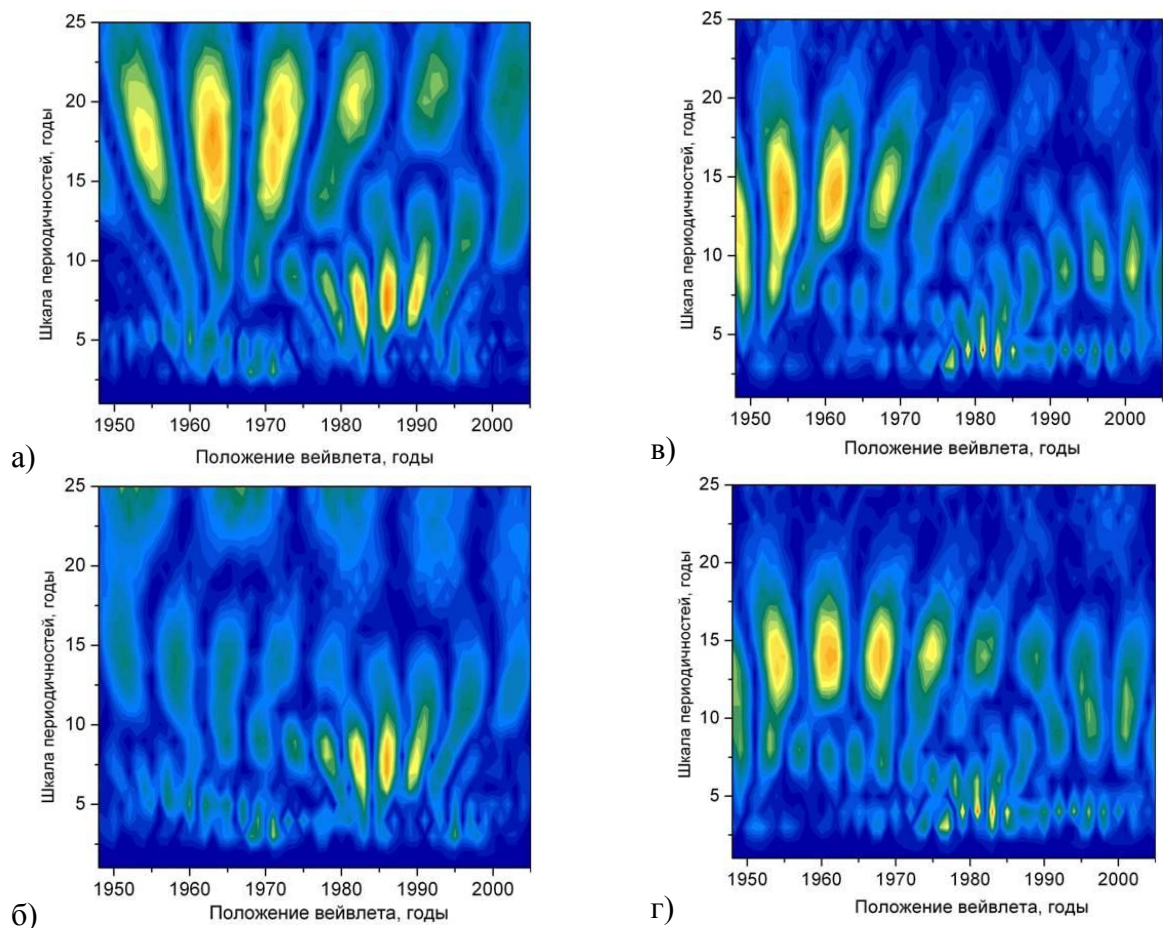


Рис. 4 Распределение абсолютных значений коэффициентов вейвлет-преобразований рядов приземной температуры (а) – по данным наблюдений, (б) – по реанализу NCEP/NCAR и давления (в) – по данным наблюдений, (г) – по реанализу NCEP/NCAR

На рис. 4 представлены распределения абсолютных значений коэффициентов вейвлет-преобразования рядов температуры и давления для г. Омска за период с 1950 по 2005гг. Рисунки 4а и 4б дают сопоставление коэффициентов для рядов температуры, полученных по данным наблюдений и реанализу NCEP/NCAR, рисунки 4в и 4г – сопоставление соответствующих коэффициентов для рядов давления. Ряды реанализа для Омска были получены интерполяцией значений из окружающих узлов реанализа.

Сравнение распределений коэффициентов вейвлет-преобразования было выполнено через расчет соответствующих спектров когерентности и фазовых спектров. Видно, что реанализ удовлетворительно воспроизводит колебания температуры масштабов 6-8лет, для которых коэффициенты когерентности меняются в интервале 0,6-0,9, а фазовые сдвиги отсутствуют. Несколько хуже обстоит дело с колебаниями масштабов 15-20 лет, где коэффициенты меняются в интервале 0,3-0,5, а сдвиг фазы составляет примерно половину периода.

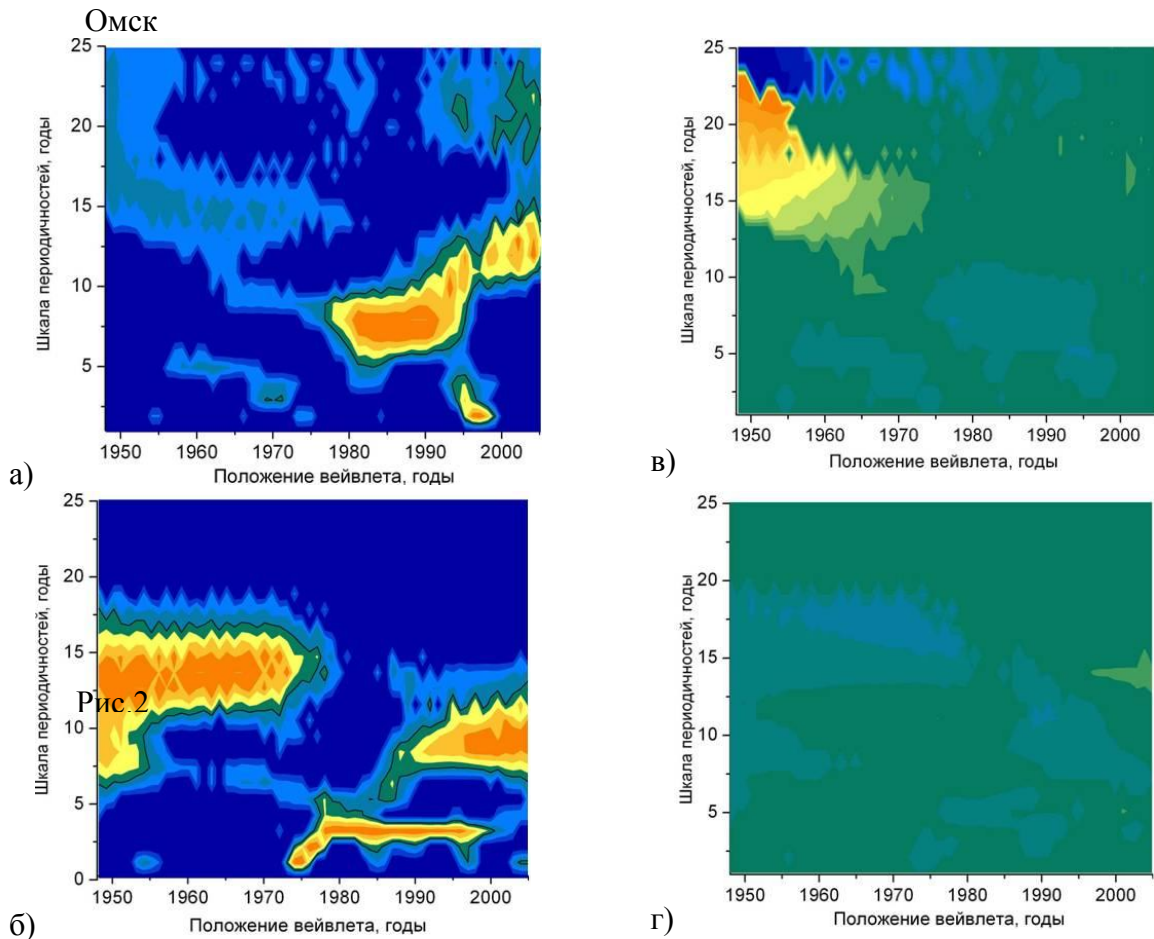


Рис.5 Распределения коэффициентов когерентности вейвлет-преобразований рядов наблюдений и реанализа NCEP/NCAR (а) – приземной температуры, (б) – давления и фазы (град) (в) – приземной температуры, (г) – давления

Существенно лучшая ситуация имеет место для давления, где на всех масштабах коэффициент когерентности составляет 0,7-0,9, а фазовый сдвиг отсутствует.

Картины, подобные приведенным выше были получены и проанализированы с помощью специальной программы для 223 станций наблюдения, расположенных на территории бывшего СССР. Выяснилось, что наиболее часто в температурных рядах присутствуют колебания масштабов 5, 7, 11, 15, 22, и 30 лет. Колебания больших масштабов, хотя они и проявляются в вейвлет-спектрах, не рассматривались, как выходящие за пределы области достоверности. На основе рассчитанных матриц коэффициентов $W(a,b)$ строились

для каждого масштаба a^* шкально-усредненные спектры $\overline{W(a^*,b)} = \int_{a_1}^{a_2} W(a,b) da$, $a_1 \leq a^* \leq a_2$.

Далее проводились расчеты вейвлет-кросскорреляционных спектров $R^{XY}(0, a^*)$ между величинами $\overline{W(a^*,b)}$, относящимися к станциям наблюдений (X) и аналогичными величинами, относящимися к спектрам процессов, являющихся внешними по отношению к рассматриваемой территории (Y). В качестве последних рассмотрены атмосферные процессы, происходящие в Северной Атлантике, характеризуемые значениями индекса NAO и процессы, происходящие в экваториальной зоне Тихого океана, характеризуемые значениями индекса SOI. Вейвлет-спектры для рядов этих индексов показаны на рис.6.

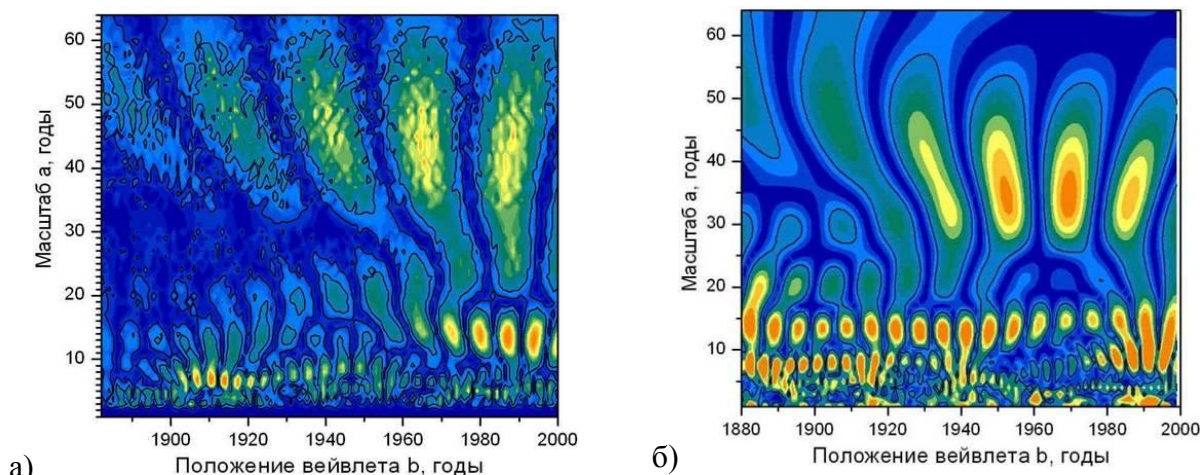


Рис. 6. Вейвлет-спектры для рядов индекса Южного колебания (SOI) - а и индекса Северо-Атлантического колебания (NAO) -б

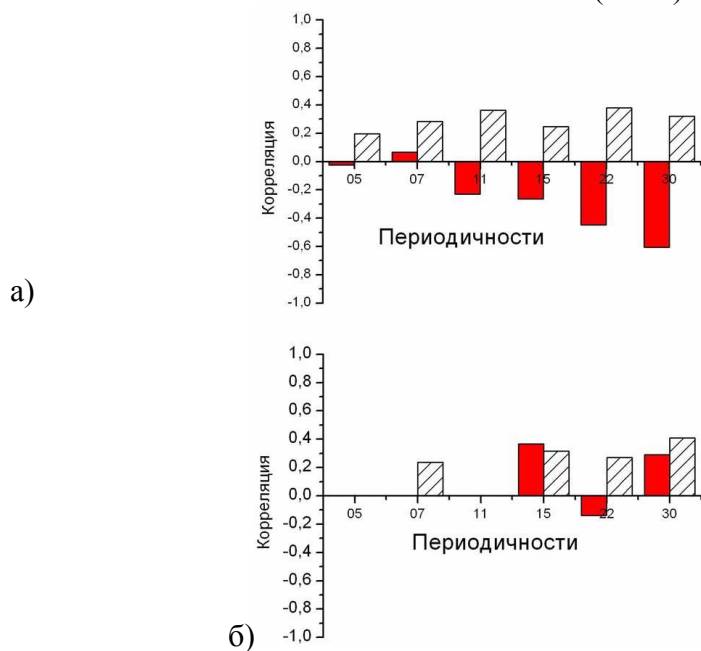


Рис. 7. Коэффициенты корреляции ■ и их среднеквадратические отклонения ▨, характеризующие связи между периодичностями в рядах индексов SOI (а) и NAO (б) и средней температуры на территории Сибири

Полученные выборки корреляционных функций позволили построить гистограммы распределений коэффициентов корреляций для каждого выбранного масштаба пары (XY) и определить два первых момента: среднее значение коэффициента корреляции $R^{XY}(0, a^*)$ и его среднеквадратичного отклонения. Соответствующие значения для связи SOI –Т приведены на рис.4а, для связи NAO-Т на рис.7 б.

Видно, что Южное колебание проявляется на территории Сибири таким образом, что колебания индекса SOI в масштабах 11, 15, 22 и 30 лет находятся в противофазе с колебаниями в этих же масштабах средней по территории температуры приземного воздуха.

Влияние Атлантики проявляется в виде положительной корреляции колебаний масштабов 15 и 30 лет и отрицательной для масштаба 22 года.

Соответствующая картина для связи между колебаниями индексов SOI и NAO и колебаниями давления на территории Сибири дана на рис.8а и б.

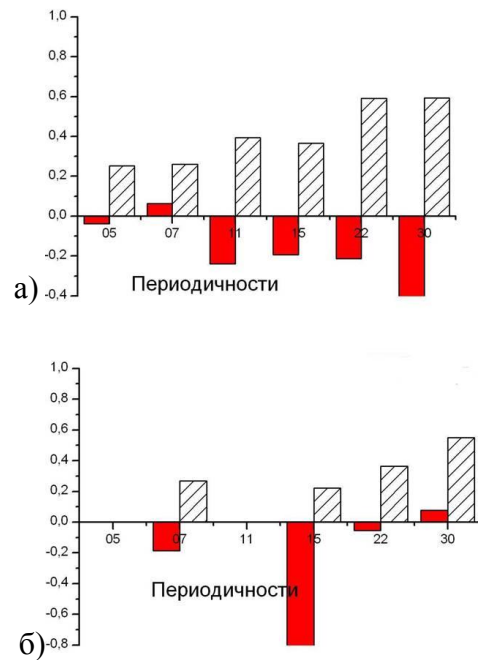


Рис.8. Коэффициенты корреляции ■ и их среднеквадратические отклонения ▨, характеризующие связи между периодичностями в рядах индексов SOI (а) и NAO (б) и среднего давления на территории Сибири

Видно, что в этом случае колебания преимущественно антикоррелируют. Механизмы установления дальних связей, равно как и механизмы возникновения Североатлантического и Южного колебаний к настоящему времени не выявлены. Отметим лишь, что в основе механизмов осуществления дальних связей должны лежать процессы изменений в атмосферной циркуляции, протекающие в интерактивной связи с изменениями циркуляции в океанах.

Для характеристики степени влияния Северо-Атлантического колебания на отдельные географические районы в Сибири были вычислены спектры когерентности $K^{XY}(a,b)$ и фазовые спектры $F^{XY}(a,b)$ для ряда X, отвечающего индексу NAO, и рядов Y, отвечающим рядам температуры и давления в узлах реанализа NCEP/NCAR, покрывающих территорию Сибири. Выявление областей со схожим поведением $K^{XY}(a,b)$ и $F^{XY}(a,b)$ выполнялось методами кластерного анализа по расстояниям между векторами в евклидовом пространстве.

Результаты анализа представлены на рис. 9 для уровня 1000гПа (а) и для уровня 200гПа (б).

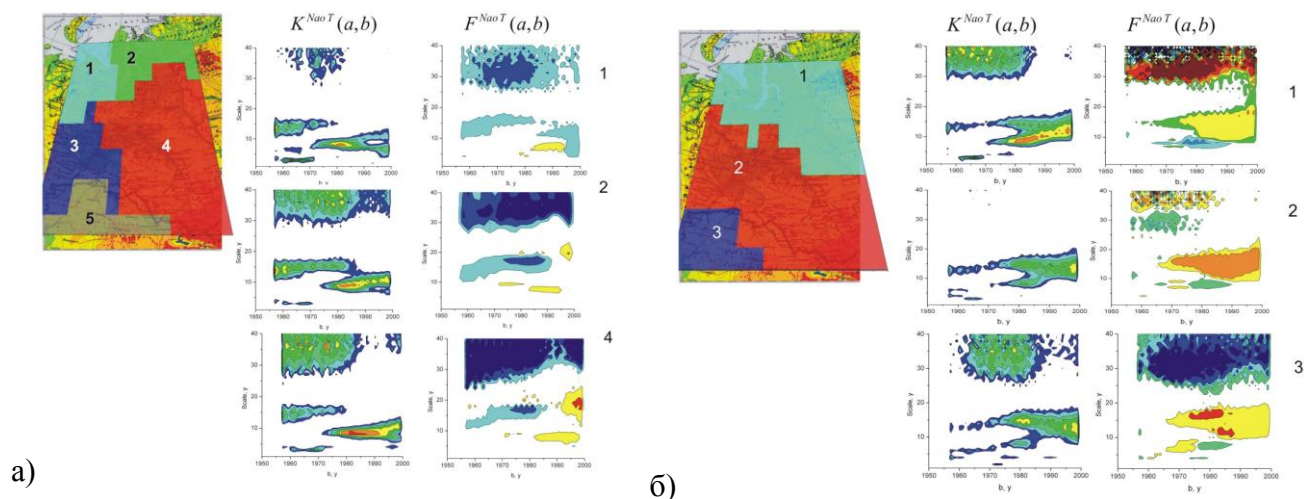


Рис.9 Распределение по территории Сибири кластеров спектров когерентности индекса NAO и температуры на изобарических уровнях 1000мб – а и 200мб – б.

Из этих рисунков видно, что при переходе от нижней к верхней тропосфере количество стабильных кластеров уменьшается с 5-и до 3-х и они выстраиваются в направлении с северо-запада на юго-восток.

Структура матриц $K^{XY}(a,b)$ и $F^{XY}(a,b)$ испытывает существенную перестройку в 70-80-е годы XX столетия. Кластерам с большими значениями когерентности отвечают малые значения фазового сдвига, для всех выделенных кластеров события NAO и SOI предшествуют изменениям температурного поля.

Таким образом, данные реанализа позволяют рассчитывать характеристики дальних связей на различных уровнях в атмосфере, хотя, как и в других случаях применения данных реанализа степень достоверности получаемых результатов подлежит проверке с использованием данных наблюдений.

4. Разработаны средства обработки, анализа данных инструментальных измерений, идентификации и количественной оценки изменений характеристик ансамбля состояний, позволяющие провести объективный системно-эволюционный анализ и интерпретацию наблюдаемых изменений климата. Их применение открывает дополнительные возможности идентификации и описания закономерных связей в наблюдаемых изменениях природной среды и климата.

Развитие методов системно-эволюционного анализа многоуровневых систем с учетом взаимосвязей компонентов, взаимодействия макромасштабных и региональных процессов при сочетании разнородных факторов требует создания качественно новых средств емкого и точного описания особенностей состояния многоуровневой природно-климатической системы (ПКС), идентификации процесса трансформации ее состояний. Развитие технологий анализа изменений окружающей среды поддерживается разработкой новых средств описания, алгоритмов обработки, форм представления результатов обработки данных мониторинга с использованием геоизображений, графических образов и моделей, обеспечивающих глубинный смысловой анализ информации.

При выполнении проекта разработаны новые методики идентификации и оценки климатических изменений, а также алгоритмы и технологии целевой обработки инструментальных данных, вычисления интегрированных оценочных характеристик изменчивости состояния ПКС и отображения ансамбля состояний в пространстве оценочных характеристик и траекторий трансформации состояний ПКС с использованием описательных средств геометрии, тригонометрии и матричной алгебры. Методика и алгоритмы количественной оценки климатических изменений основаны на параметрической идентификации модели процессов многолетних (вековых) изменений характеристик сезонных состояний

по результатам инструментальных измерений. Используются простые модели периодических (гармонических, телеграфных, трапециодальных многоступенчатых) сигналов, которые описывают эволюцию хода многолетних изменений характеристик состояний.

Методика анализа изменений области состояний регионального климата и траекторий хода изменений состояний в фазовом пространстве основана на исследовании отображения эволюции состояний на фазовом портрете в плоскости оценочных характеристик температуры в теплое время года T_s и в холодное время года T_w . Из результатов анализа отображений следует, что во многих регионах в последние десятилетия области состояний сместились в сторону более высоких температур T_w , в некоторых регионах (Саратов, Барабинск) после 1991 года область состояний сужается (тенденция перехода в аттрактивное состояние). В ряде регионов (Оренбург, Тобольск) происходит расширение области состояний, наблюдаются резкие переходы от состояний континентального климата (жаркое лето, жестко морозная зима) к состояниям гумидного климата (прохладное дождливое лето, слабозимняя зима с частыми осадками).

5. По данным NCAR / NCEP реанализа проведено изучение изменения характеристик струйного течения в верхней тропосфере за период 1948-2005 гг. Установлено наличие слабой линейной корреляционной зависимости между скоростью ветра на оси струйного течения и количеством антициклонов приходящих на территорию Западной Сибири.

На рис.10. приведен вертикальный разрез зонально осредненной U составляющей скорости ветра за период 1948-2005 гг. для января, июля и года в целом. В зимние месяцы область наиболее сильных западных ветров находится на уровне 200 гПа (около 11км). Ось струйного течения располагается на широте около 30° с.ш. В течение зимних месяцев, полярные и тропические воздушные массы создают резкий температурный контраст, следствием которого является сильное струйное течение. Однако, в течение летних месяцев, когда изменение температуры менее резкое, ветры ослабевают. В июле тропосферное струйное течение ослабевает и смещается к северу – на широту 45° с.ш..

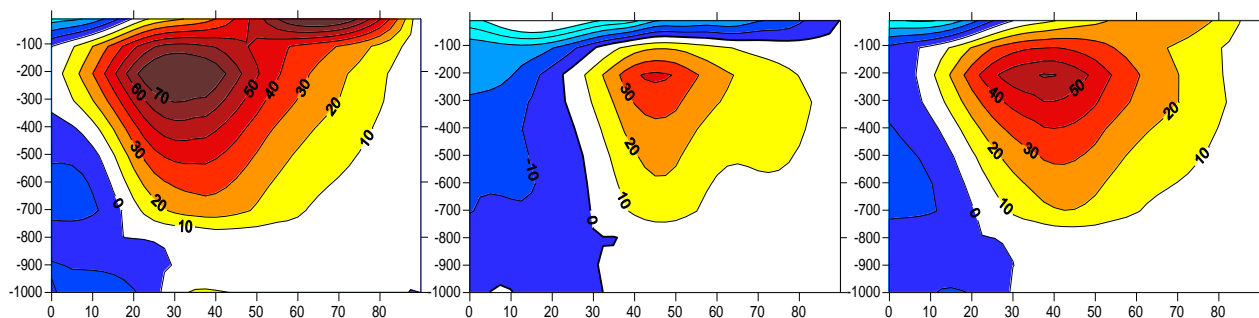


Рис.10. Вертикальный разрез зонально осредненного ветра - январь, июль, год

Ветер в струйном течении в основном имеет направление с запада на восток, но на отдельных участках наблюдаются значительные отклонения от этого направления (на север, северо-запад, юго-запад и юг) (см. рис. 11). В Американском и Атлантическом секторах происходит раздвоение течения на две ветви – северную и южную. Зона наиболее сильных ветров располагается в зимнее время в западной части Тихого океана, а в летнее время – над Европой.

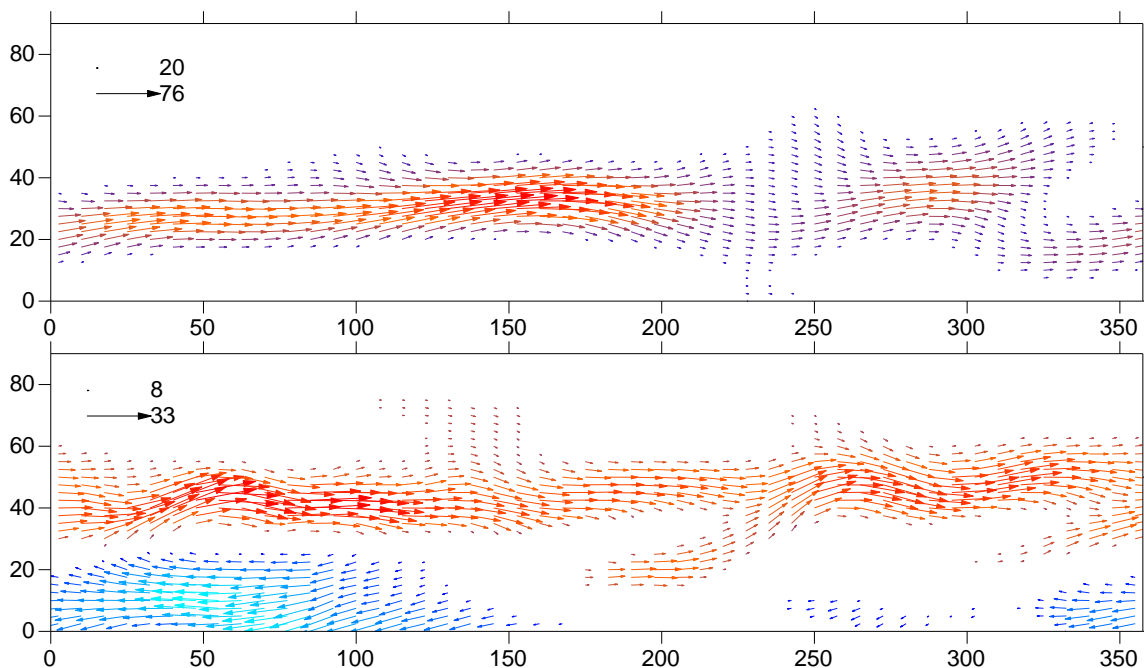


Рис.11. Струйное течение в тропосфере Северного полушария.
Уровень 200 гПа. Январь, июль 1948 – 2005 гг.

Проведенный корреляционный анализ связей скорости на оси струйного течения с количеством циклонов и антициклонов, приходящих на территорию Западной Сибири показал существование слабой положительной линейной корреляционной зависимости между скоростью струйного течения в Европейском секторе и количеством антициклонов, приходящих в Сибирь с западного направления ($r = 0.56$, $p = 0.01$) и числом циклонов, приходящих с севера ($r = 0.44$, $p = 0.05$).

6. С помощью разработанного в ИМКЭС СО РАН высокочувствительного ртутного газоанализатора РГА-11 исследовано распределение содержания ртути в почвогрунтах по территории г. Томска. Полученные данные показали наличие концентраций ртути в пробах грунта в значениях, не превышающих ПДК (210 мг/г), но значительно выше фоновых содержаний для почв Томской области.

К основным источникам экологической опасности г. Томска относятся производственные объекты теплоэнергетики, транспорта, стройиндустрии, деревообработки, химической и пищевой промышленности. Подавляющее большинство их размещается в зонах жилой застройки. В Томске 90% предприятий расположены на крайне ограниченной территории – на площади не более 600 км². Это связано с тем, что большая часть предприятий была эвакуирована из европейской части страны в годы II Мировой Войны. Только немногие из промышленных объектов (ТНХК, объединение «Вирион», приборный завод и др.), построенные в последние 20-40 лет, располагаются в малонаселенных районах и за пределами жилых зон города.

Отбор проб грунта проводился по всей территории г. Томска, всего около 120 точек отбора. Концентрации ртути в образцах определялись ртутным газоанализатором РГА-11, методом атомно-сорбционной спектроскопии. Предел обнаружения составляет 0,1 нг/г, погрешность определения 30%.

Полученные данные показали наличие концентраций ртути в пробах грунта в значениях, не превышающих ПДК (210 мг/г), но значительно выше фоновых содержаний для почв Томской области. На карте, представленной на рисунке 12, показано распределение

концентрации ртути на территории города Томска. На карте хорошо видны районы повышенного содержания ртути в почвах.

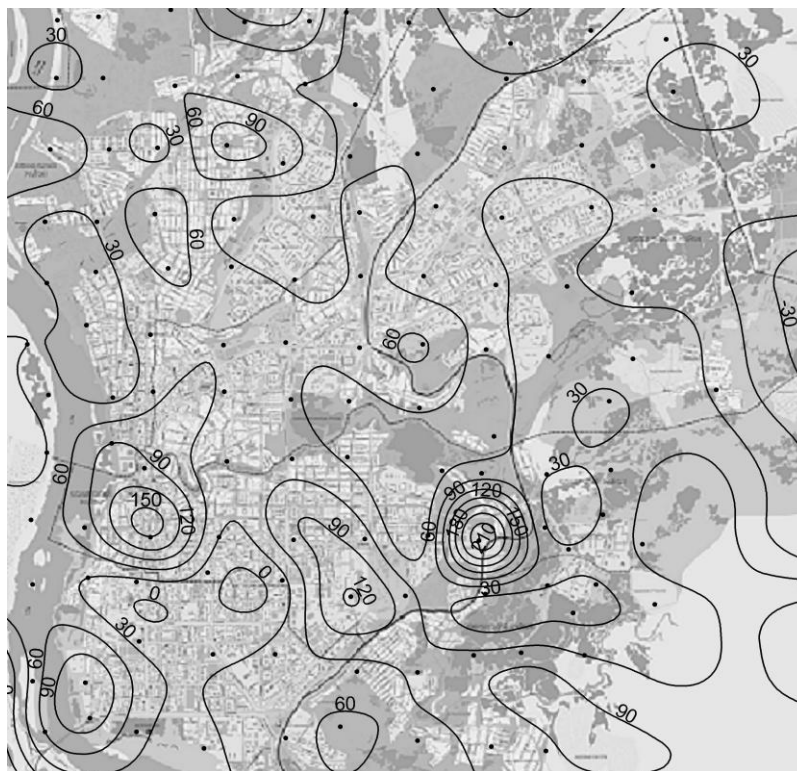


Рис. 12. Распределение концентраций ртути по территории г. Томска

Максимальная концентрация ртути 210 мг/г, соответствующая ПДК, отмечена в Советском районе (пос. Восточный). Кроме того, выявлено повышенное содержание ртути в районе ул. Большая Подгорная, пр. Ленина (Речной вокзал), вокзала Томск-1. Низкая концентрация ртути наблюдается в лесопарковых зонах, Академгородке и в спальнях районах, где нет крупных промышленных предприятий и нагрузка автотранспорта невелика. Повышенные концентрации на ул. Большой-Подгорной, ул. Пролетарской, в поселке Восточный, в районе Московского тракта, на берегу р. Томь связана с наличием большого количества котельных (в том числе и печное отопление частных домов), а так же с понижением в рельефе. Кроме того, в данных районах отмечается наличие большого количества несанкционированных свалок. В районе проспекта Ленина и проспекта Фрунзе наблюдается повышенное содержание концентрации ртути, которое связано с основным загрязнителем городов – автотранспортом.

Повышенная концентрация ртути в почве между ул. Пушкина и Иркутским трактом, возможно, объясняется загруженностью этого участка автомобильным транспортом и присутствием железнодорожных путей, а также близостью завода полимерных изделий. Повышенная концентрация ртути в районе Соснового бора и Садовых участков связана с преобладающим направлением ветра. Так как в Томске преимущественно ветер южный, то все загрязняющие вещества будут перемещаться в северную часть города. В районе улицы Шевченко основным загрязнителем является ГРЭС-2. Объекты теплоэнергетического комплекса оказывают многокомпонентное воздействие на окружающую среду, при этом основными видами являются: химическое загрязнение (выбросы и сбросы загрязняющих веществ в газообразном, жидком и твердом состояниях) и изъятие природных ресурсов (вода и воздух для технологических целей, земельное пространство для размещения производственных объектов, золошлакоотвалов, ЛЭП и трасс коммуникаций). Доля объектов теплоэнергетического комплекса в общем объеме выбросов от всех источников в г. Томске приходится около 48 % выбросов.

В районе площади Ленина повышенное содержание ртути связано с автотранспортной нагрузкой на магистралях города. Серьезным источником потенциальной экологической опасности для населения города являются железная дорога и обслуживающие ее три станции: Томск-I, Томск-II, Томск - грузовой. Повышенная опасность загрязнения атмосферы и почвы в южной части города исходит от Томской нефтебазы неподалеку от пл. Южной.

В общей сложности в городе насчитывается 5,5 тыс. стационарных источников загрязнения атмосферы, выбрасывающих в воздух более 250-ти загрязняющих веществ.

7. На основе комплексных натуральных измерений проанализирована взаимосвязь вариаций коэффициентов аэрозольного ослабления оптической радиации и напряженности атмосферного электрического поля в условиях дымки и дымового смога. Обнаружено, что при дымовом смоге с ростом замутнения атмосферы наблюдается значительное (почти на порядок величины) уменьшение напряженности поля. Это противоречит известному электрооптическому соотношению и дает основание предположить, что в дымовом смоге существенно возрастает количество заряженных частиц и резко изменяется характер электрооптических связей. При большом числе пожаров на Земле это обстоятельство необходимо учитывать в климатических моделях и иметь в виду при рассмотрении физических механизмов влияния солнечной активности на погоду и климат.

8. С помощью акустического локатора и ультразвуковой метеорологической комплекса выполнены исследования характеристик атмосферного пограничного слоя.

Помимо стандартных метеорологических параметров, определялись такие параметры турбулентности как полная энергия турбулентных движений, потоки импульса, тепла, масштабы ветра, температуры, Монина-Обухова и др., а также их статистические характеристики. Контролировалась термическая структура нижнего слоя атмосферы, определялись классы устойчивости атмосферы за время измерений. Оценивалось поведение измеренных параметров в зависимости от общего состояния атмосферы.

Полученные характеристики структуры АПС (температурной стратификации и особенно температурных инверсий), получаемые с помощью акустического локатора, важны для оценки климатических предпосылок загрязнения атмосферы. Показано, что статистика характеристик температурной стратификации в различных регионах отличается друг от друга и зависит от местных особенностей, что приводит к отличию условий, например, для накопления загрязняющих примесей. Использование акустического локатора и ультразвуковой метеорологической станции позволяет фиксировать более тонкую пространственно-временную структуру метеорологических полей в атмосферном пограничном слое и ее изменчивость, существенно дополняя стандартные метеорологические измерения.

9. Продолжались регулярные комплексные инструментальные наблюдения за состоянием окружающей природной среды и загрузка базы данных текущей информацией

Метеорологические наблюдения выполнялись в дневные сроки по местному времени, соответствующие срокам 03, 06, 09, 12 ч СГВ, с помощью наблюдателей и включали измерения числовых значений метеорологических величин и их колебаний и оценки качественных характеристик атмосферных и погодных явлений. Актинометрические наблюдения, выполняемые также с помощью наблюдателей, включали измерения интенсивности солнечной прямой и рассеянной радиации в спектральной области 0,34–2,4 мкм, расчёт суммарной радиации и альbedo подстилающей поверхности.

Кроме этого, измерения основных метеорологических и актинометрических, а также атмосферно-электрических (напряженности электрического поля атмосферы и электро-

проводности атмосферного воздуха) величин производились круглосуточно с 1-мин разрешением с помощью автоматизированной системы метеорологических наблюдений.

Наблюдения за ультрафиолетовой (УФ) радиацией и общим содержанием озона (ОСО) выполнялись как в автоматическом режиме с помощью УФ-метра NILU-UV-6T с 1-мин разрешением, так и с помощью наблюдателей с использованием фильтровых фотометров М-124 и СФТИ через 1-час интервалы.

Полученные данные позволили провести ряд научно-исследовательских работ: 1) исследовать влияние атмосферных явлений и промышленного электрооборудования на атмосферно-электрические величины; 2) провести сравнительные измерения ультрафиолетовой солнечной радиации с использованием различных фотометров; 3) выполнить статистическое оценивание некоторых характеристик облачности над г. Томском.

1. Анализ данных метеорологических, атмосферно-электрических и актиметрических наблюдений в СКЭО выявил слабую зависимость основных атмосферно-электрических величин от работы промышленного электрооборудования – электродвигателей деревообрабатывающих установок, расположенных в 100–150 м от места измерения. В наибольшей степени наблюдаемые величины подвержены влиянию атмосферных явлений, главным образом, грозовой активности.

2. С марта 2006 г. мониторинг уровня проходящей УФ радиации и ОСО выполнялся с использованием трёх фильтровых фотометров: УФ-метра СФТИ, УФ-метра/озонметра М-124 и измерителя УФ облучённости NILU-UV-6T. Как видно на характерном примере (рис. 13), между показаниями приборов имеются существенные как количественные, так и качественные расхождения, обусловленные, по-видимому, различиями в методиках измерений и конструктивными особенностями приборов.

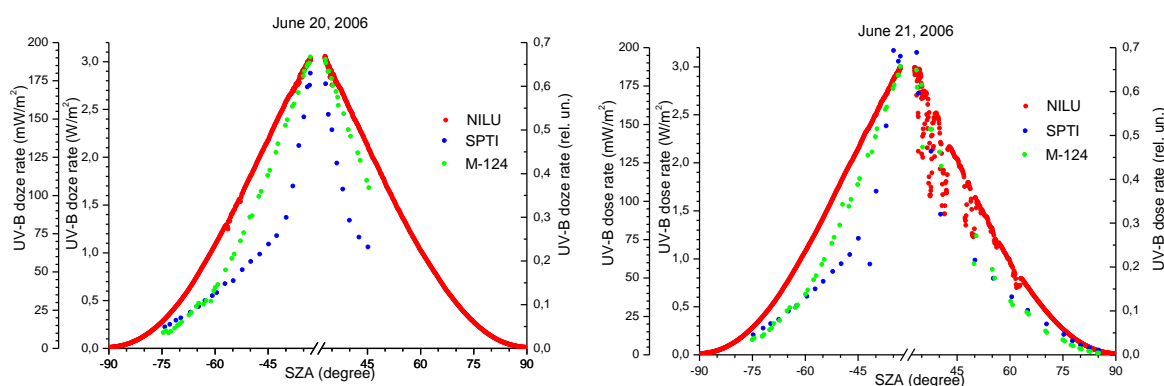


Рис. 13. Запись временного хода ультрафиолетовой радиации.

3. Решение обратных задач по восстановлению оптических характеристик атмосферного аэрозоля из наблюдений интенсивности прямой и рассеянной солнечной радиации осуществляется, как правило, для безоблачных условий. Присутствие даже небольшого количества облаков, главным образом, разрывной облачности в существенной мере может влиять на яркость неба.

Количество ясных дней (0–2 балла) составило для Томска около 30 %, а количество дней с нулевым баллом облачности оказалось равным 15 % от общего числа дней наблюдений, т. е. только 15 % данных наблюдений может быть адекватно использовано в расчётах оптических свойств аэрозоля, не будучи искажённых наличием облаков. При этом наблюдаются особенности в сезонном распределении повторяемости облачности.

Полный отчет по проекту в соответствии с требованиями представлен координатору Программы, а также отправлен во ВНИИЦ.

Проект 24.3.2. Разработка информационно-моделирующей системы для климатообразующих процессов взаимодействия атмосферных, гидросферных и литосферных компонент геосистемы Сибири по результатам многопараметрических наблюдений и с учетом антропогенных воздействий (научный руководитель: д.ф.-м.н. В.А.Крутиков)

Основные направления исследований

- Разработка информационно-моделирующей системы для многофакторного анализа процессов в природно-климатических системах Сибири по биологической, химической, физической и техногенной компонентам.
- Разработка новых комплексных методов биоиндикации эволюции климата в голоцене и динамики экологического состояния в природно-территориальных районах Сибири.
- Исследование современных изменений пространственно-временной структуры нижнего слоя атмосферы под воздействием природных и антропогенных факторов.
- Разработка методов диагностики неоднородностей литосферы по пространственно-временной структуре электромагнитного поля Земли.

1 Разработка информационно-моделирующей системы для много-факторного анализа процессов в природно-климатических системах Сибири по биологической, химической, физической и техногенной компонентам

1.1 Разработка системы распределенных БД характеристик и индикаторов природно-климатических процессов

В рамках разрабатываемой в настоящей программе концепции создания корпоративной информационно-вычислительной системы СО РАН, в ИМКЭС СО РАН создается распределенная информационная инфраструктура интегрированных региональных исследований окружающей среды. В настоящее время, наряду с головными сайтами Института <http://www.imces.ru> и Международного научно-образовательного центра по климатическим исследованиям и образованию <http://www.scert.ru>, она включает научно-образовательный сайт ATMOS по наукам об окружающей среде <http://atmos.scert.ru>, ГИС-портал ATMOS <http://gis.imces.ru/gisportal>. Формируется совокупность распределенных серверов данных, а также ведется работа по созданию вычислительного кластера, и сервера для организации параллельных вычислений для решения динамических и модельных задач мониторинга окружающей среды. Совместно с институтами Вычислительных технологий, Оптики атмосферы и Химии нефти СО РАН ведется разработка регламента использования и обеспечение удаленного доступа к указанным ресурсам, к текущим и накопленным данным результатов мониторинга природных комплексов, проводимого ИМКЭС СО РАН.

Наряду с обеспечением исследовательской деятельности, сайт Международного научно-образовательного центра по климатическим исследованиям и образованию <http://www.scert.ru> используется для организации, проведения и подготовки к публикации соответствующих сборников статей ежегодных международных научных конференций, сопряженных со школами молодых ученых.

Двуязычный веб-портал по наукам об окружающей среде ATMOS (<http://atmos.scert.ru/>) помимо научных сайтов, посвященных фундаментальным направлениям физики и химии атмосферы, включает в себя группу сайтов, содержащих описание подхода к задачам оценки и управления качеством воздуха и физико-географическую информацию о двух географических объектах Сибири: Байкалу и Западно-Сибирской низменности.

Данные сайты являются структурированными информационными ресурсами по окружающей среде Сибири и открывают возможность онлайн-доступа и работы с накопленными слоями ГИС соответствующих территорий.

Для превращения наборов данных в информационные ресурсы доступные для коллективного использования, проведена необходимая работа, как с данными, так и метаданными для них. Метаданные содержат информацию о различных характеристиках набора данных проекта, включают в себя имена исследователей, наименование набора данных, ключевые слова и прочую информацию, относящуюся к проекту для которого данные были получены. Метаданные также содержат самую общую информацию и предназначены для организации поиска необходимых наборов данных согласно заданным критериям. Разработана и реализована структура базы метаданных природных и климатических характеристик. Для ее наполнения создана анкета, основные поля которой и содержат эту информацию. Среди них: Руководитель проекта/Исследователи; Классификация области исследований; Информация о наборе данных и инструменте измерений; географическое описание места наблюдений/измерений и Условия доступа к данным.

Эффективность использования специализированных научных веб-сайтов и порталов, прежде всего, определяется скоростью поиска и формирования требуемого набора данных об окружающей среде и организации к ним оперативного доступа, т.е. соответствующие метаданные должны быть пригодными для автоматической обработки.

Для формирования таких метаданных нами используется стандарт RDF (<http://www.w3.org/RDF/>), который является моделью описания, созданной на базе широко используемых стандартов Dublin Core, Ecological Metadata Language, Directory Interchange Format, стандарта Федерального Комитета по Географическим Данным (США), а также XML-спецификации, разработанной в рамках сети NERIN (Орегонский университет).

RDF схема может быть использована в качестве универсального инструмента для описания данных по окружающей среде с последующей организации доступа к ним через Интернет.

Кроме информационных ресурсов веб-портал по наукам об окружающей среде АТМОС представляет и некоторый ряд вычислительных ресурсов, доступных через глобальную сеть. В их числе численная параметрическая модель взаимодействия атмосферы с сушей, глобальная региональная модели динамики атмосферы.

Для визуализации данных используется пакет GrADS с открытым кодом. Для тестовой обработки используются данные реанализа Национального Центра Атмосферных Исследований США, которые содержат множество измерений и смоделированных значений различных метеопараметров за период с 1950 по 2002 годы.

В настоящее время возможности системы позволяют вычисление таких параметров, как временное среднее, минимальные и максимальные значения, разброс, дисперсия и стандартное отклонение для различных пространственных и временных диапазонов. Эта функциональность доступна для таких метеопараметров как атмосферная температура, относительная влажность, атмосферное давление и геопотенциальная высота.

Ниже приведены графики, иллюстрирующие применение системы.

Помимо этого портал представляет интерактивный доступ к геоинформационной системе по Западной Сибири, работа которой обеспечивается оригинальным программным обеспечением, разработанным на основе открытых кодов.

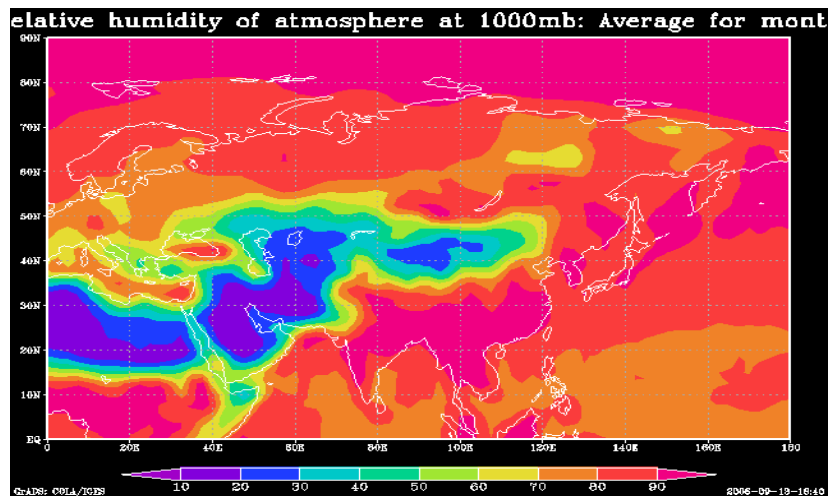


Рис.14. Средняя относительная влажность с 1991 по 2001 гг.

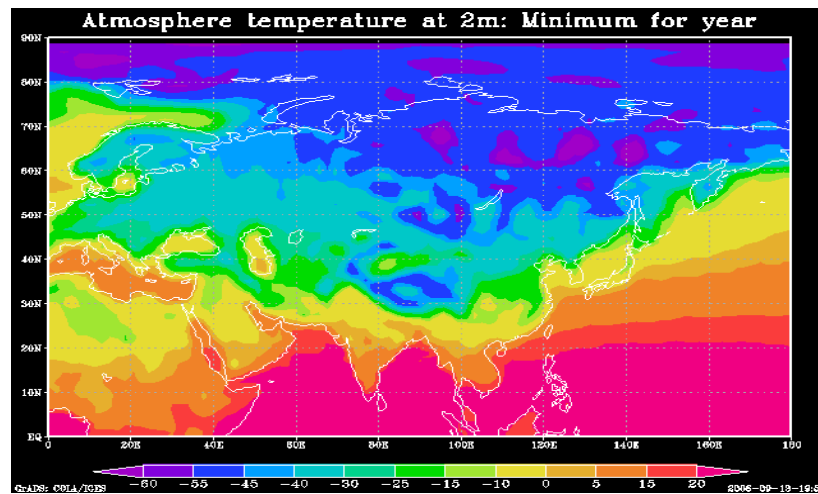


Рис. 15. Минимальная атмосферная температура в январе с 1991 по 2001 гг.

Накопленный в процессе работы опыт позволяет ставить задачу о разработке основы распределенной инфраструктуры для информационно-вычислительной поддержки исследований природной среды региона.

Другой задачей, решаемой в рамках проекта, является создание программного инструментария, который бы позволял выполнять базовые математические и статистические расчеты, как с различными данными локальных и спутниковых наблюдений, так и с данными моделирования, с последующим графическим представлением результатов в режиме онлайн посредством разработки специализированного веб-приложения научного портала АТМОС. Для этого разрабатываются программные средства, обеспечивающие Интернет-доступ к унифицированной информационной системе, а также формируется набор стандартных программных инструментов для обработки и визуализации данных. Интерфейс пользователя представляет собой динамическую HTML-форму для ввода параметров вычислений и визуализации.

1.2 Интегрирование пространственно распределенных рядов данных климатических и метеорологических измерений в рамках ГИС-портала в единое рабочее пространство в сети Интернет

Разработка и создание ГИС-портала

Работа по созданию и развитию двуязычного Интернет портала АТМОС <http://atmos.scert.ru>, ориентированного на предоставление коллективного доступа к атмосферным данным и решение типовых вычислительных задач в области исследований кли-

матических процессов на региональном уровне, включает автономный раздел по созданию специализированного ГИС-портала. Его основная цель - представление интерактивного доступа к пространственно ориентированной информации через геоинформационную систему. При этом функционирование такого портала обеспечивается оригинальным программным обеспечением, разработанным на основе открытых кодов.

В качестве основы для интерпретатора ГИС используется разработка Университета штата Миннесота (США) MapServer (<http://mapserver.gis.umn.edu/>). Этот продукт обеспечивает Интернет-доступ к пространственно-распределенным данным, как в векторном (ESRI shape files), так и в растровом (TIFF, JPG, GIF, ERDAS) форматах, распространяется бесплатно с открытыми исходными кодами и работает на платформах целиком состоящих из бесплатного ПО (Linux, Apache).

Разработанный нами ГИС-портал <http://gis.imces.ru/gisportal/> реализован как веб-приложение на основе протокола CGI, а взаимодействие с пользователем осуществляется посредством протокола HTTP. Все программы, реализующие функциональность ГИС портала реализованы на языке программирования Perl. Создание веб-приложения подразумевает реализацию определенной инфраструктуры, позволяющей разрабатывать непосредственно само приложение. В данной системе используется авторская система «CGI Core», реализующая необходимую инфраструктуру.

Функциональность административной части реализована полностью на языке Perl. Она фактически представляет собой веб-приложение, построенное на инфраструктуре, предоставляемой API системы «CGI Core». Это приложение предоставляет удобный графический интерфейс к базе данных на основе элементов управления HTML.

Для более полного описания экологических процессов и их взаимосвязи с климатическими параметрами через внешнюю информационную оболочку реализуется возможность включения и использования данных, полученных при выполнении комплексных проектов и программ, а также имеющиеся в литературе результаты многолетних биологических исследований, проведенных на научных базах и стационарах Западной Сибири и Алтая.

С учетом описанной структуры данных и основной направленности исследований было принято решение о создании распределенной информационно-вычислительной системы (ИВС) с доступом по сети Интернет, использующей необходимые для анализа пространственно распределенных данных возможности геоинформационных (ГИС) технологий. Указанная ИВС включает три взаимосвязанных, но в то же время имеющих все необходимые автономные средства и ресурсы, уровня:

- средства формирования и управления базами данных, а также комплексными проектами и программами различного уровня – информационный уровень;
- вычислительные средства и блок численных моделей исследуемых процессов – вычислительный уровень;
- средства пространственно-временного анализа и визуализации – ГИС-портал.

Проект реализован с использованием технологии «тонкого» клиента через Интернет-браузер с тем, чтобы предъявлять минимальные требования к программному обеспечению и вычислительным возможностям на рабочей станции пользователя. В связи с этим, в качестве оборудования сервера выбран двухпроцессорный сервер высокой производительности и высокой скоростью обмена данных с жестким диском, чтобы обеспечить бесперебойную обработку запросов от большого числа пользователей. Проведены работы по обеспечению Интернет-доступа к серверу и настройке программного обеспечения. В настоящее время реализован интерфейс пользователя для доступа к геоинформационным данным, показанный на рисунке, включающий в себя следующие возможности:

1. Выбор одной из имеющихся зон интересов пользователя (на основе имеющихся ГИС- данных)
2. Выбор и отображение тематических информационных слоев (как растровых так и векторных), задание порядка отображения этих слоев.

3. Масштабирование
4. Выбор объектов на отображаемой области в одном либо нескольких отображаемых слоях.
5. Отображение атрибутивной информации по выбранным объектам.

Накопленный в процессе работы опыт позволяет ставить задачу о разработке основы распределенной инфраструктуры для информационно-вычислительной поддержки исследований природной среды региона.

1.3 Создание единой информационной базы для мониторинга природно-климатических систем

Для обеспечения комплексных научных исследований в области мониторинга природно-климатических систем в ИМКЭС СО РАН создается единая информационная база, объединяющая разноформатные данные натурных измерений. В рамках реализации этой программы формируется база данных физико-химических и биологических свойств торфа, полученных по стратиграфическим колонкам на ключевых участках различных типов лесоболотной системы Западной Сибири. Она включает фактические данные и метаданные, характеризующие условия и параметры отбора проб, ботанический состав, классификационные показатели торфа, результаты лабораторных анализов кернов и необходимый набор данных для географической привязки пунктов отбора проб торфа к территории.

В настоящее время осуществляется анализ результатов обработки материалов экспедиционных исследований на четырех ключевых участках Большого Васюганского болота (БВБ), проведенных нами в 2002-2005 годах. Эти участки представляют различные провинции БВБ и в своей совокупности дают его полную характеристику. Проведен комплексный анализ около 2500 образцов торфа, полученных при обработке 63 детально отобранных кернов на всю глубину болотных отложений от 2,5 до 5,2 метров.

В качестве основных ключевых характеристик исследовались ботанический состав и степень разложения, зольность и плотность, рН и содержание пигментов, элементный и микроэлементный состав, радиоуглеродное датирование образцов по ^{14}C и определение в них соотношения стабильных изотопов $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$. Для дополнительного датирования верхних слоев торфа проводилось измерение ^{210}Pb и ^{137}Cs , а также определялся возраст корневой шейки болотной сосны. Для реконструкции водных режимов проводился расчет по экологическим шкалам на основе анализа ботанического состава торфа, а для реконструкции климата - спорово-пыльцевой анализ образцов торфа. Начаты исследования теплофизических свойства торфа для последующего моделирования криогенных процессов.

Таким образом, на основе полученных результатов формируется база данных свойств торфа, которая сопрягается с ГИС-порталом и информационно-моделирующей системой, разрабатываемыми в Институте. Интеграция базы данных с ГИС-порталом позволяет проводить пространственный и динамический анализ распределения свойств торфа во взаимосвязи с данными дистанционных спутниковых исследований, рельефом местности и климатическими условиями.

Для построения многомерной модели развития болотообразовательного процесса начата количественная обработка имеющихся фондовых материалов геологической разведки и создается база данных свойств торфов на северо-восточных отрогах Большого Васюганского болота по 518 пунктам отбора Иксинского болота.

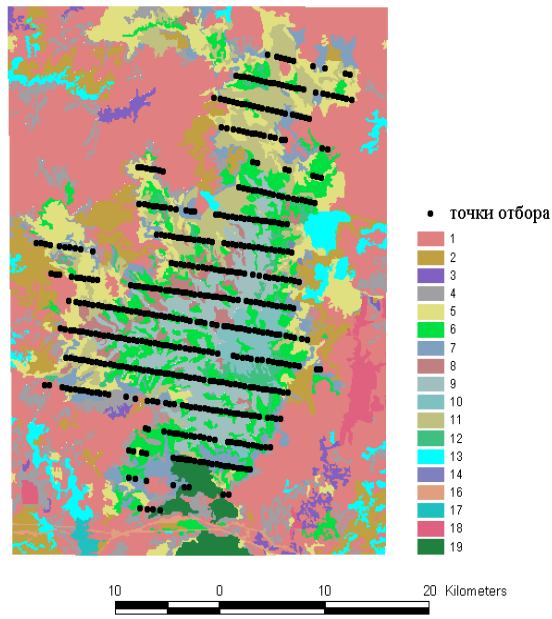


Рис. 16. Пункты отбора для базы данных свойств торфа

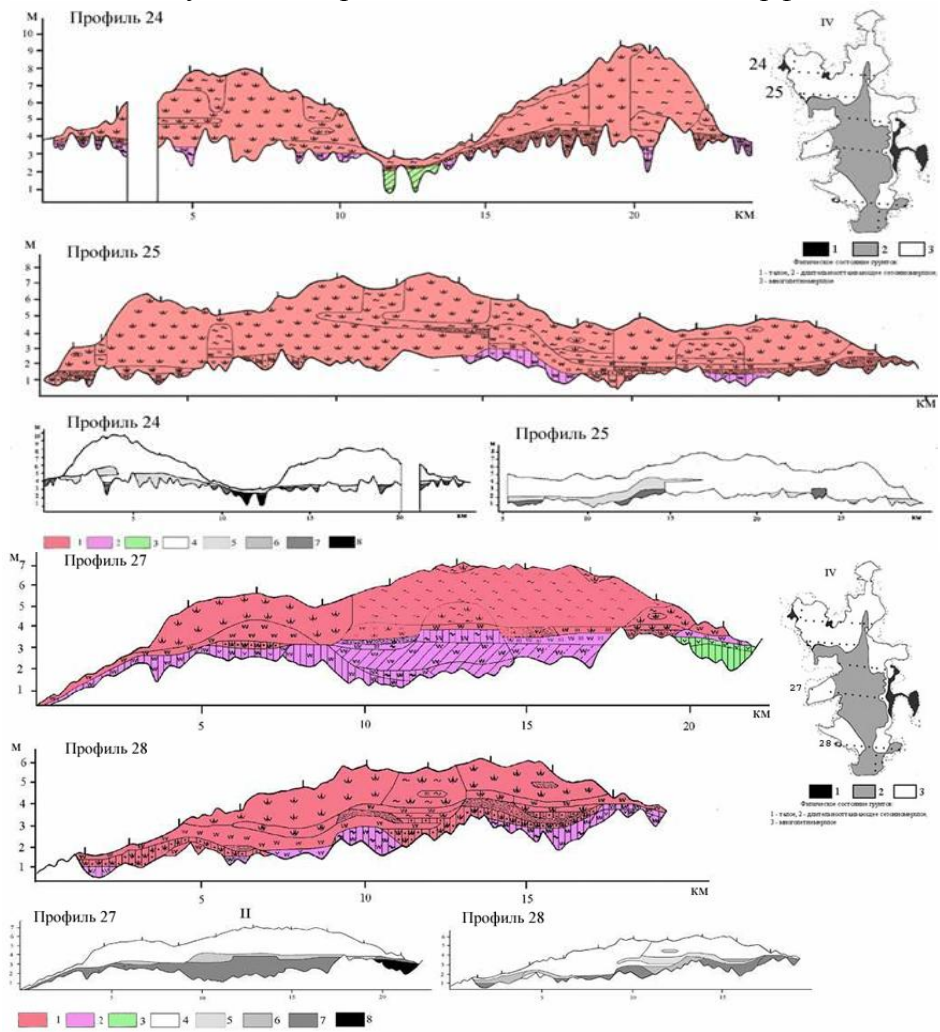


Рис. 17. Стратиграфические разрезы торфяной залежи Бакчарского болота

2. Разработка комплексной методики палеореконструкции климатических и экологических характеристик

2.1 Палеоклиматические исследования торфяных отложений

Полученные данные используются нами для разработки информационной модели процесса болотообразования и создания геоинформационной технологии палеореконструкции климата, водных режимов и криогенных процессов голоцена лесной зоны Западной Сибири по эволюции количественных характеристик различных процессов в торфяных отложениях.

Установлен климатогенный генезис нарушений закономерностей изменения содержания микроэлементов по глубине торфяных отложений. Максимумы содержания и минимальные скорости накопления микроэлементов обусловлены прекращением аккумуляции торфа в результате криогенных процессов, формирования вторичных озер и пожаров.

Определена количественная характеристика цикличности болотообразовательного процесса: степени обводненности поверхности, реконструированного по индексу влажности, и скорости аккумуляции торфа и углерода.

Выявлены циклы периодичностью 1500-1000, 1000-750 и 500 лет, аналогичные циклам, установленным для водных режимов западно-европейских и северо-американских болот: 1000-1100, 800, 520-560 лет и состояний океана: 1650 лет

2.2 Палинологические исследования

В основе методики лежит метод комплексных палеологических исследований озёрных отложений всё более широко применяемый в зарубежной науке, но впервые использованный для озёр, расположенных на различных высотных уровнях в горах Сибири. Удалось восстановить пространственную и высотную динамику растительности под воздействием естественных климатических факторов в различные периоды голоцена. Ключевым моментом в таких палеореконструкциях является строгая увязка палеопалинологических данных с гипсометрией ландшафта, а так же с современной экологической приуроченностью исследуемых биоиндикаторов. Горы Сибири в отличие от горных территорий Европы и Америки имеют значительное преимущество для таких исследований, поскольку их растительность в настоящее время очень слабо подверглась антропогенному изменению и имеет четкую высотную поясность, в то время, как в Европе и Америке практически не сохранилось естественного растительного покрова для выявления природных климато-биотических взаимосвязей.

Перспективным является дальнейшее развитие данной методики палеореконструкции, основные направления которой следующие:

1. Уточнение экологической приуроченности используемых биоиндикаторов и построение переходных функций от биоиндикаторов к количественным показателям климата и окружающей среды.
2. Применение метода геоинформационных систем в пространственных палеорекострукциях изменений растительности и ландшафтов на основе палеоэкологических данных.
3. Переход от качественных палеорекострукций к численным палеорекострукциям климата и окружающей среды, как в ретроспективном плане, так и в пространственном с использованием геоинформационных систем.
4. Корреляция данных палеобиоиндикаторов с изменениями физико-химических параметров среды (соотношение устойчивых изотопов углерода и водорода, геохимические изменения, изменения в литологическом составе исследуемых отложений), что позволит перейти от оценки изменения отдельных параметров среды к оценке биогеоценотической и биогеосферной.

2.3. Разработка и экспериментальная верификация математической модели годичных колец деревьев, содержащей характеристики погоды.

Сформулированы принципы биомониторинга природно-климатических изменений:

1. Биохроноиндикатор является естественным сглаживающим фильтром внешних воздействий и имеет регулярный прогноз своего развития.
2. Состояние окружающей среды может непосредственно оцениваться значениями физических параметров биохроноиндикатора, максимизирующих его целевую функцию.

Анализ природных колебательных процессов впервые осуществлен путем применения функций с монотонной фазой, которая определяется, в том числе и за пределами формализма аналитического сигнала. Анализ использует новый алгоритм «сжатие-растяжение», реализующий однозначное, непрерывное и обратимое преобразование колебательного процесса, приближающего его к гармоническому. Разработанный подход показал эффективность при решении следующих задач:

- восстановление формы оптической поверхности из широкополосной интерферограммы в рамках спектрального метода;
- исследование непрерывно по сезону вариаций радиального роста годичных колец дерева;
- приведение к одной системе координат и датировка колебаний параметров окружающей среды, измеренных различными методами.

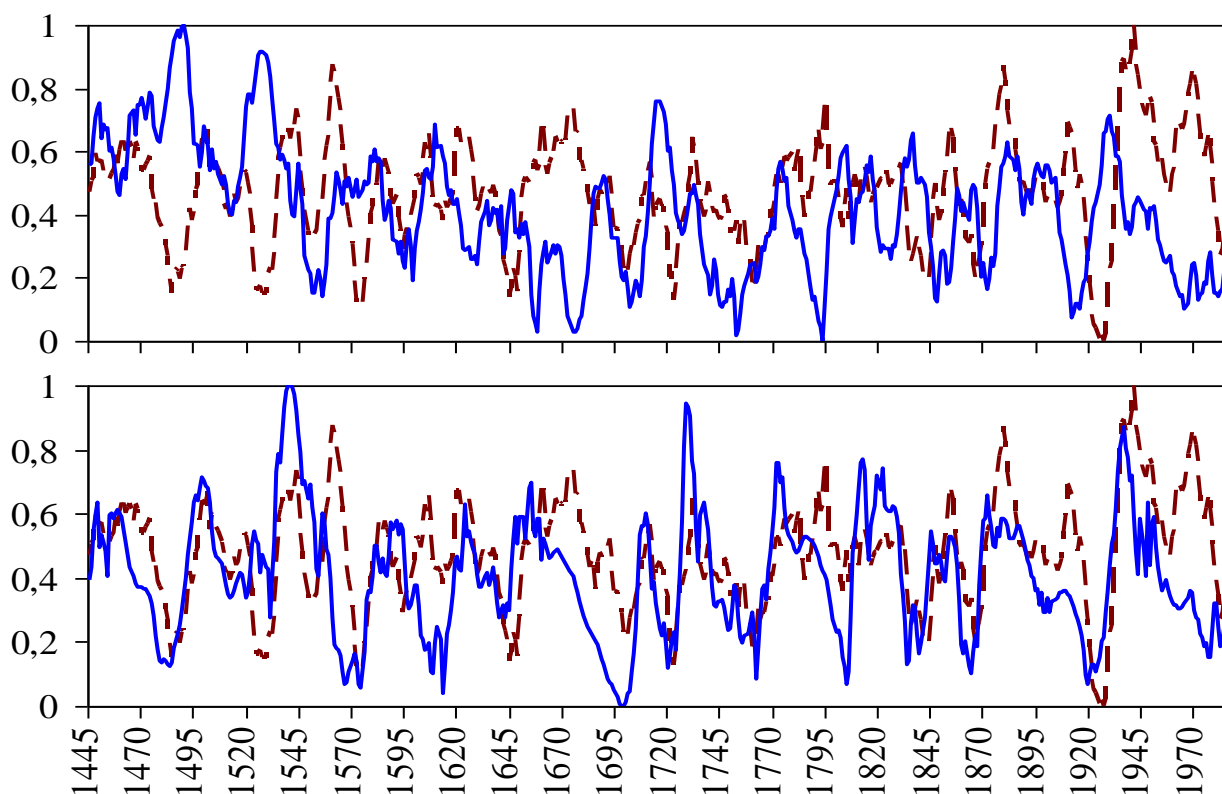


Рис. 18. Датировка концентраций изотопа ^{18}O в ледяном керне из скважины GISP2 (Гренландия) по концентрациям изотопа в древесине годичных колец деревьев (Иркутск, Байкал). Вверху нормированные исходные ряды концентраций ^{18}O , коэффициент корреляции рядов равен **-0,181**. Датированные ряды внизу, коэффициент корреляции существенно возрос и равен **0,416**. Концентрации в ледяном керне - сплошная линия, в годичных кольцах - штрихи.

3. Технические средства мониторинга литосферных процессов

В 2006 году проведена модернизация основного технического средства для регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) - многоканального геофизического регистратора МГР-01.

Он осуществляет регистрацию магнитной составляющей интенсивности импульсного потока ЕИЭМПЗ в двух направлениях преимущественного приема (С-Ю, В-З) на частоте 14,5 кГц. Коэффициент преобразования каналов магнитной составляющей ЕИЭМПЗ $-5.8 \cdot 10^{-3} \div 58 \text{ В} \cdot \text{м}/\text{А}$ при коэффициенте усиления от 1 до 10^3 . По электрической составляющей ЕИЭМПЗ регистрируется интенсивность импульсного потока в диапазоне частот 0,8 – 160 кГц. Регистратор имеет собственную независимую память и аккумуляторное питание, что позволяет ему работать в автономном режиме не менее 24 часов. Конструктивно «МГР-01» выполнен в герметичном контейнере-чемодане, что позволяет использовать его при работе в полевых условиях, даже в воде на глубине до 5 м.

В этом варианте регистратор предназначен для проведения фундаментальных исследований в области исследования взаимосвязи литосферных, атмосферных и гелиосферных процессов. Исследуются также возможности использования МГР-01 в комплексе с другими системами регистрации для решения ряда других практических задач: для разработки систем оперативного прогноза землетрясений, при исследовании кинетики и механики криогенных процессов, для оперативного обнаружения литосферных аномалий и мест скопления углеводородного сырья.



Рис. 19. Внешний вид регистратора «МГР-01»

В процессе выполнения опытно-конструкторских работ была создана техническая и конструкторская, выпущена малая серия регистраторов, которые успешно прошли метрологические испытания с целью утверждения типа средств измерения. Получен сертификат на многоканальный геофизический регистратор «МГР-01» (Госреестр средств измерений №31892-06), предназначенного

для исследования процессов, происходящих в земной коре и сопровождающихся излучением электромагнитных волн радиодиапазона. С использованием МГР-01 разработаны новые методики экспресс-оценки сейсмической опасности (патент РФ №2238575). Изготовлено и эксплуатируется 12 регистраторов «МГР-01» в ряде институтов СО РАН; приборы также проходят испытания в геологических службах МЧС РФ и компании «Трансгаз».

В процессе натурных испытаний регистратора были установлены, предварительные закономерности, влияния экранирующих свойств, природных объектов на ЕИЭМПЗ и изменения направления вектора поля в течение суток. Полученный результат позволяет сформулировать задачи дальнейших, фундаментальных исследований, с целью выявления механизмов возникновения ЕИЭМПЗ.

Полный отчет по проекту в соответствии с требованиями представлен координатору Программы, а также отправлен во ВНИИЦ.

Проект 28.2.3. Разработка новых методов, технологий и приборов на основе оптических, радиоволновых и акустических эффектов для контроля природных и техногенных систем, а также для решения специальных задач (научный руководитель: д.т.н. Тихомиров А.А.)

Проект включает 4 блока:

Блок 1. Разработка методов и технических средств для контроля аэрозольно-газового состава дымовых выбросов в атмосферу (отв. исп. к.ф.-м.н. М.А. Булдаков).

Блок 2. Разработка методик и технических средств измерений первых и высших моментов метеорологических полей в приземной атмосфере для исследований в области физики атмосферы и экологического мониторинга, а также решения спецзадач (отв. исп. к.ф.-м.н. А.Я. Богушевич).

Блок 3. Разработка методов и технологий создания оптических элементов для систем лазерного газоанализа и решения спецзадач (отв. исп. д.ф.-м.н. Ю.М. Андреев, к.ф.-м.н. А.И. Грибенюков).

Блок 4. Методы и технические средства регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли и электромагнитной эмиссии твердых тел для контроля природных и техногенных сред (отв. исп. к.т.н. В.Ф. Гордеев).

Блок 1. Разработка методов и технических средств для контроля аэрозольно-газового состава дымовых выбросов в атмосферу.

В 2006 году выполнены следующие работы:

1. Разработан и изготовлен макет газоанализатора окиси углерода (СО) на основе узкополосного интерференционного светофильтра и интерферометра Фабри-Перо, которые формируют многополосовой ИК фильтр. Исследования показали, что при оптимальных параметрах интерференционного светофильтра и интерферометра Фабри-Перо в дифференциальном поглощении ИК излучения эффективно участвует только 5 – 6 линий R-ветви основной колебательной полосы ИК спектра СО.
2. Разработан и изготовлен макет газоанализатора СО, в котором многополосовой ИК фильтр образован интерференционным светофильтром и газовым фильтром (СО + N₂). В данном макете газоанализатора в дифференциальном поглощении ИК излучения эффективно участвуют все линии основной колебательной полосы ИК спектра СО ($\lambda = 4,7$ мкм).
3. Экспериментальное сравнение этих макетов газоанализаторов показало, что газоанализатор на основе газового фильтра помимо более высокой чувствительности обладает и более высокой метрологической стабильностью, из-за того, что газовый фильтр не подвержен расстройке. Для обеспечения требуемой чувствительности газоанализатора СО (~5 мг/м³) необходимо либо повысить чувствительность фотоприемника в области $\lambda = 4,7$ мкм, либо использовать в качестве источника излучения светодиод среднего ИК диапазона.
4. Проведены сертификационные испытания газоанализатора ДОГ-4 с целью занесения его в Государственный реестр средств измерений. В результате этого завершен цикл работ по разработке, производственным испытаниям, сертификации и подготовке к мелкосерийному производству газоанализатора ДОГ-4 (результат приведен в разделе 1.1. Важнейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований).

Блок 2. Разработка методик и технических средств измерений первых и высших моментов метеорологических полей в приземной атмосфере для исследований в области физики атмосферы и экологического мониторинга, а также решения спецзадач.

В 2006 году выполнены следующие работы:

1. Завершены ОКР по созданию новых модификаций автоматизированных метеорологических комплексов серии АМК-03, которые отвечают различным возможным видам их использования (стационарные, переносные и транспортируемые варианты).

Базовый вариант применяется в основном как метеостанция стационарного базирования и выполняет без участия оператора круглосуточные измерения с передачей их данных на удаленный компьютер, где автоматически выполняется их математическая обработка с регистрацией ее результатов в базе данных.

Создан метеокомплект с автономным источником питания, размещаемый в ранцевом контейнере, переносимом одним человеком. Он предназначен для выполнения метеорологических измерений в экспедиционных (полевых) условиях с регистрацией результатов измерений на индикаторе автономного пульта и при необходимости в переносном компьютере. Этот метеокомплект (шифр 1Б65) сертифицирован как средство измерений военного назначения и рекомендован МО РФ к серийному производству.



Разработан также бортовой вариант метеокомплекса, предназначенный для размещения на транспортных средствах. Модификация (АМК-Б) дополнительно включает метеомачту с приводом подъема/опускания, защитный контейнер (в котором в транспортном положении находится датчик метеопараметров) и пульт управления системой разворачивания метеокомплекса из транспортного положения в рабочее и обратно. Данное изделие также сертифицировано как средство измерений военного назначения.

2. Реализованы в программном обеспечении для АМК-03 алгоритмы оперативного локального прогнозирования значений всех основных метеорологических величин на срок до 6 часов вперед, выполняемого из текущих данных измерений в предшествующие моменты времени. Данные алгоритмы разработаны на основе полиномиальной математической модели временной эволюции метеорологических величин в приземной атмосфере и на применении калмановской фильтрации к изменяющимся во времени модельным коэффициентам, вычисляемым из результатов регулярных измерений АМК-03, выполненных за 3-4 часа непосредственно перед моментом прогнозирования.

3. На основе данных измерений АМК-03 проведены исследования поведения турбулентных характеристик полей температуры и скорости ветра в приземном слое атмосферы в зимний период 2006 г. (январь-март) в г. Томске, включая анализ энергетических спектров этих полей и их корреляционных связей между собой и с метеорологическими параметрами. Для анализа было использовано 6736 2-х минутных выборок рядов мгновенных значений указанных метеовеличин с частотой измерений 160 Гц. Анализ спектров полей скорости ветра и температуры показал, что хорошо известный закон «2/3» Колмогорова-Обухова удовлетворительно выполняется в обработанных периодах времени только для ортогональных компонент скорости ветра. Для спектров температуры этот закон соблюдался не более чем в 25% случаев. Кроме того, обнаружена сильная и повторяемая зависимость корреляции между среднеквадратическими отклонениями температуры и скорости ветра от синоптических условий (циклональных или антициклональных).

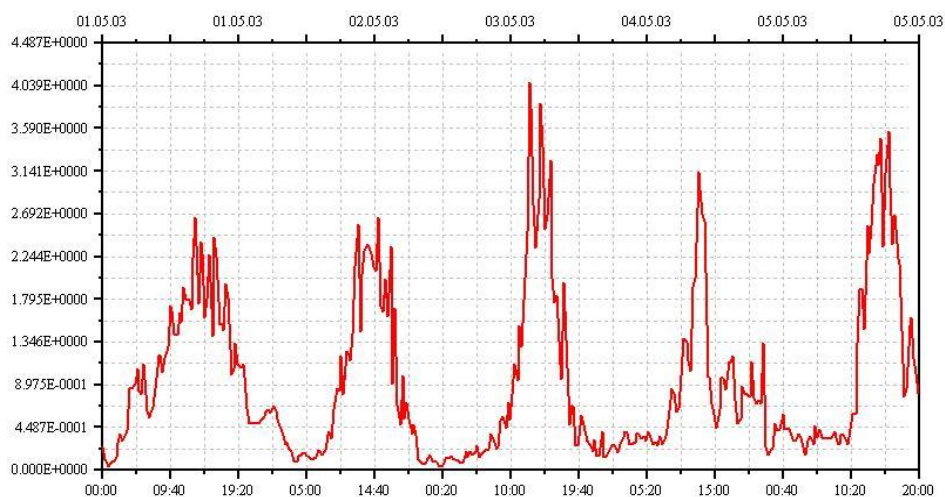


Рис. 20. Рассчитанная по результатам измерений полная энергия турбулентных флуктуаций скорости ветра за 5 дней мая.

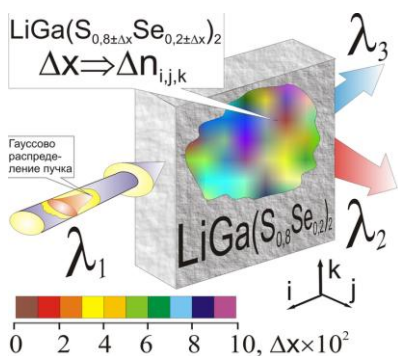
Блок 3а. Разработка методов и технологий создания оптических элементов для систем лазерного газоанализа и решения спецзадач.

В 2006 году по блоку 3а выполнены следующие работы:

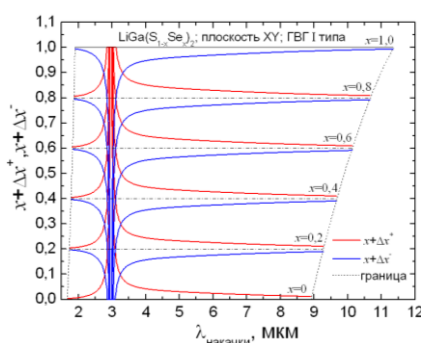
1. Разработана теоретическая модель для анализа процессов параметрического преобразования частоты плоских, коллимированных Гауссовых и сфокусированных пучков накачки в квадратично-нелинейных твердых растворах имеющих объемные вариации отношения смещения. Модель позволяет также проанализировать влияние уровня оптических потерь и эффекта сноса излучений на условия фазового синхронизма и эффективность преобразования частот. С помощью разработанного пакета прикладных программ и экспериментально определенных вариаций отношения смещения для частных и общего случая выполнены численные оценки для процессов генерации второй гармоники, комбинационных частот и параметрической генерации света в $\text{AgGa}_{1-x}\text{In}_x\text{Se}_2$, $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Ga}_2\text{S}$, $\text{LiIn}(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_2$, $\text{LiGa}(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_2$ и т.д. Они, в частности, показали, что оптимальными условиями фазового синхронизма являются условия отличные от условий полного синхронизма. Пределы допустимых вариаций отношения смещения в различных конкретных случаях варьируются в широких пределах: от неограниченно больших - до недостижимых на практике значений в тысячные доли относительных единиц.
2. Впервые исследованы физические свойства монокристаллов $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ до значений отношения смещения $x=0,4$. Исследования показали, что спектр поглощения $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ смещается в коротковолновую область с одновременным уменьшением уровня линейных оптических потерь и сохранением типа кристаллической структуры, а твердость неуклонно растет с увеличением отношения смещения. Лучевая стойкость не изменяется. При этом, экспериментально определенные кривые фазового синхронизма генерации второй гармоники имеют в три раза меньший градиент изменения в сравнении с результатами оценок, как установлено, из-за некорректности известных уравнений Сельмейера для кристаллов GaS. Вся совокупность физических свойств делает кристаллы $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$, $x \leq 0,4$, самыми перспективными для преобразования частоты в пределах среднего ИК диапазона и генерации терагерцового излучения.
3. Проведены исследования условий синхронизма как функции оптического качества кристаллов $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Ga}_2\text{S}_4$, $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ и $\text{AgGaGe}_x\text{S}_{2(1+x)}$. Экспериментально установлено, что наличие центров окраски (цвета кристаллов) приводит к изменениям значений внутренних углов синхронизма в них на величину от 1 до 4^0 .

4. Рассмотрена возможность разработки параметрического генератора света (ПГС) на основе кристаллов AgGaS_2 конкурентоспособного в сравнении с ПГС на ZnGeP_2 . Коэффициент оптических потерь современных кристаллов AgGaS_2 доведен до значений $\alpha \leq 0,001 \text{ см}^{-1}$. Запущенный ПГС I типа на кристалле AgGaS_2 с накачкой Nd:YAG лазером показал рекордные выходные энергетические параметры и диапазон генерации для данного кристалла, превзойдя параметры отечественных ПГС на основе отечественных кристаллов ZnGeP_2 . Показана возможность дальнейшего улучшения параметров такого ПГС путем увеличения диаметра пучка и числа рабочих элементов до трех.
5. Впервые запущены и исследованы параметры ПГС с кольцевым резонатором и накачкой цугом пикосекундных импульсов Nd:YAG лазера, а также генераторы бегущей волны на основе кристаллов $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$, $\text{AgGaGe}_x\text{S}_{2(1+x)}$ и $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Ga}_2\text{S}_4$ с накачкой излучением пикосекундными импульсами Nd:YAG и Er:YAG лазеров, а также фемтосекундными импульсами Ti:Sapphire лазера.

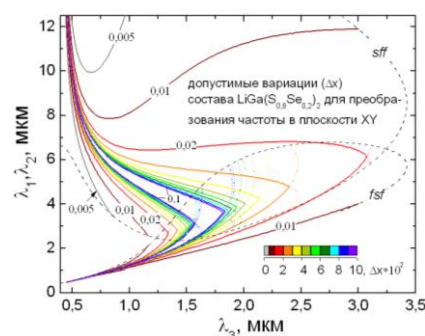
Твердый раствор тройного соединения $x(\text{LiInSe}_2):(1-x)(\text{LiInS}_2)=\text{LiIn}(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_2$ с квадратичной нелинейной восприимчивостью – преобразователь частоты излучения (x – отношение смещения):



Преобразование частоты излучения в нелинейном элементе с пространственными неоднородностями



Допустимые вариации x в большую Δx^+ (—) и меньшую Δx^- (---) стороны для генерации 2-й гармоники, при которых падение эффективности преобразования $\leq 50\%$



Спектральные области, где та же ситуация имеет место для параметрической генерации излучения при наличии вариаций $|\Delta x| = 0,1; 0,09; \dots 0,01; 0,05$

Блок 3б. Разработка методов и технологий создания оптических элементов для систем лазерного газоанализа и решения спецзадач.

В 2006 году по блоку 3б выполнены следующие работы:

1. Проведены исследования динамических параметров теплового поля вблизи кристаллизационной зоны прецизионной вертикальной термической установки (ПВТУ). Показано, что увеличение пространственного разрешения и повышение временной точности регулирования температуры в рабочем пространстве термических установок позволяют обеспечить непрерывность переходов между операционными тепловыми режимами работы печи и адаптивную подстройку режимов работы секций под оптимальные условия роста при непрерывно изменяющихся в процессе выращивания кристаллов тепловых условиях в рабочем объеме.

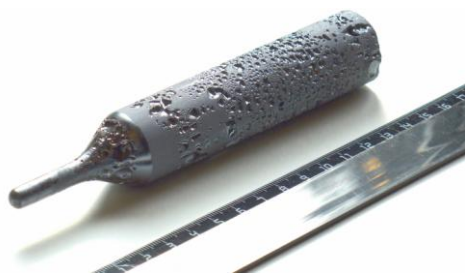


Рис. 21. Монокристалл $ZnGeP_2$, выращенный на новой установке

2. Проведена серия технологических экспериментов по выращиванию монокристаллов $ZnGeP_2$ большого (30 мм) диаметра в ПВТУ. Получены крупные (диаметр 27-30 мм и длина >150 мм) монокристаллы $ZnGeP_2$ высокого оптического качества: в состоянии «сразу после выращивания» кристаллы имеют коэффициент поглощения обыкновенного луча $0,25-0,30 \text{ см}^{-1}$ на длине волны 2 мкм. Такие кристаллы являются перспективными для получения субмиллиметрового (ТГц) излучения. Расчеты показывают, что для генерации разностных частот мод излучения CO_2 лазера с импульсами длительностью $\approx 100 \text{ пс}$ в кристаллах $ZnGeP_2$ можно ожидать до 6 ГВт пиковой мощности в диапазоне длин волн 800 мкм.

3. Исследована возможность управления составом соединения $ZnGeP_2$ в процессе выращивания кристаллов по Бриджмену-Стокбаргеру в вертикальном варианте на затравку. Определено, что применение «неограниченного» источника компонентов паровой фазы позволяет стабилизировать и, в принципе, варьировать состав растущего кристалла.

4. Проведены исследования порога оптического разрушения в зависимости от степени технологической проработки кристаллов $ZnGeP_2$ (после роста, после отжига, после облучения быстрыми электронами) и качества полировки. Получено, что основной вклад в снижение порога оптического разрушения связан с несовершенствами поверхности кристалла, возникающими при их оптической обработке.

5. Обнаружен эффект интерференции высокоинтенсивных пучков света, распространяющихся в направлении перпендикулярном к оси роста кристаллов. Установлено, что обнаруженный эффект связан с полосами роста и для его подавления необходима разработка метода управления размерами слоистой неоднородности при выращивании кристаллов из расплава.

Блок 4. Методы и технические средства регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли и электромагнитной эмиссии твердых тел для контроля природных и техногенных сред.

1. В рамках выполнения задания разрабатывалось специализированное оборудование для исследования механоэлектрических преобразований в твердых телах и разработки новых методик неразрушающего контроля качества композиционных материалов, оценки остаточного ресурса конструкций, краткосрочного прогноза геодинамических событий, поиска литологических неоднородностей и месторождений полезных ископаемых. За отчетный период разработаны технические условия на модификацию регистратора «Прочность», создан пилотный вариант прибора, позволяющий учитывать условия прохождения упругих волн в исследуемом материале и установлена эмпирическая зависимость изменения параметров электромагнитной эмиссии от твердости поверхности бетона при ударном возбуждении.

2. Исследования пространственно-временных вариаций ЕИЭМПЗ были выполнены в период солнечного затмения в марте 2006 г. Известно, что в период затмения меняется состояние ионосферы, а, следовательно, условия распространения радиоволн в диапазоне очень низких частот. Можно было ожидать увеличение интенсивности регистрируемого

потока импульсов, за счет улучшенных условий распространения атмосфериков. Однако существенное увеличение возможно только в случае, если атмосферика (импульсы региональной и тропической грозовой деятельности) составляют существенную долю в структуре ЕИЭМПЗ. В наших работах, в отличие от существующего мнения, отстаивается механизм, согласно которому основной вклад дают импульсы не атмосферного, а литосферного происхождения. Поэтому исследования в период затмения имели принципиальное значение в вопросах происхождения импульсных электромагнитных полей Земли. Синхронно с измерениями ЕИЭМПЗ на полигоне Киреевск (максимальная фаза затмения составляла 88 %) были выполнены аналогичные измерения на Алтае, где наблюдалась полное солнечное затмение. Полученные результаты оказались идентичными.

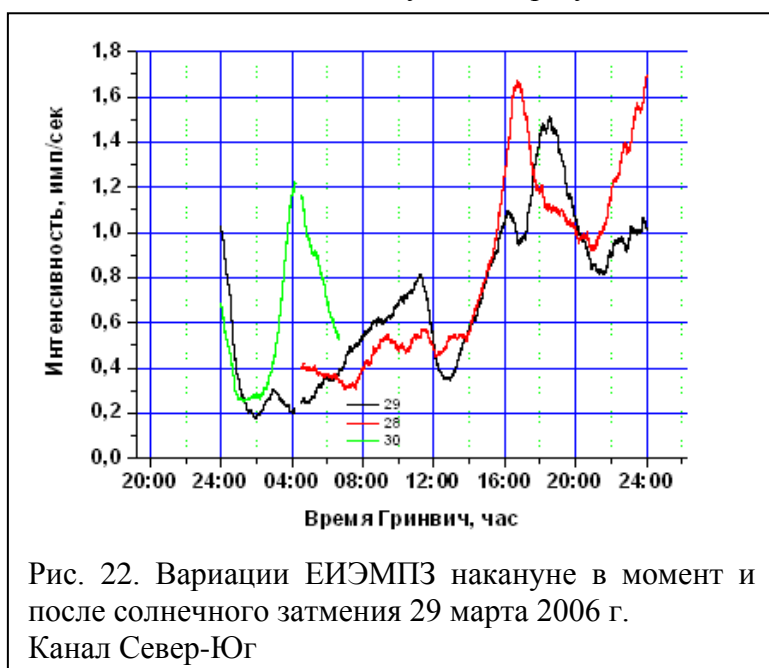


Рис. 22. Вариации ЕИЭМПЗ накануне в момент и после солнечного затмения 29 марта 2006 г. Канал Север-Юг

Пример выполненных измерений показан на рис. 22. Из рисунка видно, что в период затмения (29 марта с 10:42 до 12:38 часов по Гринвичу) суточный ход ЕИЭМПЗ мало, чем отличался от предшествующих и последующих суток. Этот результат подтверждает наши выводы о литосферном происхождении регистрируемого потока импульсов. Литосферное происхождение радишумов Земли кардинальным образом меняет существующие представления об электрических процессах в земной коре и возможности использования этих процессов в решении фундаментальных и

практических геофизических задач.

3. Показано, что грозовая деятельность существенно изменяет интенсивность ЕИЭМПЗ только в период близкой грозовой активности, когда грозовой фронт проходит непосредственно над станцией наблюдения или удален от точки наблюдения не более чем на 10-15 километров.

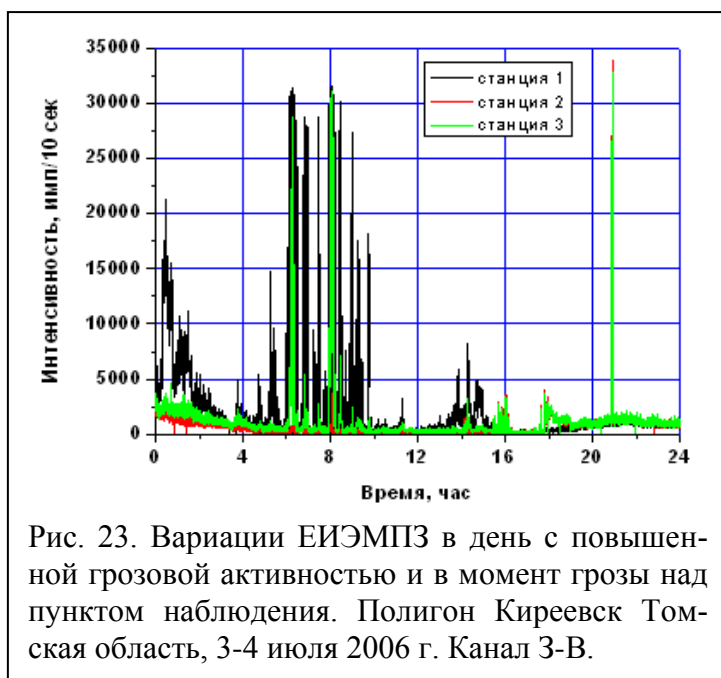


Рис. 23. Вариации ЕИЭМПЗ в день с повышенной грозовой активностью и в момент грозы над пунктом наблюдения. Полигон Киреевск Томская область, 3-4 июля 2006 г. Канал 3-В.

На рис. 23 приведен пример записей ЕИЭМПЗ на полигоне Киреевск тремя станциями наблюдения в период атмосферной грозы. Измерения выполнены с 11 часов по Гринвичу 3 июля до 11 часов 4 июля 2006 г. Явные нарушения типичного суточного хода были зарегистрированы только в период с 5 по 10 час наблюдения, когда грозовой фронт проходил вблизи пункта наблюдения, и были слышны раскаты грома. При этом металлический пол, под которым располагались приемники поля станции 2, практически полностью подавил вклад атмосфериков. Для станции 2 типичный для июля месяца суточный ход

ЕИЭМПЗ наблюдался даже в момент грозы.

4. При финансовой поддержке Фонда Бортника, на технической базе ООО «Сибаналитприбор», разработана техническая документация и изготовлена малая серия многоканального геофизического регистратора «МГР-01» для исследования пространственно-временных вариаций естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) радиочастотного диапазона. Регистратор сертифицирован и занесен в Государственный реестр, как средство измерения. Данная аппаратура успешно используется в институтах СО РАН, институтах и подразделений других ведомств.

Полный отчет по проекту в соответствии с требованиями представлен координатору Программы, а также отправлен во ВНТИЦ.

Проект 24.1.7. Закономерности и особенности самоорганизации геосистем и социально-экономических систем в процессе их взаимодействия.

В рамках основной темы проекта в 2006 году сотрудниками лаборатории самоорганизации геосистем работы велись по трем направлениям: 1. Методологические основы энергетической оценки эффективности функционирования агроэкосистем. 2. Обобщение закономерностей самоорганизации геосистем. Операционально замкнутые структуры и циклы их развития. 3. Исследование динамики экосистем поймы Средней Оби в условиях техногенных воздействий.

1. Методологические основы энергетической оценки эффективности функционирования агроэкосистем.

Впервые на примере сельскохозяйственных предприятий Западной Сибири РФ (СПК Нелюбино Томской области) и степной зоны сев. Казахстана (крестьянское хозяйство «СоМер-2» Карагандинская обл.) проведен эколого-энергетический анализ потоков энергии в АГЭС и определена эффективность μ их использования, определяемая из отношения энергии E_{out} , содержащейся в полученной продукции животноводства к энергии E_{in} , затраченной на ее производство $\mu = E_{out} / E_{in}$. Для СПК Нелюбино (Томский р-н) в производстве продукции растениеводства данный показатель составил $\mu = 1.8$, а для животноводства $\mu = 0.16$; в целом по сельскому хозяйству - 0.65 . Затраты энергии в 2004 году составили 24 ГДж/га . Энергетическая эффективность Казахской АГЭС значительно ниже и составляет $\mu = 0.027$. Коэффициент энергетической эффективности может быть использован как критерий сравнения экологической эффективности различных АГЭС. Полученные предварительные результаты анализа энергетической эффективности сельскохозяйственных предприятий показывает, что возрастание интенсивности земледелия в данных р-нах осуществляется в основном за счет существенного увеличения финансовых и материальных затрат. Сельское хозяйство в РФ, как и в Казахстане является дотационным и другим быть не может, поскольку доля энергетических затрат на единицу продукции в сильной мере зависит от используемой солнечной энергии, энергии дождя и почв, а данные регионы относятся к числу зон рискованного земледелия. Даже в более благоприятных климатических условиях США затраты энергии на производство продукции питания превышают в 10 раз их энергетическую ценность. В условиях Сибири и Сев. Казахстана повышение энергетической эффективности возможно за счет применения экстенсивных методов земледелия: расширения площади вспашки и пастбищного скотоводства. Индустриальные методы интенсификации С/Х должны заключаться в применении замкнутых циклов получения энергии (биотопливо); ветровых энергетических установок, малых гидростанций и термальных подземных источников.

2. Обобщение закономерностей самоорганизации геосистем. Операционально замкнутые структуры и циклы их развития.

Самоорганизующиеся геосистемы (GS) представляют собой парные образования: если формируется система $X(t)$, то вместе с ней формируется и ее спутник – система $Y(X,t)$. Для $Y(X,t)$ система X поставляет энергию и выполняет функции «дома» – определяет пространственные границы развития и время существования. Данный методологический подход позволяет описывать динамику гетерогенных GS в их взаимодействии (рис. 24).

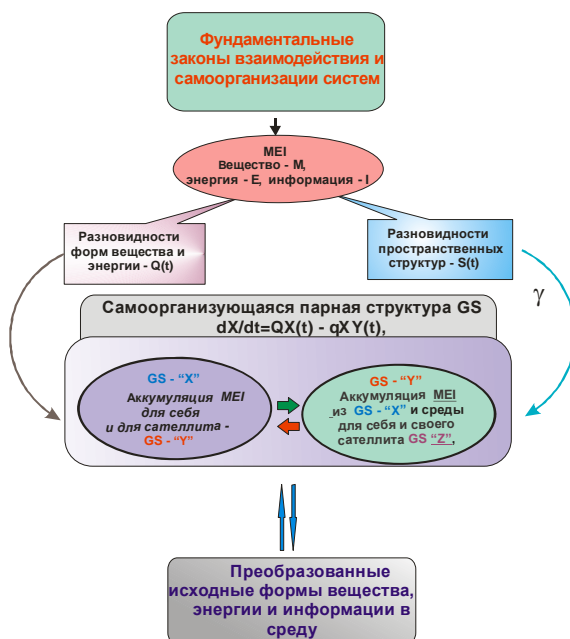


Рис. 24. Функциональная зависимость в гетерогенных геосистемах

Согласно изложенной закономерности, составляющие GS $X \leftrightarrow Y$ подсистемы находятся в функциональной зависимости от самих регулируемых характеристик. Система Y всегда стремится по своей величине к X , и, по существу, ее величина выступает в качестве обратной отрицательной связи, замедляющей и стабилизирующей рост вещества, энергии и информации в системе $X \leftrightarrow Y$. По этим причинам самоорганизующиеся системы относятся к числу автоколебательных *операционально замкнутых* структур, способных к обратимости, т.е. обладающих свойством восстанавливать состояние динамического равновесия, если оно нарушается.

Развитие геосистем является циклическим. Цикл состоит из трех стадий (рис. 25):

1 – *начальный переходный режим формирования*, когда система, накапливая вещество, энергию, информацию (MEI), растет, а энтропия системы уменьшается;

2 - *установившийся, или динамически равновесный период*, когда система «ресурс-потребитель» находится в режиме согласованного автоколебания, не выходящего по амплитуде и частоте за некоторые границы. Динамически равновесное состояние развития системы в целом является детерминированным в том отношении, что оно объективно, и суммарное количество MEI внутри системы в течение времени меняется незначительно, в среднем оставаясь величиной постоянной. При этом устанавливается баланс (динамическое равновесие) в количествах вещества и энергии, энтропии и негэнтропии, выделяемых системой в среду и потребляемых из среды;



Рис. 25. Стадии цикла развития геосистем

3 - *переходный период на спаде развития системы*, когда она начинает разрушаться или видоизменяться в силу прекращения поступления *MEI* или при поступлении их в виде неупорядоченного по расходам потока. При этом количество запасенных *MEI* внутри системы убывает, расход их в *D*-потоке превышает таковой в *F*-потоке, а энтропия системы растет.

Таким образом, характеристика системы $X(t)$ (например, по объему накапливаемой энергии) пропорциональна разнице усваиваемой ею энергии E_x и расходуемой в *D*-потоке энергии E_y для системы $Y(t)$:

$$dX(t)/dt = E_x(t, X) - E_y(t, X).$$

В результате экспериментальных исследований в гидравлическом лотке, впервые описаны новые виды грядовой формы движения обломочного материала – гряды лепесткового типа, формируемые самоограничивающимися струйными течениями и представляющие собой аналог качения деформируемого твердого тела. Раскрыт механизм бифуркации руслового потока. Предварительные результаты исследований доложены на Пленуме Геоморфологической комиссии РАН (Ижевск, 2006 г.).

3. Исследование динамики экосистем поймы Средней Оби в условиях техногенных воздействий.

Разработаны подходы к определению критериев экологической стабильности пойменных геосистем. Степень влияния половодий на продуктивность экосистем поймы учитывается в зависимости от продолжительности и высоты половодий, связанных с ними площадей затопления поймы, температур воды и адаптации экосистем к периодическим изменениям (рис. 26). Рассчитано, что для южного участка поймы Средней Оби регулирование водного режима Новосибирской ГЭС понижает максимальный уровень в год средней водности на 2.0 м.

Карта экологических ситуаций в пойме р. Обь

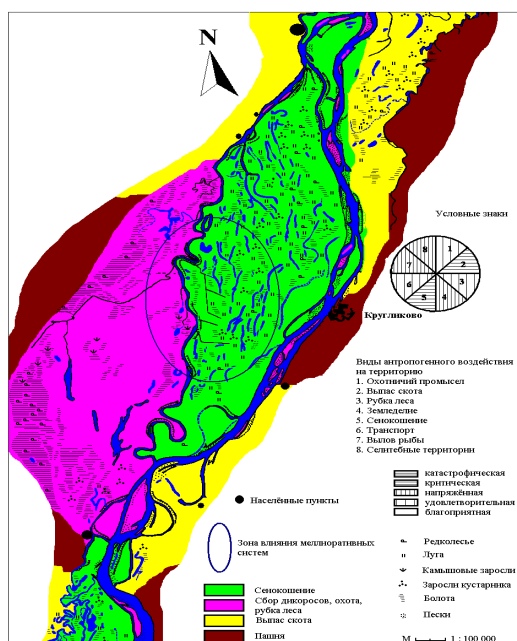


Рис. 26. Карта экологических ситуаций в пойме р. Обь.

В связи с этим обоснованы основные направления рационального природопользования в пойме р. Оби:

1. Первоочередное освоение лугов под сенокосы.
2. Проведение мелиоративных мероприятий на высокой пойме.
3. Развитие типов природопользования, которые оказывают минимальное антропогенное воздействие: туризм, рекреация, национальные промыслы и др.
4. Сохранение баланса естественных и искусственно регулируемых экосистем с учётом экологического потенциала в пределах 50 % на 50 %.

Полный отчет по проекту в соответствии с требованиями представлен координатору Программы, а также отправлен во ВНТИЦ.

Проект 22.1.8. Структура разнообразия в экосистемах бореальных лесов: критерии оценки, мониторинг и прогноз

В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

1. На примере различных форм внутри- и межвидовой изменчивости установлены закономерности автономной, климатической и фотопериодической регуляции развития побегов у российских видов кедровых сосен (Результат приведен в разделе 1.1. Важнейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований).
2. Установлено, что показатели типологического разнообразия и продуктивности темнохвойно-кедровых лесов хорошо коррелируют с типами местности по условиям водообмена, которые как региональная территориальная ячейка процессно-ориентированной типизации лесных земель, служат основой для выявления направления динамики и экогенетических сукцессий темнохвойно-кедровых насаждений в лесоболотной зоне (Результат приведен в разделе 1.1. Важнейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований).

3. Изучение возрастной структуры зеленомошных мелкотравно-зеленомошных кедровников средней тайги выявило существенные различия их возрастной динамики.

В кедровнике мелкотравно-зеленомошном после выхода кедра в господствующий ярус его участие в составе насаждения не превышает 4-5 единиц, преобладание сохраняется до возраста 380-400 лет. Распад кедрового элемента начинается с 320-360 лет и продолжается до 400-420 лет. Смена кедра пихтой ясно выражена (рис. 27).

В кедровнике зеленомошном участие кедра повышается до 7-8 единиц. Кедр сохраняет преобладание до 520-560 лет. При спонтанном развитии через 560-600 лет на месте зеленомошных кедровников формируются темнохвойные насаждения с преобладанием ели. Участие пихты кедра и березы не превышает 1-3 единицы. С началом разрушения кедрового древостоя снижается средний возраст и средний диаметр насаждения.

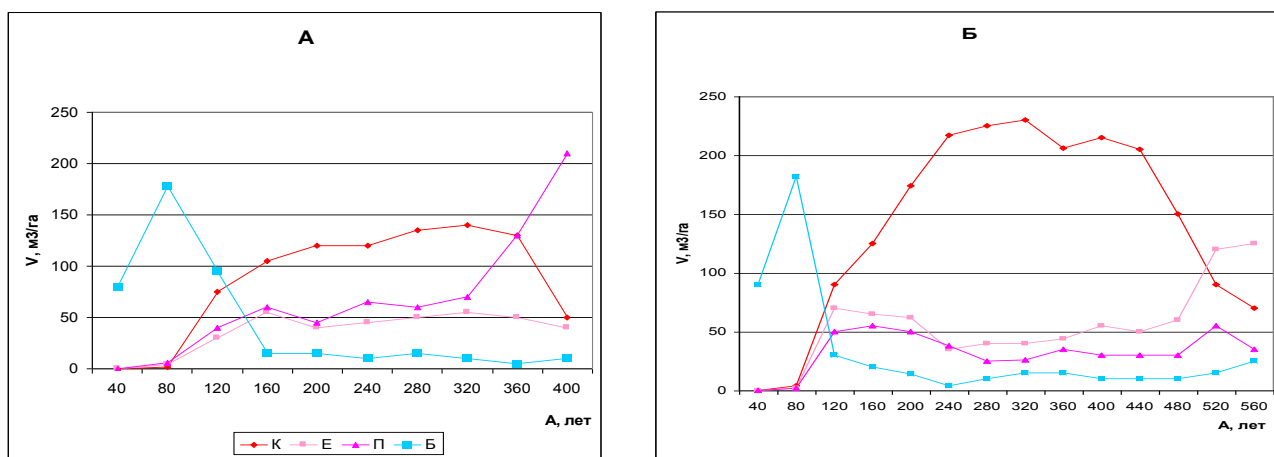


Рис.27. Возрастная динамика кедровников мелкотравно-зеленомошных(А) и зеленомошных (Б)

Полученный результат, наряду с другими результатами проведенных ранее исследований, использован при разработке правил рубок промежуточного пользования в кедровых лесах Западной Сибири, которые после трехлетней апробации и согласования переданы в Администрацию Томской области для практической реализации. Правила содержат систему положений регламентирующих отведение в рубку выделов кедрового леса, в которых заметно снижена репродуктивная функция и в целом жизненное состояние насаждений. На основании правил проведены лесные аукционы и отведено в рубку 8.2 тыс. га. перестойных кедровых лесов.

4. На современном этапе состояние значительной части лесных сообществ определяется формированием гидрофильных ассоциаций в ходе их стадийного экогенеза и последующей стабилизацией на уровне ландшафта повышенной увлажненности экотопов под влиянием роста болот и заторфывания дренажно-сточной сети.

Показано, что для типов местности замедленного водообмена в динамике структуры лесного покрова на современном этапе значительную роль приобретает формирование сукцессионных комплексов темнохвойно-кедровых лесов. Выявлено фронтальное наступление более гидроморфных ассоциаций из исходных слабо выраженных понижений микро рельефа или выположенных ложбин на соседние участки и размывание границ между ними. Последовательный стадийный экогенез сообществ, начавшийся в сопряженных по микро рельефу местообитаниях с нормальным (не избыточным) увлажнением приводит к формированию кустарничково-осоково-сфагновых типов кедровников с установившимся дополнительным поверхностным увлажнением. Состояние повышенной увлажненности

сообществ на современном этапе поддерживается сочетанием внутренних и внешних факторов, которые включают аккумуляцию влаги в экотопе за счет собственно формирования гидроморфной ассоциации, а также приточного дополнительного увлажнения по уклону, рельефу, под влиянием заторфовывания дренажно-сточной сети и роста болот.

При исследовании местообитаний темнохвойных насаждений с участием кедра сибирского выявлены различия лесорастительных свойств почв и средоизменяющая роль лесообразующей породы. Показано, что среднетаежные типы кедровников представлены сложной структурой элементарных биогеоценозов (парцелл): генерации деревьев преимущественно одного возраста и парцелл окон. На стадии потенциального кедровника изменчивость почвенного компонента подкроновых и межкроновых парцелл невысокая. В возрастной динамике усложняется структура насаждений, увеличивается число разнокачественных парцелл окон, происходит трансформация почв, обусловленная нарастанием гидроморфизма и олиготрофизацией верхних горизонтов. К стадии спелости формируются сложные (комплексные) насаждения, в которых элементарные биогеоценозы (парцеллы) контрастны по биогеохимическому круговороту. Необратимая трансформация местообитания сопровождается изменением на всех уровнях биогеоценоза.

5. Исследованы запасы элементов питания в почвах модельных полигонов в средней тайге Западной Сибири.

Под старовозрастными кедровниками и темнохвойно-кедровыми лесами развиты подзолы иллювиально-железистые (P270), сменяющиеся по мере нарастания гидроморфности территории на торфяно-подзолы глеевые (P265) и торфяно-глеевые почвы (P.271). Под производными насаждениями, представленными преимущественно березняками и осинниками, преобладают подзолы иллювиально-железистые, в том числе глееватые. Для сосняков также характерны подзолы иллювиально-железистые. Запасы валового азота и фосфора в почвах низкие. Доступным азотом исследованные почвы высоко обеспечены: его запасы в верхнем 20-см слое варьируют в пределах 0,16-0,37 т/га в сосняках, 0,56-0,63 т/га – в производных насаждениях и от 0,36-0,49 т/га в кедровниках и темнохвойно-кедровых лесах автоморфных местообитаний до 0,76 т/га – в полугидроморфных кедровниках.

6. Экспериментально исследовано и теоретически обосновано, что испарение капель росы значительно отличается от испарения с водной пленки такой же массы. По этой причине роль росообразования в суточном тепловом и водном балансах экосистем и подстилающих их почв может достигать 25 % и 10 % соответственно.

Проведенные исследования подтвердили, что росообразование имеет существенное значение в регулировании тепломассообмена экосистемы в каждой её конкретной точке. Причём процесс этот не маловажный и его необходимо учитывать при моделировании гидротермического режима экосистем (особенно при прогнозе возможных заморозков), а также при составлении водного баланса территории. Например, для кустарниково-зеленомошного кедровника на верхней границе леса в Центральном Алтае моделирование показало, что в летние месяцы росообразование снижает среднемесячную температуру подстилки примерно на 0,5°. В сентябре роса наоборот препятствует охлаждению подстилки до 1°.

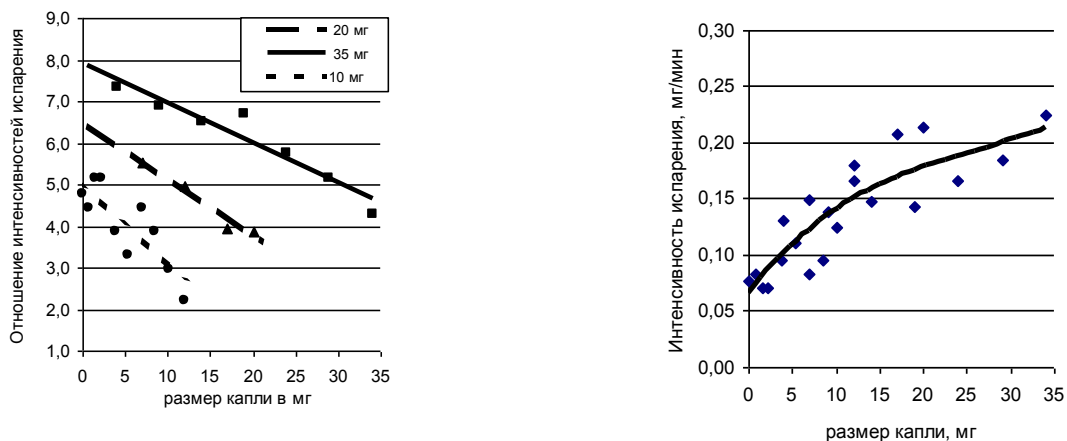


Рис. 28. Отношение интенсивности испарения плёночной влаги и интенсивности испарения капли в зависимости от начального размера (а) и зависимость скорости испарения капли от размера (при комнатных условиях) (б).

7. Установлены таксационные показатели и выявлены особенности структуры древостоя в среднетаежных темнохвойно-кедровых лесах свежих и влажных местообитаний. В тех же кедровниках выявлен породный состав, количественные характеристики и краткосрочная динамика естественного возобновления.

В кедровниках IV класса бонитета кустарничково-сфагнового и кустарничково-осоково-сфагнового типов леса на торфяно-подзолах глеевых и подзолах глеевых в возрасте 220-240 лет наблюдается усложнение структуры древостоя вследствие формирования под господствующим пологом второго яруса, что определяет разновозрастность насаждений. Кедровники этого типа леса в данном возрасте являются устойчивыми, что обусловлено преобладанием кедра в составе формирующегося второго яруса при низкой доле его фитоценологических конкурентов – ели и пихты.

Для всех исследуемых кедровников установлено увеличение в течение года (с 2005 по 2006 гг.) доли кедрового подроста за счет появления молодых особей и уменьшения количества лиственных пород, а в кедровнике мелкотравно-зеленомошном также и за счет гибели пихтового подроста. Отмеченная равномерность отпада подроста основных лесобразующих пород и достаточное возобновление является, по-видимому, одним из механизмов сохранения устойчивости данных лесных экосистем в условиях средней тайги Западной Сибири.

8. Разработаны методологические подходы к комплексному мониторингу, учитывающие как элементы структурного разнообразия, так и разнообразие условий природной среды.

Отмечается, что в комплексном экосистемном мониторинге, в отличие от экологического или ресурсного, все компоненты леса выступают равноправными участниками, и их индикаторная роль оценивается на каждом иерархическом уровне, т.е. рассматривается равноправный вклад всех компонентов лесного ландшафта в динамику и устойчивость лесного покрова.

9. Выявлены разнообразие и специфичность виталитетной структуры кедра сибирского в лесных сообществах средней и южной тайги Западной Сибири с разным типом и степенью нарушенности вследствие негативного воздействия природных и антропогенных факторов, определяющих жизненное состояние насаждений.

Проведенные исследования показали перспективность использования метода виталитетных спектров как для оценки современного состояния темнохвойно-кедровых лесов и прогноза динамики их структурного разнообразия и степени устойчивости под влиянием природных и антропогенных факторов, так и для разработки рекомендаций по организации регионального и локального природопользования в таежных лесах Западной Сибири.

10. Исследования структуры разнообразия высокогорных лесных экосистем Центрального Алтая (2100-2350 м над ур. моря) позволили выявить 2 основных современных типа: леса климатического типа и леса послепожарного происхождения.

Установлено, что леса климатического типа более 600 лет сохраняющиеся в циклах многократных похолоданий (конец 15 в., рубеж 15-16 вв., рубеж 17-18 вв., конец 18 в., середина первой половины 19 в., начало и середина 20 в.) и потеплений климата (середина 16 в., начало 17 в., середина первой половины 18 в., начало и конец 19 в., конец 20 в.), отличаются высоким разнообразием на видовом и популяционном уровнях.

11. Для лесов климатического типа по следам от шишек на коре и поперечных спилах плодоносящих ветвей была восстановлена динамика репродуктивной активности кедра сибирского за последние 50 лет.

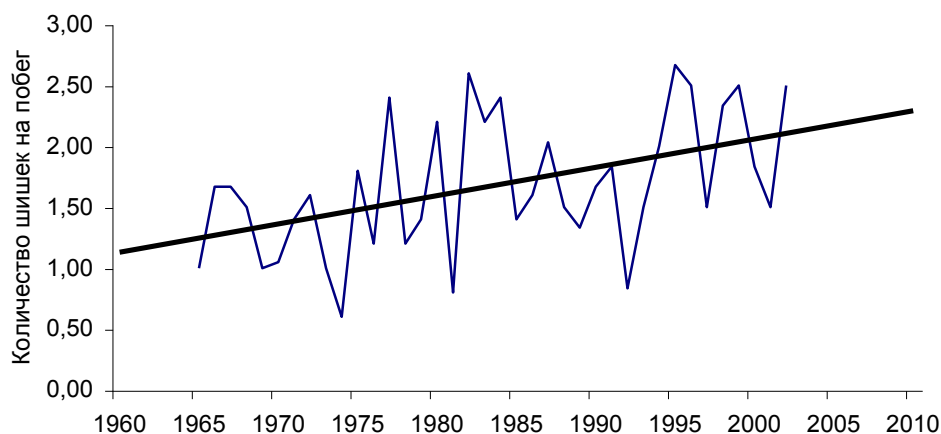


Рис. 29. Хронология репродуктивной активности кедра сибирского в кедровых лесах климатического типа.

На основании проведенных исследований установлено, что заложение шишек кедра отрицательно связано с температурой апреля (-0,34 опосредованно через дальнейшее развитие вегетативной почки) и июля (-0,31, когда происходит формирование собственно генеративного зачатка), что связано с возвратом заморозков в этот период времени, и положительно — с осадками мая и июля (0,34 и 0,35 соответственно), воздействующими аналогично температуре. За последние полвека отмечен положительный тренд динамики половой репродукции кедра, обусловленный глобальным потеплением.

Исследовано влияние глобального потепления климата на погодичную продуктивность деревьев из высокогорных лесных экосистем Центрального Алтая за последние 500 лет. Характер прироста по массе стволовой древесины (восстановленный по площади поперечного сечения ствола - Z_S) деревьев кедра и лиственницы из фрагментов леса, расположенных на разном удалении от языка ледника, имеет большое сходство между собой (рис. 30). На графиках их динамики четко выделяется 3 основных этапа роста. В течение этих этапов отношения между средой и древостоем стабилизированы или меняются с некоторой постоянной скоростью, а переход от одного этапа роста к другому может означать сдвиг либо во внутренних механизмах роста, либо во внешних условиях. Первый этап роста деревьев в сообществах охватывает XVI-XVII вв., второй — XVIII-XIX вв., тре-

тий – XX в. Наименьший прирост стволовой биомассы этих деревьев характерен для второго этапа (XVIII-XIX вв.), а их прирост в XX в. соответствует или даже выше, чем прирост в XVI-XVII вв. Границы этапов роста общие для деревьев обеих пород во всех фрагментах леса: конец XVII – начало XVIII вв. и конец XIX – начало XX в. Первая граница, судя по реконструкции П.А. Окишева (1981) маркирует резкое и непродолжительное похолодание, а вторая – начало активного отступания ледникового языка.

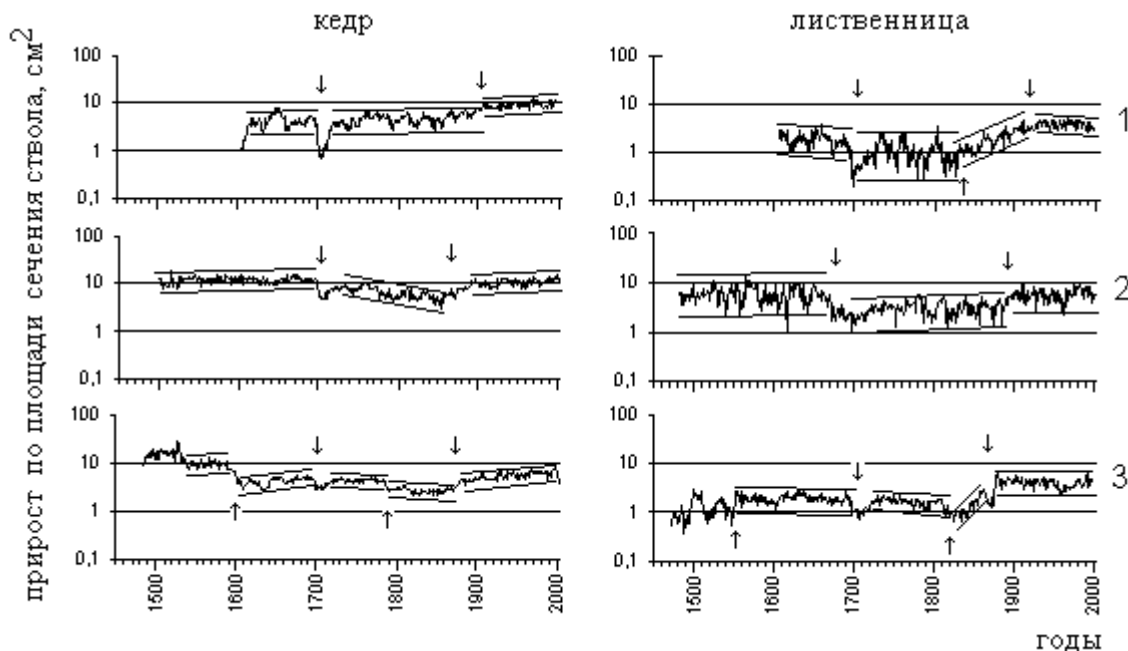


Рис. 30. Динамика прироста по площади поперечного сечения ствола кедр и лиственницы. Местоположения: 1 – морена между ледниками М. и Б. Актру (2300 м над ур.м.), 2 – левый склон долины р. Б. Актру (2280 м), 3 – под фронтальной мореной середины XIX в. ледника М. Актру (2200 м). Стрелками показаны границы этапов роста деревьев.

Таким образом, леса климатического типа, являются уникальным объектом для климатических реконструкций и прогноза изменений биоразнообразия лесов Центрального Алтая в циклах похолоданий и потеплений климата.

Полный отчет по проекту в соответствии с требованиями представлен координатору Программы, а также отправлен во ВНИИЦ.

1.3.2. РАБОТА, ВЫПОЛНЕННАЯ ПО ПРОГРАММЕ ПРЕЗИДИУМА РАН

Программа 16 «Изменение природной среды и климата: природные катастрофы». Проект 5: «Комплексный мониторинг современных климатических и экологических изменений в Западной Сибири» (координатор проекта чл.-корр. РАН М.В.Кабанов)

Региональные аспекты анализа наблюдаемых климатических и экосистемных изменений в свете взаимодействия глобальных и региональных процессов на планете признаны приоритетными. При описании этих изменений необходимо учитывать, что многие климатообразующие факторы космофизического (в том числе гелиосферного), геосферного, биосферного и антропогенного происхождения определяют не только изменения состояний природно-климатической системы, но и специфическую для разных регионов эволюцию тех физических процессов и явлений, которые лежат в основе этих изменений. При таких исследованиях становятся необходимыми как регионализация существующих математических моделей глобального климата, так и организация комплексных инструментальных наблюдений большего числа одновременно измеряемых параметров. Пока сопряжение двух научных подходов (математического моделирования и регионального мониторинга) при совместных исследованиях наталкивается на ряд нерешенных проблем. Результаты анализа наземных и аэрокосмических инструментальных данных для Сибири выявили региональные и субрегиональные (мезомасштабные) особенности наблюдаемых природно-климатических изменений, а также их динамические особенности (временные масштабы). К числу таких особенностей относятся: проявление субрегиональных температурных аномалий до высот, превышающих пограничный слой атмосферы; выявленный климатический феномен, состоящий в повышенной корреляции среднегодовой приземной температуры региона и планетарных индексов с многолетним фазовым сдвигом коррелируемых временных рядов наблюдений, и некоторые другие. Они имеют существенное значение для теории климата.

Исследования динамических характеристик региональных природно-климатических систем необходимы не только для выявления закономерностей наблюдаемых природных и климатических изменений, но и для решения методологических проблем интегрированных региональных исследований. Еще в 1986 году академик Будыко М.И. отмечал, что "... при отсутствии общепринятого определения масштаба времени, разделяющего процессы, формирующие погоду, и процессы, формирующие климат, отличить погодные катастрофы от климатических катастроф не всегда удается". Но вопрос об обусловленных погодными или климатическими процессами экстремальных метеорологических явлениях (в том числе о катастрофах) является лишь одним из многих, если ставится задача о выделенном описании климатических изменений (процессов). При этом встают вопросы и о пространственно-временных масштабах наблюдаемых климатических изменений, и об определяющих факторах, вызывающих эти изменения, и о тех динамических характеристиках, с помощью которых можно адекватно описать эти изменения.

Известные к настоящему времени результаты не являются пока достаточными для адекватного описания региональных природно-климатических изменений, но уже позволяют выделить приоритетные задачи интегрированных региональных исследований. К числу таких первоочередных задач мы относим:

- обоснованный выбор территориальных масштабов для комплексного климато-экологического мониторинга;
- обоснование динамических параметров для согласованного описания по математическим моделям и эмпирическим данным тех климатических и экологических процессов;
- развитие научно-методических основ анализа накопленных инструментальных данных и выявление закономерностей современных природно-климатических изменений для создания необходимой эмпирической базы по моделированию, прогнозированию и

возможному регулированию происходящих региональных изменений с учетом возрастающей роли антропогенных воздействий.

Научные исследования по проекту 16.5, проводились в соответствии с заявленной программой работ. К числу наиболее важных результатов 2006 года относится выполненный цикл работ, продвинувших развитие научно-методических основ комплексного мониторинга и системно-эволюционного анализа климатических изменений. По исследованиям эволюции лесоболотных и болотных экосистем Западной Сибири, проведены системно-эволюционный анализ и группировка торфяных залежей с возрастом от 100 лет до 6,5 тыс. лет, проведена датировка концентраций изотопа кислорода в ледяном керне по соответствующим датировкам изотопа кислорода в древесине годичных колец деревьев. Сформулирована и изучена проблема возникновения кризисных по водообеспечению ситуаций, а также получены оценки природных и антропогенных составляющих в общем загрязнении атмосферы.

1. Развитие научно-методических и технологических основ комплексного мониторинга, включая разработку новых методов и измерительных средств.

Ответственные исполнители: д.г.н. Винокуров Ю.И. (ИВЭП), д.г.н. Дюкарев А.Г., д.т.н. Тихомиров А.А. (ИМКЭС)

1. В целях ландшафтного обеспечения комплексных эколого-географических исследований, ландшафтно-индикационного анализа географической оболочки и мониторинга природной среды, а также в связи с разработкой проблем устойчивого развития и вопросов территориальной организации региональных систем природопользования создана единая схема региональной ландшафтной структуры Сибири на уровне физико-географических провинций (ИВЭП).

Разработанная схема ландшафтной структуры Сибири (рис.31) отличается от имеющихся частных и сводных схем углубленным анализом зональных особенностей территории, зафиксированных в структуре современного растительного покрова, истории геолого-геоморфологического развития, современной геоморфоструктуры и орографии.

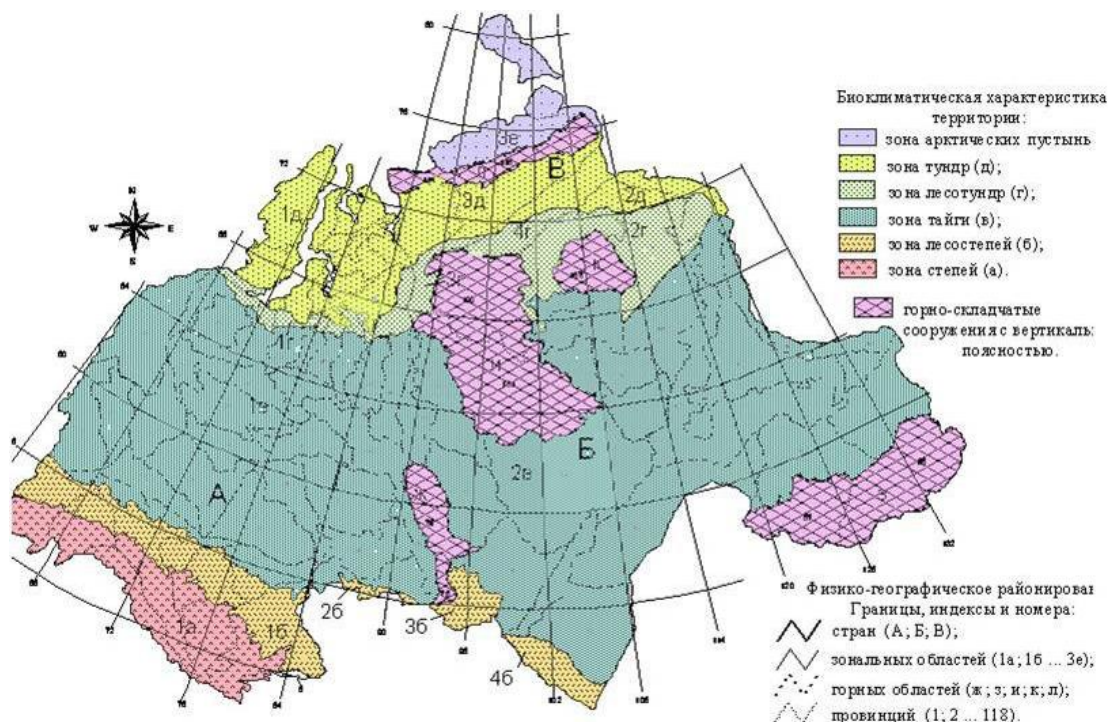


Рис.31. Схема физико-географического районирования Сибири.

Схема является основой для системного изучения природной среды Сибири, ее отдельных частей и объектов, создания общенаучной универсальной и проблемно-ориентированных баз данных и геоинформационной системы, выполнению научных и практических проработок природопользовательского и природоохранного направлений.

2. На основе ландшафтно-динамической концепции организации природной среды (рис.32), разработана методология комплексного мониторинга, обеспечивающая организацию наблюдений за состоянием экосферы в системе региональных полигонов, заложенных в зонах неустойчивого равновесия экосистем: климатических, геолого-геоморфологических границах, а также экотонах, и во временных границах сукцессионных и сезонных состояний (ИМКЭС).

В соответствии с разработанной методологией и технологией в средней тайге Западной Сибири заложено 6 инструментально и координатно привязанных полигонов длительных наблюдений за состоянием лесообразовательного процесса и выявлению климатически обусловленных взаимосвязей. Продолжение исследований на этих полигонах требует дополнительного методического обоснования и развития средств организационно-правового обеспечения, информационного обслуживания.

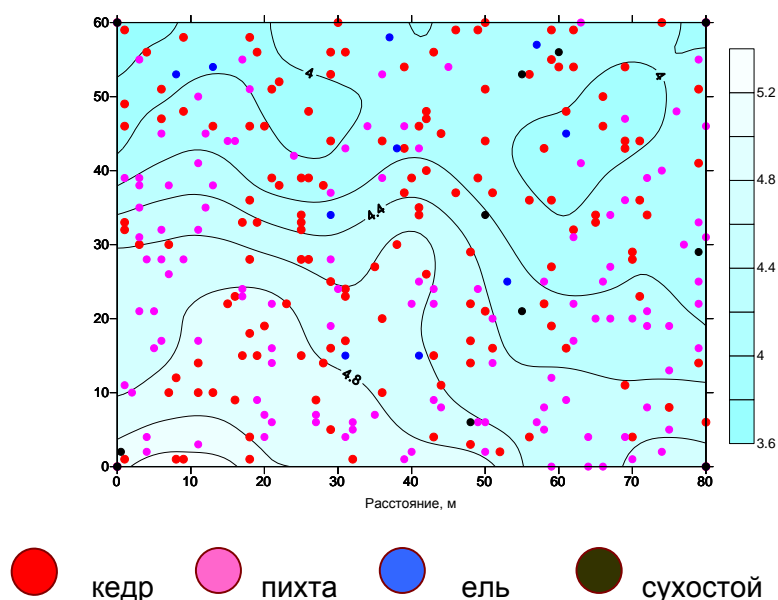


Рис. 32. Площадка комплексного экосистемного мониторинга в средней тайге (Томская область, Кеть-Чулымское междуречье), где проводятся наблюдения за динамикой лесообразовательного процесса в связи с изменением климатических и ландшафтно-гидрологических условий. Все отмеченные на плане деревья имеют порядковый номер и таксационные характеристики в базе данных.

3. Сформулирована и изучена проблема возникновения кризисных по водобеспечению г. Новосибирска ситуаций в теплые маловодные зимы (опасных ситуаций). Установлено, что зимний приток воды в Новосибирское водохранилище и температура зимы в г. Новосибирске могут рассматриваться как независимые величины. Вероятность возникновения опасных ситуаций равна 0.033, а особо опасных - 0.007 (ИВЭП).

4. Разработаны основы метода астрогеосферно-ситуационного анализа феноменов изменчивости природной среды и климата при трансформации подсистем геосферы и реорганизации цикла средообразующих процессов с использованием средств описания в рамках нового формализма и идентификации ритмов сезонных

характеристик климата. Проведена классификация ритмов зимних метеовеличин, разработаны методики анализа и идентификации ритма многолетних изменений температурного режима по длинным рядам наблюдений (ИМКЭС).

Из результатов анализа длинных рядов сезонных температур следует, что в умеренных широтах Европы и Западной Сибири экстремумы и этапы многолетних ритмичных изменений температур повторяются. Так экстремумы средней месячной температуры января в De-Bilt (Нидерланды) наблюдались в 1716 г. - 5,1°C, 1776 г. - 5,3°C, 1838 г. - 6,7°C, 1895 г. - 3,1°C, 1956 г. - 6,8 °C. Период повторения экстремумов – 180 лет (179 лет между 1716 и 1895 г.) соответствует периоду главного цикла Солнечной системы. Этим экстремумам соответствуют многолетние этапы с особым ритмом изменения температурного режима 1701-1722, 1761-1782, 1821-1842, 1881-1902, 1941-1962 гг.

В соответствии с гипотезой о связи ритмичных изменений сезонных температур с ритмом изменения сил гравитации (при изменении расстояний между планетами в ходе их движения) и вариациями положения Земли на орбите вокруг Солнца разработана методика интервальной оценки климатических изменений с учетом ритмичной составляющей на основе вычисления средних многолетних приращений метеовеличин на однотипных этапах 180 летнего цикла.

5. Завершена разработка новой модификации ультразвукового автоматизированного метеорологического комплекса серии АМК-03. Разработанное программное обеспечение позволяет рассчитывать более 60 значений различных характеристик атмосферы по результатам измерения мгновенных значений основных метеорологических величин с частотой опроса датчиков до 160 Гц (ИМКЭС).

Испытания составных частей АМК-03, проведенные в термобарокамерах и аэродинамической трубе, подтверждают диапазоны измерений основных метеорологических величин и их погрешности, приведенные в табл. 1. Кроме того, при подключении к компьютеру АМК-03 позволяет неограниченное время и без участия оператора регистрировать с частотой опроса 160 Гц мгновенные значения температуры воздуха и трех ортогональных компонент скорости ветра с постоянной времени порядка 10^{-3} с и пороговой чувствительностью, не хуже 0,01 (°C или м/с). Из этих данных можно оценивать до 60-ти числовых характеристик, используемых для описания и анализа атмосферной турбулентности.

Таблица 1. Основные технические характеристики комплекса

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Погрешность
Температура воздуха T , °C	минус 50	$\pm 0,3$, при $T \leq +30$ °C
	...плюс 55	$\pm 0,5$, при $T > +30$ °C
Скорость горизонтального ветра V , м/с	0...40	$\pm(0,1 + 0,02 V)$
Направление горизонтального ветра, град	0...360	$\pm 1,8$
Скорость вертикального ветра V , м/с	-15...+15	$\pm(0,1 + 0,02 V)$
Относительная влажность воздуха, %	5...100	$\pm 2,5$, при $T > 0$ °C;
		± 5 , при $T \leq 0$ °C
Атмосферное давление P , мм рт. ст.	560...800	$\pm 0,4$

Данный метеокомплекс отличается от зарубежных и отечественных аналогов высокой частотой опроса датчиков (160 Гц), жесткостью конструкции и современным про-

граммным обеспечением, что обеспечивает измерение турбулентных характеристик атмосферы для научных целей.

2. Исследования пространственно-временных масштабов и экстремальных характеристик наблюдаемого потепления, а также изменения режимов атмосферной циркуляции, энерго-массообмена и влагооборота в Западной Сибири.

*Ответственные исполнители: д.ф.-м.н. Ипполитов И.И. (ИМКЭС),
д.ф.-м.н. Суторихин И.А. (ИВЭП)*

1. Для территории Западной Сибири за период 1975-2005 гг. по данным наблюдений на 167 метеостанциях рассчитаны среднегодовые поля температуры, давления и осадков, а также и их тренды. Линейные тренды дают количественную характеристику, описывающую наибольший временной масштаб изменчивости исследуемого ряда. Среднегодовая температура воздуха на большей части исследуемой территории увеличивается. Максимальные темпы роста температуры (до 0.5 °С/10 лет) приходятся на юго-восточные районы Западной Сибири. В районе Обской губы температура воздуха снижается со скоростью до 0.2 °С /10 лет. Атмосферное давление уменьшается в южных районах Западной Сибири, за исключением Алтая, где давление увеличивается. Осадки теплого периода уменьшаются на всей территории, наибольшие темпы уменьшения осадков (до 5 мм/10 лет) наблюдаются в областях с максимальным количеством осадков (в среднем течении Оби) (ИМКЭС).

Для анализа был выбран стандартный 30-летний климатический период на стыке XX и XXI столетий, отображающий наиболее существенные современные климатические изменения. Адекватное представление данных на границах рассматриваемого района обеспечивалось учетом станций наблюдения, расположенных западнее, восточнее и южнее рассматриваемой территории. Наименее надежными являются результаты, относящиеся к северной границе территории, так как данные наблюдений в Арктике являются малодоступными. Для анализа климатических изменений на территории, лежащей в пределах 60 - 92,5° ВД и 50 - 70° СШ, использовались ежесуточные данные наблюдений за приземными температурой и давлением, а так же осадками на 167 станциях (Центр распределения данных NOAA, <ftp://ftp.cdc.noaa>)

Распределение среднегодовой температуры на территории Западной Сибири за период 1975-2005 гг. показывает, что среднегодовая температура воздуха имеет достаточно ясно выраженное зональное распределение. Минимальные значения температуры приходятся на северо-восток территории (-10 °С), максимальные – на юго-западную часть (+4°С). Тренд температуры на большей части территории положителен и существенно превышает оценки темпов роста температуры в XX веке для Северного полушария.

На формирование приземного поля давления над территорией Западной Сибири наиболее существенное влияние оказывает зимний Сибирский антициклон. На рис. 6а представлено поле среднегодового давления, усредненное за 1975-2005гг. На большей части Западной Сибири преобладают процессы антициклогенеза. Основным регулятором выступает Сибирский антициклон с давлением в центре 1025 гПа. Его центр располагается над Тувинской котловиной, а отрог вытянут на северо-восток в направлении Чукотки и Восточно-Сибирского моря. Самостоятельное ядро Сибирского антициклона располагается восточнее хребта Черского.

По данным наблюдений над большей частью исследуемой территории среднегодовое приземное давление уменьшается со скоростями 0,2÷0,5 гПа/10 лет (рис. 33б). Области слабого (0,1÷0,5 гПа / 10 лет) положительного тренда давления расположены в нижнем течении Оби и Енисея. В области действия Сибирского антициклона станции наблюдения расположены в горной местности. На этих станциях отмечаются большие как положительные значения трендов давления, так и отрицательные, так что по этим данным нет оснований говорить об усилении или ослаблении Сибирского антициклона.

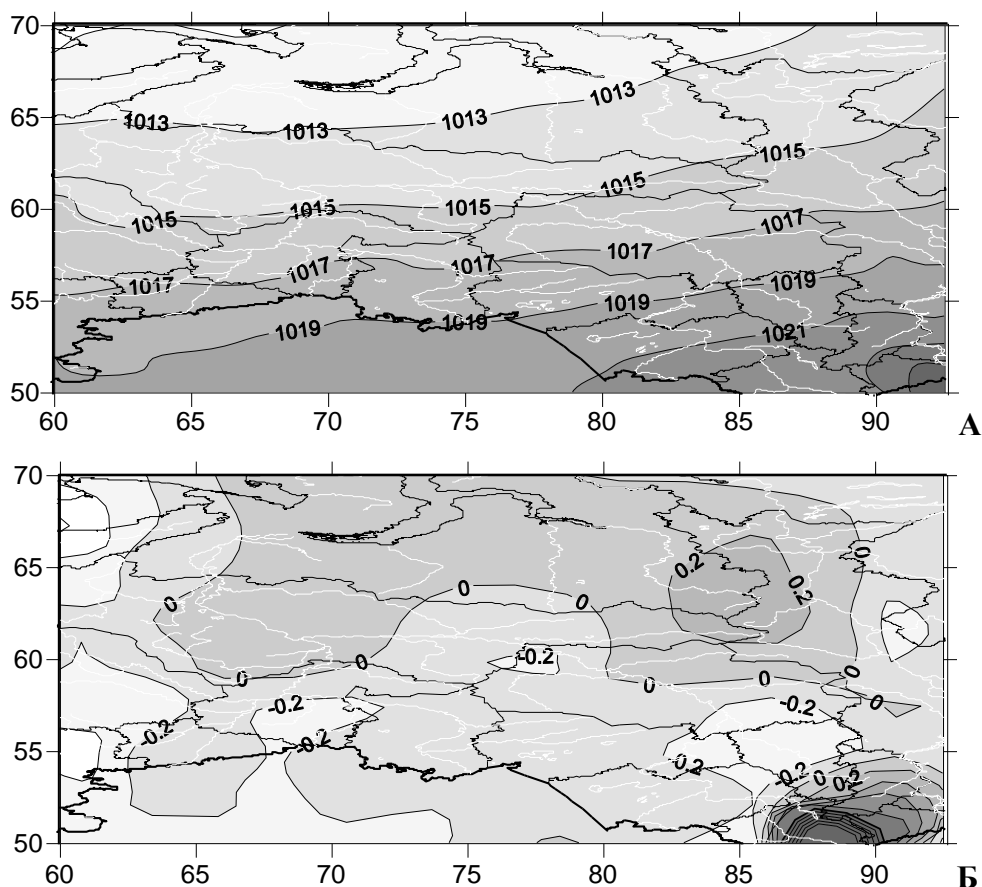


Рис.33. Распределение полей среднегодового давления (А) (гПа) за период 1975-2005 гг. и линейных трендов (Б) (гПа/10лет).

Распределение количества осадков по территории АТР вычислялось за 1975-2005гг. за год в целом, а так же в течение теплого и холодного периодов. Результаты расчетов для теплого периода года показывают, что зона максимального количества осадков расположена в широтном поясе 50-65°с.ш., однако распределение осадков в пределах этой зоны является неоднородным. В пределах Западной и Средней Сибири осадки формируются, в основном, за счет ослабленного Уралом переноса влаги с Атлантики. Здесь их количество в южной зоне составляет для теплого периода 600-700мм. В северной части Западной Сибири количество осадков теплого периода снижается до 300-400мм, что связано с подавлением конвекции холодными арктическими морями. В холодный период года область максимального выпадения осадков расположена на юго-востоке (400-800мм). За рассматриваемый 30-летний период тренды осадков теплого периода являются отрицательными (1-5 мм / 10 лет) для всей территории Западной Сибири. Примерно такая же ситуация имеет место для холодного периода.

2. Исследование динамики крупномасштабной циркуляции над территорией Западной Сибири за период 1976 – 2004 гг. показало, что во второй половине 20 века выделяются три интервала с существенно различной частотой повторяемости барических образований. Период времени с 1981 по 1990 г характеризуется уменьшением общего количества, как циклонов, так и антициклонов. Усиление активности барических образований во второй половине минувшего столетия наблюдалось в конце 70-х и в 90-е годы. В 90-е годы значительно увеличилось количество циклонов, приходящих на исследуемую территорию с южных и западных направлений (ИМКЭС).

3. По данным NCAR / NCEP реанализа проведено изучение изменения индексов атмосферной циркуляции за период 1948-2005 гг. Установлено наличие положительных корреляционных зависимостей между температурой в районах Западной Сибири и интенсивностью зональной и меридиональной циркуляции на уровне 1000 гПа. Увеличению осредненных по территории температур соответствует интенсификация западного и южного переноса (ИМКЭС).

Для описания циркуляции над Западной Сибирью были рассчитаны среднегодовые индексы зональной циркуляции для широт 50, 60 и 70° с.ш. и индексы меридиональной циркуляции для долгот 60, 75 и 90° в.д. на уровнях 1000, 500 и 200 гПа. Интегрирование проводилось только по территории Западной Сибири (от 60 в.д. до 90 в.д. и от 50 с.ш. до 70 с.ш.).

Среднегодовая интенсивность зонального переноса на уровне 1000 гПа на широте 60° с.ш. выше, чем на широтах 50 и 70° с.ш. Из рисунка 34 видно, что на территории Западной Сибири преобладают западные ветра, но в июне-августе на 70° с.ш. и марте-мае на 50° с.ш. происходит смена направления переноса. Меридиональный перенос в Западной Сибири направлен с севера на юг в теплое время года (май-август) и в обратном направлении во все остальные месяцы.

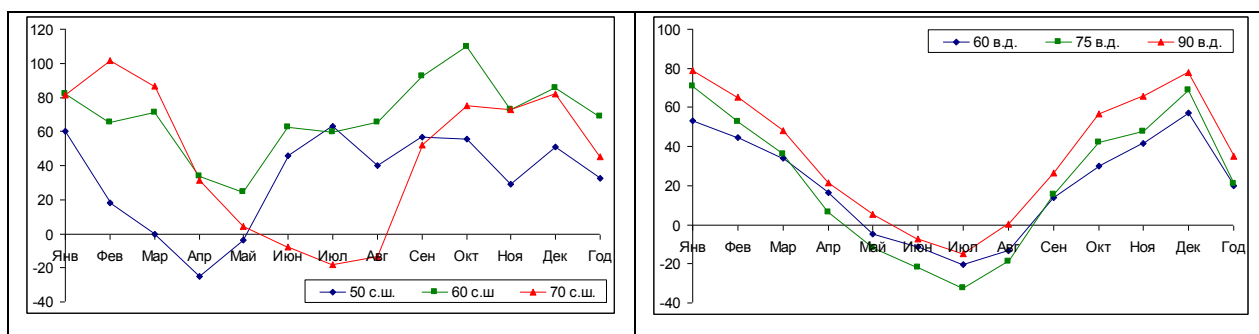


Рис.34. Средние многолетние значения индексов зональной и меридиональной циркуляции для территории Западной Сибири на уровне 1000 гПа

4. Проведена оценка глобального и регионального вклада, а также природной и антропогенной составляющих в общее ртутное загрязнение атмосферы Центрально-азиатского региона (индустриальное время) по данным послойного анализа ледниковых кернов (ИВЭП).

В таблице 2 приведены соответствующие оценки, полученные ИВЭП СО РАН совместно с Институтом Поля Шерера (Швейцария). На основании ретроспективного анализа синоптической ситуации над территорией восточной части юга Западной Сибири и элементного состава нерастворимых веществ керна льда горы Белуха, были получены сведения об атмосферных процессах с августа 1985 г.

Таблица 2. Оценки вкладов региональной, природной и антропогенной составляющей.

	Центрально-Азиатский регион (Алтай)	Центрально-Европейский регион (Альпы)
Глобальный фон	0,43 нг/кг	0,43 нг/кг
Вклад региональной составляющей	1,52 нг/кг	1,87 нг/кг
Вклад природной составляющей	0,69 нг/кг	-
Вклад антропогенной составляющей	1,26 нг/кг	-

Показано, что имело место существенное увеличение концентрации Hg в 1905 и 1942 году. Зарегистрированы пылевые слои в ледниковых отложениях г. Белуха, датированные 1842, 1906 и 1925 гг. Основной вклад в образование пылевого слоя (1925 г.) внес смерч, сформировавшийся в Рубцовском районе Алтайского края при прохождении через него холодного атмосферного фронта. На рисунке 35 приведены профили концентрации ртути по глубине льда горы Белуха.

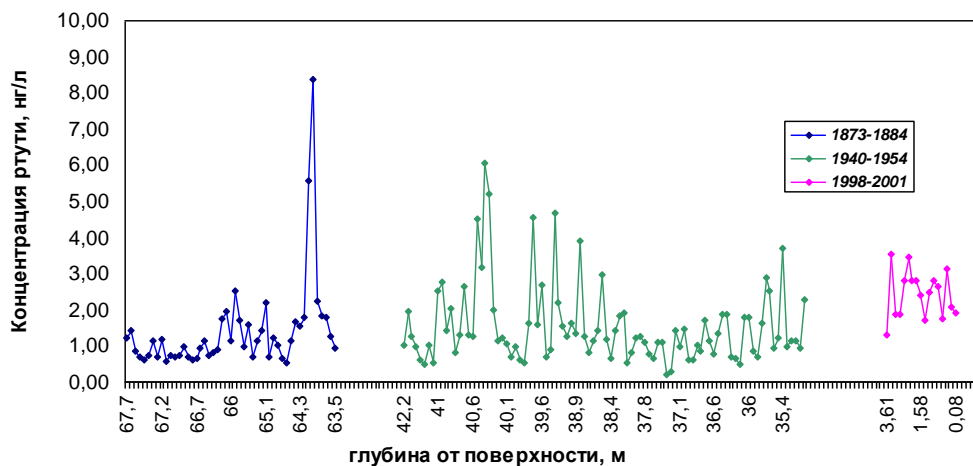


Рис. 35. Содержание ртути в керне льда горы Белуха в различные периоды времени

3. Исследования изменений болотных и лесных экосистем Западной Сибири под воздействием климатогенных и антропогенных факторов современными методами дендрозкологии и палеостратиграфии торфяных залежей.

Ответственные исполнители: д.ф.-м.н. Тартаковский В.А., к.б.н. Горошкевич С.Н., к.б.н. Прейс Ю.И. (ИМКЭС)

1. Проведена датировка концентраций изотопа кислорода в ледяном керне путем сопоставления с соответствующими концентрациями изотопа кислорода в древесине годовых колец. Для сопоставления применены функции с монотонной фазой и новый алгоритм «сжатие-растяжение». Из полученных результатов следует, что основные изменения концентрации изотопа кислорода в атмосфере близки по периоду колебаний в достаточно удаленных друг от друга географических районах (ИМКЭС, СИФИБР).

Стабильный изотоп кислорода ^{18}O из льда известных гренландских скважин GISP2 и GRIP широко используются для выявления длительных изменений климата в Северном полушарии, а также для сопоставления с данными ледовых колонок из других частей земного шара с целью обнаружения согласованных изменений климата глобального характера. Как известно, датировка ледовых изотопных хронологий производится расчетным методом. Поскольку точную привязку к календарным годам произвести не удастся из-за отсутствия четких границ между ежегодным накоплением снега, образующего ледник, ошибка может достигать нескольких десятков лет. Напротив, древесно-кольцевые изотопные хронологии имеют точную привязку к календарным годам и, в случае сопоставления с ледовыми хронологиями, могут стать неким репером для точной датировки последних. Такое сопоставление было нами осуществлено применением функций с монотонной фазой и специально разработанного алгоритма «сжатие-растяжение», реализующего однозначное, непрерывное и обратимое преобразование колебательного процесса. Ошибка, возникающая при привязке элементов ледяного керна к временной шкале, может быть представлена как произвольное сжатие и растяжение этой шкалы, но без разрывов и смещений.

Применение преобразования «сжатие-растяжение» приблизило исследуемые процессы друг к другу и значительно повысило коэффициент их взаимной корреляции. Положительный результат доказывает правильность выбранной модели для компенсируемых отличий и показывает, что основные изменения концентрации изотопа в атмосфере могут быть близки в достаточно удаленных местах, и поэтому определяться одним механизмом, связанным с глобальными изменениями климата.

2. С использованием биогеоценотических, ландшафтно-геохимических методов показана стадийность болотообразовательного процесса в экотонах градиентного контакта - зоны влияния водораздельных болот на склоновые суходольные ландшафты центральной части Васюганской равнины (ИМКЭС).

В качестве показателей изменений условий увлажнения экотопов приняты соотношение и различные жизненные состояния сосны и кедра в составе лесных насаждений и эколого-ценотические группы наземного покрова. Эти индикаторные состояния смен увлажнения послужили для отнесения их к разным этапам заболачивания лесных насаждений.

По существующим оценкам, заболачивание на Васюганской равнине в исследованном районе Бакчар-Икса началось около 4,5 тысяч лет назад. Рямы на периферии массива в зависимости от типа заболачивания имеют возраст в 1200-1400 лет, очаги автономного заболачивания – от 400 до 800 лет. Значительные площади фаций, характеризующихся состоянием «автономного» спонтанного заболачивания свидетельствуют о прогрессирующем процессе современного площадного заболачивания из первичных очагов в зонах с градиентным типом контактов болотных массивов. Учитывая, что возраст сосны и кедра во влажных гидротопях не превышает 100 лет, можно сделать вывод о современном этапе активизации болотообразовательного процесса, связанным не только с изменением климата, но и произошедшими антропогенными трансформациями (пожары, вырубка коренных лесов, освоение пашни)

3. На основе стационарных (с 1990 г.) наблюдений за ростом и плодоношением кедра сибирского в южной тайге проведен их сопряженный анализ. Выявлено, что генеративные признаки древесных растений принципиально отличаются от вегетативных по характеру погодичной изменчивости - размаху флуктуаций (у вегетативных $M \pm 1,5-2 \sigma$, у генеративных от 0 до $+\infty$) и форме распределения. У вегетативных признаков оно близко к нормальному, у генеративных, как правило, депрессивное. Наиболее переменны абортивность шишек и все остальные признаки, формирующиеся весной в год опыления (ИМКЭС).

Многолетняя динамика роста – это климатически обусловленный процесс с преобладанием и четко выраженной положительной автокорреляцией с длинными циклами. В динамике плодоношения кедра сибирского нет значимой автокорреляции. Она определяется исключительно динамикой влияющих на плодоношение климатических факторов. В южной части таежной зоны для плодоношения кедра благоприятны поздняя весна, короткое лето и ранняя осень. За последние 15 лет сумма эффективных температур за вегетационный период обычно колебалась в диапазоне от 1400 до 1550 градусов; лишь два года она была ниже 1300 градусов. Именно в эти годы сформировались оба "идеальных" урожая, сочетавших максимальное количество и безупречное качество семян (рис.37).

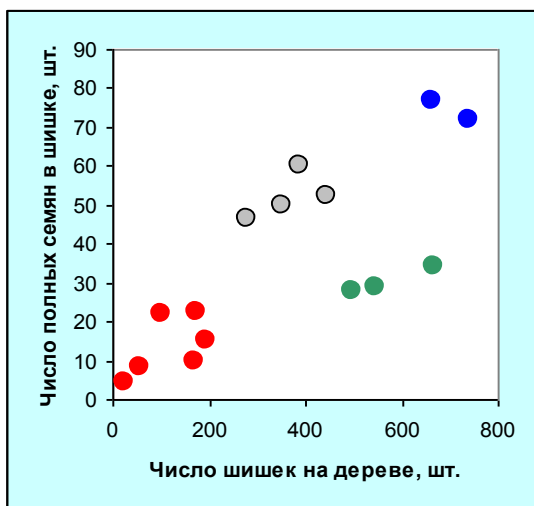


Рис. 37. Погодичная изменчивость плодоношения кедра сибирского в связи с климатическими факторами в год опыления (по результатам 15-летних наблюдений)

красные точки – теплый апрель, сильные заморозки в начале мая;
 зеленые точки – благоприятная (поздняя, без возврата холодов) весна, теплый сентябрь;
 синие точки – поздняя весна, короткое лето, ранняя осень;
 серые точки – годы, средние по комплексу упомянутых выше факторов

Мониторинг реакции деревьев на изменения климата проводится обычно по состоянию их роста. На этом основании разрабатываются модели и делаются прогнозы экосистемных изменений. Полученные результаты показывают, что репродуктивная сфера на порядок более чувствительна к климатическим факторам. Следовательно, наблюдения за плодоношением деревьев должны стать одним из главных элементов в системе мониторинга лесных экосистем.

4. На основании детального исследования олиготрофных грядово-мочажинных и грядово-озерково-мочажинных комплексов южнотаежных болот Западной Сибири установлены региональные особенности их формирования, «катастрофические» смены водных режимов и видового состава растительных сообществ, свидетельствующие о существенном влиянии на развитие даже олиготрофных болот резких изменений континентального климата. Типичные для болот Западной Европы и Европейской части России комплексы, формирующиеся при постепенном изменении водного режима в ходе аутогенного развития болот, встречаются здесь реже, преимущественно на наиболее глубоких верховых залежах (ИМКЭС).

5. Детальное исследование ботанического состава и общетехнических свойств торфа, датирование по ^{210}Pb и ^{137}Cs (ИГ СО РАН) верхних слоев залежей 5-ти ключевых участков олиготрофных болот южной тайги Западной Сибири позволило рассчитать прирост и скорость аккумуляции торфа за последний столетний период. Выявлено значительное варьирование этих показателей в зависимости как от исходного состояния биогеоценоза, так и от отклика болот на внутривековые изменения климата (ИМКЭС).

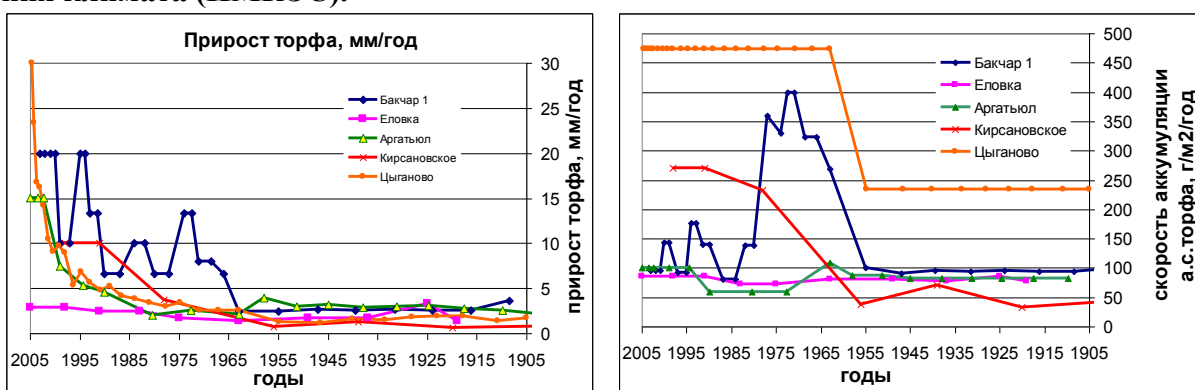


Рис. 38. Линейный прирост и скорость аккумуляции торфа за последний 100-летний период на ключевых участках болот.

Установлено, что на олиготрофных болотах за последние 100 лет отложился слой торфа толщиной от 18 до 58 см (рис.38). Максимальные приросты торфа характерны для сосново-кустарничково-сфагновых сообществ со *Sphagnum fuscum* – рямов (болото Бакчарское), средние – для сфагновых сплавин озер (б. Цыганово) и рослых рямов на низинных залежах (б. Аргатьюл), минимальные – для сосново-березово-кустарничково-сфагновых сообществ на низинных залежах (б. Еловочное) и сосново-кустарничково-зеленомошных бугров (б. Кирсановское). Наблюдаемые ее изменения носят различный характер, что связано, с различиями продуктивности растительных сообществ и степенью стабильности исходного водного режима, определяющей отклик на климатические изменения. При этом возрастание может происходить и при достижении максимальной дренированности поверхности за счет смены сфагновых мхов зелеными лесными (б. Кирсановское).

4. Системно-эволюционный анализ и моделирование региональных климато-образующих и средообразующих процессов с учетом геосферных, биосферных и антропогенных факторов.

*Ответственные исполнители: д.ф.-м.н Крутиков В.А.,
к.т.н. Шишов В.И.(ИМКЭС)*

1. В результате анализа последовательностей состояний регионального климата на основе описания в рамках оригинального формализма состояний с экстремумами температур зимнего сезона установлена повторяемость с периодом 60 лет критических состояний (с экстремумами температур зимнего сезона и продолжительным холодным периодом года). Проведена идентификация тонкой структуры ритмов изменения средних сезонных (месячных) температур и выявлены внутри 60 летних циклов многолетние этапы с характерным ритмом, характеристики которых повторяются через 180 лет, а отдельные характеристики (экстремумы месячных температур, продолжительности теплого/холодного периодов) повторяются через 60 и 120 лет. (ИМКЭС)

В таблице 3 приведены данные по главным (вековым) экстремумам зимних температур. В этих критических состояниях геосферы имели место климатически обусловленные (Борисенков Е.П. Летопись) природные катастрофы (стихийные бедствия, глубокое выхолаживание обширной территории Евразии (до 50°с.ш.), рост площади и объема многолетней мерзлоты, кризисы биоценозов, гибель скота, гибель озимых посевов, низкие урожаи) с тяжелыми социальными последствиями.

Таблица 3. Экстремумы средних месячных температур января °С

Годы	1729	1789	1850	1909	1969
Де Билт	-2.1	-5.8	-3.4		-1.8
Казань			-22.0	-13.8	-21.9
Тобольск			-28.0	-19.8	-30.2
Томск			-26.0	-20.6	-30.0
Омск			-26.0	-20.6	-30.0
Свердловск			-25.2	-15.6	-24.5
Барнаул			-26.0	-18.8	-29.2
Туруханск				-33.9	-37.5
Сургут				-25.5	-31.8

Обнаружено типовое разнообразие проявлений ритмических вариаций. Главный 180-летний цикл содержит повторяемые через 60 лет с некоторой модификацией много-

летние этапы продолжительностью 6-14 лет с подобным ритмом следования экстремальных зимних и месячных состояний весенних сезонов. Подобие этапов ритма прослеживается на периодических изменениях ритма характеристик зимнего сезона, продолжительности холодного периода года, амплитуды годового хода, в особенностях ритма изменения месячных (декадных) температур. Итак, установлена закономерная периодичность вековых ритмичных изменений экстремумов температур зимнего сезона и повторения этапов с характерным ритмом с периодом 60 лет.

2. Создана первая версия единой информационной базы для мониторинга природно-климатических систем и построения модели болотообразовательного процесса, которая включает фактические данные и метаданные, характеризующие условия и параметры отбора проб, ботанический состав, классификационные показатели торфа, результаты лабораторных анализов кернов и необходимый набор данных для географической привязки пунктов отбора проб торфа к территории.

В качестве основных характеристик исследовались: ботанический состав и степень разложения, зольность и плотность, рН и содержание пигментов, элементный и микроэлементный состав, радиоуглеродное датирование образцов по ^{14}C и определение в них соотношения стабильных изотопов $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$. Датирование верхних слоев торфа проводилось по ^{210}Pb и ^{137}Cs , а также по глубине залегания и возрасту корневой шейки болотной сосны. Реконструкция водных режимов проводилась по экологическим шкалам на основе анализа ботанического состава торфа, а для реконструкции климата использовался спорово-пыльцевой анализ образцов торфа. Начаты исследования теплофизических свойств торфа для последующего моделирования криогенных процессов.

Интеграция базы данных с ГИС-порталом позволяет проводить пространственный и динамический анализ распределения свойств торфа во взаимосвязи с данными дистанционных спутниковых исследований, рельефом местности и климатическими условиями.

3. По данным детального изучения стратиграфии, свойств торфов и датирования по ^{14}C 8-ми ключевых участков болот южной тайги Западной Сибири выявлено, что зависимости возраста слоев торфа от их глубины и кумулятивной массы в отличие от моделей, разработанных для регионов с непрерывным степенным характером изменения, в условиях континентального климата Западной Сибири состоят из нескольких линий регрессии.

Изменение угла наклона линий в зависимости возраста слоев торфа от их глубины и кумулятивной массы отражает варьирование скорости аккумуляции торфа. Сравнительный анализ водных режимов, реконструированных по ботаническому составу торфа, и данных палеоклимата выявил, что изменение наклона линии регрессии отражает различия не только водных режимов и состава растительных сообществ на разных стадиях развития болот, но и отклик болот на климатические изменения. Уменьшение угла наклона соответствует снижению скорости аккумуляции торфа в периоды теплого сухого климата (1260-1000 лет назад). Минимальные углы наклона соответствуют периодам сухих похолоданий (4100-3800, 3000-2800, 570-530 лет назад) и началу последующих потеплений климата и обусловлены прекращением аккумуляции торфа при промерзании и пучении торфяных отложений с последующим формированием вторичных термокарстовых озер.

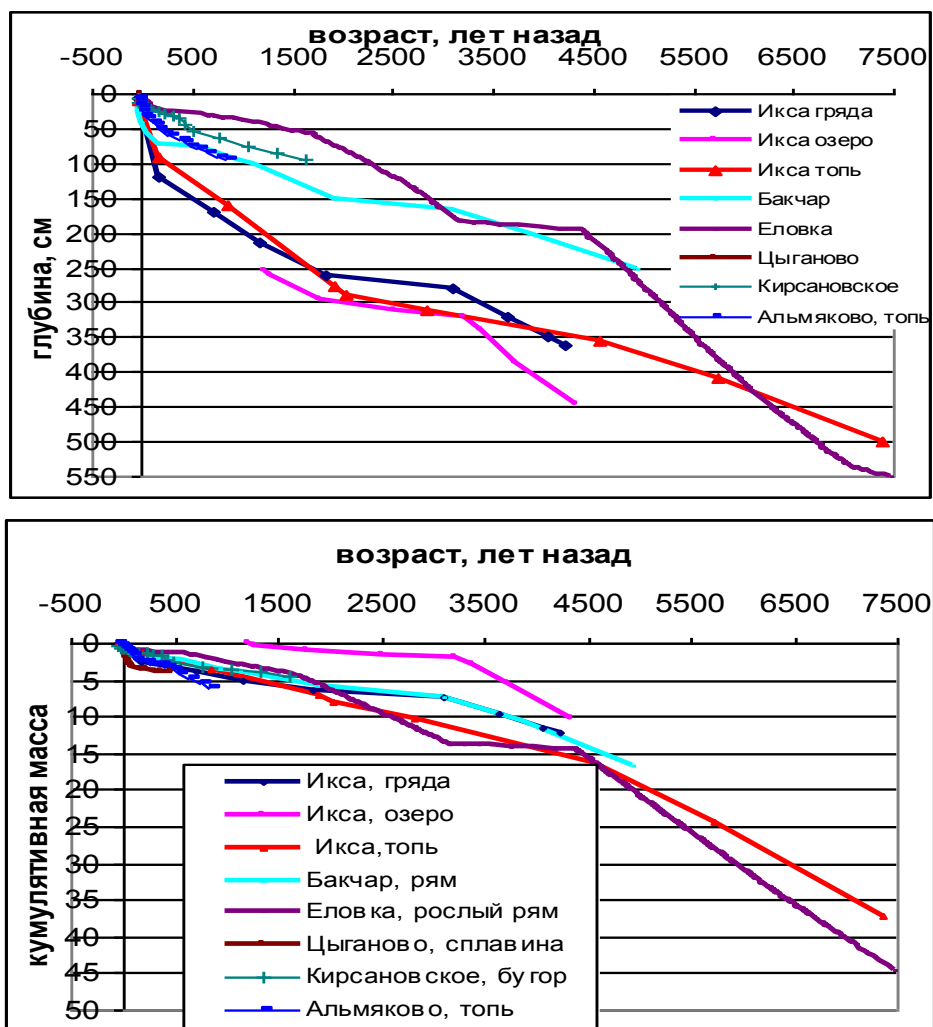


Рис.39. Зависимость возраста слоев торфа от их глубины и кумулятивной массы

4. На основе анализа временных количественных характеристик установлена цикличность болотообразовательного процесса на участках Большого Васюганского болота. Выявлены устойчивые циклы периодичностью 1500-1000, 1000-750 и 500 лет, соответствующие циклам водных режимов для европейских и североамериканских болот (ИМКЭС).

5. Обобщенная оценка соотношения природных и антропогенных факторов в наблюдаемых природно-климатических изменениях на территории Западной Сибири.

*Ответственные исполнители: академик Васильев О.Ф.(ИВЭП),
чл.-корр. РАН Кабанов М.В. (ИМКЭС)*

1. Установлено повторяющееся из года в год (2002-2006гг.) распределение концентраций ряда химических элементов в снежном покрове и показано, что это распределение имеет нормально-логарифмический характер. Отмечено существенное отличие (иногда в десятки раз) среднегеометрических концентраций этих элементов от таких концентраций в кларках земной коры, что вызвано доминирующей ролью антропогенного фактора в формировании элементного состава исследуемого аэрозоля: активность процессов эрозии частиц с поверхности почвы существенно снижена из-за смерзания ее верхнего слоя и наличия экранирующего слоя снега. (ИВЭП)

Отбор проб выполнялся в 55 пунктах Алтайского края в поймах рек (рис.40).

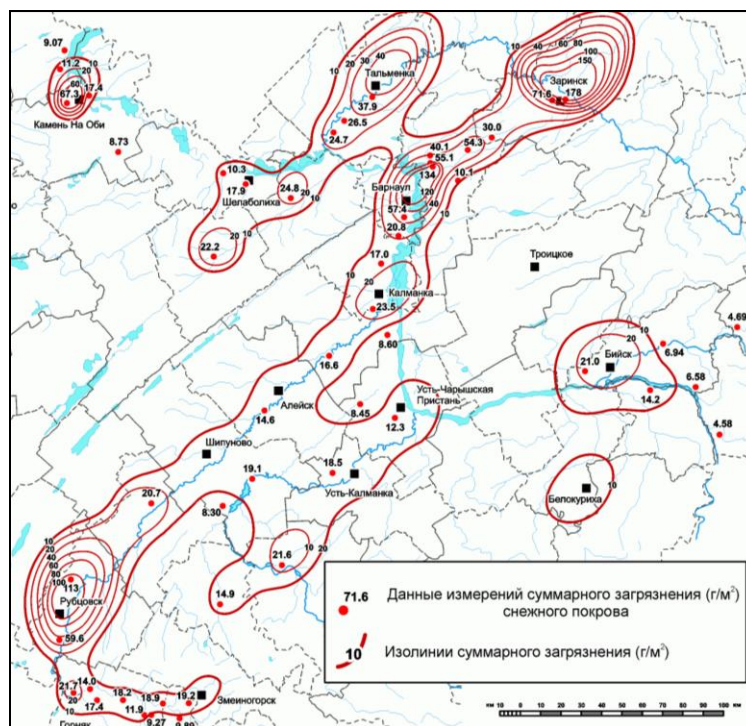


Рис.40. Карта загрязнения снежного покрова водосборного бассейна Верхней Оби

Определение концентраций элементов в нерастворимом осадке талого снега осуществлялось рентгено-флуоресцентным методом. Согласно полученным данным, распределение концентраций элементов носит явно выраженный нормально-логарифмический характер. Из карты отчетливо следует явно выраженная мезомасштабная (сотни километров) устойчивость в распространенности ряда химических элементов в зимнем аэрозоле, имеющем преимущественно антропогенную природу.

Схема мезомасштабного распределения элементов в аэрозоле, загрязняющем снеговой покров в отдельных пунктах, может быть использована для оценки их общего содержания на территории водосборных бассейнов Верхней Оби и Верхней Томи.

2. Установлен климатогенный генезис нарушений закономерностей изменения содержания микроэлементов по глубине торфяных отложений. Максимумы содержания и минимальные скорости накопления микроэлементов обусловлены прекращениями аккумуляции торфа в результате криогенных процессов, формирования вторичных озер и пожаров.

Полученные данные используются для разработки информационной модели процесса болотообразования и создания геоинформационной технологии палеореконструкции климата, водных режимов и криогенных процессов голоцена лесной зоны Западной Сибири по эволюции количественных характеристик различных процессов в торфяных отложениях.

Программа 16 «Изменение природной среды и климата: природные катастрофы».
Проект 4: «Природные и антропогенные факторы динамики криогенных геосистем Евразии».

В 2006 г. работы по проекту выполнялись в следующих направлениях:

- формирование базы данных наблюдений за метеорологическими величинами по станциям расположенным на азиатской территории России (АТР) и в сопредельных районах Казахстана, Китая (454 станции, Центр распределения данных NOAA, ftp://ftp.cdc.noaa.gov)
- формирование базы данных реанализа NCEP/NCAR первой версии, среднесуточные данные за 1948-2005 г. (ftp://ftp.cdc.noaa.gov)
- расчеты для АТР полей температуры приземного воздуха, количества осадков и полей трендов этих величин по данным наблюдений за климатически значимый период 1975-2005г.г.
- расчеты средних за 1975-2005г.г. температур грунтов в Северном полушарии на глубинах 0-10см, 10-200 см и 300 см по данным реанализа NCEP/NCAR
- модификация прогностической модели, основанной на гармоническом разложении сглаженного ряда температуры путем использования вейвлет-преобразования сглаженного ряда.

Основные результаты

1. Данные наблюдений 454 станций были подвергнуты проверке на наличие пропусков в период 1975-2005г.г., причем станции с наличием более чем одного пропуска исключались. Полученные по этому критерию данные наблюдений 350 станций, расположенных на территории АТР и сопредельных территориях использовались для расчета полей метеорологических величин и их трендов. Из полученных средних значений и трендов для отдельных станций соответствующие пространственные поля с межузловым расстоянием 2,5° по широте и долготе рассчитывались методом объективной интерполяции Крайгинга.

На рис. 41 а представлено полученное таким образом поле средней за 1975-2005г.г. среднегодовой температуры приземного воздуха, а на рисунке 1б – поле линейных трендов температуры (°C/10 лет).

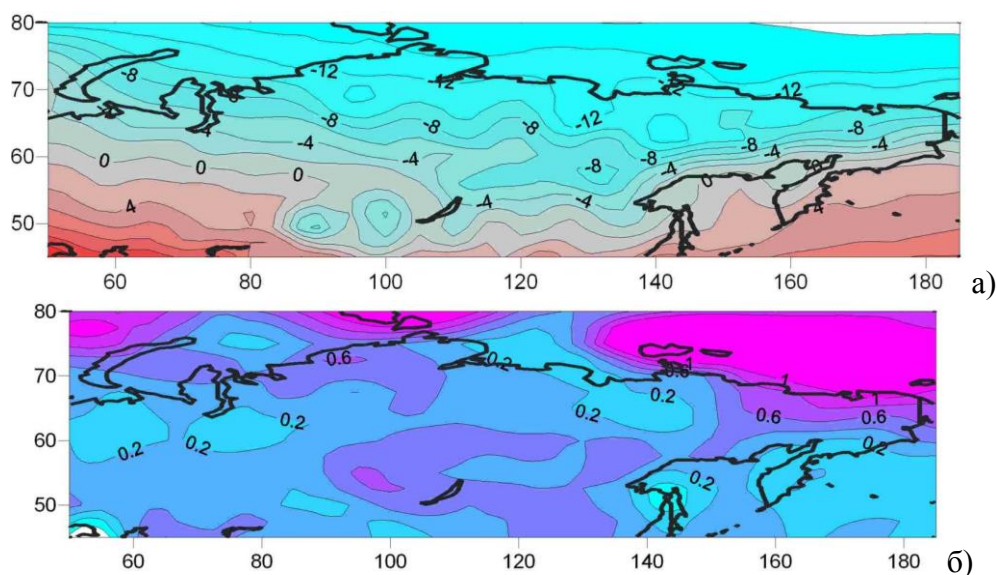


Рис.41 Поля среднегодовой температуры (°C) - (а)
и линейного тренда (°C/10 лет) – (б)

Как следует из рисунка 1б и в соответствии с другими опубликованными работами наибольшие темпы потепления в рассмотренный период имеют место в средней и вос-

точной Сибири ($0,5 - 0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет). Высоким ($\sim 1^{\circ}\text{C}/10$ лет) очагом потепления в районах арктических архипелагов не следует придавать особого значения, поскольку арктическое побережье АТР в использованной нами базе данных слабо представлено станциями наблюдений. Специальные базы данных, имеющиеся, например в ААНИ, нам в настоящее время недоступны. Отметим, однако, что похожая картина потепления в Арктике получается при использовании данных реанализа NCEP/NCAR.

Рисунки 42а,б дают распределение по территории средних значений и трендов осадков теплого периода.

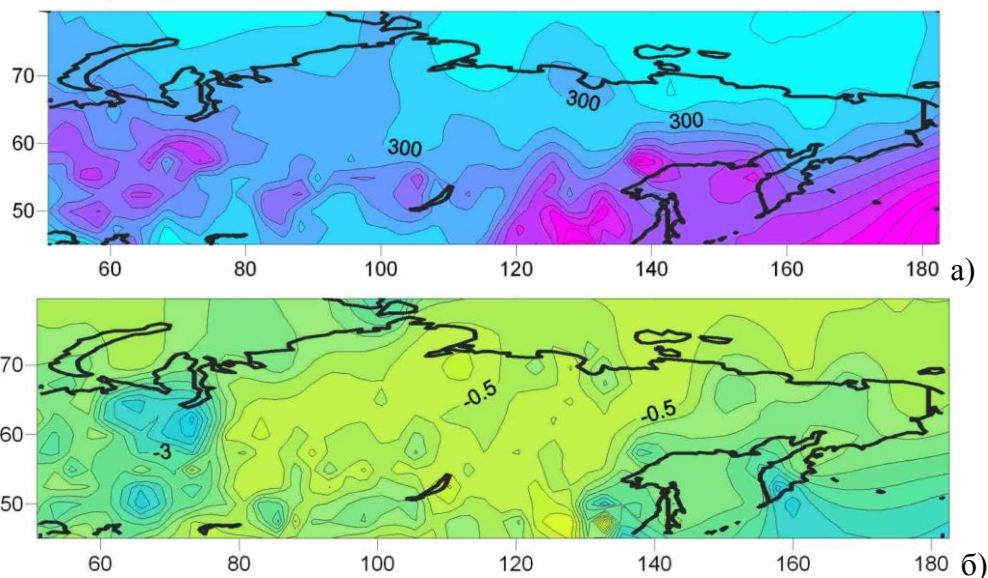


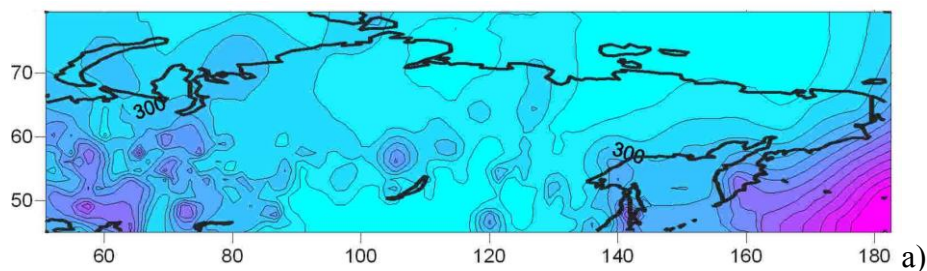
Рис. 42 Поля осадков теплого периода (а) и соответствующих линейных трендов (б).

Как следует из рисунка 42а, в теплый период зона максимального количества осадков теплого периода расположена в широтном поясе $50-60^{\circ}$ с.ш., однако, распределение осадков в пределах этой зоны является неоднородным. В пределах Западной и Средней Сибири осадки формируются, в основном, за счет ослабленного Уралом переноса влаги с Атлантики. Здесь их количество в южной зоне составляет для теплого периода $600-700$ мм.

В среднем течении Амура и в районе Камчатки осадки формируются под влиянием Тихого океана, и их количества в теплый период достигает $700-900$ мм. В северной части АТР количество осадков теплого периода снижается до $200-300$ мм, что связано с подавлением конвенции холодными арктическими морями.

Из картины распределения трендов осадков теплого периода (рис.42 б) следует, что на всей территории АТР имеет место снижение количества осадков, особенно заметное в Западной Сибири.

Распределение количества осадков трендов холодного периода представлено на рис. 43а, б.



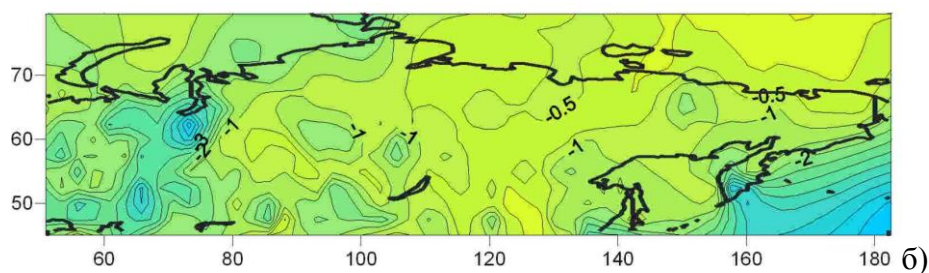


Рис. 43. Поля осадков холодного периода (а) и соответствующих линейных трендов (б).

Как следует из рисунка 43а, области максимального выпадения осадков холодного периода расположены на юго-западе (300-600мм) и юго-востоке (400-800мм) рассматриваемой территории. Отрицательные тренды осадков холодного периода имеют, по сравнению с теплым периодом, несколько большую (1-3мм/10лет) абсолютную величину.

В целом, осадки снижаются на всей территории АТР как в теплый, так и в холодный периоды, причем, наибольшие тренды снижения осадков наблюдаются в местах их максимального выпадения.

2. Для того, чтобы достаточно наглядно представить картину наблюдаемого потепления, были проделаны следующие расчеты.

Известно, что температура приземного воздуха является одним из главных (наряду с осадками) предикторов, учитываемых при прогнозных расчетах эволюции криолитозоны. Как следует из опубликованных карт норм среднегодовой температуры воздуха на севере России (Павлов А.В. Малкова Г.В. 2005 г.) среднегодовая изотерма -8°C примерно огибает сплошную криолитозону, а изотерма -6°C – прерывистую.

Нами были вычислены для каждого года из интервала 1975÷2005 г.г. площади $S(Tg) = \int_{T < Tg} dS$, ограниченные с запада – отрезком меридиана 60° в.д., с востока – отрезком меридиана 90° в.д., с севера – расположенным между этими меридианами отрезком круга широты 75° с.ш. и с юга - изотермами $Tg = -6^{\circ}\text{C}$ и -8°C .

Результаты этих расчетов представлены на рис. 44.

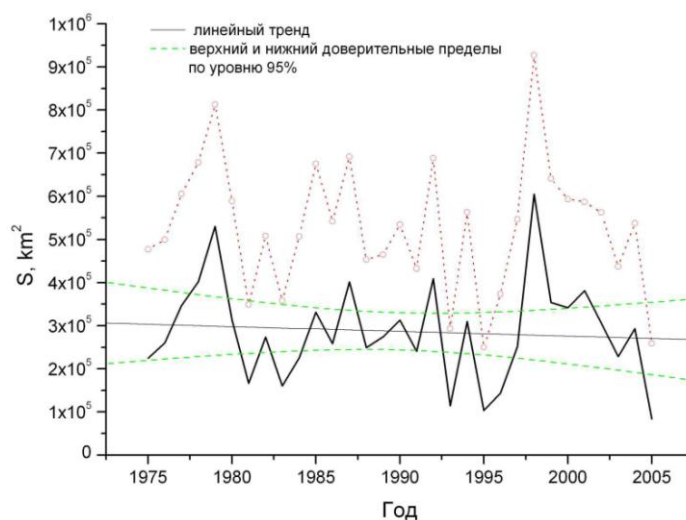


Рис.44. Временной ход площадей, ограниченных с юга изотермами 6°C (- о -) и -8°C (—).

Линейные тренды временного хода полученных величин указывают на незначительное убывание площадей ограниченных изотермами для указанных типов мерзлоты в течении последних 30 лет. Скорость уменьшения $S(-8)$ составила 30,4 тыс.км²/10 лет при

ошибке 24,7тыс.км²/10 лет, а, S(-6) составила 43,2 тыс.км²/10 лет при ошибке 33,7 тыс.км²/10 лет. Доверительная вероятность составляла 0.95.

Оценка, выполненная на основе данных реанализа ERA по описанной методике, показала увеличение величины тренда в 5 раз и составила 150,3 тыс.км²/10 лет при ошибке 70,1тыс.км²/10 лет. Оценка, выполненная на основе данных реанализа NCAR по описанной методике, показала увеличение величины тренда в 3,3 раз и составила 98,3 тыс.км²/10 лет при ошибке 50,1тыс.км²/10 лет.

Величины трендов и погрешности их расчетов сравнимы по величине друг с другом. Поэтому, из проведенного анализа, следует, что, оценки, полученные по данным наблюдений и реанализа NCAR, можно признать состоятельными. Расхождение оценок реанализов и оценок по данным наблюдений требует специального анализа.

Данные реанализа NCAR использовались для расчетов среднегодовых значений температур почвы и их трендов на глубинах 0-10см (рис.45) и 10-200см (рис.46) по величинам которых построены карты, показывающие их пространственные распределения. Как следует из рисунков 45 и 46 распределения трендов температуры почвы по территории Сибири и Дальнего Востока имеет очаговый характер как и распределение приземной температуры воздуха. Наибольшие темпы потепления в рассмотренный период имеют место в средней и восточной Сибири (0,5 – 0,7°C/10 лет). В Якутии выделяются очаги с темпами похолодания (0,5 – 0,7°C/10 лет).

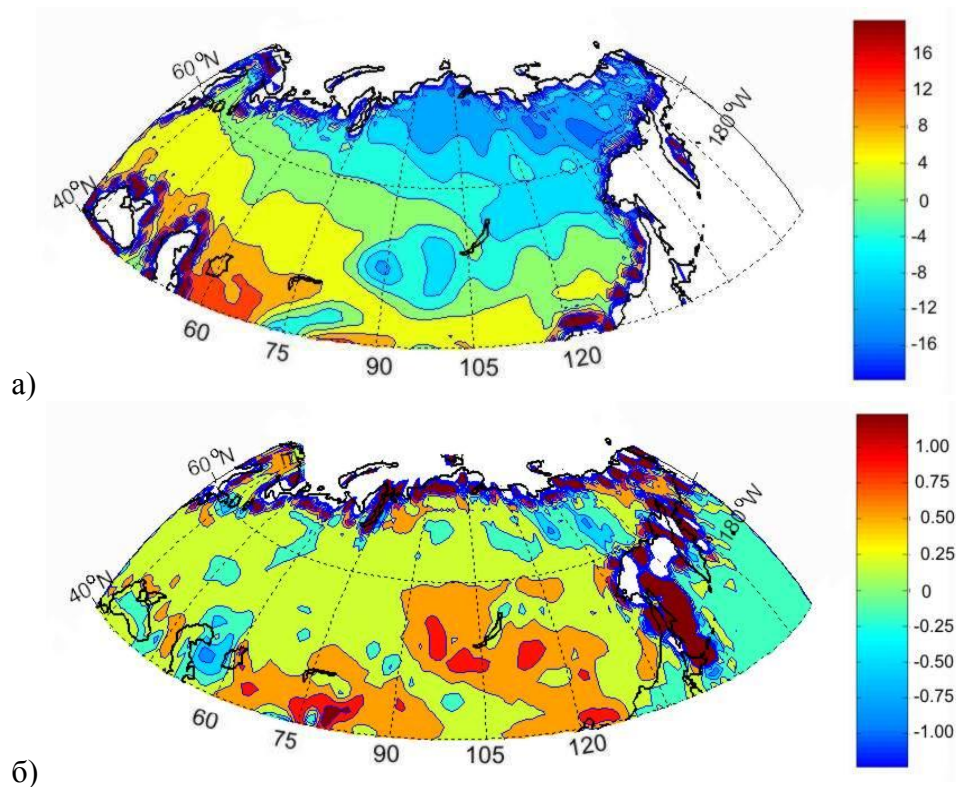


Рис.45. Распределения среднегодовых значений температур почвы (°C) – (а) и их трендов (°C/10 лет) - (б) на глубинах 0-10см на территории России рассчитанных по данным NCAR.

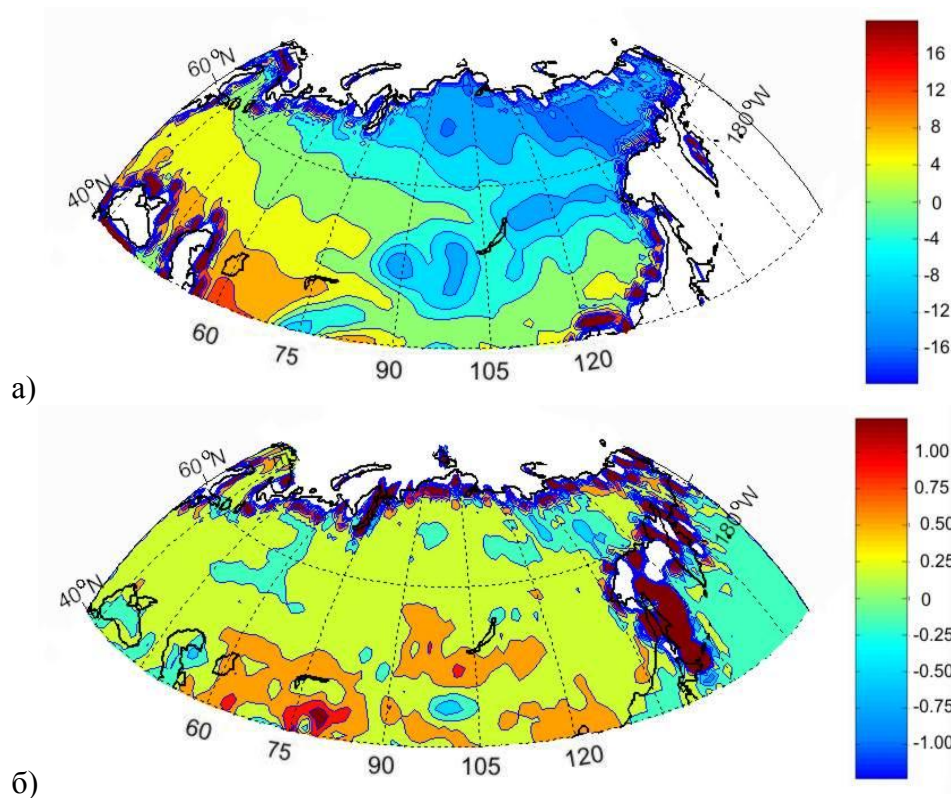


Рис.46. Распределения среднегодовых значений температур почвы ($^{\circ}\text{C}$) – (а) и их трендов ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) - (б) на глубинах 10-200см на территории России рассчитанных по данным NCAR.

Сравнение пространственного распределения среднегодовых значений температур почвы с расположением кроилитозоны и с картой норм среднегодовой температуры воздуха на севере России (Павлов А.В. Малкова Г.В. 2005 г.) показало совпадение результатов, что позволило сделать вывод о возможности применения данных NCAR к анализу динамики мерзлоты и ее связей с метеорологическими параметрами.

Использование выделения мерзлоты по температурным полям почвы на разных глубинах позволило выявить связи между поведением температурных полей и, оцениваемых с их помощью, площадей мерзлоты. Корреляционный анализ температур на различных глубинах грунта $T_{п\ 10\text{см}}$, $T_{п\ 10-200\text{см}}$ и температуры приземного воздуха $T_{a\ 2\text{м}}$ выявил, что приземная температура воздуха $T_{a\ 2\text{м}}$ и температуры на глубинах (0-10см и 10-200см) связаны друг с другом (корреляция $0,99\div 0,96$) и их ход определяется приземной температурой, что подтверждается более высокими значениями кросс-корреляционной функции при отрицательных значениях сдвига (лага) до 5 лет.

Методика определения площади как $S(Tg)$ предполагает отрицательную корреляцию между температурой и площадью мерзлоты, что отображает таб.4.

Коэффициенты корреляций T и S(-8). Табл.4

	$S_{a\ 2\text{м}}$	$S_{п\ 10\text{см}}$	$S_{п\ 10-200\text{см}}$
$T_{a\ 2\text{м}}$	-0.96	-0.93	-0.93
$T_{п\ 10\text{см}}$	-0.87	-0.82	-0.82
$T_{п\ 10-200\text{см}}$	-0.88	-0.84	-0.84

Проведенный анализ показал, что при использовании $S(Tg)$ для расчета площадей с погрешностью до 20% можно пользоваться как температурой воздуха, так и температурой почвы на глубинах до 2м. Необходимо заметить, что в данном случае не учитывалось по-

ведение осадков, в том числе и глубины снега, чье влияние, несомненно, скажется на полученных оценках.

Изменение площади мерзлоты под воздействием температуры dS/dT оценивалось по сглаженным с 10-летним окном временным сериям. В качестве исходных данных применялись данные реанализа NCEP/NCAR. Температура T рассчитывалась как средневзвешенная по территории Сибири. Площадь $S(-8)$ находилась по изотерме приземного воздуха -8°C , ограничивающей месторасположение сплошной мерзлоты криолитозоны. Оценки линейных трендов b – коэффициентов аппроксимационного уравнения $x=a+bt$, характеризующих долговременные изменения параметров S , dS , T , dT , dS/dT , выполненные для территорий Сибири и умеренных и высоких широт суши северного полушария, приведены в таб. 5 за период времени 1948-2005гг.

Линейные тренды b за период 1948-2005гг. Табл.5

Параметры	Регион	Регион	Регион	Регион
	50-75°с.ш. 60-90°в.д.	50-75°с.ш. 90-120°в.д.	50-75°с.ш. 120-150°в.д.	40-90°с.ш. 0-360°в.д.
	$b \pm \delta b$	$b \pm \delta b$	$b \pm \delta b$	$b \pm \delta b$
S , $\frac{\text{д} \cdot \text{н} \cdot \text{е} \cdot \text{т}^2}{10 \text{ в} \cdot \text{д}}$	-14.0±19.0	-53.7±34.1	-5.9±22.5	-122.1±78.6
dS , $\frac{\text{д} \cdot \text{н} \cdot \text{е} \cdot \text{т}^2 / \text{в} \cdot \text{д}}{10 \text{ в} \cdot \text{д}}$	-9.0±26.7	-26.4±51.7	-13.0±32.5	-48.0±12.5
T , $\frac{^{\circ}\text{N}}{10 \text{ в} \cdot \text{д}}$	0.11±0.07	0.14±0.07	0.02±0.059	0.047±0.037
dT , $\frac{^{\circ}\text{N} / \text{в} \cdot \text{д}}{10 \text{ в} \cdot \text{д}}$	0.05±0.09	0.06±0.1	0.029±0.09	0.027±0.004
dS/dT , $\frac{\text{д} \cdot \text{н} \cdot \text{е} \cdot \text{т}^2}{^{\circ}\text{N} \cdot 10 \text{ в} \cdot \text{д}}$	-12.3±29.3	6.5±11.8	-13.8±20.8	40.7±273.5

Анализ трендов показывает, что хотя оценки изменения площади мерзлоты в Сибири можно признать несостоятельными, тем не менее, скорость уменьшения площади мерзлоты выше, чем в среднем по северному полушарию, что объясняется большей скоростью потепления в Сибири. Необходимо заметить, что площадь узла реанализа, определяемого шагом по широте 1.91° и по долготе 1.88° , изменяется с 27.9 до 14.5 тыс.км² в пределах хода широты с 50-го по 70-й градусы и по своей величине сопоставима с дисперсиями площадей S .

3. При прогнозировании эволюции криолитозоны в некоторых работах (например, Козлов А.М., Парамузин С.Ю., Пустовойт Г.П. «Криосфера Земли», 1999, т.3, №4, с26-31) используется метод гармонического разложения. По этому методу сглаженный ряд температуры воздуха представляется в виде суммы гармоник, амплитуды и фазы которых находятся с помощью метода наименьших квадратов. Далее с помощью подобранной таким образом модельной функции производится аппроксимация вперед (или назад) за пределы исходного ряда, что с учетом тренда дает достаточно удовлетворительный прогноз на период, равный примерно 1/3 длины исходного ряда. Очевидным недостатком такого подхода является предположение о сохранении какого-либо (выявленного с помощью Фурье-анализа) масштаба колебаний на всей временной оси. На самом деле, как показывает анализ температурных рядов с помощью вейвлет-преобразования, колебания могут возникать на отдельных участках временной оси (цуги колебаний определенного масштаба). К тому же, имеет место нестационарность колебаний во времени не учитываемая при гармоническом разложении. Мы предлагаем следующую модификацию гармонического разложения:

- Исходный ряд температуры подвергается 10-летнему сглаживанию, чтобы убрать трудно прогнозируемые высокочастотные колебания.

- К сглаженному ряду применяется вейвлет-преобразование, в результате которого находятся коэффициенты $W(a,b)$ (a - масштаб колебаний, положение вейвлета на временной оси).
- Производится аппроксимация коэффициентов $W(a,b)$ по параметру b .
- По аппроксимированным коэффициентам восстанавливается температурный ряд с помощью обратного вейвлет-преобразования.

Результат такого подхода показан на рис. 47. Видно, что подход, основанный на вейвлет-преобразовании, предсказывает ярко-выраженные циклические колебания вокруг тренда в интервале 2000-2060г.г, которые могут привести к соответствующему циклическому характеру реакции криолитозоны. В гармоническом подходе колебания выражены менее отчетливо и имеют другие характеристики. Вопрос о том, какой из двух прогнозов является более приемлемым мы планируем рассмотреть с помощью расчетов по МОЦА ММ5.

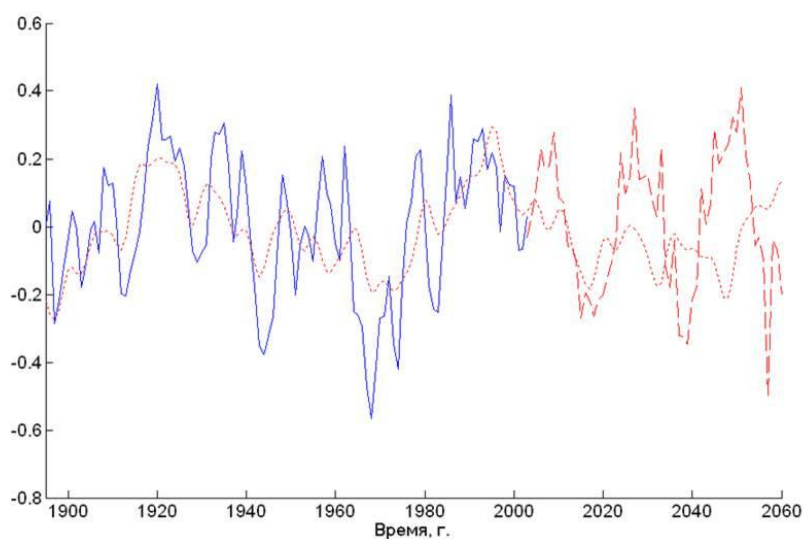


Рис.47. Температура воздуха г. Сыктывкара без тренда (—), гармоническое разложение без тренда (...), прогноз с помощью вейвлет-преобразования (- - -).

1.3.3. РАБОТА, ВЫПОЛНЕННАЯ ПО ПРОГРАММЕ ОТДЕЛЕНИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН

Программа 3. «Техногенное преобразование недр Земли: развитие теоретических основ эффективного использования и сохранения георесурсов». Проект 1: «Обоснование путей повышения эффективности и экологической безопасности открытой добычи твердых полезных ископаемых»

Прогнозирование разрушения было и остается наиболее важной задачей науки и техники. Стихийные природные явления и технические катастрофы все так же потрясают человечество своей неожиданностью и трагическими последствиями.

В технике особенно остро стоит проблема определения надежности работы материалов, конструкций, прогнозирования предразрушающего состояния и разрушения. Однако, несмотря на все усилия, количество тяжелых аварий и катастроф не снижается.

Другой аспект проблемы прогноза разрушения - это прогноз стихийных природных явлений. Человечество еще бессильно предотвратить, ослабить или хотя бы предсказать такие стихийные природные явления как землетрясения, горные удары, оползни. Для принятия эффективных мер по снижению нежелательных последствий таких событий необходимы эффективные методы прогнозирования: предсказание места, времени и энергии события. Общность инженерно-технических и сейсмологических задач в том, что указанные геодинамические явления есть ни что иное, как результат непредвиденного разрушения горных пород в условиях их естественного залегания под действием механических (тектонических) напряжений. И здесь задача сводится к проблеме контроля процессов подготовки, зарождения и развития разрушения.

Недостатки существующих методов контроля состояния материалов и природных объектов заставляют искать принципиально новые пути и способы решения этих задач.

Широкие, зачастую, уникальные возможности оценки качества и технического состояния объектов появляются при использовании явления электромагнитной эмиссии деформируемых твердых тел. Обнаруженному в начале 60-х годов [Беляев и др. 19621, Мартышев 1965] этому явлению долгое время не придавалось должного научного и практического значения. Незаслуженно малое число публикаций по исследованию явления, отсутствие специализированной аппаратуры тормозит широкое применение электромагнитной эмиссии в практике неразрушающего контроля, прогноза стихийных природных явлений.

Импульсы электромагнитного поля, несущие информацию о строении земной коры и используемые в данном способе, возникают в массивах горных пород вследствие естественного, постоянно существующего геодинамического и приливного движения земной коры. Процессы механоэлектрических преобразований энергии, вызванные этим движением, сопровождаются потоком электромагнитных импульсов, интенсивность и амплитудно-частотный состав которого определяется структурным и литологическим строением подстилающих пород, их напряженно-деформированным состоянием.

При постановке этих работ предполагалось, что процессы механоэлектрических преобразований энергии (независимо от способов их возбуждения) будут усиливаться, прежде всего, в зонах, где имеются значительные нарушения земной коры в виде геологических разломов, разрывных нарушений, на границах разнородных и разно напряженных пород. Пространственные вариации импульсных электромагнитных полей, в этом случае, должны отражать строение земной коры, что и предполагалось положить в основу разрабатываемых методов оценки напряженно-деформированного состояния массивов горных пород.

Решение поставленной задачи оценки НДС горного массива должно было предусматривать разделение регистрируемого сигнала на две компоненты, временную и про-

странственную, выделение в зарегистрированном интегральном сигнале чисто пространственных вариаций, распознавание сигнала от конкретного участка.

В 2006 году в ИМКЭС СО РАН, закончена разработка многоканального геофизического регистратора «МГР-01», предназначенного для исследования временных вариаций естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) и отработки методики оценки сейсмической обстановки региона. Прибор успешно прошел метрологические испытания, сертифицирован и зарегистрирован в Государственном реестре под № 31892-06 как средство измерения. Использование регистратора «МГР-01» для выделения пространственных вариаций ЕИЭМПЗ необходима была доработка аппаратной части прибора и программного обеспечения, что позволило бы проводить маршрутные измерения, а так же использовать метод векторного анализа при оценке аномальных зон в горном массиве.

Выделение литосферной составляющей сигнала и уменьшение доли атмосфериков и импульсов помехи достигается оптимальной настройкой чувствительности аппаратуры. Последовательность операций при настройке чувствительности станций будет рассмотрена ниже в примерах.

Для удаления временных вариаций полевые измерения осуществляют не менее чем двумя регистраторами.

Один регистратор служит в качестве неподвижной базовой (реперной) станции, регистрирующей только временные вариации электромагнитных полей. С помощью других приборов проводят измерения параметров ЕИЭМПЗ по маршрутам, пересекающим исследуемую территорию. Вывод о наличии или отсутствии на обследуемой территории каких-либо геофизических аномалий делается путем расчета пространственных вариаций электромагнитных полей для данной территории после удаления из показаний маршрутных станций временных вариаций полей по специально разработанной методике. Измерения полей могут осуществляться одним или несколькими операторами в пешем варианте или с использованием любого вида наземного транспорта. Интенсивность потока литосферных импульсов определяются двумя условиями. Это наличием структурных и литологических неоднородностей в земной коре вблизи станции, так и активностью процессов, приводящих в движение эти неоднородности и их границы.

Были проведены натурные измерения, с использованием трех регистраторов «МГР-01», по предложенной методике на оползневом склоне с известными аномальными зонами НДС массива по инженерно-геологическим изысканиям. Во время профильных измерений одна из станций использовалась как реперная неподвижная стационарная станция для регистрации временных вариаций ЕИЭМПЗ. Она устанавливалась на удалении порядка 150 метров от склона, на ровном участке местности. Относительно этой вне оползневой точки в дальнейшем оценивалась активность склоновых процессов и напряженно-деформированное состояние оползня. Привязка станций по времени осуществлялась с использованием спутникового навигатора. Разница во времени в показаниях различных станций не превышало нескольких долей секунды. Это позволяло удалять из показаний станций импульсы, пришедшие одновременно на все три станции, а, следовательно, имеющие вне оползневое, внешнее происхождение. В качестве информативного параметра использовалась разница между показаниями маршрутных станций и реперной. Все станции работали с временем дискретизации 1 секунда. На каждой точке (пикете) производилось не менее 300 измерений интенсивности сигнала. Статистическая обработка результатов измерений предусматривала исключение суточного хода и импульсов внешнего происхождения.

Хорошую воспроизводимость результатов измерений подтверждают данные, полученные по профилю №1 рис. 48. Измерения по данному профилю производились одновременно двумя станциями (станцией 2 и станцией 4).

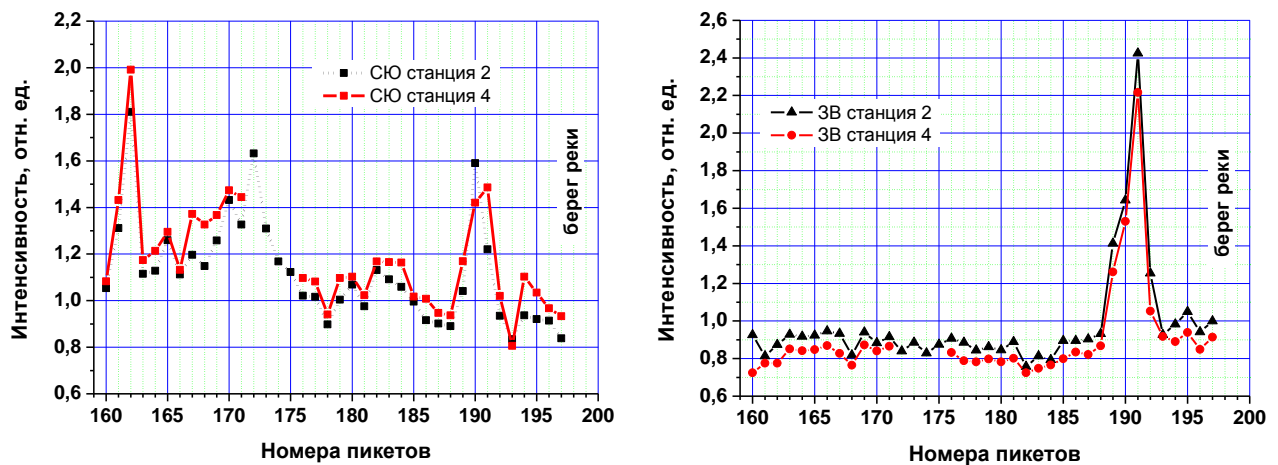


Рис. 48. Относительные изменения интенсивности сигнала вдоль профиля № 1. Синхронные измерения двумя станциями

На рис. 48 приведены уже очищенные от временных вариаций пространственные изменения относительной интенсивности сигнала, отражающие активность оползневых процессов и напряженно-деформированное состояние берегового склона реки. Мы видим сильное увеличение геодинамической активности грунтов в районе 189-192 пикетов. При этом повышенная активность регистрируется как по каналу приема сигнала направления запад – восток, так и по каналу север-юг.

В настоящее время создается программный продукт для корреляционного и векторного анализа полученных результатов маршрутных измерений пространственных вариаций ЕИЭМПЗ.

Таким образом, инженерно-технические работы по теме позволили создать программно-аппаратный комплекс и методику проведения площадных измерений пространственных вариаций естественного импульсного электромагнитного поля Земли.

Выполненные натурные исследования на оползневом склоне р. Кама, показали принципиальную возможность не только оценки величины, знака и направления механических напряжений в грунтах, но и возможность мониторинга развития напряженно-деформированного состояния территории, контроля активности оползневых процессов в масштабе реального времени.

1.3.4. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ЦЕЛЕВЫМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОГРАММАМ «ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПО ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ» на 2002-2006 годы»

Проект: «Научно-методическое и научно-организационное обеспечение проведения международной школы-конференции (школы-семинара) по приоритетным направлениям развития Программы с участием молодых ученых и преподавателей на базе российского научного (научно-образовательного) центра – Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН».

Целью выполнения НИР являлось повышение уровня подготовки научных и научно-педагогических кадров, привлечение талантливой молодежи к участию в перспективных научных исследованиях по приоритетным направлениям развития науки и техники, повышение уровня науки и образования за счет международной кооперации и повышения мобильности молодых ученых.

В ходе работ по Государственному контракту №02.444.11.7306. выполнено научно-методическое обеспечение проведения Международной школы-семинара молодых ученых в рамках Международной конференции «Измерение, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2006».

Осуществлено оповещение научных организаций и высших учебных заведений Российской Федерации и зарубежных стран, молодых ученых и молодых преподавателей о проведении Международной школы-семинара молодых ученых в рамках Международной конференции «ENVIROMIS-2006» и об условиях участия в ней молодых ученых и молодых преподавателей.

Поведен конкурс научно-исследовательских работ, выполняемых российскими молодыми учеными. На конкурс поступило 109 заявок молодых ученых. Конкурсной комиссией было отобрано 35 заявок для финансирования ИМКЭС СО РАН из средств Министерства образования и науки РФ. Заключено 18 договоров на выполнение указанных научно-исследовательских работ с 16 организациями из 9 городов России, направляющими молодых ученых для участия в школе.

Проведена оплата этим организациям их необходимых обоснованных расходов. Суммарная стоимость заключенных договоров составила 608300 рублей. 35 проектов молодых ученых, набравших меньшее количество баллов, получили поддержку из фондов INTAS 24 участников из России и 11 участников из ближнего зарубежья. Размер финансирования участия молодых ученых в школе-семинаре из средств INTAS составляет 20 тыс. евро.

На базе Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН и Сибирского центра климато-экологических исследований и образования (Томск, Россия) с 1 по 8 июля 2006 года была проведена Международная школа-семинар молодых ученых в рамках Международной конференции «Измерение, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2006». В ее работе приняли участие 99 молодых ученых (в возрасте до 35 лет), в том числе 77 участников – из России, стран ближнего (15 участников) и дальнего зарубежья (7 участников), представлявших 20 научных организаций и 10 высших учебных заведений. В школе-семинаре участвовало 16 кандидатов наук в возрасте до 35 лет и 1 доктор наук в возрасте до 45 лет. Участие в работе школы-семинара 74 молодых ученых было поддержано Министерством образования и науки РФ (35 участников), из средств фонда ИНТАС (35 участников) и из фонда конференции (4 участника). Научная тематика докладов, представленных молодыми учеными, соответствовала основным тематическим направлениям школы-семинара.

Для участников школы-семинара была составлена 63-часовая программа обучения, охватывающая широкий спектр фундаментальных и прикладных проблем использования информационных технологий в исследованиях окружающей среды. В ходе работы конфе-

рениции «ENVIROMIS-2006» в рамках стендовых сессий в масштабе презентаций были представлены отчеты по результатам НИР, выполненных участниками школы-семинара. В рамках школы-семинара был проведен конкурс докладов молодых ученых. По результатам конкурса были определены 26 победителей. Победителям конкурса докладов молодых ученых вручены дипломы и денежные премии.

Рабочей группой Конкурсной комиссии проведена экспертиза отчетов по НИР, выполненных молодыми учеными и преподавателями – участниками Международной школы-семинара. Отчеты по НИР, оформленные в виде научных статей, опубликованы в сборнике материалов докладов школы-семинара. Полнотекстовые варианты отчетов размещены на сайте школы-семинара.

Тщательная научно-методическая и научно-организационная подготовка школы-семинара и Международной конференции в целом, четкая координация работы оргкомитета и специалистов всех служб обеспечили успешное проведение этих мероприятий. Программа школы-семинара выполнена полностью и в соответствии с Техническим заданием и Календарным планом, утвержденными Государственным контрактом №02.444.11.7306.

Проект: «Исследование закономерностей изменения круговорота углерода в торфяно-болотных экосистемах при современных изменениях климата и антропогенной нагрузке».

Объектом исследования являются нативные и осушенные олиготрофные болота Томской области.

В ходе выполнения работ проведена подготовка к экспедиции, приобретено специальное оборудование, выполнены тестовые измерения, оборудованы пункты наблюдения; разработаны методики измерения, определен режим проведения наблюдений. В период с мая по сентябрь 2006 г. были организованы экспедиционные работы с измерением ключевых параметров на базовой площадке на олиготрофном болоте и осушенном участке.

Выполненные в ходе проведения экспедиций метеорологические и актинометрические наблюдения подготовили базу для изучения и моделирования изменения интенсивности потоков углерода при изменении внешних условий. Наблюдения за температурным режимом торфяной залежи, выполнявшиеся с помощью автоматических измерителей, позволили определить динамику прогрева залежи, ход промерзания – оттаивания почвы, вычислить некоторые теплофизические характеристики торфа и мохового очеса. По данным инструментальных наблюдений были рассчитаны основные элементы теплового баланса деятельной поверхности (тепловой поток в почву, поток турбулентного тепла, потоки приходящей и отраженной солнечной радиации, поток длинноволнового излучения), определено альbedo подстилающей поверхности и оценено испарение влаги с болота.

В результате исследования получены новые данные о зависимости динамики элементов углеродного баланса от локальных метеорологических условий. Оценены потоки углекислого газа и метана, проведена оценка биологической продуктивности исследуемых экосистем, оценены общие запасы углерода в торфяной залежи.

Эмиссия CO_2 зависит от температуры воздуха, влажности воздуха и температуры деятельного слоя торфа. Наиболее сильное влияние на эмиссию CO_2 оказывает температура поверхности торфяной залежи и температура верхнего 10 см слоя торфа (коэффициент корреляции 0.68 и 0.61 соответственно).

Содержание углекислого газа в воздухе имеет суточную динамику и зависит от температуры и влажности воздуха, от температуры поверхности торфяной залежи. Кроме того, выявлена отрицательная зависимость содержания CO_2 в воздухе от эмиссии CO_2 с поверхности торфяной залежи.

Оценка интенсивности переноса и образования CO_2 в верхних слоях торфяной залежи показала, что максимальный вклад в поток CO_2 с поверхности торфяной залежи вносят верхние 20 см торфа которые представляют собой аэробный слой. Согласно полученным данным средний поток с глубины 75 см составляет 8.8, в слое 20-75 см - 19.4, в слое 0-20 см – 52.1 $\text{mgCO}_2/\text{m}^2\text{час}$.

Чистая первичная продукция на нативном участке составляет 617 $\text{г}/\text{м}^2$ год. Основной вклад в NPP вносят корни кустарников и трав (57 %), мхи (33%), доля кустарничков в составе продукции составляет 8% и доля трав всего лишь 2 %.

Запасы биомассы составляют 4996 $\text{г}/\text{м}^2$. Основное количество биомассы представлено моховым олесом, количество фотосинтезирующей фитомассы незначительно и составляет 12 %, при этом основной вклад в запас фотосинтезирующей фитомассы вносят зеленые части мхов и листья кустарничков.

Сравнение чистой первичной продукции и потока CO_2 с поверхности торфяной залежи показало, что накопление углерода в процессе фотосинтеза в 2,3 раза превышает его выделение с поверхности торфяной залежи в виде CO_2 , что свидетельствует о преобладании процесса торфообразования на нативном болоте.

Выявленные зависимости между эмиссией CO_2 и метеорологическими условиями позволили построить линейную регрессионную модель для описания изменения потока CO_2 с поверхности торфяной залежи при изменении температуры воздуха и содержания углекислого газа в воздухе. Прогнозные расчеты изменения эмиссии CO_2 при потеплении климата показали, что к 2080 г. скорость эмиссии CO_2 возрастет на 20 – 36 % по сравнению с современными периодом.

Предложенная в работе локальная двухкомпонентная модель круговорота углерода в торфоболотных экосистемах позволяет проводить прогнозирование возможного развития болота при различных сценариях изменения климата. Расчеты по модели показали, что к 2090 году содержание углерода в живой фитомассе возрастет на 38 – 46 %, в торфяной залежи запас углерода увеличится на 12 - 14%. Потепление климата и увеличение концентрации атмосферного CO_2 вызывает интенсификацию депонирования углерода в торфяной залежи на 50 – 75 %, по сравнению с современными темпами накопления углерода. Осушение территории болота приводит к снижению скорости накопления углерода на 50% в течение первой половины XXI века и на 30% - во второй половине.

Таким образом, работы по контракту выполнены полностью. Полученные в результате исследования данные составляют фактическую основу для поиска взаимосвязей между различными процессами, протекающими в болотных системах, и изучения базовых характеристик современного состояния природных условий биосферы на примере заболоченной территории; служат исходным материалом для многофакторного анализа, моделирования и прогнозирования изменений окружающей среды и климата в западносибирском регионе под воздействием природных и антропогенных факторов, а также для разработки рекомендаций по рациональному природопользованию и устойчивому развитию заболоченных территорий.

Проект: «Сравнительная оценка генетической изменчивости различных экотипов сосны кедровой сибирской на основе анализа RAPD - и микросателлитных локусов».

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) - один из основных эдификаторов лесных экосистем Сибири. Целью настоящего исследования является изучение полиморфизма ДНК экотипов сосны кедровой сибирской на основе анализа RAPD - и микросателлитных локусов. В ходе выполнения исследований по теме НИР составлен аналитический обзор литературных данных об использовании ДНК-маркеров в исследованиях лесных древесных растений. В качестве объектов исследования использовали

4 экотипа сосны кедровой сибирской, характеризующих широтный профиль ареала вида. В ходе выполнения экспериментальных работ стажером освоены методики выделения ДНК хвойных растений, проведения полимеразной цепной реакции, электрофоретического фракционирования в агарозном и полиакриламидном гелях и окрашивания продуктов амплификации. Установлены генотипы 87 индивидуальных клонов сосны кедровой сибирской по 15 RAPD и 3 микросателлитным локусам. Показано, что минимальное генетическое разнообразие по RAPD-локусам характерно для южного экотипа, максимальное значение - для популяции с северного предела распространения вида. Максимальное генное разнообразие по микросателлитным локусам установлено в выборке из средней подзоны тайги. Данный критерий колеблется от 0,246 до 0,405 между выборками и в среднем составляет 0,308. Это практически совпадает с оценками разнообразия по RAPD-локусам и примерно в три раза превышает ранее полученные значения аналогичных параметров по изоферментным маркерам. Полученные данные являются первым шагом в исследовании внутривидового ДНК-полиморфизма сосны кедровой сибирской и должны послужить основой для развития исследований генофонда этого ценного лесобразующего вида хвойных. Сделан доклад на международной конференции IUFRO «Breeding and Genetic Resources of Five-Needle Pines» (Селекция и генетические ресурсы пятихвойных сосен), Румыния, г. Валиуг «Genetic structure and mating system in hybrid zone between *Pinus sibirica* and *Pinus pumila*» (Генетическая структура и система скрещивания в гибридной зоне между *Pinus sibirica* и *Pinus pumila*).

1.3.5. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ГРАНТАМ РФФИ

Проект РФФИ № 06-04-49065а "Адаптивная структура популяций сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в оптимальных и пессимальных условиях"

Исследовали дифференциацию кедра сибирского на имматурной стадии онтогенеза по уровню вегетативного развития в связи с гетерозиготностью по изоферментным локусам. В качестве объекта исследования были выбраны две биогруппы 5-летних сеянцев, различающихся густотой посадки, и выращенных в условиях лесного питомника (рис. 49).

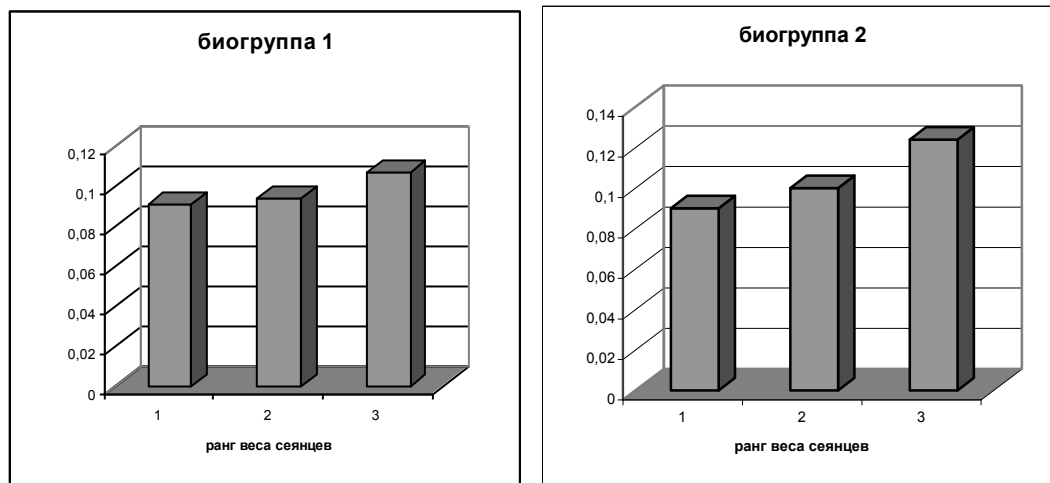


Рис. 49. Наблюдаемая гетерозиготность сеянцев в группах, различающихся густотой посадки.

Исследуемые совокупности сеянцев были ранжированы на подгруппы по массе. Установлены генотипы сеянцев по 23 аллозимным локусам. Наблюдаемая гетерозиготность в третьей подгруппе имела несколько более высокое значение по сравнению с первой и второй подгруппами в исследованных совокупностях сеянцев (рис.). Достоверных связей гетерозиготности с весом и другими морфологическими признаками не установлено. В биогруппе с чрезмерной густотой посадки тенденция роста гетерозиготности по мере увеличения веса сеянцев менее выражена по сравнению со второй биогруппой. Предполагается, что чрезмерно густая посадка в биогруппе 1 значительно превышает естественные пределы фитоценотической нагрузки, вызванной конкурентными отношениями растений на данном этапе онтогенеза. В природе при «посадке» семян кедровкой высокая густота быстро приводит к элиминации неадаптивных генотипов. При выращивании сеянцев в условиях лесного питомника конкуренция, вызванная густой посадкой, смягчается соответствующим уходом за растениями.

Проект РФФИ № 04-04-49795а "Эколого-географическая дифференциация и интеграционные процессы в группе близкородственных видов с трансконтинентальным ареалом (на примере азиатских видов *Pinus* из подсекции *Cembrae*)."

Текущий год является завершающим в работе по проекту. В числе прочего изучали репродуктивные процессы в гибридной зоне между кедром сибирским и кедровым стлаником (Северное Прибайкалье, дельта Верхней Ангары): анализировали структуру шишек и семян у естественных гибридов в сравнении с родительскими видами. Установлено, что в этом районе гибридизация происходит достаточно интенсивно. Естественные гибриды в количестве 2-5% от общего числа плодоносящих деревьев встречаются во всех типах экосистем, где хотя бы один из двух видов является фертильным. По размеру шишек и семян гибриды занимают промежуточное положение между видами. На всех этапах генератив-

ного цикла от дифференциации семенных чешуй до дифференциации зародыша гибриды имеют существенно повышенный по сравнению с "чистыми" видами уровень смертности и недоразвития репродуктивных структур. Вместе с тем, фертильность гибридов в дельте Верхней Ангары оказалась многократно (в 13-14 раз) выше, чем было определено ранее по результатам 1-летних наблюдений на Хамар-Дабане (Goroshkevich, 2004). В дельте Верхней Ангары гибриды нормально плодоносят, причем в благоприятные годы, по крайней мере, 1 семечка из 4 развивается в полноценное семя с дифференцированным зародышем. Этого вполне достаточно для того, чтобы утверждать: естественная гибридизация между кедром сибирским и кедровым стлаником не ограничивается здесь наличием гибридов первого поколения, а приобретает вид настоящей интрогрессии видовых геномов.

Проект РФФИ № 06-04-63032-к "Организация и проведение экспедиционных исследований эколого-географической дифференциации и интеграционных процессов в группе близкородственных видов с трансконтинентальным ареалом (на примере азиатских видов *Pinus* из подсекции *Cembrae*).

За счет экспедиционного проекта РФФИ проведена значительная часть работ на опытных объектах в окрестностях г. Томска. Кроме того, проведена экспедиция в область перекрытия ареалов кедра сибирского и кедрового стланика. Обследована Юго-Восточная часть российской половины Хентей-Чикойского нагорья (Южное Забайкалье, Читинская область). В этом районе проходит юго-восточная граница ареала кедра сибирского и юго-западная граница ареала кедрового стланика. Они совместно произрастают в верхней части лесного пояса и под гольцами. На обеих обследованных горах (Сохондо, 2500 м и Алханай, 1663 м) естественные гибриды распространены по всему поясу, в пределах которого родительские виды встречаются вместе и при этом фертильны, т.е. на высотах от 1400-1500 до 1700-1800 м над уровнем моря. Встречаемость гибридов – 1-2 шт./га, что значительно ниже, чем на Хамар-Дабане, но значительно выше, чем в горах Северного Прибайкалья. Проведенная экспедиция завершила цикл полевых исследований гибридной зоны. Полученные результаты позволяют утверждать, что естественная гибридизация между кедром сибирским и кедровым стлаником имеет место по всей области перекрытия их ареалов, но встречаемость гибридов варьирует в очень широких пределах – от 0,01 до 5 шт./га.

Проект РФФИ № 06-04-49328а «Остаточно-гумусовые органно-аккумулятивные почвы таежной зоны: география, генезис классификация».

Проведенные в рамках выполнения проекта исследования позволили выявить особенности формирования и гидрогенной трансформации специфичной группы органно-гумусово-аккумулятивных почв на Васюганской равнине. Наряду с общеизвестными процессами эволюции почв, особенности почвообразования связаны с формированием почв на карбонатных, слабосолонцеватых породах тяжелого гранулометрического состава под таежной растительностью в условиях высокого биологического потенциала и динамичности климата, подтопления со стороны развивающихся болотных массивов. Устойчивость увлажнения и богатство пород обеспечивают в подтаежной зоне устойчиво высокую на протяжении значительной части времени, активность биоаккумулятивных процессов и формирование на первых этапах развивающейся эволюции почв с хорошо развитым гумусовым профилем. На следующих этапах гидроморфной трансформации луговое почвообразование сменяется лугово-болотным и торфяно-гумусово-глеевым. На северной оконечности болотного массива заболачивание почв протекает с разрушением темных гумусовых горизонтов, формированием дерново-глеевых и дерново-подзолистых остаточно-гумусовых почв. Накопление на поверхности перегнойных и торфянистых подстилок приводит к расширению ареала торфяно-перегнойно-глеевых и торфяно-глеевых остаточно-гумусовых и остаточно-карбонатных почв.

Проект РФФИ № 05-05-64182-а «Формирование горно-долинных озерных бассейнов в Алтае-Саянской горной области вследствие неотектонических перекосов поверхности».

Впервые установлено существование горно-долинных озерных бассейнов в долинах р.Катуни и Ка-Хема (Малый Енисей). Выдвинута новая гипотеза образования горно-долинных озерных бассейнов за счет тектонических перекосов блоков земной коры малой амплитуды - десятые и сотые доли градусов (рис. 50, 51).

Для выявления роли тектонических перекосов в формировании долин и возможных причин образования озерных отложений (существования горно-долинных озерных бассейнов в верхнем плейстоцене) проведен морфологический анализ продольного профиля русла долин рек Катунь и Чуи. Имея общую протяженность около 600 км, продольный профиль пересекает практически всю территорию Горного Алтая с юго-востока на северо-запад. На нем отчетливо выражено несколько аномальных участков (за исключением верховий р. Чуи) с ярко выраженными перепадами высот: Майма, Чуя, Машей, Чаган-Узун. Все они связаны с зонами тектонических разломов, секущих вкрест долины рек. Продольный профиль русел системы рек «Чуя-Катунь» однозначно указывает на наличие нескольких тектонических блоков, испытавших перекосы: Чуйский, Курайский, Яломанский, Чемальский и Нижнекатунский.

Анализ строения профиля позволяет говорить, что в результате тектонических движений Курайский блок был поднят на 450 м; поднятие сопровождалось перекосом поверхности; кроме того, произошло опускание Чуйского блока в верховой части долины. Общая величина перекоса составила всего $0,1^{\circ}$, этого было достаточно для образования Чуйско-Курайского озерного бассейна.



Рис. 50. Разрез озерных отложений на левом борту долины р.Катуни (нижнее течение) вблизи пос. Ая.

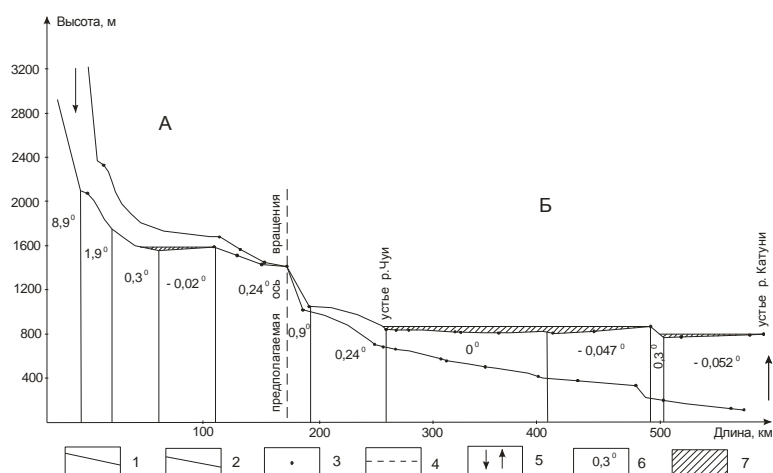


Рис. 51. Предполагаемое положение продольного профиля русел системы рек «Чуя-Катунь» после тектонических перекосов блоков: 1 – положение продольного профиля до тектонических перекосов; 2 – положение продольного профиля после тектонических перекосов; 3 – тектонические разломы, вдоль которых происходят тектонические подвижки; 4 – направления движения перекосов; 5 – направления движения тектонических блоков; 6 – уклоны продольного профиля, в градусах; 7 – установленное положение озерного бассейна.

В результате в районе устья р. Чибитки образовалась тектоническая подпруда с перепадом высот 1000 м, или 52 м/км, с общим уклоном поверхности 3° . Определенную, но не определяющую роль, по нашему мнению, в образовании подпруды играли долинные ледники.

Теоретически обоснована и подтверждена фактическим материалом несостоятельность теории образования грядового рельефа и других русловых форм за счет паводков с катастрофическими расходами воды на территории Горного Алтая, которая предлагается зарубежными учеными (Carling P.A., Baker V.R., Benito G., Strahler A.N.).

Проект РФФИ № 05-07-98009 «Создание базы данных об экологическом состоянии Томского региона с использованием новых математических моделей годичных колец деревьев как биоиндикаторов»

Полученные за отчетный период важнейшие результаты

1. Выполнен обзор и анализ современных решений в области grid-технологий (архитектура распределённых вычислений), обеспечивающих комплексные решения актуальных крупных научных задач и коммерческих продуктов на их основе. Рассмотрены программные средства разработки инфраструктуры grid-систем на различных аппаратно-программных платформах, реализованные в настоящее время и планируемые grid-приложения и проекты, а также некоммерческие международные сообщества, обеспечивающие координацию действий исследователей при реализации даже независимых проектов с целью обеспечения эффективности исследований в области grid-технологий. Особое внимание уделено обзору работ по созданию национальной инфраструктуры grid-технологий в России.

Приведённый обзор показывает, что существующих инструментальных средств grid-технологии и проектов, реализованных с их использованием, достаточно для проектирования и реализации работоспособной в мировом масштабе grid-системы. Но при этом требуются серьёзные усилия программистов, квалифицированное системное администрирование, достаточно высокий уровень подготовки пользователей и т.д. Вместе с тем, в таких условиях для большинства предприятий и организаций, нацеленных на коллективное использование в научных или коммерческих целях скорее корпоративных ресурсов, чем мировых, целесообразнее ориентироваться на более технологичный и простой в эксплуатации grid-инструментарий, обеспечивающий те же базовые функции grid-технологии и,

позволяющий оперативно реагировать на изменения бизнес-процессов организации, производить более тонкую настройку среды на конкретные требования пользователей с целью улучшения использования вычислительных ресурсов и уровня обслуживания и, главное, уменьшить эксплуатационные расходы на аппаратно-программное обеспечение. Но такие решения (говоря языком бизнеса – решения низшего ценового уровня) на информационном рынке отсутствуют. Именно такие черты использования grid-технологии характерны для научных лабораторий, занимающихся обработкой дендрэкологических данных. Штат большинства таких лабораторий не велик, поэтому они не могут себе позволить развернуть крупномасштабные grid-технологии, но потребность в значительных вычислительных мощностях для решения своих научных задач имеется, и использование более технологичного и простого в эксплуатации grid-инструментария является оптимальным системным решением.

2. Разработаны алгоритмы вычисления годового прироста деревьев за вегетационный период на основе радиального сечения диска дерева, связанные с различными методами определения амплитуды и фазы. В частности, для вычисления амплитуды и фазы используется аналитический сигнал, введенный Д. Габором. Аналитический сигнал является комплексным, его действительная часть есть исходная функция, а мнимая часть образуется применением преобразования Гильберта к действительной части. Предложен двумерный анализ изображений дисков деревьев с использованием аналитического сигнала для вычисления амплитуды и фазы. Такая формализация представления диска дерева позволяет эффективно применить её для анализа как внешних, так и внутренних особенностей роста дерева в вегетационный период, получить новую информацию о росте дерева, увеличить объём выборки и решать новые задачи, связанные с неоднородностью окружающего пространства, в частности, улучшить оценку направления максимального прироста. Разработанный алгоритм для выделения информации о росте дерева из дискретных данных дендрохронологических измерений, включающий человеко-машинный интерфейс, не требует априорной информации о свойствах шума и полезного сигнала.

3. На основе обзора современных решений в области распределённых вычислений и результатах объектно-ориентированного анализа и проектирования разработана обобщённая функциональная структура распределённого многомашинного вычислительного комплекса (МВК) обработки дендрэкологических данных. Для обеспечения его функционирования были разработаны: язык и интерпретатор описания конфигурации МВК (метаописание), алгоритм функционирования коммуникационного сервера, алгоритм функционирования менеджера баз данных, алгоритм динамического определения реального времени отклика вычислительных серверов, алгоритм контроля и разграничения прав доступа к информационно-вычислительным ресурсам комплекса.

Метаописание обеспечивает: интеграцию разнородных (гетерогенных) технических, программных и информационных ресурсов МВК, построение графа (дерева) распределения информационных ресурсов по компонентам МВК, динамичное масштабирование МВК для повышения его функциональности и вычислительной мощности, динамичную адаптацию структуры МВК под выполняемые задачи, идентификацию вычислительных серверов в МВК с необходимыми вычислительными алгоритмами и программами математической обработки данных, осуществление коллективного доступа к ресурсам МВК в режиме on-line, единый интерфейс работы с базой экспериментальных данных (доступность, управляемость, защищённость).

Схема разработанного алгоритма выбора вычислительного сервера коммуникационным сервером основывается на информации, содержащейся в профилях (метаописаниях) вычислительных серверов. Основным критерий выбора заключается в поиске такого сервера, для которого разность между количеством пользователей, использующих данный вычислительный сервер, и максимальным количеством одновременно работающих пользователей максимальна.

Решение проблемы виртуализации хранения информации (интеграция распределенных баз данных) основано на специализированном протоколе взаимодействия менеджера данных с серверами распределённых баз данных.

Определение реального времени отклика вычислительных серверов осуществляется контрольной установкой сетевого соединения с указанным вычислительным сервером и программой, закреплённой на нем за стандартным портом web-обозревателя. При этом возможно задание времени, в течении которого будет устанавливаться связь (таймаут).

Уже сам процесс авторизации (мандатный доступ) предоставляет исследователю определённые права на доступ к ресурсам и их использованию. Дополнительно, уровень привилегий пользователя определяется принадлежностью введённого логического имени к той или иной рабочей группе. Формирование стандартных привилегий для рабочих групп осуществляется на этапе формирования выполняемых комплексом задач.

4. Представлена имитационная модель в среде GPSS World многомашинного вычислительного комплекса обработки дендроэкологических данных. Изменяемыми параметрами модели являются: количество вычислительных серверов, максимальное время обработки задания, количество типов заданий, средний интервал между заданиями, доля параллельных заданий, доля отклонённых заданий, среднее время обработки заданий коммуникационным сервером, отклонение от среднего времени обработки заданий коммуникационным сервером, вероятность сбоя вычислительных серверов, вероятность восстановления вычислительных серверов, среднее время восстановления вычислительного сервера, отклонение от среднего времени восстановления вычислительного сервера, количество коммуникационных серверов, максимальное время обработки задания администратора, количество типов заданий, средний интервал между заданиями, среднее время восстановления вычислительного сервера, отклонение от среднего времени восстановления вычислительного сервера.

Проведено исследование зависимостей таких критериев как: количество заданий вообще, отклонённых заданий, заданий без параллелизма, заданий с параллелизмом, аварийных ситуаций с восстановлением, аварийных ситуаций без восстановления, аварийных ситуаций с восстановлением (для заданий с параллелизмом), аварийных ситуаций без восстановления (для заданий с параллелизмом), заданий в очереди, от следующих параметров: количество вычислительных серверов, максимальное время обработки задания, количество типов заданий, интервал между заданиями, количество коммуникационных серверов.

Во всех экспериментах моделирование осуществлялось в течении 24 часов (модельное время). При выбранных в модели параметрах быстродействия вычислительных серверов: их количество (свыше 100), максимального времени обработки задания (до 100 единиц), количество коммуникационных серверов (до 10) практически не влияет на исследуемые критерии. Количество типов выполняемых заданий значительно влияет на число выполненных в МВК заданий, а также на очередь к коммуникационному серверу. Изменение интервала поступления заданий значительно влияет на исследуемые критерии, особенно на начальных этапах его увеличения.

Результаты моделирования подтверждают работоспособность разработанной структуры программного обеспечения многомашинного вычислительного комплекса.

5. Представлена экспериментальная реализация многомашинного вычислительного комплекса обработки годичных колец деревьев. В эксперименте по функционированию многомашинного комплекса обработки дендроэкологических данных было задействовано три вычислительных сервера и коммуникационный сервер, функционирующие под управлением операционных систем FreeBSD и Windows XP и предоставившие в пользование СУБД Oracle и MySQL. На трёх вычислительных серверах были развёрнуты одинаковые серверные приложения анализа годичных колец деревьев, реализующие задачи вычисления азимута и среднеквадратичной ширины области максимального прироста и вычисления значений индексов прироста. Информационная поддержка функционирования МВК

включала формирование и ведение базы научной информации, базы дендрэкологических данных и системной базы данных.

6. Произведена оценка качества многомашинного вычислительного комплекса. В соответствии со стандартом ГОСТ 28195-89 для оценки качества были выбраны шесть характеристик – надёжность, корректность, удобство применения, эффективность, универсальность и сопровождаемость. Усреднённая оценка удовлетворения оценочных элементов многомашинного вычислительного комплекса по всем используемым факторам указанных характеристик составляет 75 %.

7. Разработана обобщенная функциональная структура программной системы для организации учебного процесса по дисциплинам, связанных с обработкой данных в области дендрэкологии – компьютерная технология обучения, в которой студентам и преподавателям предоставлено специализированное программное обеспечение (серверное приложение), позволяющее дистанционно контролировать усвоение учебного материала и осуществлять выполнение практических заданий и лабораторных работ, связанных с математической обработкой изображений годичных колец деревьев.

Впервые предложены:

1. На основе представления математической модели годичных колец деревьев в виде пространственно-временного колебания впервые разработан алгоритм двумерного анализа изображений дисков деревьев.
2. Исходя из малости изменений полезного сигнала в соседних радиальных сечениях разработан интерактивный алгоритм восстановления непрерывных годичных колец из дискретных данных дендрохронологических измерений.
3. Разработано программное обеспечение для исследования математической модели годичных колец деревьев и решения задач дендрэкологической диагностики с использованием дополнительной картографической и метеорологической информации.
4. Разработан язык и интерпретатор табличного метаописания вычислений и баз данных, позволяющие динамично объединять несколько серверов в единый информационно-вычислительный ресурс для решения задач дендрэкологии.
5. Создан многомашинный вычислительный комплекс, использующий технологию распределённых вычислений (grid-технологию), для решения задач дендрэкологии.

Проект РФФИ № 05-05-98010 «Экспериментальные и модельные исследования состояния городской воздушной среды с использованием комплексной системы мониторинга и прогноза качества воздуха».

В течение второго года выполнения проекта при поддержке ОГУ Облкомприрода были уточнены координаты предприятий города – основных источниках выбросов загрязнений в атмосферу, соответствующие исправления были внесены файл для использования данных о выбросах в моделях переноса и трансформации загрязнений городской атмосферы. Проведено уточнение данных по движению транспорта в черте города и на этой основе уточнены характеристики линейных источников выбросов в атмосферу.

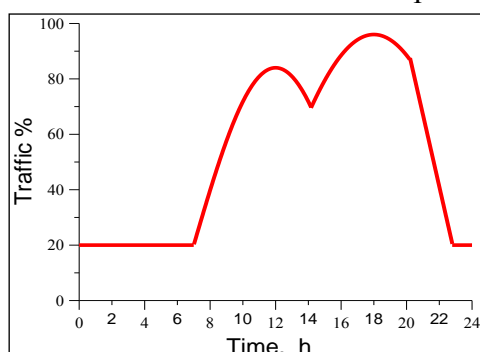


Рис. 52. Суточный ход интенсивности движения транспорта в городе.

Мезомасштабные метеорологические модели MM5 и WRF интегрированы в создаваемую информационно-вычислительной системы мониторинга и прогноза качества воздуха и использованы для вычисления полей метеорологических характеристик необходимых для анализа переноса и химических трансформаций загрязняющих городскую атмосферу выбросов. В частности, созданная в ходе выполнения проекта в ИОА СО РАН информационно-вычислительная система “Климат” (<http://climate.atmos.iao.ru/>), включает в себя разработанные в Национальном центре атмосферных исследований США мезомасштабную модель MM5 (Mesoscale Model 5) и модель WRF (The Weather Research and Forecasting Model). В ней используются версии моделей, ориентированные на параллельные вычисления. Картографическое обеспечение, используемое в ИВС, ограничено территорией Западной Сибири. Интерфейсы пользователя являются двуязычными (русский и английский).

После выполнения задачи и получения выходных файлов модели пользователю предоставляется возможность просмотра полученных результатов по каждой вычисленной характеристике и в любой момент расчетного интервала в графическом виде, используя для этого систему анализа и отображения данных GrADS (рис. 53).

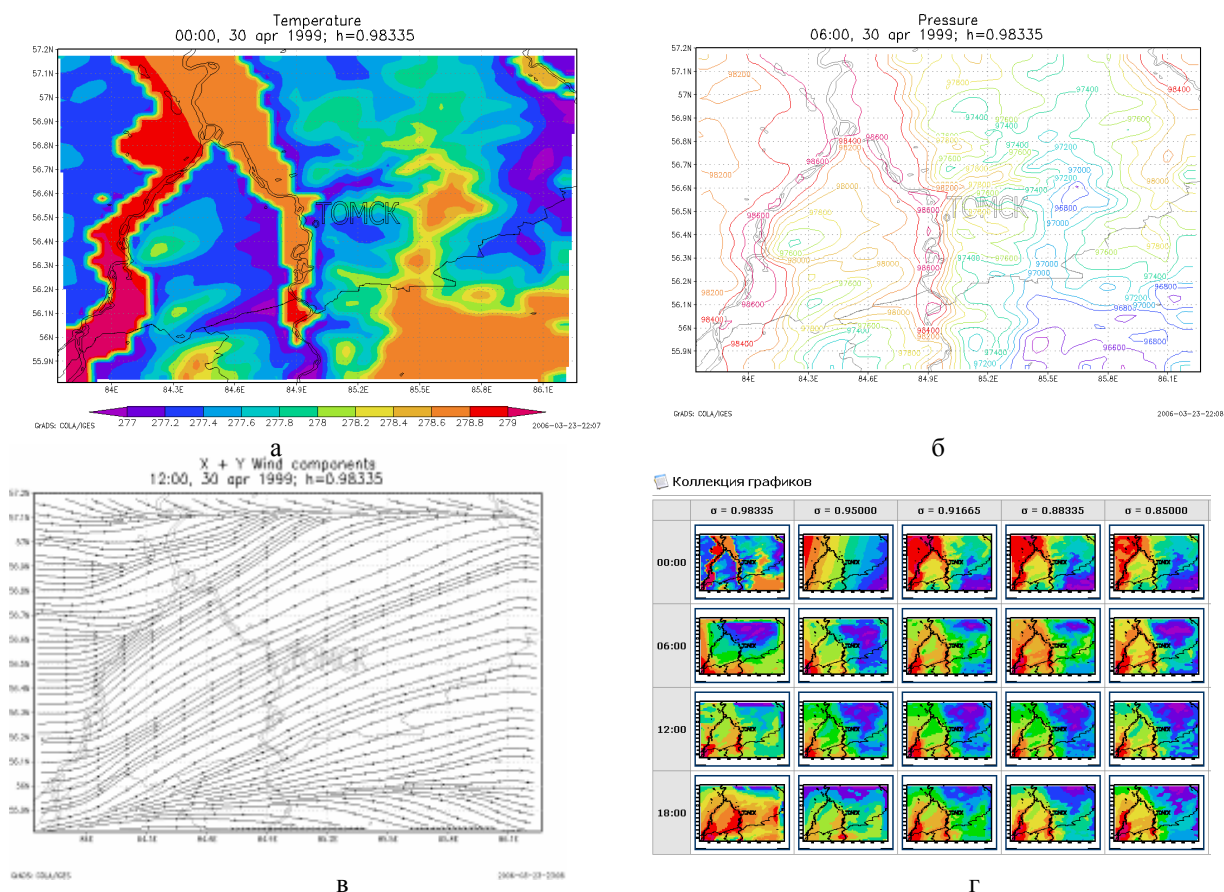


Рис 53. Графическое представление результатов вычислений
а – температура (закрашенная контурная карта), б – давление (контурная карта), в – приземной ветер (карта воздушных потоков), г – пространственный и временный ход изменения температуры.

Наряду с возможностью просмотра локализованных в пространстве и времени изображений реализована возможность составления коллекций графиков, позволяющих визуализировать изменение рассчитанных физических характеристик, выбранных пользователем, по времени и сигма-уровням высоты.

Выполнено моделирование химической погоды в городе Томске для типичных летних и зимних метеорологических условий 2000-2005 гг., способствующих максимально накоплению примесей в городской атмосфере. В расчетной области, которая представляет собой параллелепипед высотой 2 км с горизонтальными размерами 30x30 км, в центре которого располагается город Томск, строится сетка 100x100x30 узлов, равномерная по горизонтали и неоднородная, сгущающаяся к поверхности в вертикальном направлении. В расчетах рассматриваются 119 линейных, 12 площадных и 338 точечных источников. Предполагается, что интенсивность поступления примеси от автомобилей изменяется в течение суток согласно графику, представленному на рис. 1, причём в совокупном объеме оксидов азота, поступающих в атмосферу с автомобильными выхлопами, содержится 75% монооксида азота и 25 % диоксида. При моделировании влияния точечных источников используются параметры трубы (местоположение, высота, диаметр) и характеристики выбросов (температура, скорость истечения, состав). В представленной модели, вследствие использования упрощенного механизма химических и фотохимических реакций (схеме GRS), предполагаются условия безоблачного неба, поэтому выбранные даты характеризуются минимальным уровнем облачности. Разработана первая версия веб-системы для визуализации, на основе GrADS, полей концентраций примесей в городской атмосфере. Выявлены городские территории, подвергающиеся максимальной нагрузке в периоды экстремальных накоплений примесей в атмосфере.

На основе разработанной в Датском метеорологическом институте системы DERMA базирующейся на моделях химической трансформации и переноса загрязняющих газовых примесей, апробированных в ходе выполнения проекта 5-ой рамочной программы ЕС FUMAPEX, выполнены расчеты долговременного атмосферного переноса примесей, включая радионуклиды. Результаты расчетов показывают, что при уточнении вычислительных моделей для описания химической погоды в г. Томске при выборе фоновых концентраций реагентов необходимо будет учитывать влияние выбросов в атмосферу г. Кемерово (см. ниже)

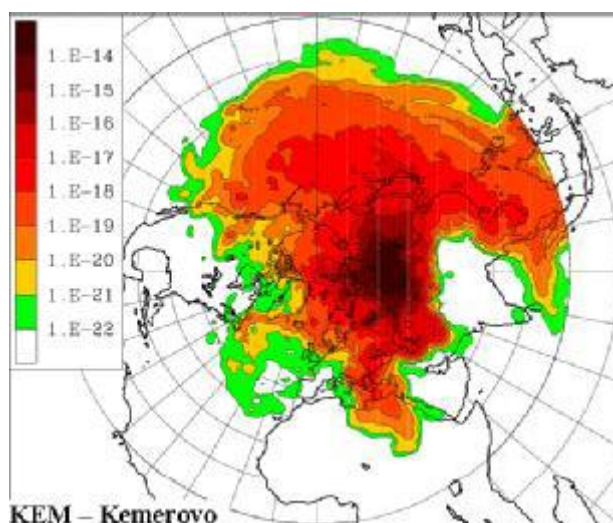


Рис. 54. Результат численного моделирования распределения полного осаждения примесей, выброшенных в атмосферу в г. Кемерово в 1985. Гипотетический источник выброса в атмосферу имеет постоянную скорость выброса.

1.3.6. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ИНТЕГРАЦИОННЫМ ПРОЕКТАМ СО РАН

Проект №86 «Создание средств спутникового мониторинга Сибири и Дальнего Востока на основе новых информационных и телекоммуникационных методов и технологий»

1. Разработка и создание ГИС-портала на «открытых кодах».

В ИМКЭС СО РАН продолжается работа по созданию ГИС-портала, который представляет интерактивный доступ к геоинформационной системе по Западной Сибири, и работа которого обеспечивается оригинальным программным обеспечением, разработанным на основе открытых кодов.

В качестве основы для интерпретатора ГИС используется разработка Университета штата Миннесота (США) MapServer (<http://mapserver.gis.umn.edu/>). Этот продукт обеспечивает Интернет-доступ к пространственно-распределенным данным, как в векторном (ESRI shape files), так и в растровом (TIFF, JPG, GIF, ERDAS) форматах, распространяется бесплатно с открытыми исходными кодами и работает на платформах целиком состоящих из бесплатного ПО (Linux, Apache). Основным источником пространственно-распределенной информации – обработанные (с классификацией типа подстилающей поверхности) и векторизованные космические снимки и сканерные изображения земной поверхности в различных спектральных диапазонах.

Разработанный нами ГИС-портал <http://gis.imces.ru/gisportal/> реализован как веб-приложение на основе протокола CGI, а взаимодействие с пользователем осуществляется посредством протокола HTTP. Все программы, реализующие функциональность ГИС портала реализованы на языке программирования Perl. Создание веб-приложения подразумевает реализацию определенной инфраструктуры, позволяющей разрабатывать непосредственно само приложение. В данной системе используется авторская система «CGI Core», реализующая необходимую инфраструктуру.

Функциональность административной части реализована полностью на языке Perl. Она фактически представляет собой веб-приложение, построенное на инфраструктуре, предоставляемой API системы «CGI Core». Это приложение предоставляет удобный графический интерфейс к базе данных на основе элементов управления HTML.

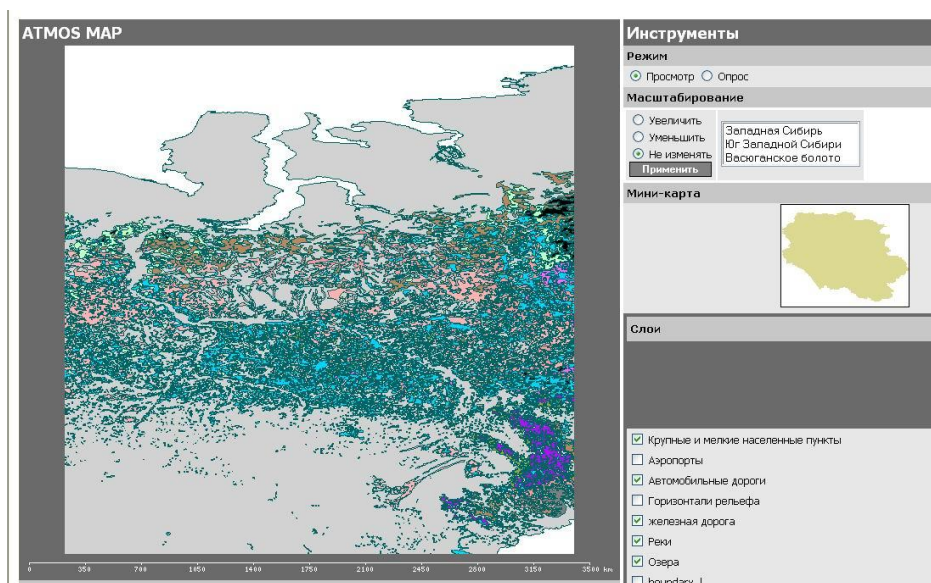


Рис. 55. Графическое отображение пространственно-распределенной информации на ГИС-портале.

2. Разработка объектно-ориентированной технологии обработки мультиспектральных космических снимков.

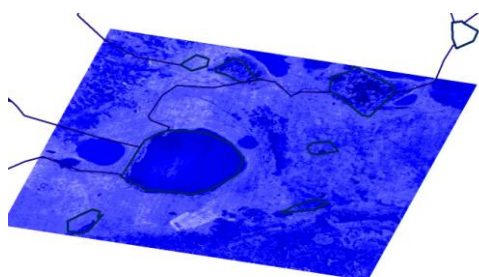
Разработана технология обработки космических снимков основанная на применении объектно-ориентированного подхода. В отличие от традиционного подхода обработки, когда космический снимок рассматривается как растровое изображение, в объектно-ориентированном подходе каждый пиксель космического снимка рассматривается как отдельный объект. На рисунке представлен общий алгоритм реализации предлагаемого подхода. На первом этапе исходный космический снимок преобразуется в набор векторных покрытий ГИС, причем каждая спектральная полоса преобразуется в отдельное векторное покрытие. На основе данных о параметрах орбиты и параметрах радиометрической калибровки выполняется географическая привязка и вычисляется интенсивность сигнала для каждого пикселя космического снимка. На втором этапе с помощью стандартных запросов ГИС на основе покрытий каждой спектральной полосы строится общее покрытие с единой атрибутивной таблицей. Каждый объект этого покрытия представляет собой результат операции пересечения всех покрытий космического снимка, а атрибутивная таблица содержит значения интенсивности сигнала для каждой полосы космического снимка. На третьем этапе на основе атрибутивной таблицы общего покрытия и многомерного анализа выполняется классификация и распознавание, в результате чего строится цифровая тематическая карта ландшафта.



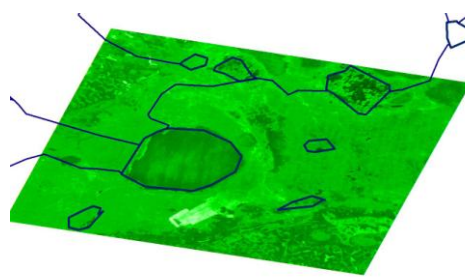
Предлагаемый подход позволяет использовать в обработке все спектральные полосы космического снимка в отличие от традиционного подхода, возможности которого ограничены RGB палитрой. На рисунке приведена иллюстрация результата привязки космического снимка ASTER с применением отдельного программного приложения, разработанного на основе предложенного подхода.

Применение предложенного подхода имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным подходом: большие возможности для автоматизации обработки космических снимков, совместная обработка любого числа спектральных полос космического снимка.

спектральная полоса VNIR-Band1



спектральная полоса VNIR-Band2



спектральная полоса VNIR-Band3N

спектральная полоса VNIR-Band3B

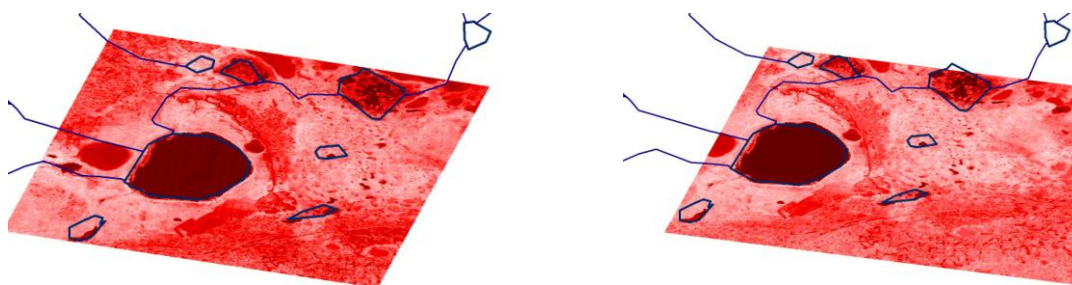


Рис. 56. Результаты привязки космического снимка ASTER

3. Разработка концептуальной структура базы геоданных для хранения результатов обработки космических снимков.

Разработана концептуальная структура базы геоданных для хранения промежуточных и конечных результатов обработки космических снимков. В соответствии с предлагаемой концепцией возможны следующие уровни хранения данных:

1. Уровень хранения исходных данных (космические снимки) – самый верхний уровень;
2. Уровни хранения промежуточных данных традиционной (растр ориентированной) схемы обработки (мозаики космических снимков и результаты классификации растров);
3. Уровень хранения промежуточных данных объектно-ориентированной технологии обработки (однополосные покрытия мультиспектральных космических снимков);
4. Уровень хранения конечных результатов (тематические цифровые покрытия) – самый нижний уровень.

Хранение промежуточных данных необходимо вследствие того, что на обработку может тратиться много машинного времени. Данные хранятся в системе связанных каталогов с соответствующими для данного набора данных метаданными и ссылками на каталоги верхнего уровня.

Для доступа к геоданным предлагается три типа интерфейса:

- Интерфейс к растровым изображениям (поддерживается ГИС);
- Интерфейс к данным в формате HDF (Hierarchical Data Format) (ГИС не поддерживается);
- Интерфейс к цифровым покрытиям (поддерживается ГИС).

База геоданных позволит единообразно и систематизировано хранить информацию об объектах окружающей среды, выполнять запросы по поиску объектов как по географическому положению так и по атрибутивным значениям.

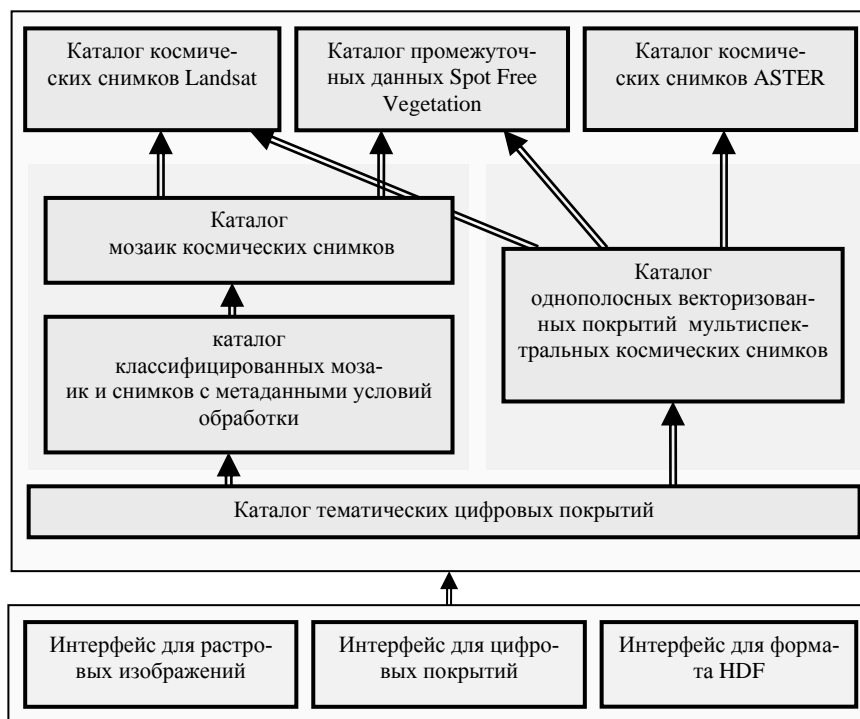


Рис. 57. Структура базы геоданных космических снимков и цифровых покрытий

Проект № 34 «Создание распределенной информационно-аналитической среды для исследований экологических систем»

В течении года работа была сконцентрирована на создании элементов информационно-вычислительной инфраструктуры Интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири. Выбранный нами подход к достижению поставленной в Интеграционном проекте цели опирается на создание распределенной системы тематических научных сайтов (портала), каждый из которых позволяет исследователю работать с данными по окружающей среде Сибири, проводить вычисления и анализировать результаты. В то же время практическая реализация этого подхода приводит к созданию элементов информационно-вычислительной инфраструктуры Интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири (ИРИС).

В частности, элементом создаваемой инфраструктуры созданным в течении первого года выполнения проекта стал созданный на основе ППО АТМОСа сайт для оценки климатических изменений на территории Сибири (<http://climate.risks.scert.ru/>). С помощью специально разработанных для этой информационной системы веб-сервисов специалисты смогут анализировать ход климатических изменений как по результатам наблюдений (региональные метео-архивы), так и по результатам моделирования (данные Реанализов, архивы данных моделирования климата). В нем также используется созданная RDF-схема для метеорологических метаданных. Пример работы (вычисление пространственного распределения средней температуры) приведен ниже.

MAN-INDUCED ENVIRONMENTAL RISKS: MONITORING, MANAGEMENT AND REMEDIATION OF MAN-MADE CHANGES IN SIBERIA

enviroRISKS

FP6 EC project

MM5 Meteo

Rus | Eng Test » Reanalysis

NCEP/NCAR Reanalysis

- .. Back
- MM5
- Meteo
 - NCEP/NCAR Reanalysis

Reanalysis parameters

- ◆ Atmosphere temperature
- ◆ Soil temperature
- ◆ Precipitable water
- ◆ Water equivalent of accumulated snow depth
- ◆ Atmosphere pressure
- ◆ Relative humidity of atmosphere
- ◆ Soil wetness
- ◆ Geopotential height

MAN-INDUCED ENVIRONMENTAL RISKS: MONITORING, MANAGEMENT AND REMEDIATION OF MAN-MADE CHANGES IN SIBERIA

enviroRISKS

FP6 EC project

MM5 Meteo

Rus | Eng Test » Reanalysis

NCEP/NCAR Reanalysis

- .. Back
- MM5
- Meteo
 - NCEP/NCAR Reanalysis

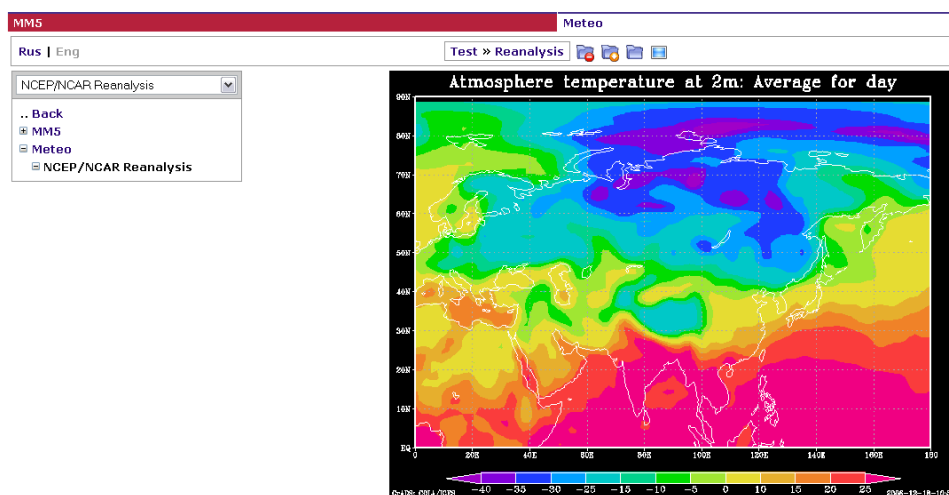
Atmosphere temperature

Characteristic	Average for day
Region	Eurasia
Longitudinal range	0° - 180°
Latitudinal range	0° - 90°
Altitude level/ Time grid	2m 12h
Choose the day and years range	
Date range	1950 January 01 1950 January 01

Graphical Output Type: Line Contour Plot

Output picture size: 640 × 480

Choose



Значительный сегмент распределенной инфраструктуры планируется создать и использовать в ходе выполнения проекта 6 Рамочной Программы ЕС «Man-induced Environmental Risks: Monitoring, Management and Remediation of Man-made Changes in Siberia» (Enviro-RISKS). Он нацелен на выработку научно-обоснованного понимания экологических рисков, вызванных антропогенными факторами, их влияния на окружающую среду

региона и определение оптимальных путей уменьшения этих рисков. Проект координируется Датским метеорологическим институтом и будет выполняться консорциумом из 10 профильных российских и европейских организаций, 5 из которых расположены в Сибири. В результате выполнения проекта будет создана распределенная информационно-вычислительная система с поддерживаемыми партнерами узлами в Томске (СЦ КЛИО и ИМКЭС СО РАН), Красноярске (ИЛ СО РАН), Новосибирске (ИВМиМГ СО РАН), Ханты-Мансийске (ЮНИИТ), Москве (НИВЦ МГУ/ИВМ РАН) и Алмате (КазГеоКосмос). Первая версия создаваемого портала доступна по адресу: <http://risks.scert.ru/>. Также планируется включение в создаваемую инфраструктуру базы данных/метаданных по климатическим характеристикам Сибири, созданной в рамках проекта NERIN (Northern Eurasia Regional Inventory Network). NERIN - Региональная информационная сеть по Северной Евразии - является неформальной сетью ученых и других специалистов, а также научных учреждений, сетей и проектов, работающих по тематике GOF-C-GOLD и NEESPI. В настоящее время соответствующий сайт проекта зеркалируется на русском языке (<http://nerin.scert.ru/>), открывая доступ к собранным ресурсам российским исследователям.

Следует добавить, что создаваемая информационно-вычислительная инфраструктура ИРИС полностью опирается на информационно-телекоммуникационную сеть СО РАН. Благодаря работе Совета по информационно-телекоммуникационным ресурсам СО РАН существующая сеть уже позволит исследователям эффективно использовать эту инфраструктуру в исследованиях окружающей среды Сибири, а запланированное развитие сети СО РАН еще более облегчит доступ к распределенным информационно-вычислительным ресурсам.

1.3.6. ЭКСПЕДИЦИОННАЯ РАБОТА

В 2006 году экспедиционная работа проводилась по трем проектам: 1. Мониторинг-2006; 2. Геоэкологическая экспедиция; 3. Экосистемы-2006. В отчетном году в СО РАН также выделялись деньги на поддержку 4 стационаров: Киреевск, Васюганье, «Кедр», «Таежный».

Отчеты по экспедициям и стационарам в соответствии с требованиями представлены в ОУС по наукам о Земле.

1.4. ОФИЦИАЛЬНОЕ ПРИЗНАНИЕ

Почетной грамотой СО РАН награждены 6 сотрудников (Велисевич С.Н., Кравчук А.В., Тартаковский В.А., Дюкарев А.Г., Крутиков В.А., Кутелев А.Ф.).

Почетной грамотой Государственной Думы ТО награжден д.ф.-м.н. Крутиков В.А.

Почетной грамотой Администрации ТО награжден д.ф.-м.н. Гордов Е.П., объявлена благодарность Администрации ТО д.ф.-м.н. Андрееву Ю.М., д.б.н. Тимошок Е.Е., д.г.н. Дюкареву А.Г.

Почетной грамотой Администрации города Томска награжден д.ф.-м.н. И.И.Ипполитов.

14 сотрудникам Института присвоено звание «Заслуженный ветеран СО РАН».

Почетной грамотой ТНЦ СО РАН награждены 6 сотрудников (Головацкая Е.А., Максимов В.Г., Николаева С.А., Паршина Н.В., Пологова Н.Н., Шелевой В.Д.).

Стипендию Президента РФ получил д.ф.-м.н. Красненко Н.П.

Звание доцента присвоено к.ф.-м.н. Булдакову М.А.

Головацкая Е.А. награждена Грамотой Президиума Томского научного центра СО РАН за большой вклад в развитие научных исследований, добросовестный и плодотворный труд, подготовку научных кадров и в связи с празднованием Дня Российской науки.

Головацкая Е.А. награждена Дипломом второй степени на конкурсе докладов молодых ученых Международной конференции «Измерения, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2006»

Головацкая Е.А., Дюкарев Е.А., Болек О.С. награждены Грамотами за активную научно-исследовательскую работу и успешное выступление с докладом на Российско-Французском форуме «Актуальные проблемы экологии и природопользования Сибири в глобальном контексте».

Получены: 3 гранта ФЦНТП, 14 грантов РФФИ.

Получен диплом с медалью за создание нелинейно-оптических элементов из монокристаллов $ZnGeP_2$ для перестраиваемых источников когерентного оптического излучения ИК и субмиллиметрового диапазона (Второй международный форум «Оптика-2006», Москва, 12-15 декабря 2006г).

Институту объявлена благодарность командования Сибирского регионального центра МЧС России за активное участие в работе выставки спасательного снаряжения, оборудования и техники, проводимой в рамках Первых Открытых международных соревнований в Республике Тыва.

В 2006 году защищены 6 кандидатских диссертаций (Кнауб Р.В., Невидимова О.Г., Гуслова Н.В., Читоркин В.В., Диркс М.Н., Матросов И.И.).

II НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА

2.1. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧЕНОГО СОВЕТА

В отчетном году было проведено 15 заседаний Ученого совета. На заседаниях Ученого совета рассматривались следующие вопросы:

- обсуждение и утверждение важнейших достижений по итогам уходящего года;
- вручение Почетных грамот;
- о реструктуризации СКЭО;
- поздравления юбиляров;
- о переходе на ОСОТ;
- о составе аттестационных комиссий;
- отчеты по интеграционным проектам СО РАН;
- отчеты по научным проектам;
- отчеты и планы по экспедиционным работам;
- рассмотрение и утверждение заявки на закупку приборов в 2006 году;
- проведение 1 этапа конкурса проектов в соответствии с ПСО № 413 от 14.11.2006 г.;
- рассмотрение основных заданий к плану НИР и утверждение плана НИР Института на 2006 год;
- кадровые вопросы;
- представление к присвоению ученого звания доцента по специальности;
- вручение удостоверений «Заслуженный ветеран СО РАН»;
- о введении Временного положения об оплате труда в подразделениях ИМКЭС;
- различного рода информация.

Состав утвержденного Президиумом СО РАН (ПСО № 191 от 11.06.2003) Ученого совета включает 21 человек, из них:

- | | |
|--------------------------|----|
| - член-корреспондент РАН | 1 |
| - доктора наук | 12 |
| - кандидаты наук | 8 |

2.2. КАДРЫ

Общая численность штатных сотрудников, в том числе	273 чел.
- научных сотрудников	109 чел.
- чл.-корр. РАН	1 чел.
- докторов наук	12 чел.
- кандидатов наук	49 чел.
- научных сотрудников без степени	40 чел.
Молодых научных работников (до 33 лет)	36 чел.
Количество аспирантов очного и заочного обучения	37 чел.

СТРУКТУРА КАДРОВ

Категория персонала	Общая численность работающих по состоянию на 30.12.2006 г.	В том числе		
		в возрасте до 33 лет	число работ. пенсионеров	
			всего	из них женщин
Всего работающих, из них:	290	67	91	46
1. научные	109	46	24	8
2. стажеры-исследователи	-	-	-	-
3. научно-технические	90	12	25	18
4. инженерно-технические	19	2	7	3
5. административно-управленческий персонал	15	2	5	2
6. рабочие	28	3	10	-
7. МОП	29	2	20	15

Членство в различных советах и научных сообществах:

Кабанов М.В., член-корреспондент РАН, профессор:

- член Американского физического общества,
- член Объединенного Ученого Совета по наукам о Земле,
- член секции в Совете по Государственной научно-технической программе “Глобальные изменения природной среды и климата”,
- член секции «Природно-ресурсные и экологические космические исследования» Совета по космосу РАН,
- член Сибирской секции Проблемного совета по экологии и чрезвычайным ситуациям,
- член научного совета РАН по комплексной проблеме «Распространение радио

волн»,

- член Комиссии по радиации при национальном Геофизическом комитете РАН
- член диссертационного совета Д 212.267.04 ,
- председатель Научно-технического Совета по проекту СО РАН “Климато-экологический мониторинг Сибири”,
- член редколлегии журнала “Оптика атмосферы и океана”,
- член редколлегии журнала «География и природные ресурсы»,
- академик Метрологической Академии.

Тихомиров А.А., доктор технических наук, профессор:

- член Объединенного Ученого Совета по физико-техническим наукам,
- участник Общего собрания РАН
- член диссертационного совета Д 212.268.04

Крутиков В.А., доктор физико-математических наук:

- член Объединенного Ученого Совета по наукам о Земле,
- член диссертационного совета Д 003.029.01

Дюкарев А.Г., доктор географических наук

- член диссертационного совета Д.212.267.15
- член экспертного совета Всероссийского студенческого конкурса “Эколог 21 века”.

Гордов Е.П., доктор физико-математических наук, профессор:

- член Европейской Академии наук
- член Научного Совета СО РАН по информационно-телекоммуникационным ресурсам
- член Бюро Научного Совета СО РАН по биоинформатике
- заместитель Председателя Сибирского отделения Российского Национального Совета по Международной геосферно-биосферной программе

Поздняков А.В., доктор географических наук, профессор:

- председатель Диссертационного совета Д 212.267.15 при ТГУ,
- член диссертационных советов Д 212.267.09, К 212.267.07,
- руководитель Всероссийского методологического семинара по проблемам устойчивого развития,
- академик Академии наук технологической кибернетики Украины,
- член-корреспондент Академии естествознания,
- действительный член Академии естественных наук, по отделению «Ноосферные знания и технологии»

Красненко Н.П., доктор физико-математических наук, профессор:

- член диссертационного совета Д 212.268.04
- член Российского акустического общества, руководитель Томского регионального Отделения

Тимошок Е.Е., доктор биологических наук:

- член диссертационного совета Д 212.267.09
- член Русского ботанического общества

Росновский И.Н., доктор биологических наук:

- член диссертационных советов Д.212.267.09 и Д.212.267.15

Гейко П.П., доктор физико-математических наук:

- член диссертационного совета Д 212.268.04
- член ученого совета радиофизического факультета ТГУ
- член Американского оптического общества

Бех И.А., к.с.-х.н. – член Всероссийского общества лесоводов

Дюкарев А.Г., д.г.н., Росновский И.Н., д.б.н., Пологова Н.Н., к.б.н., Давыдов В.В., к.б.н., Читоркина О.Ю., к.б.н., Степанова Т.С., Печень-Песенко О.Э. – члены Всероссийского Докучаевского общества почвоведов.

Кривец С.А., к.б.н., Демидко Д.А., м.н.с., Коровинская Е.Н., м.н.с. – члены Русского энтомологического общества.

Горошкевич С.Н., к.б.н., Велисевич С.Н., к.б.н., Зотикова А.П., к.б.н., Бендер О.Г., к.б.н., Николаева С.А., к.б.н., Диркс М.Н., к.б.н., Скороходов С.Н., Загорулько В.А. - члены Русского ботанического общества

Загорулько В.А., м.н.с. – член Ассоциации геоморфологов России, член Ассоциации изучения Центральной Азии, член Русского географического общества

Поздняков А.В., д.г.н., Хон А.В., н.с., Волкова Е.С., м.н.с., Пучкин А.В., м.н.с. – члены Русского географического общества

Богушевич А.Я., к.ф.-м.н., Раков Д.С., асп. – члены Российского акустического общества.

АСПИРАНТУРА

По состоянию на 31.12.2006 года послевузовское профессиональное образование с отрывом от производства получали 37.

Аспирантами очного обучения диссертационные работы выполняются по следующим специальностям.

Шифр и наименование специальности	На 31.12.2006 г.	
	очно	заочно
01.04.05 – Оптика	4	-
03.00.05 – Ботаника	6	-
03.00.16 – Экология	11	-
05.11.07- Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы	-	-
05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	10	-
06.06.03 – Лесоведение, лесоводство, лесные пожары и борьба с ними	1	-
25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы	3	-
25.00.36 – Геоэкология	2	-
Итого	37	-

В течение 2006 года закончили теоретический курс очного обучения 12 аспирантов; 4 аспиранта очника представили диссертационные работы на обсуждение на научные се-

минары отделений Института; по собственному желанию отчислены из аспирантуры 4 аспиранта очника и 5 очников отчислены за неуспеваемость (всего выбыл 21 аспирант).

Из окончивших очную аспирантуру 7 аспирантов трудоустроены в ИМКЭС СО РАН на должности младшего научного сотрудника, инженера-исследователя, не трудоустроены Коровинская Е.Н., Матвеев Д.И.; остальные трудоустроились самостоятельно.

В течение года в рамках аспирантуры работали приемная комиссия и комиссии по приему вступительных экзаменов по специальностям; аттестационная комиссия, осуществлявшая аттестацию работы аспирантов за учебный год; комиссии по приему кандидатских экзаменов по специальностям, в состав которых включены доктора и кандидаты наук. По результатам вступительных экзаменов приемной комиссией приняты на первый курс очной аспирантуры 12 человек, из них выпускников ВУЗов 2006 года: ТГУ – 6 человек (в т.ч.2 магистра), ТПУ – 1 человека, ТГУСУР – 2 человека, ТГПУ – 1 человек.

На заседаниях аттестационной комиссии заслушаны отчеты аспирантов очной и заочной форм обучения о результатах работы за очередной учебный год, а также рассмотрены темы и планы диссертационных работ аспирантов первого года обучения.

Пройдя подготовку на кафедре философии при ТНЦ, сдали кандидатские экзамены по философии 7 аспирантов; кафедра иностранных языков ТНЦ подготовила к сдаче кандидатского экзамена 4 аспиранта; кандидатские экзамены по специальности в рамках аспирантуры сдали 6 аспирантов.

В 2006 году защитили кандидатские диссертации Диркс М.Н. (выпуск 2004 года, специальность 03.00.05 – Ботаника, научный руководитель Тимошок Е.Е., д.б.н.), Невидимова О.Г. (выпуск 2001 года, специальность 25.00.36 – Геоэкология, научный руководитель Поздняков А.В., д.г.н.).

Научное руководство аспирантами в течение 2005/2006 учебного года осуществляли доктора наук: Андреев Ю.М. (3 очника, специальность 01.04.05), Гейко П.П. (1 очник, специальность 01.04.05), Гордов Е.П. (2 очника, специальность 05.13.18), Дюкарев А.Г. (2 очника, специальности 03.00.05, 03.00.16), Ипполитов И.И. (3 очника, специальности 25.00.29, 25.00.36), Красненко Н.П. (2 очника, специальность 25.00.29), Крутиков В.А. (4 очника, специальности 03.00.16, 05.13.18, 25.00.36), Поздников А.В. (3 очников, специальности 05.13.18, 25.00.36), Росновский И.Н. (1 очник, специальность 03.00.16), Тартаковский В.А. (6 очника, специальность 03.00.16), Тимошок Е.Е. (3 очника, специальность 03.00.16), Тихомиров А.А. (1 очник, специальность 05.11.07); кандидаты наук: Бляхарчук Т.А. (1 очник, специальность 03.00.16), Ботыгин И.А., доцент ТПУ (2 очника, специальность 05.13.18), Велисевич С.Н. (1 очник, специальность 06.03.03), Горошкевич С.Н. (2 очника, специальность 03.00.05), Зотикова А. П. (2 очника, специальность 03.00.05); Кривец С.А. (3 очника, специальности 03.00.16, 06.03.03), Прейс Ю.И. (4 очника, специальности 03.00.16, 05.13.18). В качестве соруководителя по диссертационным исследованиям на стыке специальностей привлечен Голованов А.Н., д.т.н., ТГУ. Привлечение к научному руководству кандидата наук Дюкарева Е.А. рассматривалось на Ученом совете Института и было одобрено.

На 01.01.2007 года научное руководство осуществляют 18 сотрудников Института, 1 сотрудник ТПУ и 1 сотрудник ТГУ, из них 12 докторов и 8 кандидатов наук.

Аспиранты участвовали в проводившемся У Международном симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды». Материалы докладов, авторами или соавторами которых являлись аспиранты Анисимов Д.А., Бисирова Э.М., Васильева Г.В., Демидко Д.А., Коцубинская Е.П., Леонтьева О.В., Ляпина Е.Е., Немцева А.Н., Пак В.В., Панченко Е.М., Поднебесных Н.В., Попов А.Г., Пропастилова О.Ю., Рудник Т.И., Саркисов С.Ю., Смелянцева Е.О., Фузелла Т.Ш., Шайдуко А.В., Ямбуров М.С. включены в сборник материалов совещания.

Проведен ежегодный конкурс научных печатных работ аспирантов по экологии, геоэкологии, гидрологии и климатологии. В конкурсе приняли участие 12 аспирантов, представившие 39 работ. Конкурсная комиссия определила победителей: первое место

Коцубинская Елена Петровна, второе место Васильева Галина Валериевна, третье место Бисирова Эльвина Михайловна.

2.3. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Сотрудники, выезжавшие в загранкомандировки

За границу в 2006 г. выезжали следующие сотрудники ИМКЭС СО РАН:

- 1) Кабанов М. В. – директор ИМКЭС СО РАН, участие в стартовом митинге проекта ЕС Enviro-RISKS, 28 января – 02 февраля, г. Копенгаген, Дания
- 2) Гордов Е.П. – директор Сибирского Центра климато-экологических исследований и образования (СЦ КЛИО), участие в стартовом митинге проекта ЕС Enviro-RISKS, 28 января – 02 февраля, г. Копенгаген, Дания; участие в международной конференции научных коллективов, участвующих в инициативе NEESPI, 22– 24 февраля 2006 Международный институт прикладного системного анализа (IIASA), г. Лаксенбург, Австрия; участие в слете программы GOFI/GOLD, 23–26 марта, 2006, Университет Фридриха Шиллера, Йена, Германия; участие в Конференции по глобальным изменениям окружающей среды, 9–12 ноября, 2006, Пекин, КНР.
- 3) Красненко Н. П. – руководитель Группы акустических исследований Сибирской климато-экологической обсерватории, участие в 6 Европейской конференции по контролю шумов “Euronoise 2006”, 29 мая – 02 июня 2006, г. Тампере, Финляндия.
- 4) Окладников И.Г. – научный сотрудник лаборатории геоинформационных технологий, с 1 мая 2005 по 1 апреля 2006 г. и с 1 августа по 15 декабря 2006 для совместных работ в Агентстве по альтернативным источникам энергии (ENEA), Фраскати-Центр, Рим, Италия.
- 5) Савчук Д.А. – научный сотрудник группы динамики и устойчивости экосистем, участие в 7 международной конференции по дендрохронологии с 8 по 17 июня 2006 г., Северо-восточный лесной университет, Харбин, КНР.
- 6) Андреев Ю.М. – ведущий научный сотрудник лаборатории экологического приборостроения, с 24 –29 апреля 2006, обсуждение вопросов сотрудничества, Университет оборонных технологий, г. Чангша, КНР; проведение совместных экспериментов по преобразованию частоты лазеров в нелинейных кристаллах, 05 июня – 04 августа 2006, Джилинский университет, г. Чангчунь, КНР.
- 7) Ланский Г.А. – младший научный сотрудник лаборатории экологического приборостроения, проведение совместных экспериментов по преобразованию частоты лазеров в нелинейных кристаллах, 05 июня –04 августа 2006, Джилинский университет, г. Чангчунь, КНР.
- 8) Головацкая Е. А. – научный сотрудник лаборатории физики климатических систем, участие в работе 13-й научной конференции международной ассоциации исследований бореальных лесов "Новые подходы к управлению бореальными лесами", 27 августа – 01 сентября 2006, Умеа, Швеция.
- 9) Генина Е.Ю. – старший научный сотрудник лаборатории физики климатических систем, участие в ежегодном заседании проекта CIRCLE, 18 сентября – 2 октября 2006, Австрийское федеральное агентство по окружающей среде, Вена, Австрия.
- 10) Петрова Е.А. – научный сотрудник лаборатории роста и плодоношения древесных растений, участие с пленарным докладом в IUFRO Working Party 2.02.15 «The Breeding and Genetic Resources of Five-Needle Pines», 19–22 сентября, 2006, Румыния.
- 11) Горошкевич С.Н. – заведующий лабораторией роста и плодоношения древесных растений, участие с пленарным докладом в IUFRO Working Party 2.02.15 «The

- Breeding and Genetic Resources of Five-Needle Pines», 19–22 сентября 2006, Румыния.
- 12) Грибенюков А.И. – руководитель научно-технологической группы конструкторско-технологической лаборатории, участие в «NATO ASI Workshop on Optical Waveguide Sensing and Imaging», 11–21 октября 2006, Оттава, Канада.
 - 13) Бляхарчук Т.А. – научный сотрудник лаборатории биоинформационных технологий, стажировка по диатомовому анализу в Университетском колледже Лондона (UCL), май-июнь 2006; участие в заключительном симпозиуме Европейского проекта HOLIVAR по изучению естественной климатической вариабельности и глобальному потеплению проходившем в Лондоне в Университетском колледже Лондона (UCL), июнь 2006; участие в 7-й Европейской палеоботанической-палинологической конференции (EPPC) в Праге, август 2006; участие в международной конференции INQUA-SEGS в Милане (Италия), август 2006.

Сотрудничество с зарубежными партнерами

Сотрудничество с зарубежными партнерами на основе **контрактов** имеют:

Конструкторско-технологическая лаборатория

- 1) Генеральное соглашение (контракт) IMCES/MoITech-03-19042004 «Подготовка и поставка мелких партий экспериментальной научно-технической продукции: Оптические элементы на основе монокристаллов ZnGeP₂ и GaSe». Рег. НТИМИ № 0478/01/04. Заказчик – Фирма с ограниченной ответственностью «Molecular Technology GmbH», Rudower Chausse 29-31 (OWZ), D-12489 Berlin, BRD.
- 2) Контракт ИМКЭС/ЕКСРЛА – 1/300304 «НИР и поставка мелких партий элементов нелинейной оптики на основе монокристаллов ZnGeP₂». Рег. НТИМИ № 0488/01/04. Заказчик – ЕКСРЛА, Ltd., Savanoriu av. 231, LT-02300, Vilnius, LITHUANIA;
- 3) DSOCO – 05212 от 25.01.2006 «Изготовление и поставка экспериментального поликристаллического ZnGeP₂». Рег. НТИМИ № 0065/01/06. Заказчик – DSO National Laboratories, 20, Science Park Drive, Singapore, 118230
- 4) IMCES/Tsinghua Tongfeng -141205 «Изготовление и поставка экспериментальной научно-технической продукции: 2 нелинейно-оптических элемента на основе ZnGeP₂». Рег. НТИМИ № 0066/01/06. Заказчик – A-29F, Tsinghua Tongfeng, HI-TECH PLASA, Beijing, 100083, RP China
- 5) Purchase order CSTAP -1684 «Поставка 1 кг поликристаллического ZnGeP₂». Рег. НТИМИ № 0138/01/06. Заказчик – QinetiQ, Ltd., St. Andrews Road, Malvern, Worcestershire, WR14 3PS
- 6) Генеральное соглашение № IMCES/ИОНИТ – 241204 «Подготовка и поставка мелких партий экспериментальной научно-технической продукции: Оптические и нелинейно-оптические элементы на основе монокристалла дифосфида цинка-германия (ZnGeP₂)». Рег. НТИМИ № 0393/01/05. Заказчик – Харбинский технологический институт, Институт оптоэлектроники, No. 92, West Dazhi Str., Nangang Dist., Harbin, P.R. China 150001.
- 7) Контракт IMCES/LPSC-01/300305: «Получение и поставка экспериментальной научно-технической продукции: 4(четырёх) монокристаллических образцов дифосфида цинка-германия (ZnGeP₂) с размерами 5x5x30 мм и ориентацией концевых поверхностей-001». Рег. НТИМИ № 0296/01/05. Заказчик – Лаборатория Физики Твёрдого Тела и Кристаллогенезиса (Laboratoire de Physique des Solides et de Cristallogenese (LPSC) UMR 8635 CNRS-Université de Versailles-Saint-Quentin) 1, place Aristide Briand, F-92195 Meudon Cedex la France;

Сибирский центр климато-экологических исследований и образования

- 1) Грант НАТО на стажировку научного сотрудника И.Г. Окладникова в Агентстве по альтернативным источникам энергии (ENEA), Италия;
- 2) Контракт ЕС ИНКО № 013427 Enviro-RISKS: Man-induced Environmental Risks: Monitoring, Management and Remediation of Man-made Changes in Siberia

Лаборатория физики климатических систем

- грант ИНТАС №03-51-6294 «The effect of climate change on the pristine peatland ecosystems and (sub)actual carbon balance of the permafrost boundary zone in Subarctic Western Siberia»

Кроме того, ИМКЭС СО РАН поддерживает следующие научные **контакты**:

- 1) Соглашение о сотрудничестве между Институтом оптического мониторинга СО РАН и МЕДИАС-ФРАНС (MEDIAS-France, 18, avenue Edouard Belin –CNES Bpi 2102 - 31401 Toulouse Cedex 4 – FRANCE).
- 2) Соглашение о сотрудничестве между Институтом оптического мониторинга СО РАН и Национальным институтом по окружающей среде и здоровью населения, Нидерланды (National Institute for Public Health and the Environment, Center of Substances and Risk Assessment, P.O. Box 1 NL-3720 BA Bilthoven, The Netherlands).
- 3) Генеральное соглашение о научной и образовательной кооперации между Институтом оптического мониторинга СО РАН, радиофизическим факультетом Томского государственного университета и колледжем физических наук Джилинского университета КНР (119 Jie Fang Road, Chungchun, 130023, P.R. China).
- 4) Договор о сотрудничестве с Северо-Восточным лесным университетом (Харбин, КНР). Основное содержание договора - исследование, резервация и использование генофонда азиатских видов *Pinus* из подрода *Haploxylon*, главным образом, кедровых сосен: кедра сибирского, кедра корейского и кедрового стланика. В 2006 г. принимали в ИМКЭС китайскую делегацию в составе 6 человек. Проведен совместный научный семинар. Кроме того, проведен обмен генетическим материалом кедровых сосен: семенами и черенками на срок до 2008 г.
- 5) Соглашение по сотрудничеству между Министерством экологии и чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (г. Бишкек) и Институтом мониторинга климатической и экологических систем СО РАН (Г. Томск).
- 6) Проект ЕС CIRCLE – программа по исследованию воздействия глобальных изменений климата, которая включает 12 стран-членов ЕС и 5 стран-наблюдателей (в том числе Россию). ИМКЭС входит в программу наблюдателем с перспективой стать активным членом программы.
- 7) Проект НАСА NELDA (Northern Eurasia Land Dynamics Analysis) – создание сети испытательных станций для анализа земельного покрова в бореальной и умеренной зонах северной Евразии, использование этих испытательных станций для проверки глобальных и региональных моделей земельного покрова и его изменений, разработка методов для континентального картирования нарушений растительности, и составление новой карты земельного покрова северной Евразии, основанной на данных MODIS.

Лаборатория экологического приборостроения

1. Джилинский университет, г. Чангчунь, КНР. – Проведение совместных экспериментов на лазерных стендах Джилинского университета июнь-июль 2006 г. в рамках договора о сотрудничестве.
2. Харбинский технологический институт, г. Харбин, КНР. - Подготовка совместных публикаций и докладов, обсуждение планов работ в рамках протокола о намерениях.

3. Харбинский институт науки и технологий, г. Харбин, КНР. – Подготовка совместных публикаций в инициативном порядке.
4. Бурдванский университет, г. Бурдван, Индия. Подготовка совместных публикаций в инициативном порядке.

Посещение ИОМ СО РАН иностранными специалистами

№ п/п	Ф.И.О., Дата рождения	Страна, фирма, должность	Дата визита	Цель визита
1.	Харви Рутт Harvey Rutt	Великобритания, Саутгемптон, зам. директора Исследовательского центра по электронике	Визит на 2 часа с конференцией	Ознакомление с работами ИМКЭС СО РАН
2.	Анг Хо Тёнг Ang Haw Teong 23.10.1937	Сингапур, Национальные лаборатории, профессор	06.09.06–08.09.06	Посещение конструкторско-технологической лаборатории (группы нелинейных кристаллов) для обсуждения совместных работ
3.	Хо Кок Хонг Ho Kok Hong 02.11.1971	Сингапур, Национальные лаборатории, старший инженер	06.09.06–08.09.06	Посещение конструкторско-технологической лаборатории (группы нелинейных кристаллов) для обсуждения совместных работ
4.	Лим Хуа вей Джонатан Lim Hua Wei Jonathan 11.12.1974	Сингапур, Национальные лаборатории, техник	06.09.06–08.09.06	Посещение конструкторско-технологической лаборатории (группы нелинейных кристаллов) для обсуждения совместных работ
5.	Лим Геок Киенг Lim Geok Kieng 11.02.1972		06.09.06–08.09.06	Посещение конструкторско-технологической лаборатории (группы нелинейных кристаллов) для обсуждения совместных работ

Иностранные участники конференции ENVIROMIS-2006, 1–8 июля 2006 г. и V международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», 6–8 июля 2006, Томск

Примечание: данные паспорта и даты рождения приводятся для участников конференции из дальнего зарубежья, для которых оформлялись приглашения для получения визы.

Участники из СНГ

№	ФИО	Страна	Научный центр, адрес	Должность
1.	Паламарчук Юлия Олеговна	Украина	Гидрологический и метеорологический центр Черного и Азовского морей, Одесса	Аспирантка
2.	Ночвай Владимир Иванович	Украина	Киево-Могилянская Академия, Киев	Научный сотрудник
3.	Хамаль Кристина	Украина	Львовский национальный политехнический университет, Львов	Аспирантка
4.	Яровая Дарья	Украина	Морской гидрологический институт, Севастополь	Аспирантка
5.	Дубицкая Светлана Владимировна	Украина	Днепропетровский национальный университет, Днепропетровск	Аспирантка

6.	Иванов Сергей Васильевич	Украина	Одесский государственный экологический университет	Научный сотрудник
7.	Казаков Александр	Украина	Одесский государственный экологический университет	Научный сотрудник
8.	Азизов Азамат Атакузиевич	Узбекистан	Узбекский национальный университет, Ташкент	Старший научный сотрудник
9.	Шардакова Людмила Юрьевна	Узбекистан	Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент	Зам. руководителя отдела
10.	Рахматова Нателла Ильтефат	Узбекистан	Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент	Научный сотрудник
11.	Горяева Виолетта Станиславовна	Узбекистан	Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент	Аспирантка
12.	Беглет Наталия	Молдова	Молдавский технический университет, Кишинев	Аспирантка
13.	Торгоев Алмаз	Кыргызстан	Институт физики и горной механики, Бишкек	Аспирант
14.	Закарин Эдиге Аскарлович	Казахстан	КазГеоКосмос, Алматы	Директор
15.	Миркаримова Бибигуль	Казахстан	КазГеоКосмос, Алматы	Референт
16.	Абдолдина Фарида Наурузбаевна	Казахстан	Восточно-Казахстанский государственный университет, Усть-Каменогорск	Аспирантка
17.	Янюшкина Светлана Анатольевна	Казахстан	Восточно-Казахстанский государственный университет, Усть-Каменогорск	Аспирантка

Участники из дальнего зарубежья

№	ФИО	Страна	Научный центр, адрес	Должность	Дата рожд., номер паспорта, срок действия
1.	Herbert Haubold Герберт Хауболд	Австрия	Австрийское агентство по окружающей среде	исследователь	06.06.1961 3533233387, 14.11.2000– 13.11. 2010
2.	Gerard Begni Жерар Беньи	Франция	МЕДИАС-Франс	директор	05.03.1950 04C192887 11.06.2004 – 10.06.2014
3.	Stefano Nativi Стефано Нативи	Италия	Институт методологии анализа окружающей среды	Научный сотрудник	04.05.1962 C 057901 17.05.2004 – 16.05.2014

4.	Martin Koenig Мартин Кёниг	Австрия	Австрийское агентство по окружающей среде	Зав. отделом	03.10.1973 3533281920 23.10.2001– 22.10.2011
5.	Bertjan Heij Бертъян Хей	Нидерланды	Бергонда Сайенс Коммуникейшн	Директор	09.10.1946 NK2806199; 04.01.2006– 04.01.2011
6.	Kostas Karatzas Костас Каратзас	Греция	Университет Аристотеля	Научный сотрудник	02.06.1968 AA0112462 19.01.2006– 18.01.2011
7.	Gabriela Atanasiu Габриэла Атанасиу	ИНТАС		эксперт	24.06.1950 09772785 03.01.2005– 03.01.2010
8.	Marcel Endejan Марсель Эндежан	Германия	Метеорологический институт Боннского университета	Зам. Исполнительного директора	31.03.1969 5616851334 28.01.2000– 27.01.2010
9.	Pavel Liscak Павел Лисчак	Бельгия	ИНТАС	Руководитель отдела	19.01.1959 P0458740, 30.09.2005– 30.09.2015
10.	Daniela Negoita Даниэла Негоита	Румыния	Университет «Дунареа де Джос»	аспирантка	25.08.1978 09942972 11. 04. 2005- 11. 04. 2010
11.	Eric Gustafson Эрик Густафсон	США	Служба охраны лесов Департамента сельского хозяйства	Эколог-исследователь	12.05.1956 801535826 28.05.2002– 27.05.2007
12.	Bjorn Sellberg Бьерн Селлберг	Швеция	Шведский совет по науке Формас	Старший научный сотрудник	11.06.1944 34795243 20.02.2004– 20.02.2014
13.	Luka Fiorani Лука Фиорани	Италия	Национальное агентство по новым технологиям, науке и окружающей среде	Научный сотрудник	22.04.1965 261589 W 21.12.2000– 20.12.2010
14.	Caroline Combaz Каролин Комбаз	Франция	МЕДИАС-Франс	инженер	20.05.1981 99LP46991, 17.07.2002- 16.07.2012
15.	Lorenzo Vigagli Лоренцо Бигали	Италия	Институт методологии анализа окружающей среды	аспирант	13.07.1972 424190 B 05.12.1998– 04.12.2008
16.	Karsten Frotsher Карстен Фротшер	Германия	Фридрих-Шиллер Университет, Институт географии	Научный сотрудник	17.06.1973 9730036390, 16.06.2000– 15.06.2010
17.	Roman Gerlach Роман Герлаш	Германия	Фридрих-Шиллер Университет, Институт географии	Научный сотрудник	02.03.1975 974884213 28.02.2005– 27.02.2015

18.	Christiane Schmallius Кристиана Шмаллиус	Германия	Фридрих-Шиллер Университет, Ин- ститут географии	Директор	14.05.1960 330010040. 18.08.2005– 17.08.2010
19.	George Garik Gutman Джордж Гарик Гут- ман	США	Штаб-квартира НАСА	Менеджер про- граммы	22.04.1953 801803366, 16.02.2005– 14.02.2010
20.	Allan Gross Алан Гросс	Дания	Датский метеоро- логический ин- ститут	Старший науч- ный сотрудник	21.12.1962 102564944, 30.06.2004– 30.06.2014

Международные научные мероприятия, проведенные ИМКЭС СО РАН

В 2006 г. Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН совместно с Сибирским Центром климато-экологических исследований и образования (СЦ КЛИО) провел 2 международных научных мероприятия:

1) Международную конференцию по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2006, 1-8 июля 2006 года, Томск. В работе конференции и школы приняли участие 197 специалистов: из России (161), Украины (7), Узбекистана (4), Казахстан (4), Молдова (1), Киргизия (1), Греция (1), США (2), Италия (3), Франция (2), Германия (4), Румыния (2), Швеция (1), Нидерланды (1), Австрия (2), Словакия (1), Дания (1).

Финансовую поддержку оказали:

Программа ЕС INCO (грант СТ-2006-031303, грант СТ-2005-013427), INTAS (YSS грант 05-108-5814)

Программа START, Министерство науки и образования РФ

2) V Международный Симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды, 6-8 июля 2006, Томск. В работе симпозиума приняли участие 117 специалистов: из России (102), Дании (1), Германии (2), Италии (2), Румынии (1), Франции (1), Беларуси (1), Казахстана (2), Узбекистана (2), Украины (3).

Проведение симпозиума было поддержано грантом РФФИ № 06-05-74029.

2.4. ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ПУБЛИКАЦИИ

В таблице приведены сравнительные данные по научной деятельности Института за последние 5 лет:

	2002	2003	2004	2005	2006
Публикации	270	222	276	260	440
Монографии (учебные пособия)	2	1	8	3	1 (8)
Статьи в рецензируемых журналах	42	37	46	58	62
Статьи в зарубежных журналах и сборниках	61	31	26	37	32
Статьи в сборниках	49	60	42	78	175
Доклады на симпозиумах	116	93	154	84	162
Международные	110	69	105	69	111
Российские	1	15	31	7	39
Региональные	5	9	18	9	12
Участие в выставках	9	7	10	11	10

ОХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В 2006 году поданы 3 заявки на изобретения:

1. «Ультразвуковой термоанемометр с устройством автоматического восстановления точностных характеристик измерений», авторы: Азбукин А.А., Богушевич А.Я., Ильичевский В.С., Корольков В.А., Шелевой В.Д.
2. Способ измерения высоты НГО, Зуев С.В.
3. «Способ для определения пространственного положения и параметров движения ядра Земли», авторы Малышков Ю.П., Малышков С.Ю., Гордеев В.Ф., Шталин С.Г.»

Программы для ЭВМ:

1. «Управление и контроль», Выборнов П.В.
2. «Управление и контроль. Импульсный режим», Выборнов П.В.

По состоянию на 1.12.2005 г. в ИМКЭС получено 1 положительное решение:

1. Способ приведения в действие механизма подъема (опускания) заградительного бруса шлагбаума и барьерной крышки на железнодорожных переездах, авторы: Ерофеев В.Я., Кабанов М.В.; Ерофеев В.В.

За этот период получено 3 патента на изобретение:

1. Патент № 2267744 Интерференционный способ измерения радиуса кривизны оптической поверхности, авторы: Половцев И.Г., Симонова Г.В.;
2. Патент № 2269850 Схема возбуждения лазеров на парах металлов, авторы: Татур В.В., Выборнов П.В.
3. Патент № 2286280 Способ приведения в действие механизма подъема (опускания) заградительного бруса шлагбаума и барьерной крышки на железнодорожных переездах, авторы: Ерофеев В.Я., Кабанов М.В.; Ерофеев В.В.

Прекратил действовать 1 патент № 2255307 Интерферометр для контроля формы выпуклых, вогнутых и плоских крупногабаритных оптических деталей, автор Симонова Г.В.

В 2006 г. поддерживались 14 патентов в силе.

№ пп	№ охранного документа	Наименование патентов, авторы	Год действия
1	2208224 (ИЗ)	Способ измерения энергии оптического и СВЧ излучения Корольков В.А.	14.01.06 6 год
2	2257275 (ИЗ)	Инструмент для развальцовки труб Ерофеев В.Я. Кабанов М.В.	31.01.06 4 год
3	2186348 (ИЗ)	Автономный термограф Ерофеев В.Я. Кабанов М. В.	19.02.06 8 год
4		Интерференционный способ изм. Радиуса кривизны оптической детали Симонова Г.В. Половцев И.Г.	15.04.06 3 год
5	2238575 (ИЗ)	Способ прогноза землетрясений Малышков Ю.П. Малышков С.Ю. Гордеев В.Ф. Шталин С.Г.	13.04.06 5 год
6	2207546 (ИЗ)	Фототермоакустический газоанализатор Азбукин А.А., Булдаков М.А., Корольков В.А., Матросов И.И., Бурков В.В. Занин В.В.	23.05.06 6 год

УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКАХ

№	Наименование выставки (ранг)	Место и время проведения	Участие (демонстрируемые приборы, стенды, экспозиции и т.д.)	Награды
1	Выставка научно-прикладных разработок СО РАН	Барнаул, ИВЭП СО РАН 28 февраля-3 марта	«Прочность-1», «Фаза» МГР-01, АИР «Пикет», ДОГ-4, РГА-11М, АМК-03 (действ. приборы).	
2	2-я Международная специализированная выставка и научный конгресс «ГЕО-СИБИРЬ»	Новосибирск, 26-28 апреля	МГР-01, ДОГ-4, ДОГ-5, кедровые саженцы (рекламные материалы).	
3	Выставка научно-прикладных разработок СО РАН	Омск 30 мая-1 июня	Заочное участие (ч/з СО РАН). ДОГ-4; кедровые саженцы в контейнерах (рек-	

			ламные материалы, планшет).	
4	8-я Межрегиональная выставка-ярмарка «Средства и системы безопасности»	Томск 7-9 июня	АМК-03, МГР-01, «Прочность-1», (действ.приборы).	
5	9-я Международная выставка «Средства спасения-2006. Природная, техногенная и пожарная безопасность России».	С.-Петербург 20-23 июня	АМК-03, МГР-01 (действ.приборы).	Диплом выставки
6	Выставка спасательного снаряжения, оборудования и техники в рамках Первых Открытых международных соревнований спасателей на кубок Азии	Республика Тыва, Кызыл 20-22 июля	АМК-03, МГР-01; Амплификатор-флуориметр «Амплиспект» (действ.приборы).	Благодарственное письмо за активное участие
7	XV Специализированная выставка «Спасиб-Сиббезопасность-2006»	Новосибирск 12-14 сентября	АМК-03, МГР-01; «Фаза», «Прочность-1», Амплификатор-флуориметр «Амплиспект»	
8	4-я Международная выставка научно-технических достижений	Китай, г.Шеньян 19-21 сентября	Заочное участие (ч/з СО РАН). «Прочность-1», «Фаза», МГР-01, Монокристаллы ZnGeP ₂ (рекламные материалы).	
9	Международный оптический форум «Оптика-2006»	Москва 12-15 декабря	Монокристаллы ZnGeP ₂ (действ.образцы, постер); лазер на парах бромида меди, ДОГ-4, лазерные мобильные проекторы, адаптивный алгоритм прослеживания интерференционных полос (рекламные материалы).	
10	Постоянно действующая выставка СО РАН	Новосибирск	ДОГ-1, РГА-11, Монокристаллы ZnGeP ₂ , АМТ, МГР-01, АМК-03, «Фаза», «Прочность-1», Стоматологический инструмент.	

СВЯЗЬ С ВУЗАМИ

Взаимодействие академической и вузовской науки

Наличие	Количество	Название вуза
факультета, для которого институт является базовым		
филиала вуза в институте		
учебно-научного центра по подготовке высококвалифицированных специалистов		
совместных кафедр с вузами		
совместных лабораторий с вузами		
совместной научной инфраструктуры: экспериментальных стендов, полигонов, информационно-коммуникационных сетей и т.д.		
<p>других образовательных учреждений, созданных с участием научных учреждений СО РАН (указать вид учреждения):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Филиал кафедры метеорологии и климатологии 2. Филиал кафедры электронных приборов 3. Филиал кафедры радиотехнических систем 4. Филиал кафедры оптико-электронных систем и дистанционного зондирования 5. Филиал кафедры лесоведения и зеленого строительства 6. Филиал Отделения послевузовского профессионального образования 7. Некоммерческое партнерство Сибирский центр климато-экологических исследований и образования 	7	<p>Томский государственный университет</p> <p>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники</p> <p>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники</p> <p>Томский государственный университет</p> <p>Томский государственный университет</p> <p>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники</p> <p>Томский государственный университет, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники</p>

На созданных филиалах кафедр обучалось 24 студента 3-5 курсов, 37 студентов выполняли дипломные работы или магистерские диссертации непосредственно под руководством научных сотрудников института.

Научные сотрудники, участвующие в работе со студентами, магистрантами и аспирантами: -преподают в вузах - руководят дипломными проектами, магистерскими диссертациями - руководят аспирантами	Общее число	Доктора наук	Кандидаты наук
	13	6	7
	25	6	16
	21	12	8

Сотрудниками Института подготовлено и издано 8 учебных пособий.

Сотрудники Института, осуществляющие преподавательскую деятельность:

№	ФИО	Должность	Учреждение
1	Бех Иосиф Афанасьевич	доцент кафедры, к.с.-х.н., с.н.с.	ТГУ
2	Волков Юрий Викторович	доцент кафедры, к.т.н.	ТПУ
3	Волкова Елена Сергеевна	доцент кафедры, к.г.н.	ТГПУ
4	Гейко Павел Пантелеевич	профессор кафедры, д.ф.-м.н., доцент	ТГУ, ТУСУР
5	Демидко Денис Александрович	ассистент кафедры	ТГУ
6	Зотикова Альбина Петровна	доцент кафедры, к.б.н., доцент	ТГУ
7	Кабанов Михаил Всеволодович	профессор кафедры, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН	ТГУ
8	Кнауб Роман Викторович	ассистент кафедры	ТГУ
9	Красненко Николай Петрович	профессор кафедры, д.ф.-м.н.	ТУСУР
10	Поздняков Александр Васильевич	профессор кафедры, д.г.н., профессор	ТГУ
11	Пучкин Алексей Васильевич	ассистент кафедры, к.г.н.	ТГУ
12	Симонова Галина Владимировна	доцент, к.т.н.	ТГУ, ТУСУР
13	Тихомиров Александр Алексеевич	профессор кафедры, д.т.н.	ТУСУР
14	Мягков Александр Сергеевич	старший преподаватель кафедры	ТУСУР

III ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Динамика финансирования за последние 5 лет приведена в таблице

	2002	2003	2004	2005	2006
Госбюджет СО РАН	11 967	16 316	17 840	20 525	47 073
ФЦП "Интеграция"	131	565	386	0	0
Гранты РФФИ	302	300	743	985	1 552
Программа Миннауки	0	2 520	150 + 470(НШ)	415	1 910
Валютные контракты	2 802	3 030	3 846	3 593	3 322
Хоздоговора	2 039	4 501	1 416	1 718	6 010
Аренда	3 187	4 515	5 290	3 183	4 330
Целевые	2 718		7 527+ 14 270 + 3 500	1 374+ 9 638	1 380
ИТОГО	23 146	31 747	55 438	41 431	64 647

Основное финансирование Институт получает от Сибирского отделения РАН за выполнение 5 проектов по основной деятельности Института. В выполнении проектов участвуют все научно-исследовательские подразделения Института.

От Сибирского отделения РАН также поступало дополнительное финансирование по интеграционным проектам (2 интеграционных проекта на сумму 333 тыс. руб.), на экспедиции (210 тыс. руб.), на стационары (550 тыс. руб.).

IV ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Сведения о деятельности коммерческих и других организаций.

в число учредителей которых входит ИМКЭС СО РАН

№	Название организации с указанием организационно-правовой формы, дата учреждения	Учредители (указать всех учредителей, включая физических лиц), процентная доля участия учредителей	Почтовый адрес организации ф.и.о. и телефон руководителя	Численность (чел.) штатная / внештатная	Продукция (специализация)	Взаимоотношения между организацией и институтом-учредителем (аренда производственных площадей, аренда производственных мощностей, привлечение к работе сотрудников института и др.)
1	Сибирский центр климато-экологических исследований и образования, создан 1 июля 2002 года	ИМКЭС СО РАН – 23%, ИХН СО РАН -23%, ТомГУ - 23%, ТУ-СУР -23%, МНОЦ -8%	634055 г.Томск, пр. Академический, 10/3 ГордовЕ.П., тел.(3822) 492187	Штатных сотрудников нет, внештатных – 5 человек	Научно-исследовательская работа, организация международных конференций и школ	Привлечение к работе сотрудников института
2	ООО ЗОНД - НТЦ, создан 19 декабря 1987 г.	ИМКЭС СО РАН -8%, ИОА СО РАН – 12%, ООО «МНПО – ЗОНД» - 80%	634021 г. Томск, пр. Фрунзе, № 115 Расколенко В.А., тел. (3822) 444270	Штатных сотрудников нет, внештатных –8 человек	Организация использования в производственной технологии, материалов и технологий	Взаимодействие на основе хозяйственных договоров

Сведения о коммерческих и других организациях, работающих на базе научно-технического задела института

№№ п/п	Название организации	Почтовый адрес организации, ф.и.о. и телефон руководителя	Продукция (специализация)	Институт-разработчик с указанием названия разработки	Форма участия института (лицензионное соглашение, передача ноу-хау, совместное производство и другие оформленные договором отношения)
1	2	3	4	5	6
1	ООО «Сибаналит-прибор»	634055, Томск, пр. Академический 10/3, 8 (3822) 49-18-85 Азбукин А.А.	Научное приборостроение	ИМКЭС СО РАН, Многоканальный геофизический регистратор МГР-01; Двухкомпонентный газоанализатор ДОГ-4	Совместное производство

1	2	3	4	5	6
2	ГПКК КНИИ-ГиМС	Адрес: 660049 г. Красноярск,	Разработка, изготовление и пере-	ИМКЭС СО РАН Многоканальный	Передача научно-технической про-

		пр. Мира, 55, директор И.Н.Целюк	дача Заказчику двух комплектов многоканального геофизического регистратора МГР – 01.	геофизический регистратор МГР-01;	дукции, оформленная хозяйственными отношениями.
3	ОАО «СибНИИЭ»	630128, г. Новосибирск, ул. Кленова, 10/1, директор Н.Н.Лизалек	Разработка метода оценки качества ж/б конструкций ВЛ по параметрам их электромагнитной эмиссии	ИМКЭС СО РАН	Передача научнотехнической продукции, оформленная хозяйственными отношениями.
4	ООО «ДорСиб»	634003, г.Томск-3, пл. Соляная,2 , директор Петрухин А.В.	Разработать и изготовить четыре автомобильных измерителя расстояния АИР «Пикет-М»	ИМКЭС СО РАН автомобильный измеритель расстояния АИР «Пикет-М»	Совместное производство
5	ФГНУ НИИ СМ	634003, Томск, пл. Соляная, 2, корп. 6, С.В. Юшубе	Разработка и изготовление системы измерения температуры грунта на различных глубинах.	ИМКЭС СО РАН	Совместное производство
6	ООО «СибДор»	634063, г. Томск, ул. И-Черных 52, оф.81 тел. (382-2) 57-08-85, 57-08-83, Петрухин А.В.	Разработка и изготовление двух одометров «Рулетка» и десяти комплектов автономных температурных датчиков.	ИМКЭС СО РАН	Совместное производство
7	ОАО ЛПХ «Северный»	632391, Новосибирская обл., Северный район, п. Коб-кордон, ул. Набережная. Лушов Е.В. тел. 8-383-60-42-7-40	Лесозаготовка, деревообработка	ИМКЭС СО РАН, Научно-исследовательское и опытно-производственное обоснование выделения лесосечного фонда для проведения рубок промежуточного пользования	Передача научнотехнической продукции – рекомендаций по проведению реконструктивных рубок.
8	ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК»	634027, г. Томск, пр. Мира 72, Кошовкин И.Н. тел. 8-382-2-79-18-99	Научно-исследовательские и проектные работы	ИМКЭС СО РАН, Научно-исследовательские работы по оценке состояния и определению причины повреждения древесной растительности	Передача научнотехнической продукции – оценки состояния древостоев и выявление причины их повреждения

1	2	3	4	5	6
9	ОГУ «Облкомприроды»	634034, г. Томск, пр. Кирова, 14	Организация особо охраняемых	ИМКЭС СО РАН Паспорт ботани-	Передача научнотехнической продукции – исследования

		Воробьев С.Д. 8-382-2-563-658	природных территорий	ческого памятника природы регионального значения	ской продукции – паспортов ботанических памятников природы
10	ФГУНПП «Иркутскгеофизика»	664025, г. Иркутск, ул. Горького 8 Э.А. Кравчук 8-395-2-39-90-30	Разработка, изготовление и передача Заказчику двух комплектов многоканального геофизического регистратора МГР – 01.	ИМКЭС СО РАН Многоканальный геофизический регистратор МГР-01;	Передача научно-технической продукции, оформленная хозяйственными отношениями.