

**УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИХ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН**

**ОТЧЕТ
О НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ за 2008 год**

Утверждаю

Директор института, д.ф.-м.н.

_____ В.А.Крутиков

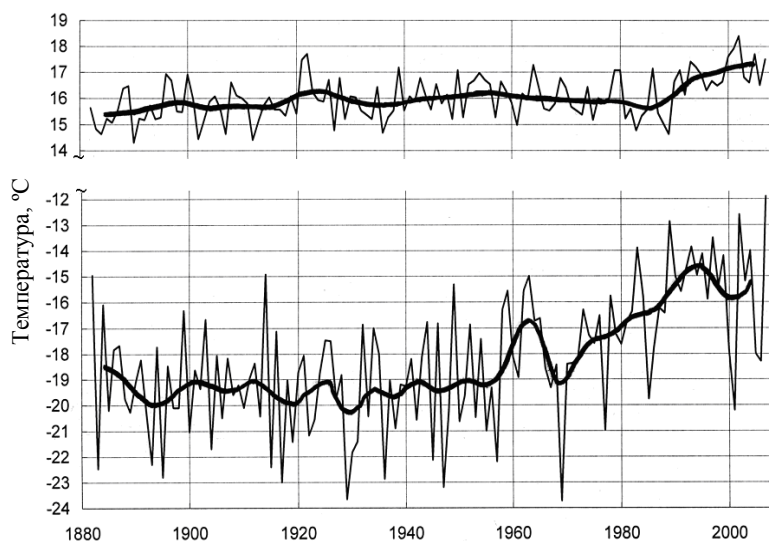
СОДЕРЖАНИЕ

I	НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА	3
1.1	Важнейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований	3
1.2	Научно-организационная деятельность ИМКЭС	9
1.3	Результаты научно-исследовательских работ, выполненных по «базовым» проектам СО РАН	11
1.4	Краткие аннотации научно-исследовательских работ, выполненных по программам РАН, СО РАН и РФФИ	94
II	НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА	121
2.1	Деятельность Ученого совета	121
2.2	Кадры	122
2.3	Характеристика Международных научно-технических связей	126
2.4	Итоги научной деятельности	131
2.5	Официальное признание	137
III	ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	138
IV	ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	140
	<u>ПРИЛОЖЕНИЕ</u>	143
	Список публикаций	144

I НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

1.1. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА

1. Из анализа наблюдаемых сезонных колебаний приземной температуры в Сибири следует, амплитуда таких колебаний A за весь период наблюдений (1882 – 2006 гг.) зависит с высоким коэффициентом детерминации (более 0,9) от среднесезонной температуры зимой T по единой формуле $A=17,3 - 0,94T$ для Западной (Тобольск) и Восточной (Иркутск) Сибири (проект 7.10.1.1).



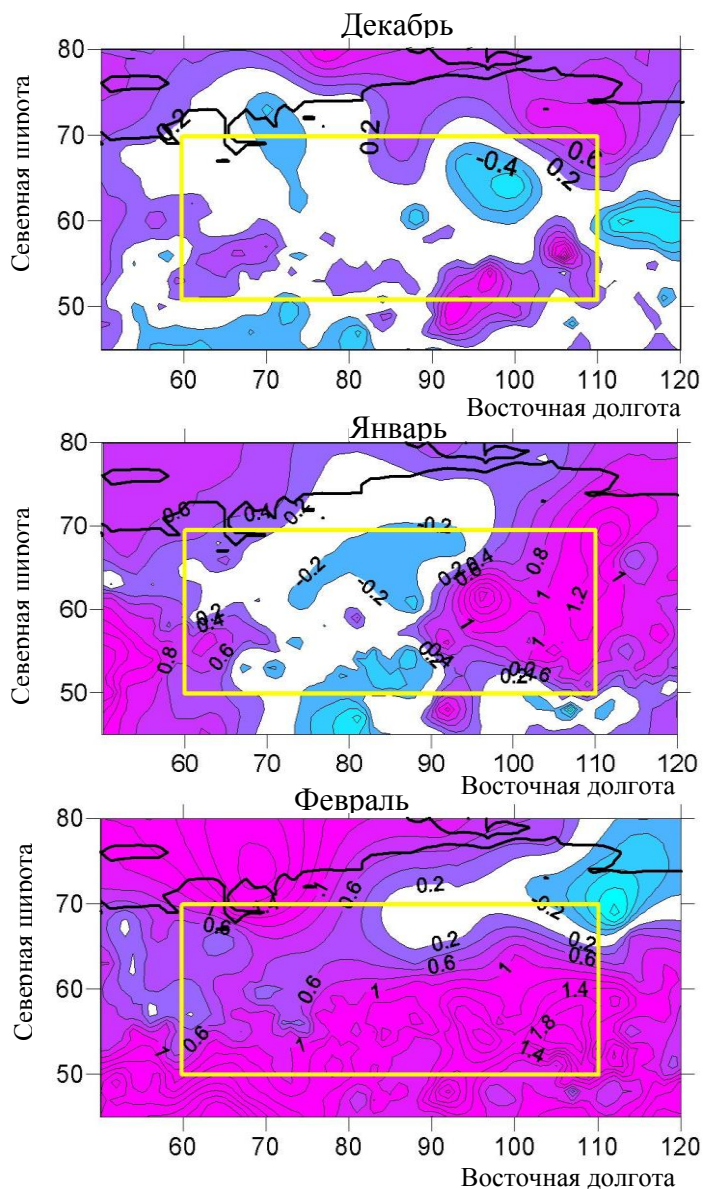
Пример исходных анализируемых данных по сезонным колебаниям приземной температуры для Иркутска. Вверху – средние летние, внизу – средние зимние, жирные кривые – среднесезонные температуры при скользящем осреднении.

Приведенный рисунок для Иркутска (данные для Тобольска аналогичны) иллюстрирует определяющее влияние среднезимних колебаний приземной температуры на амплитуду сезонных колебаний за весь анализируемый период наблюдений (124 года).

Полученная эмпирическая закономерность сохраняется и в последнее десятилетие, хотя динамика потепления изменилась: для Восточной Сибири (Иркутск) потепление за счет зимних месяцев замедлилось, но возросло за счет летних месяцев, а для Западной Сибири (Тобольск) потепление продолжается только за счет зимних месяцев.

Устойчивость полученной закономерности за весь анализируемый период наблюдений можно объяснить достаточной стабильностью условий переноса для уходящего теплового излучения от земной поверхности, определяющего отрицательный радиационный баланс в зимний сезон, и не согласуется с гипотезой определяющей роли парниковых газов в наблюдаемом потеплении.

2. Результаты статистического анализа инструментальных данных для среднемесячных приземных температур показывают, что на территории Западной Сибири за период 1976-2006 гг. темпы потепления имели четко выраженную мезомасштабную неоднородность. Для февраля, отличающегося в сравнении с другими месяцами, более однородными по территории и более высокими темпами потепления, установлена статистически значимая корреляция приземных температур с интенсивностью и временем пребывания циклонов на рассматриваемой территории (проект 7.10.1.1).



На поясняющем рисунке для региона Западной Сибири (желтый прямоугольник) показаны поля трендов температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) за период 1976-2006 гг. для декабря, января и февраля. Красным цветом выделены положительные тренды, синим – отрицательные. В отдельные месяцы зимнего периода характер изменения температуры оказывается существенно различным на рассматриваемой территории. Для выявления возможного влияния на изменения температуры вихревой активности (циклоны, антициклоны) для выделенной территории были рассчитаны из синоптических карт изменения в количестве циклонов, их интенсивности (давлении в центрах) и времени пребывания на рассматриваемой территории. Для февраля, как имеющего однородный по территории характер изменения температуры были установлены статистически значимые корреляции: положительная корреляция (+0,47) температуры с временем пребывания циклонов на территории и отрицательная (-0,62) корреляция температуры со средним давлением в центре циклона. Указанные корреляции свидетельствуют в пользу важности такого природного фактора роста температуры, как возможное, при учете выявленных корреляций, увеличение облачности и соответствующее уменьшение радиационного выхолаживания.

3. Разработана методика картографического отображения рисков природопользования с учетом территориального ранжирования (в баллах) климатической, гидрологической и эколого-экономической напряженности (проект 7.10.1.3).

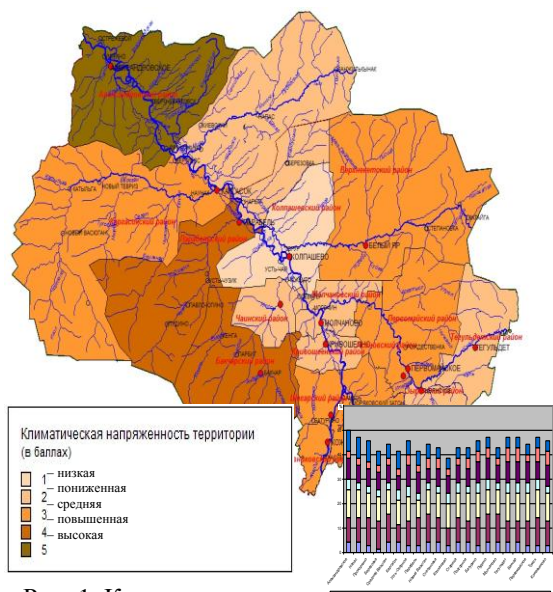


Рис. 1. Климатическая напряженность Томской области

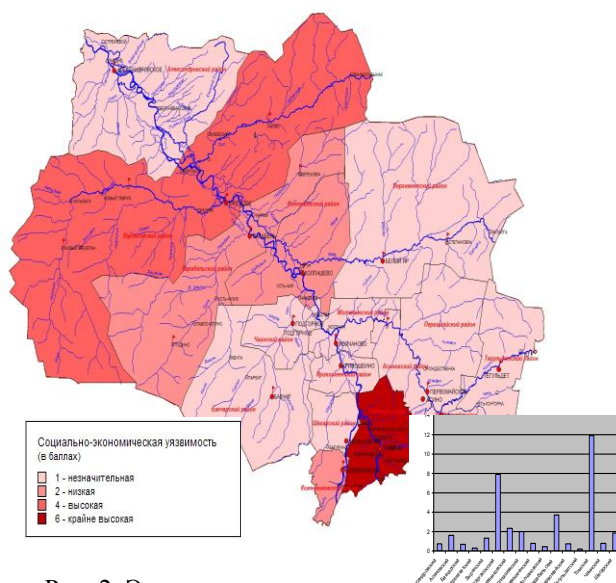


Рис. 2. Эколого-экономическая напряженность Томской области

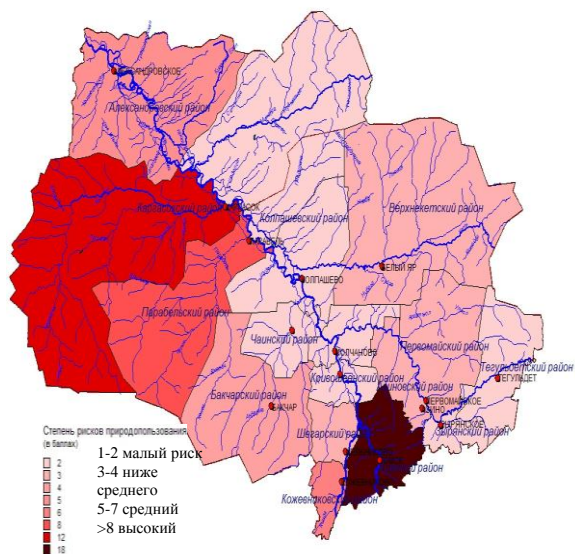


Рис. 3. Ранжирование территории Томской области по степени рисков природопользования.

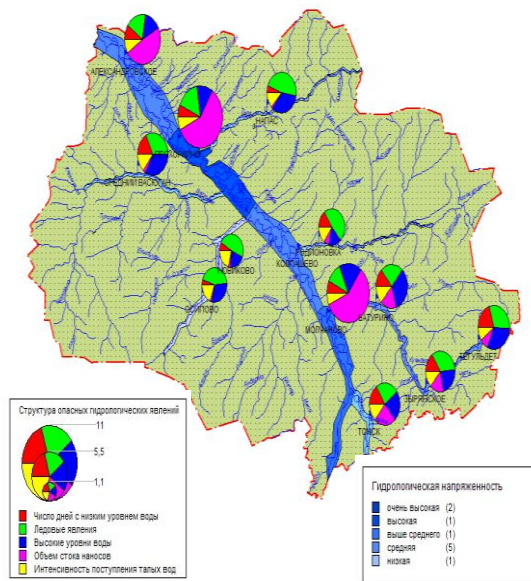
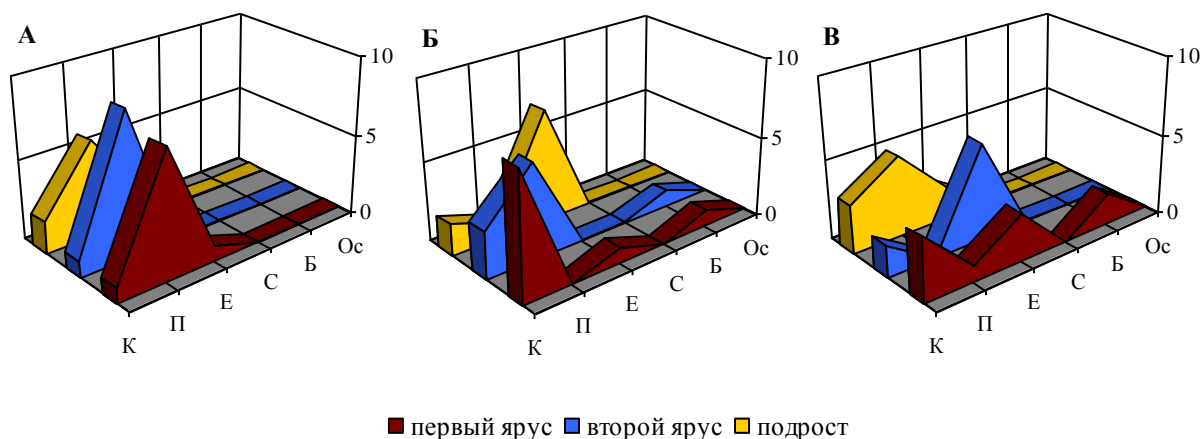


Рис. 4. Гидрологическая напряженность и структура опасных гидрологических явлений Томской области.

4. Исследование кедрово-темнохвойных лесов на территории Кеть-Чулымского междуречья выявили проявляющиеся через разнообразие структуры возрастных ярусов древостоя различия в динамике насаждений, характерные для каждого типа лесорастительных условий (проект 6.3.1.16).



Структура насаждений различных типов лесорастительных условий.
А- суглинистая древняя равнина, Б – борта ложбины стока, сложенные супесями, подстилаемыми слоистыми суглинками; В - ложбины стока, сложенные супесями, подстилаемые песками. По горизонтали – породный состав, по вертикали доля участия в насаждении.

На поверхностях, сложенных суглинистыми отложениями, отмечена тенденция смены в возрасте более 100 лет осиново-березового древостоя кедром, а при распаде кедрового древостоя в возрасте более 300 лет – пихтой. Благоприятные условия формирования первой генерации кедра образуются под пологом лиственного древостоя, второй - в окнах на стадии распада пихтового древостоя. В климаксовом состоянии формируется разновозрастный кедрово-елово-пихтовый мелкотравно-зеленомошный тип леса с близкой по составу структурой насаждения по всем возрастным состояниям.

На дренированных поверхностях, сложенных супесями, подстилаемыми слоистыми суглинками, формируются кедровые с участием сосны и ели преимущественно одновозрастные ягодно-мшистые насаждения. Возобновление кедра отзывчиво на изменение климатических условий и идет через осиновые, реже березовые и сосновые насаждения.

Поверхности, сложенные перекрывающимися пески супесями, рассматриваются как устойчиво-кедровые. В восстановительных циклах здесь сформированы насаждения с преобладанием кедра в первом ярусе. Однако возобновление кедра ослаблено. Поэтому уже в следующем возрастном состоянии преобладают ель или пихта. Слабая отзывчивость древостоев на современное потепление связано с тем, что флуктуации климатических условий относительно общего тренда были короткопериодическими, несравнимыми по продолжительности с жизненными циклами кедровых древостоев.

5. Разработана полная система топологической классификации лоций фазового синхронизма для нелинейных оптических кристаллов. Система классификации обобщена для всех разновидностей коллинеарных трехчастотных процессов параметрического преобразования частоты лазерного излучения I, II и III типа в положительных и отрицательных двухосных нелинейных кристаллах (проект 7.13.1.2).

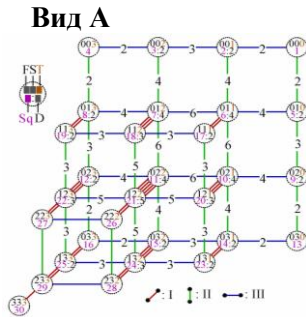


Рис.1. Классификационная диаграмма лоций ФС

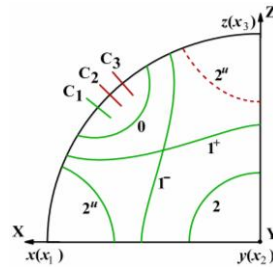


Рис.2. Типы лоций ФС в проекции на плоскость XZ:
— известные, - - - - уточненный

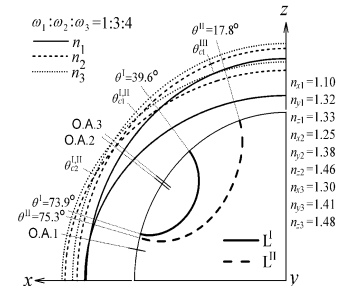


Рис.3. Новый вид лоций ФС в проекции на плоскость XZ (- - - -)

Система классификации основана на 4-х предложенных топологических символах: F_i (для I типа взаимодействий), S_i (II), T_i (III) и порядковом номере класса лоций $Sq_i:D$, $i=1,2,3$, с параметром вырождения D , определяемых путем алиментарного расчета по знакам фазорассогласования. Все лоции (рис.2) отнесены к 5 разновидностям по виду проекций на пл. XZ: 0, 1^+ , 1^- , 2 и 2^u . Определен новый тип (рис. 3) лоций фазового синхронизма.

Результат классификации представлен в виде обобщенной диаграммы (рис. 1), отражающей логическую связь переходов от лоции к лоции, идентифицированных значениями символов (Вид А).

Условия фазового синхронизма, необходимые для высокоэффективного преобразования частоты в нелинейных кристаллах, формулируются из закона сохранения энергии $\omega_1 + \omega_2 = \omega_3$ и импульса $\omega_1 n_1(\omega_1, \theta, \varphi) + \omega_2 n_2(\omega_2, \theta, \varphi) = \omega_3 n_3(\omega_3, \theta, \varphi)$. Условия фазового синхронизма выполняются в круговых или деформированных конусах направлений, которые принято представлять графически в виде проекций траекторий пересечения конусов с единичной сферой или в виде т.н. лоций фазового синхронизма. В силу симметрии лоций фазового синхронизма представление их проекций ограничивают одним квадрантом.

Обобщенная диаграмма позволяет провести полный анализ возможностей реализации и определить лучший тип преобразования частоты с использованием конкретного кристалла, корректно определить условия максимизации его выходных параметров, сравнить потенциал различных кристаллов.

6. Завершена разработка мобильного варианта автоматического ультразвукового метеокомплекса АМК-03Б, устанавливаемого на транспортные средства и предназначенного для измерения основных метеорологических величин: скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха, атмосферного давления. Комплекс обеспечивает измерение мгновенных значений скорости ветра и температуры воздуха с частотой до 80 Гц при чувствительности 0,05 м/с и 0,05 °С, соответственно, и оснащен автоматической системой контроля измеряемых параметров и градуировки блока термоанемометра.

Минимальное время процесса самотестирования, развертывания, измерений и свертывания не более 3 минут (проект 7.13.1.2).



Высота метеомачты в раз-
вернутом состоянии 4 м



Пульт управления
и индикации



АМК-03Б в процессе развертывания

Патент РФ № 2329987

Сертификат об утверждении типа средств измерений №29530

1.2. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИМКЭС СО РАН в 2008 г.

Программы, гранты	Руководитель проекта (раздела проекта)
<u>Программа Сибирского отделения РАН</u>	
<u>Проект 7.10.1.1.</u> Исследование климатообразующих атмосферных процессов с учетом воздействия глобальных и региональных факторов (№ 01.2.007 04641)	Кабанов М.В. Ипполитов И.И.
<u>Проект 7.10.1.2.</u> Развитие информационно-измерительных технологий для мониторинга и моделирования атмосферных, гидросферных и литосферных процессов в геосистеме Сибири (№ 01.2.007 04638)	Крутиков В.А.
<u>Проект 7.10.1.3.</u> Исследование экосистемных изменений в Сибири и связанных с ними рисков природопользования (№ 01.2.007 04642)	Поздняков А.В.
<u>Проект 7.13.1.2.</u> Развитие методов и технических средств на основе оптических, радиоволновых и акустических эффектов для изучения природных и техногенных систем (№ 01.2.007 04640)	Тихомиров А.А.
<u>Проект 6.3.1.16.</u> Разнообразие в экосистемах бореальных лесов: динамические и функциональные аспекты (№ 01.2.007 04639)	Дюкарев А.Г.
<u>Проект 4.5.2.2.</u> Разработка научных основ информационно-вычислительной системы на основе Веб- и ГИС технологий для исследований региональных природно-климатических процессов (№ 01.2.007 04643)	Гордов Е.П.
<u>Интеграционные междисциплинарные проекты СО РАН</u>	
<u>Проект № 34</u> «Создание распределенной информационно-аналитической среды для исследований экологических систем». Соисполнители.	Гордов Е.П.
<u>Проект № 86</u> «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 окружающей среды и климата: природные катастрофы».	
<u>Проект 4:</u> «Природные и антропогенные факторы динамики криогенных геосистем Евразии»	Крутиков В.А.
<u>Проект 5:</u> «Комплексный мониторинг современных климатических и экосистемных изменений в Западной Сибири»	Кабанов М.В.
<u>Программа ОНЗ-7.3</u> «Техногенное преобразование недр Земли: развитие теоретических основ эффективного использования и сохранения георесурсов»	
<u>Проект 7.3.1:</u> «Обоснование путей повышения эффективности и экологической безопасности открытой добычи твердых полезных ископаемых»	Крутиков В.А.

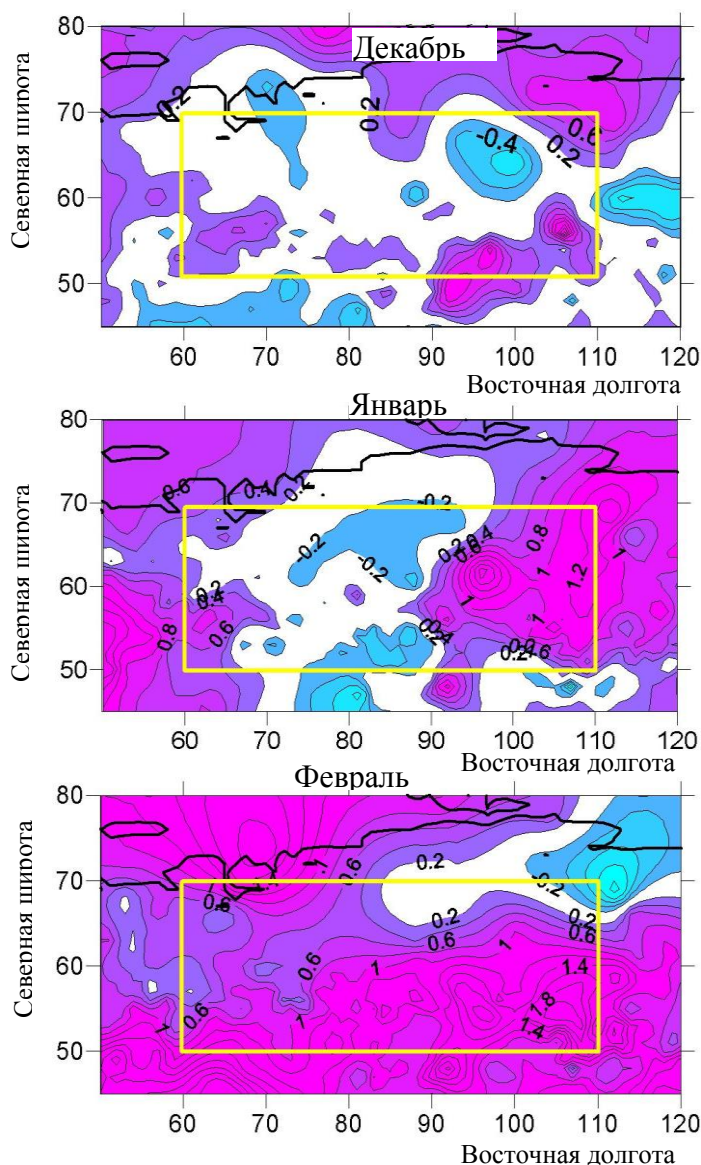
Гранты РФФИ	
Проект № 08-05-00426/а "Роль торфоболотных экосистем в смягчении последствий изменений климата"	Головацкая Е.А.
Проект № 08-04-10031/к " Организация и проведение экспедиционных исследований остаточно-гумусовых органо-аккумулятивных почв таежной зоны"	Дюкарев А.Г.
Проект № 08-05-06052/г "Организация и проведение VI Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды»"	Кабанов М.В.
Проект № 08-05-08067/з "Участие в международной конференции European Geosciences Union General Assembly – 2008 (Генеральная Ассамблея Европейского геофизического общества)", Вена, Австрия	Титов А.Г.
Проект № 08-05-09207/моб_з "Участие в международной конференции «Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth»", Греция, Митилини	Шуркина К.А.
Проект № 08-05-08147/з "Участие в международной конференции «Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth»", Греция, Митилини	Поздняков А.В.
Проект № 08-05-08148/з "Участие в международной конференции «Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth»", Греция, Митилини	Волкова Е.С.
Проект № 06-04-49328а: «Остаточно-гумусовые органно-аккумулятивные почвы таежной зоны: география, генезис классификация»	Дюкарев А.Г.
Проект № 06-05-96945/офи: «Геоинформационные технологии пространственной локации и мониторинга структурных неоднородностей литосферы»	Крутиков В.А.
Проект № 06-02-96911/офи: «Создание физико-химических и технологических основ получения и управления свойствами оптических монокристаллов многокомпонентных соединений для источников лазерного излучения ИК и субмиллиметрового (Терагерцевого) диапазонов»	Грибенюков А.И.
Проект № 06-04-49065/а: «Адаптивная структура популяций сосны кедровой сибирской в оптимальных и пессимальных условиях»	Велисевич С.Н.
Проект № 08-04-09421/моб_з "Участие в международной конференции «Селекция и генетические ресурсы 3-х хвойных сосен»", Корея, Сеул	Петрова Е.А.
Проект № 08-05-09222/моб_з "Участие в международной конференции «Болота и заболоченные ландшафты и изменение климата: новые задачи в исследовании»", Эстония, Курессааре, Саарема	Веретенникова Е.Э.
Проект № 07-04-00593/а: «Межвидовая гибридизация как фактор сетчатой эволюции азиатских видов 5-хвойных сосен»	Горошкевич С.Н.
Проект № 08-05-09340/з "Участие в работе Первого международного семинара по анализу и моделированию данных в науках о Земле (First International Workshop on Data analysis and Modeling in the Earth Sciences – DAMES 2008)", Германия, Потсдам	Шульгина Т.М.

1.3.1. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ПРОГРАММАМ СО РАН

Проект 7.10.1.1. Исследование климатообразующих атмосферных процессов с учетом воздействия глобальных и региональных факторов (научные руководители: чл.-корр. РАН М.В.Кабанов, д.ф.-м.н. И.И.Ипполитов)

1. Результат, представленный в качестве важнейшего:

Результаты статистического анализа инструментальных данных для среднемесячных приземных температур показывают, что на территории Западной Сибири за период 1976-2006 гг. темпы потепления имели четко выраженную мезомасштабную неоднородность. Для февраля, отличающегося в сравнении с другими месяцами, более однородными по территории и более высокими темпами потепления, установлена статистически значимая корреляция роста температур с увеличением их интенсивности и времени пребывания на рассматриваемой территории.



На поясняющем рисунке для региона Западной Сибири (желтый прямоугольник) показаны поля трендов температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) за период 1976-2006 гг. для декабря, января и февраля. Красным цветом выделены положительные тренды, синим – отрицательные. В отдельные месяцы зимнего периода характер изменения температуры оказывается существенно различным на рассматриваемой территории. Для выявления возможного влияния на изменения температуры вихревой активности (циклоны, антициклоны) для выделенной территории были рассчитаны из синоптических карт изменения в количестве циклонов, их интенсивности (давлении в центрах) и времени пребывания на рассматриваемой территории. Для февраля, как имеющего однородный по территории характер изменения температуры были установлены статистически значимые корреляции: положительная корреляция (+0,47) температуры со временем пребывания циклонов на территории и отрицательная (-0,62) корреляция температуры со средним давлением в центре циклона. Указанные корреляции свидетельствуют в пользу важности такого природного фактора роста температуры, как возможное, при учете выявленных корреляций, увеличение облачности и соответствующее уменьшение радиационного выхолаживания.

2. Другие полученные по проекту результаты:

Исследование энергетики циклонических образований.

Проведено исследование энергетических характеристик циклона в зонах конвективной неустойчивости циклонов. По аэрологической группе данных NCEP/DOE AMIP-II Reanalysis (Reanalysis-2) с 6-часовым временным разрешением были рассчитаны оценки основных составляющих энергетического баланса на разных стадиях развития циклонических образований в зонах конвективной устойчивости и неустойчивости циклонов, а также их пространственная и временная изменчивость. Выделение зон конвекции в области циклона осуществлялась по рассчитываемому CAPE индексу. Использование синоптических карты и суточных данные MODIS по земному шару позволило уточнить локализацию зон и фронтов в барических образованиях. Результаты проведенного исследования показали, что на начальной стадии и стадии максимального развития циклонов, локальные изменения запасов кинетической энергии в зонах конвекции в 1,5-2 раза превышают соответствующие значения, полученные для зон устойчивой атмосферы, а на высоте 700-500 гПа происходит сток кинетической энергии из зоны конвекции.

Интерес к циклоническим образованиям, их энергетике и воздействиям на климат регионов вырос в последние годы и вызван, как участвовавшими проявлениями шквалов и смерчей над территориями Сибири и ЕТР в 2005-2007гг., так, и их возможной связью с проблемой глобального потепления. Исследование процессов зарождения и развития циклонов с точки зрения законов сохранения энергии обеспечивает единую шкалу при оценке вклада различных атмосферных процессов в развитие циклонов и позволяет описать физические механизмы этого развития. Виды энергии, подверженные преобразованию, характеризуют специфику этих процессов, и соответствующий анализ позволяет в простой форме отразить их существенные особенности.

Из всех видов циклонов к настоящему времени наиболее полно изучена энергетика и динамика тропических вихрей. Тропические циклоны принадлежат к числу наиболее мощных, обладающих огромной разрушительной силой и энергией, явлений природы. Согласно оценкам [Фалькович 1979, Хромов 1948, Шакина 1985], циклон за сутки выделяет энергию примерно $5 \cdot 10^{19}$ Дж. Наиболее часто (в 65% случаев) тропические циклоны зарождаются над океанами в широтных зонах от 10° до 20° северного и южного полушарий. На зоны 3° - 10° в обоих полушариях приходится 22% возникновения циклонов.

Первые попытки объяснения причин образования циклонов относятся к XIX в. В начале XX в. метеорологи норвежской школы разработали основные положения об атмосферных фронтах и предложили волновую теорию циклогенеза. Она легла в основу модели В. Бьеркнеса развития внетропического циклона в результате роста неустойчивости волны на наклонной поверхности раздела воздушных масс с различными свойствами (на фронтальной поверхности). Эта теория и модель впервые связали возникновение циклонов с гидродинамической неустойчивостью воздушного потока. В 40-е годы Х. П. Погосьяном и Н. Л. Таборовским была создана адвективно-динамическая теория, впервые представившая циклоногенез (антициклоногенез) и фронтогенез как грани единого процесса. Гидродинамическое обоснование адвективно-динамической теории, связанной с теорией изменения атмосферного давления, проведенное Таборовским, позволило подойти к представлению о бароклинной неустойчивости как основном механизме циклогенеза. На современном этапе исследований концепция гидродинамической неустойчивости непрерывно-стратифицированной среды как важнейшего механизма атмосферного цикло- и антициклоногенеза, стала общепризнанной.

Развитие циклонов умеренных широт определяется процессами, имеющими различные масштабы, среди которых можно условно выделить процессы планетарного и синоптического масштабов. Оценить вклад тех и других процессов в энергетику циклонов, можно выделив соответствующие им составляющие различных видов энергии, в частно-

сти, кинетической [Калинин 1999].

Наибольшую роль в процессе возникновения атмосферных вихрей синоптического масштаба играет бароклинная неустойчивость, то есть неустойчивость потока с горизонтальным градиентом температуры и, следовательно, с вертикальным градиентом скорости ветра в поле силы Кориолиса. Источником энергии растущих возмущений в таком потоке является доступная потенциальная энергия (A) горизонтальных контрастов температуры. Другим видом неустойчивости, который может вносить существенный вклад в энергетику циклогенеза, является баротропная неустойчивость, то есть неустойчивость потоков с горизонтальным сдвигом скорости ветра в поле силы Кориолиса. Источником энергии неустойчивых возмущений в этом случае является кинетическая энергия (K) основного течения.

Вопросами, связанными с изучением бюджета кинетической энергии, доступной потенциальной энергии и ее превращения в кинетическую энергию, энергетики циклонов на разных стадиях развития, и связи их с влагооборотом занимаются с середины XX века. Балансы кинетической энергии K и доступной потенциальной энергии A изучались в работах [Пинус 1976, 1982], в которых приведены результаты, полученные для циклонов умеренных широт разными авторами над территорией ЕТС и Северной Америки за период 1965-1975 гг. Из результатов [Пинус, 1982] следует, что локальное изменение потока кинетической энергии в среднем составляло -5 Bm/m^2 (17,4% от изменения полного потока кинетической энергии) для отдельного циклона и $-0,7 \text{ Bm/m}^2$ (1,9%) - для циклонических систем. При этом в отдельных циклонах наблюдался разброс значений от -15 (12%) до 24 Bm/m^2 (19%); в циклонических системах – от -5 (11,8%) до 6 (14,5%) Bm/m^2 .

В [Калинин 1999] приводятся результаты исследования полной энергии, вихревой кинетической K^* и доступной потенциальной энергии и составляющих их баланса на примере 320 циклонических образований (подвижных и малоподвижных) в слое от поверхности земли до 200 гПа . Расчеты выполнены с учетом особенностей влагообмена в циклонах на разных стадиях их эволюции. Таким образом, для подвижных и малоподвижных циклонов локальное изменение потока кинетической энергии в среднем составляет $-0,8 \text{ Bm/m}^2$ (2,5% от изменения полного потока кинетической энергии).

В ранних исследованиях, составляющие энергетического баланса находились по данным аэрологического зондирования над изучаемыми районами. В настоящее время в исследовательских задачах по проблемам климатологии активно применяются данные реанализа, представляющие собой результат усвоения экспериментальных и модельных данных. Эти данные равномерно распределены по времени и пространству, что представляет значительное удобство при расчетах. В настоящее время, данные реанализа используются для построения траектории и локализации циклонов.

В настоящей работе опробован подход к исследованию динамики энергетических характеристик циклонов, в том числе и в зоне конвективных движений, по данным реанализа на примере нескольких циклонов на территории Западной Сибири.

Уравнения энергетического баланса циклонических образований

В основе расчетов лежит закон сохранения энергии, записываемый для воздушной частицы с учетом механических перемещений и термодинамических трансформаций в гравитационном поле как:

$$\frac{d}{dt} (K + \Phi + I) - D_{diss} = 0, \quad (1)$$

где K - кинетическая, Φ - потенциальная и I - внутренняя энергии, D_{diss} - скорость диссипации энергии. Предполагая процесс адиабатическим, и расписав полную производную по времени для каждой составляющей, получим систему уравнений [2], содержащих члены описывающие локальное изменение потока энергии (в последующем изложении K_1 , Φ_1 , I_1), горизонтальную адвекцию (K_2 , Φ_2 , I_2), вертикальную адвекцию (K_3 , Φ_3 , I_3) и взаимные преобразования энергий (K_4 , Φ_4 , I_4). Так, например, уравнение энергетического баланса

кинетической энергии (для слоя воздуха, находящегося между изобарическими уровнями 1 и 2) будет выглядеть как:

$$\int_2^1 \Delta_K dv = \int_2^1 \frac{\partial K}{\partial t} dv + \int_2^1 \vec{\nabla} \square K \vec{V} dv + \int_2^1 \frac{\partial K \tau}{\partial p} dv + \int_2^1 \vec{V} \square \vec{\nabla} \Phi dv \quad (2)$$

или $K_5 = K_1 - K_2 - K_3 - K_4$,

где $dv = \frac{1}{gS} dx dy dp$, $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}$, K_5 – невязка баланса, обусловленная диссипацией кинетической энергии [Калинин 1999], g – ускорение свободного падения, S – площадь осреднения для узла реанализа, \vec{V} – вектор горизонтального ветра, τ – вертикальная составляющая скорости ветра (Па/с). Аналогичные уравнения были составлены для потенциальной Φ , внутренней энергии I , доступной потенциальной A и вихревой кинетической энергии K^* . В расчетах учитывался баланс водяного пара Q .

Для каждого узла сетки реанализа были рассчитаны значения величин составляющих энергетического баланса. Таким образом, для центральной и периферийной частей циклона были получены выборки величин. Выборочные оценки устойчивые относительно экстремальных возмущений находились по медиане распределения.

Локализация, отбор и выделение стадий развития циклонов

С помощью построенных пространственных распределений поля геопотенциала на уровне 1000гПа для последующего анализа было выделено два циклона на территории Западной Сибири, наблюдавшиеся с 12 по 16 июля 2005г. (циклон «Zn1») и с 5 по 9 ноября 2005г (циклон «Zn2»). Отобранные циклоны прошли основные стадии развития над территорией Западной Сибири, в качестве которой принималась территория, заключенная между 50°с.ш. и 75°с.ш., а также, между 60°в.д. и 100°в.д. Для контраста был проанализирован тропический циклон (циклон «Zn3»), проходивший с 27 по 30 августа 2005г. над Мексиканским заливом. Время существования отобранных циклонов, их местоположение проверялось по синоптическим картам.

По картам геопотенциала были выделены стадии эволюции каждого циклонического образования, определены координаты центра образования, координаты первой и последней замкнутой изогипс. Поверхность, ограниченная первой изогипсой, принималась как центральная часть циклона. Периферийной считалась часть, находящаяся между первой и последней изогипсами. Для удобства исследования и сравнения энергетики циклонов умеренных широт и тропического вихря названия и номера стадий развития для циклона «Zn3» максимально приближены к названиям стадий циклонов «Zn1» и «Zn2».

Выделение зон конвекции внутри циклонов

Для выделения зон атмосферной неустойчивости для циклона «Zn1» были рассчитаны некоторые индексы, определяющие неустойчивость атмосферы: CAPE индекс, Lifted Index.

CAPE (потенциальная конвективная энергия атмосферы) - индекс, рассчитанный по данным реанализа. Широко применяется для определения областей конвекции, зависит от положительной разности температур частицы, поднимающейся сухоадиабатически до уровня конденсации и влажноадиабатически выше него окружающей среды, от толщины слоя между уровнями свободной конвекции и уровнями равновесия. Областям конвекции соответствуют области, где значения индекса CAPE положительны;

Для сравнения был построен Lifted Index по суточным данным MODIS по земному шару, как независимый от реанализа индикатор зон неустойчивости атмосферы. Определяется по разности температур частицы, поднимающейся адиабатически, и температурой окружающей среды на поверхности 500 гПа.

Найденные зоны неустойчивости по двум индексам вполне согласуются друг с другом. Для дальнейшего исследования применялись результаты, полученные по CAPE индексу.

Исследование динамики энергетических характеристик циклонов

Рассчитанные из уравнений, подобных (2), первые составляющие уравнений энергетического баланса приведены в таблице 1 для центральной и периферийной частей изучаемых циклонов в зависимости от стадии их развития. Результаты представляют собой относительную величину (%) от суммы первых компонентов в столбе воздуха от поверхности земли до уровня 200гПа на каждой стадии.

Таблица 1. – Составляющие энергетического баланса циклонов на разных стадиях их развития, %

Стадии циклона	Центральная часть циклона					Периферия циклона				
	K_I	Φ_I	I_I	A_I	K^*_I	K_I	Φ_I	I_I	A_I	K^*_I
Циклон «Zn1»										
начальная	5,2	35,3	57,6	0,3	1,5	5,4	43,2	43,2	2,7	5,4
молодого циклона	0,5	22,1	75,6	1,4	0,4	6,2	24,3	56,7	10,9	1,9
максимального развития	5,2	1,7	92,8	0,3	0,1	0,8	6,8	85,2	1,9	5,2
заполнения	2,8	59,8	34,3	1,7	1,3	2,7	67,3	26,5	0,6	2,9
Циклон «Zn2»										
начальная	1,0	41,8	55,7	1,2	0,30	0,8	37,3	57,0	2,6	2,2
молодого циклона	1,2	25,7	72,7	0,4	0,04	1,3	56,1	14,3	4,7	1,9
максимального развития	1,7	1,30	95,6	0,9	0,50	1,5	32,1	64,6	0,8	0,9
заполнения	1,0	44,6	54,2	0,0	0,20	1,1	26,0	70,0	2,0	0,8
Циклон «Zn3»										
начальная	6,6	40,8	49,5	0,5	2,6	6,1	79,3	9,1	0,3	5,1
максимального развития	9,4	36,0	53,6	0,0	0,9	5,3	22,6	68,6	2,3	1,0
заключительная	8,1	50,0	35,3	0,4	6,1	8,6	10,9	72,8	0,2	7,6

Из таблицы 1 следует, что доля локального изменения потока кинетической энергии составляет несколько процентов (1-6% - для циклонов умеренных широт и 6-9% - для тропического циклона). Основной вклад в энергетический баланс вносят потенциальная и внутренняя энергия. Увеличение потенциальной энергии Φ на последней стадии развития говорит о начале заполнения циклона. Доступная потенциальная энергия A в умеренных

широтах сравнима с величиной кинетической составляющей K , тогда как в тропическом циклоне доля A в несколько раз меньше K .

Доля вихревой составляющей K^* сравнима с долей K лишь на периферийной части циклонов, в центральной части доля K^* значительно меньше. Сопоставимость величин A и K указывают на то, что в циклонах умеренных широт процессы носят, в основном, адиабатический характер.

Проведенные сравнения составляющих энергетического баланса кинетической энергии, полученные в рамках данного исследования и ранее другими авторами [2, 7], показали, что, в основном, полученные величины являются сравнимыми, однако, составляющие, описывающие вертикальную адвекцию и энергию диссипации, на первых трех стадиях развития циклонов умеренных широт значительно превышают значения соответствующих компонент у других исследователей. Была проведена проверка возможности использования баз данных реанализа для оценки энергетических характеристик циклона. Для исследования был выбран циклон, наблюдавшийся с 24 по 27 ноября 1973, описанный в работе [Пинус, 1982]. Проведенное сравнение значений кинетической энергии показало удовлетворительное согласие между базами данных (аэрологической и реанализа); в среднем расхождение между величинами составило 40%. Наибольшее расхождение (более 50%) отмечается на последней стадии развития циклона, что ...

Выполненная оценка устойчивости расчетов относительно вариаций исходных метеовеличин показала, что при возмущениях с амплитудами δT в 2-6°C, δU и δV в 3-9 м/с, а δH в 20-60 м.: а) сохраняется характер зависимости погрешностей от амплитуды накладываемых возмущений в соответствии с определениями основных видов энергии; б) наибольшим изменениям подвержены составляющие потенциальной и внутренней энергии, отвечающие за горизонтальный перенос, так как они вносят наибольший вклад в изменение энергетических свойств циклонов на протяжении всего времени их эволюции.

Было также проведено исследование энергетических характеристик в зоне конвективных движений выбранных циклонов на разных стадиях их эволюции. По данным реанализа для каждого циклона построено температурно-ветровое поле. Значения температуры определялись как разность между текущим и начальным (за сутки до развития циклона) значениям температур.

Для более подробного исследования был выбран циклон «Zn1», наблюдавшийся в июле. На представленных четырехмерных рисунках (рисунок 1) видно, что главную роль в образовании циклонов умеренных широт, исследуемых в данной работе, играет струйное течение.

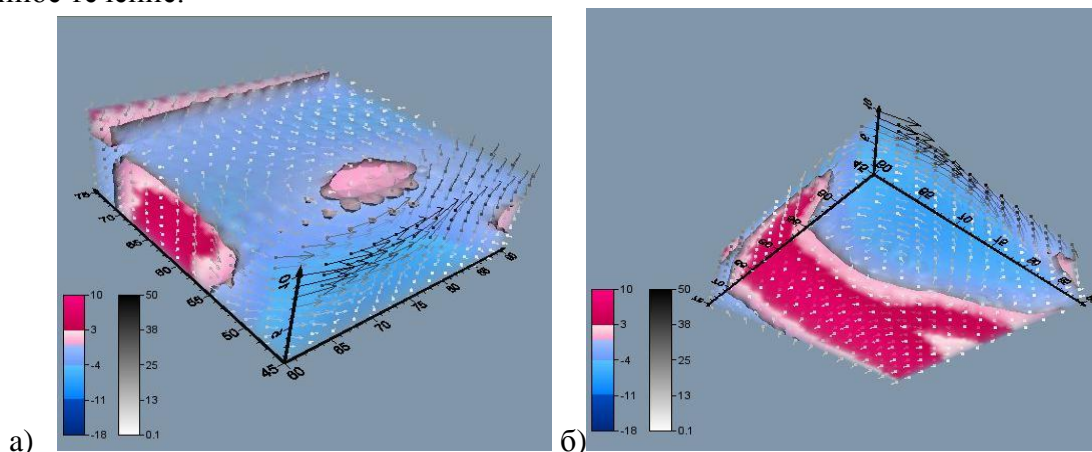


Рис.1. Температурно-ветровое поле циклона «Zn1» на стадии максимального развития: а) вид сверху; б) вид снизу

Был проведен сравнительный анализ полученного четырехмерного изображения температурно-ветрового поля с синоптическими картами. На первых двух стадиях у поверхности земли циклон обнаруживается как замкнутая область теплого воздуха, что под-

тверждается при сравнении с синоптическими картами на поверхности 850 гПа (ярко выраженный гребень тепла в восточной части циклона, заток воздуха с юго-запада).

На стадии максимального развития по северу выбранной территории, в том числе и по северной периферии циклона, проходит теплая несущая полоса воздуха, которая относится к циклону, находящемуся на севере (над акваторией Баренцева моря). Наблюдаемая адвекция тепла в рассматриваемой области влияет на усиление вертикальных движений в зоне изучаемого циклона.

На последней стадии развития основной системы фронтов уже не существует. Адвекция тепла (в передней части циклона) приводит к усилению высотного гребня, а адвекция холода (в тыловой части циклона) – к углублению высотной ложбины. Таким образом, амплитуда высотной волны постепенно увеличивается, волна оказывается неустойчивой, давление начинает падать. Теплая несущая полоса сужается. В нижней и средней тропосфере приток внутренней энергии уменьшается, следовательно, происходит охлаждение воздуха у поверхности земли. Вертикальные движения ослабевают. Происходит рост давления и циклон начинает заполняться.

Построенные четырехмерные распределения локальных изменений потоков кинетической K_I и потенциальной Φ_I энергий на каждой стадии развития циклона «Zn1» позволили выделить области трансформаций энергии, связанной с вертикальными перемещениями.

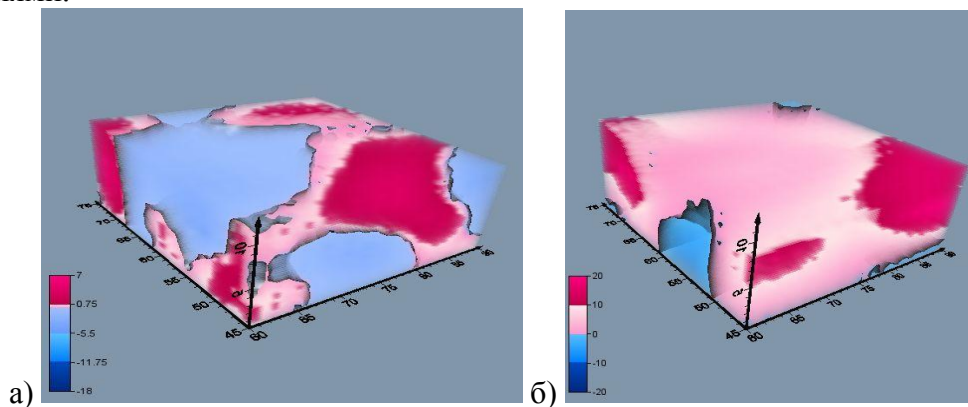


Рис.2. Локальное изменение потока кинетической (а) и потенциальной (б) энергий

На рисунке 2 выделяются области положительных и отрицательных значений потенциальной энергии с правой и левой сторон относительно несущего потока соответственно. На стадии максимального развития на востоке выделенной территории наблюдается уменьшение кинетической энергии и увеличение потенциальной, что связано с подъемом теплого воздуха несущей полосы. При более детальном изучении вертикальных движений было выявлено, что наблюдаемый подъем воздуха и, как следствие, увеличение потенциальной энергии, вызван увеличением вертикальной компоненты скорости ветра в несущей полосе. На последней стадии в области атмосферного вихря наблюдается уменьшение потенциальной энергии, что говорит о возникновении нисходящих движений и, как следствие, о начале заполнения циклона.

Были построены пространственные распределения кинетической и потенциальной составляющих энергетического баланса совместно с зонами неустойчивости атмосферы на разных стадиях развития циклона «Zn1». Из анализа этих распределений следует, что найденные области конвекции наиболее отчетливы и обширны на первых стадиях эволюции у поверхности земли в зоне расположения циклона

Для изучаемого циклона были построены вертикальные профили средних по времени изменений запасов кинетической энергии по стадиям в зонах устойчивой и в зонах неустойчивой атмосферы. Из рисунка 3 видно, что на первых двух стадиях на высоте 700-500 гПа происходит сток кинетической энергии в зонах неустойчивости и ее увеличение в зонах устойчивой атмосферы.

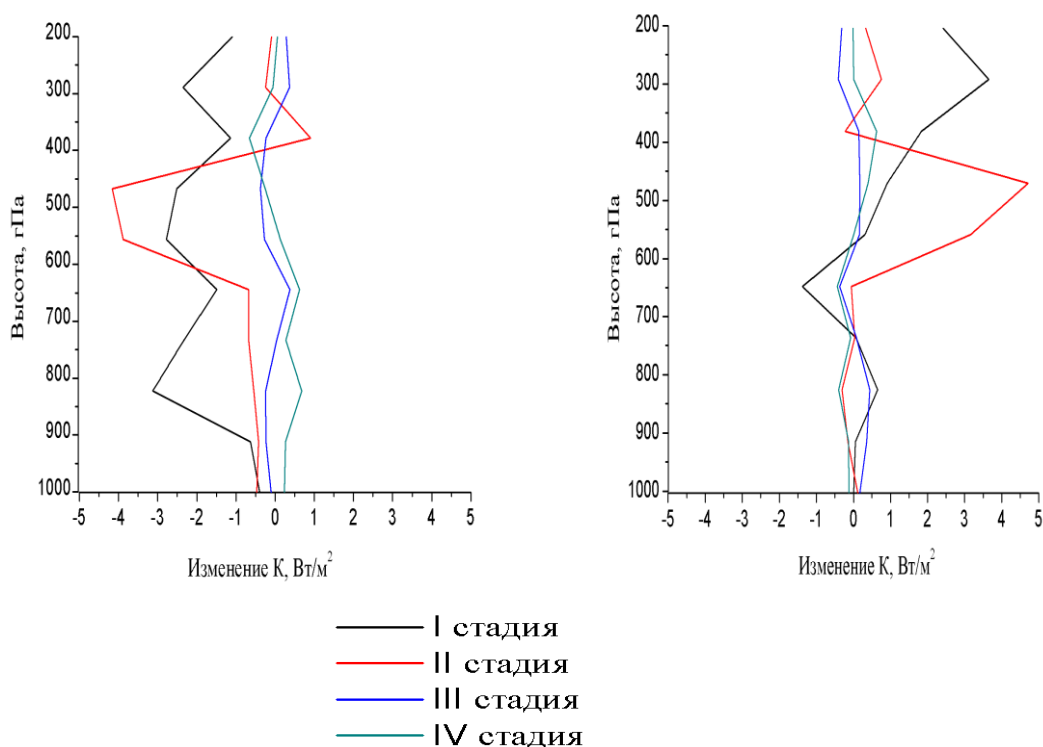


Рис.3. Изменение запасов кинетической энергии ($K_1, Вт/м^2$) с высотой по стадиям развития циклона «Zn1»:
 а) в зонах неустойчивой атмосферы; б) в зонах устойчивой атмосферы

Таким образом, вся динамика запасов кинетической энергии относительно рассматриваемых зон происходит до стадии максимального развития атмосферного вихря.

Сравнительный анализ циклонов умеренных широт и тропического вихря определил характерные особенности образований с точки зрения энергетического подхода. В циклонах, выделенных на территории Сибири, наибольшие запасы кинетической энергии сохранялись до стадии максимального развития, в то время, как в тропическом циклоне произошло увеличение запасов кинетической энергии к заключительной стадии. Центральная и периферийная части циклона имеют подобную динамику в распределении запасов кинетической энергии, что говорит о компактности и единстве циклона.

Исследование развития циклонов, основанное на совместном анализе синоптической обстановки и четырехмерного температурно-ветрового поля по данным реанализа, позволило выделить атмосферные образования синоптического масштаба и проследить динамику их энергетических характеристик, области источников и стоков энергии. Выявление зон конвективной неустойчивости позволило более точно рассмотреть взаимные превращения энергии в зонах устойчивой и неустойчивой атмосферы. Результаты проведенного исследования показали, что:

- на первых стадиях развития циклонов значения локальных изменений запасов кинетической энергии для зон конвективной неустойчивости почти в два раза превышают соответствующие значения, полученные для зон устойчивой атмосферы
- анализ вертикального профиля изменений кинетической энергии в зонах устойчивой и неустойчивой атмосферы показал, что для последних на высоте 700-500 гПа характерен сток кинетической энергии.

Сезонные закономерности наблюдаемого потепления в Сибири.

Получена эмпирическая связь амплитуды сезонных колебаний со среднесезонной приземной температурой для двух климатических зон (Иркутск, Тобольск). Для обеих зон с высоким коэффициентом детерминации (выше 0,9) амплитуда сезонных

колебаний имеет линейную связь со среднесезонной температурой в зимний период. Отмечается перспективность моделирования и прогноза наблюдаемых климатических изменений на основе эмпирических закономерностей.

Накопленные ряды инструментальных данных во многих регионах планеты уже многократно превышают необходимый временной интервал (30 лет), в пределах которого осредненные метеорологические величины характеризуют климатическую систему. Статистическая обработка таких рядов наблюдений позволяет выявить эмпирические закономерности для наблюдаемых региональных климатических изменений и тем самым подготовить эмпирическую основу для математического моделирования климатических процессов. Уже предпринятые в этом направлении попытки обнадеживают. В частности, исследованные пространственные масштабы наблюдаемого потепления в Сибири по линейным трендам среднегодовой приземной температуры позволили выявить неоднородную структуру современных изменений на уровне субрегиональных масштабов, в том числе районы ускоренного потепления. Вейвлет-анализ временных рядов среднегодовой температуры выявил ряд устойчивых периодичностей в наблюдаемых изменениях и статистически значимую корреляцию этих периодичностей с такими планетарными индексами, как Северо-Атлантические колебания, Южные колебания (в Тихом океане), числа Вольфа. При этом на столетней шкале межгодовых изменений приземной температуры выявлены и "климатические феномены". Так, повышенная корреляция вейвлет-спектров для приземной температуры и Северо-Атлантического колебания с периодичностью в 30-40 лет отмечается только в середине 20-го века (с 1940 по 1980 гг.) и с многолетним фазовым сдвигом (до 7 лет в отдельные годы).

Для климатических систем в высоких широтах систематические сезонные колебания температуры существенно превышают наблюдаемые межгодовые изменения (по среднегодовым температурам) и близки к синусоидальным колебаниям с амплитудой в несколько десятков градусов по Цельсию. Ежегодные сезонные колебания с такой большой амплитудой существенно "замазывают" межгодовые изменения, хотя и позволяют применить статистические процедуры для оценки отклонений годового хода среднесуточной температуры от ее среднемноголетнего значения.

С позиций Четвертого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата необходимы дальнейшие региональные исследования, уточняющие оценки того первого приближения, которые даны в этом докладе. К числу необходимых уточнений относится и выяснение роли сезонных колебаний температуры в наблюдаемых трендах многолетнего потепления в Сибири.

Представленный ниже сравнительный анализ многолетних временных рядов среднесезонных и среднегодовых приземных температур направлен на выявление закономерных связей за столетний период наблюдений для разных климатических зон Сибири. Анализ возможных закономерностей выполнен для географически разнесенных пунктов (Тобольск и Иркутск), каждый из которых характеризуется отличающимися особенностями климатических изменений. Тобольск (58,1° с.ш. 68,2° в.д.) расположен в том районе Западной Сибири (Кандинская низменность), который при умеренных темпах потепления характеризуется повышенными коэффициентами корреляции (до 0,7) вейвлет-спектров Северо-Атлантического колебания и годовой суммы осадков, а Иркутск (52,3° с.ш. 104,3° в.д.) находится в той климатической зоне Восточной Сибири, которая характеризуется повышенными темпами потепления (до 0,5°С/10 лет).

Межгодовые вариации среднесезонных температур

Колебания среднесезонных температур на земной поверхности в северных широтах являются одной из основных характеристик регионального климата. Но эти колебания температуры, часто рассматриваемые как синусоидальные, дополнительно модулируются сложными циклональными режимами атмосферной циркуляции и теми суточными колебаниями радиационного баланса, которые связаны с суточным вращением Земли.

Для иллюстрации на рис.4 приведен пример ежесуточных изменений температуры воздуха по данным инструментальных наблюдений на одной из североширотных метеостанций (село Бакчар Томской области). Жирной линией на рис.4 соединены среднесуточные значения температуры, а вертикальными отрезками показаны измеренные значения минимальной и максимальной температуры за сутки.

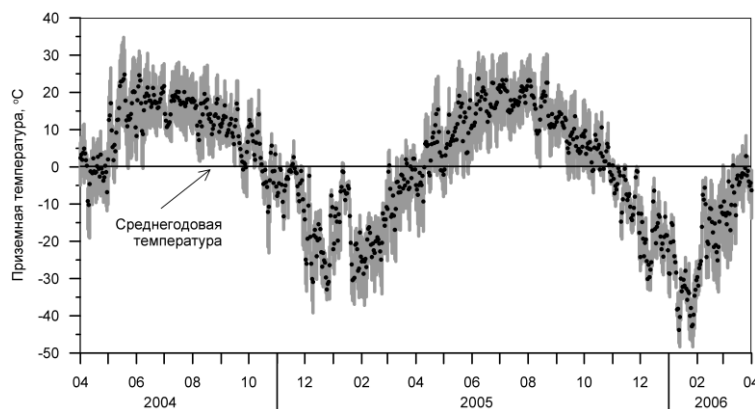


Рис.4. Среднесуточная приземная температура (точки) и амплитуда суточных колебаний температуры (отрезки) по данным метеостанции Бакчар (57,1° с.ш. 81,9° в.д.)

Как видно из рис. 4, сезонные колебания температуры, которые можно рассматривать как вторые моменты межгодовых климатических изменений, дополнительно "зашумлены" более высокочастотными суточными температурными колебаниями, обусловленными погодными процессами. При этом сопоставление данных показывает, что характер подобного "зашумления" в разные годы оказывается разным как по частоте, так и по амплитуде колебаний. Поэтому для дальнейшего анализа использованы данные для среднесезонных температур, чтобы исключить влияние более высокочастотных колебаний (циклональных и суточных).

По данным инструментальных наблюдений на рис.8 для Иркутска тонкими линиями соединены среднесезонные значения температуры, а жирными линиями показаны их средние значения, полученные 6-летним скользящим осреднением для наиболее характерных летнего (рис.5а) и зимнего (рис.5в) сезонов. На этом же рисунке приведены данные среднегодовой температуры (рис.5б), обычно используемые для описания наблюдаемого потепления, в том числе для выявления региональных особенностей пространственных и временных масштабов потепления.

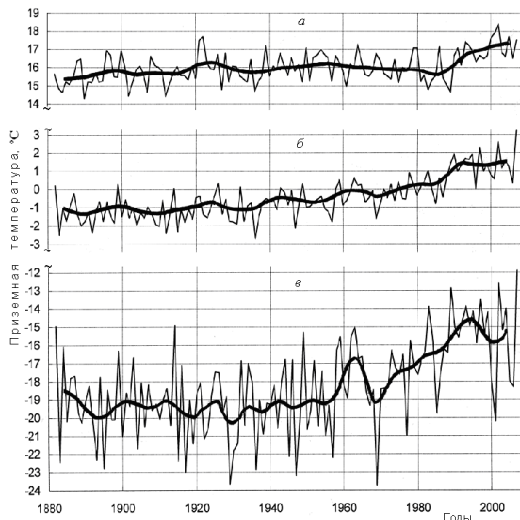


Рис.5. Среднесезонная и среднегодовая приземная температура по данным метеостанции Иркутска в 1882-2006 гг. а - для лета (июнь, июль, август), б - среднегодовая, в - для зимы (декабрь, январь, февраль).

Из рассмотрения данных на рис.5 следует два важных эмпирических факта. Во-первых, при явной тенденции к повышению среднегодовых температур с 1970 года основной вклад в темпы их повышения определялись в основном изменениями среднесезонной температуры в зимние месяцы. При этом для Иркутска тенденция к повышению среднесезонных температур в летние месяцы просматривается только с 1990 года (по Тобольску такой тенденции в летние месяцы до сих пор нет). Вместе с тем, из кривых на рис.5 следует, что оценка линейных трендов потепления по изменениям разности температур за десятки, а тем более за сто лет, являются сугубо качественными и не дают оснований для детального количественного анализа. Во-вторых, амплитуда колебаний определяется в основном колебаниями среднесезонной температуры в зимние месяцы, а в летние месяцы эти колебания по амплитуде близки к колебаниям среднегодовых температур (для Тобольска то же самое). Из обоих фактов следует, что общая эмпирическая закономерность для амплитуды сезонных колебаний температуры в северных широтах определяется температурными режимами в зимние месяцы, когда радиационный баланс земной поверхности отрицательный, т.е. величина уходящих потоков теплового излучения превышает величину приходящих потоков солнечного излучения.

Другая общая закономерность для обеих рассматриваемых климатических зон выявляется, если провести вейвлет-анализ соответствующих временных рядов за последнее столетие (рис.6, сверху). Вейвлет-спектр этого временного ряда представлен на рис. 6 (внизу), на котором более темные участки соответствуют статистически более значимым периодичностям во временном ряду. Как видно из рис.6, масштаб этих периодичностей (по вертикальной оси, в годах) в прошедшем столетии был достаточно устойчив, за исключением климатического периода в 1950-1980 годах. Увеличение масштабов периодичности в этот период, который близок к ранее обнаруженному периоду для "климатического феномена", повидимому, имеет ту же природу и связано с повышенной корреляцией индекса Северо-Атлантического колебания со среднегодовой температурой в Сибири в этот период, т.е. с режимом атмосферной циркуляции.

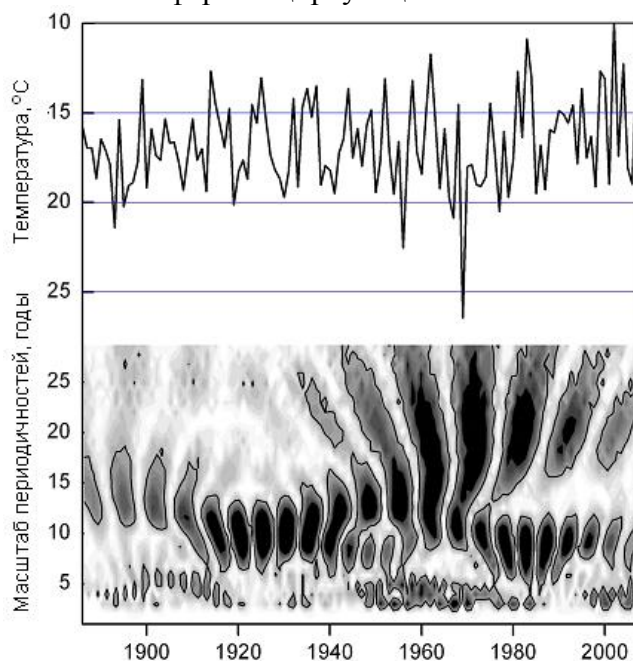


Рис.6.Временной ряд среднесезонной приземной температуры для зимы (вверху) по данным метеостанции Тобольск в 1882-2006 гг. и вейвлет-спектр этого ряда (внизу)

Амплитуда сезонных колебаний температуры

Под амплитудой сезонных колебаний температуры в каком-либо году (под сезонной амплитудой) далее понимается разность наблюдаемых минимальной и максимальной приземных температур в течение этого года. Учитывая климатическую значимость сезонных колебаний температуры, далее рассматривается связь сезонной амплитуды со среднесезонной температурой в зимний (декабрь, январь, февраль) и в летний (июнь, июль, август) сезоны. Именно для этих сезонов использование среднесезонной температуры в качестве параметра региональной климатической системы представляется оправданным как для выявления сезонных эмпирических закономерностей потепления в регионе, так и для интерпретации этих эмпирических закономерностей.

Для иллюстрации на рис.7 представлена связь сезонной амплитуды и среднесезонной температуры для Иркутска. Как видно из рис.7, за весь период наблюдений сохранялась тесная связь сезонной амплитуды со среднесезонной температурой для зимы, а связь со среднесезонной температурой для лета полностью отсутствует. Такой неожиданный результат получен и для Тобольска, что свидетельствует об общей природе выявленной закономерности. Для обеих рассматриваемых климатических зон с высоким коэффициентом детерминации (0,95) связь сезонной амплитуды A (в °C) со среднесезонной температурой в зимний сезон T_3 (в °C) имеет линейную регрессию (см. прямую на рис. 4.1) и описывается одной и той же формулой:

$$A = 17,3 - 0,94T_3.$$

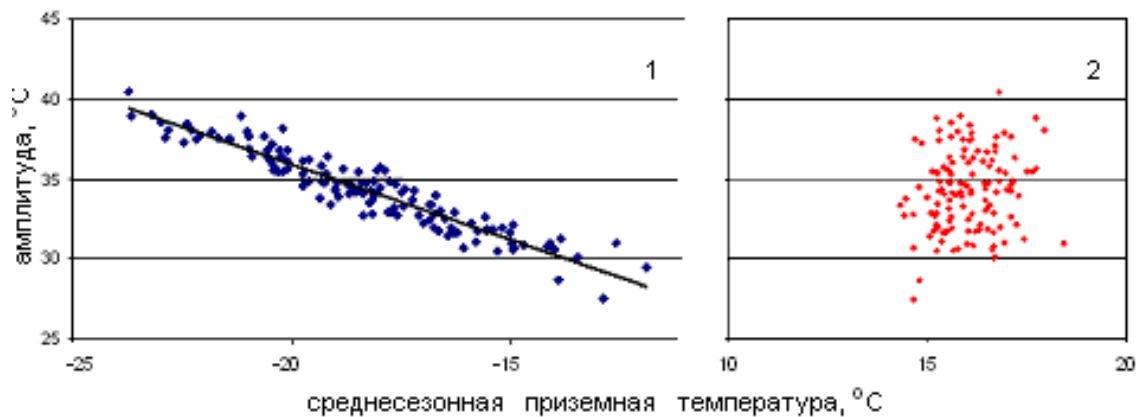


Рис.7. Зависимость амплитуды сезонных колебаний температуры от среднесезонной температуры по данным метеостанции Иркутск за 1882-2006 г. (1 – зима, 2 – лето)

Важно подчеркнуть, что полученная связь A и T_3 сохранялась в течение всего периода наблюдений, включая и последние годы, когда темпы потепления стали более заметными, а среднесезонная температура зимы превысила нулевую отметку (в °C). Можно ожидать, что дальнейшее потепление приведет к еще большему уменьшению сезонной амплитуды, но количественные оценки для такого прогноза (для асимптотики полученной эмпирической формулы) требуют осторожности. Дело в том, что для северных широт в зимний период одним из основных механизмов регулирования температурного режима является радиационное выхолаживание (другой механизм, связанный с адвекцией тепла за счет атмосферной циркуляции требует отдельного рассмотрения). Но радиационное выхолаживание описывается потоками уходящего теплового излучения, которые по закону Стефана-Больцмана пропорциональны 4-ой степени абсолютной температуры и только в первом приближении пропорциональны первой степени температуры земной поверхности в °C. Хотя нетрудно оценить, что при среднесезонной температуре зимой даже в десять градусов по Цельсию второй (квадратный) член разложения в ряд составит добавку к первому (линейному) члену не более 6%.

Рассмотренные выше сезонные закономерности потепления в Сибири по результатам инструментальных наблюдений для двух географически разнесенных пунктов (для Иркутска и Тобольска) оказались совпадающими по основным характеристикам зимних трендов и по неизменно устойчивой и однозначной связи амплитуды сезонных колебаний приземной температуры со среднесезонной температурой в зимний период за весь 124-летний период наблюдений. Эти эмпирические факты свидетельствуют об определяющей роли глобальных климатических процессов на наблюдаемое потепление, а возможно и на те погодообразующие процессы, которые обуславливают более высокочастотные колебания приземной температуры. Полученные результаты анализа обосновывают перспективность альтернативного методологического подхода к моделированию климатических изменений: не через описание погодообразующих процессов с последующим их осреднением на климатический период, а описание непосредственно климатических процессов на основе эмпирических закономерностей с последующей оценкой их влияния на погодообразующие процессы. Для реализации такого подхода к настоящему времени накоплены в достаточном объеме данные инструментальных наблюдений, а реализация такого подхода может повысить эффективность и убедительность не только моделей климата, но и прогнозных моделей климатических изменений.

Сравнительный анализ проходящей суммарной радиации по Западной Сибири.

Исследована возможность применения радиационных данных реанализа NCEP/DOE AMIP-II Reanalysis для задач пространственной интерполяции. Для территории Западной Сибири и Алтая были сравнены месячные суммы радиации, рассчитанные по данным реанализа NCEP/DOE и данные фактических наблюдений на актинометрических станциях. Из результатов сравнения рядов следует, что для равнинных актинометрических станций наблюдается хорошее согласие между данными реанализа и данными наблюдений.

Существующая сеть актинометрических станций в Западной Сибири и Алтае очень редка. На рисунке 8 показано месторасположение актинометрических. Особенностью рассматриваемого участка сети актинометрических станций является разнообразие ландшафта.

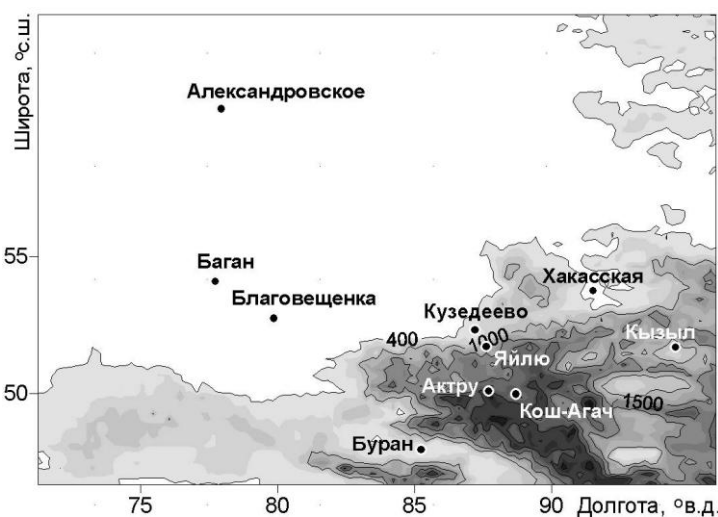


Рис.8. Географическое расположение актинометрических станций в Сибири

Пространственные распределения средних многолетних значений суммарной радиации, определенне по данным реанализа для январе и июля приведены на рисунке 9. В январе на рассматриваемой территории приход суммарной радиации значительно увеличивается с севера на юг – от 40 до 200 МДж/м² и носит зональный характер. В июле величина суммарной радиации увеличивается с севера на юг – от 650 до 800 МДж/м². Над горными территориями юга Сибири зональность распределения суммарной радиации заметно

искажается. Западная часть Горного Алтая получает больше солнечной радиации, чем его восточная часть, а также Салаирский кряж и Кузнецкий Алатау. Наибольшие отклонения происходят в теплый период (май-август). Нарушение зональности происходит вдоль переходной зоны от равнинной части Западной Сибири к её горной части. Связано это с усилением циклонической деятельности в горах, образованием облачных систем и изменением соотношения составляющих суммарной радиации. Распределение годовых сумм суммарной радиации изменяется от 4000 до 6000 МДж/м² и имеет характер близкий к зональному.

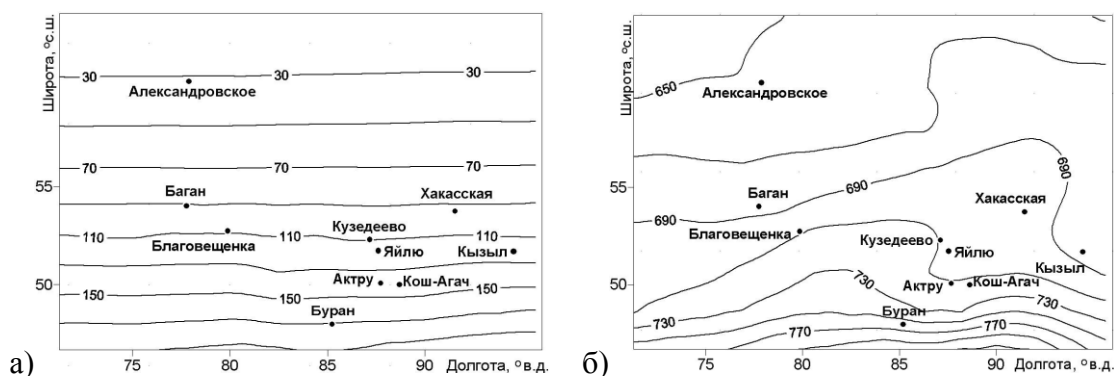


Рис.9. Средние суммы суммарной солнечной радиации рассчитанные по данным реанализа Q_R , МДж/м²: а- январь, б - июль.

В котловинах горных районов юга Сибири данные реанализа по суммарной солнечной радиации практически совпадают с данными актинометрических станций.

Среднегодовые значения суммарной радиации Q_R для равнинных территорий Западной Сибири следует уменьшать на 12-15%, в связи с некорректным учетом методикой реанализа прихода рассеянной радиации.

В горных районах данные по суммарной радиации следует относить к открытым водораздельным пространствам. Для учета сумм суммарной радиации на склонах, в долинах, на ледниках следует учитывать экспозицию, продолжительность солнечного сияния и другие географические факторы. Уменьшение сумм Q_R может составить от 30 до 40% и более. Так, например учет высоты солнца над горизонтом в разное время года, профиля горизонта в районе станции Актру, рассчитываемые по модели поверхности GTOPO30 (разрешение ~ 1км) позволил для зимнего периода существенно уменьшить расхождение (до 36%) между суммами радиации Q_R и Q_S .

Измерения ультрафиолетовой радиации и общего содержания озона с помощью фильтровых радиометров

С 2006 г. в обсерватории (56,48° с. ш., 85,05° в. д.) ИМКЭС СО РАН с помощью многоканальных среднего разрешения фильтровых радиометров M-124 и NILU-UV-6T проводятся регулярные измерения ультрафиолетовой радиации (УФР) и общего содержания озона (ОСО), в том числе с высоким временным разрешением в автоматическом режиме. Сравнение результатов этих измерений за 2006–2008 гг. показало наличие между ними определённых расхождений, наиболее значительных для значений УФ-Б радиации, измеренных в марте и апреле. При этом результаты измерений ОСО имели хорошее совпадение. Предположено, что причинами наблюдаемых расхождений являются влияние снежного покрова и конструктивные особенности приёмных систем данных приборов.

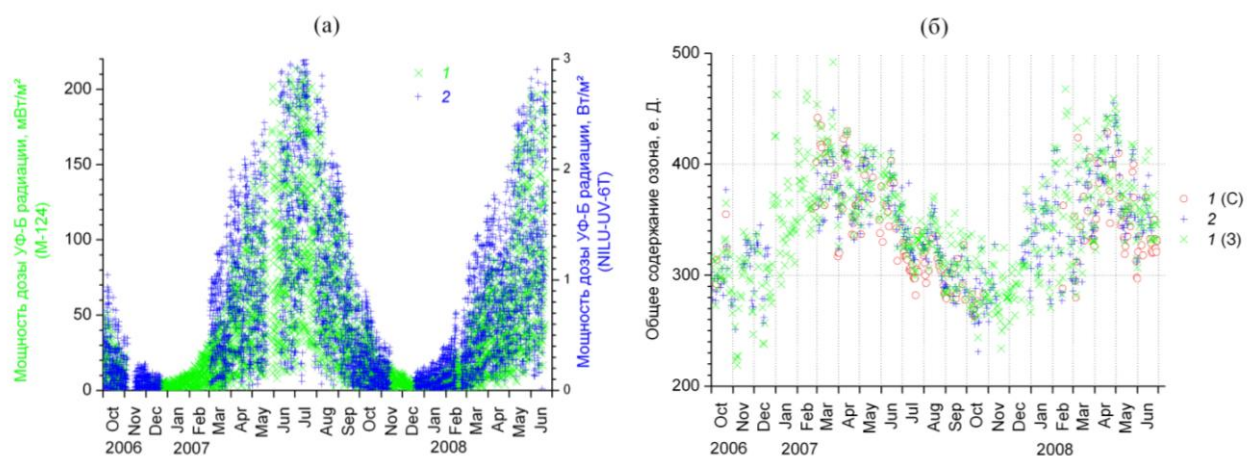


Рис. 10. Временные ходы ежечасных значений мощности дозы УФ-Б радиации (а) и среднесуточных значений ОСО (б) по данным радиометров М-124 (1; 3 – измерения по прямому солнечному излучению, 2 – измерения по рассеянному в зените солнечному излучению) и NILU-UV-6T (2).

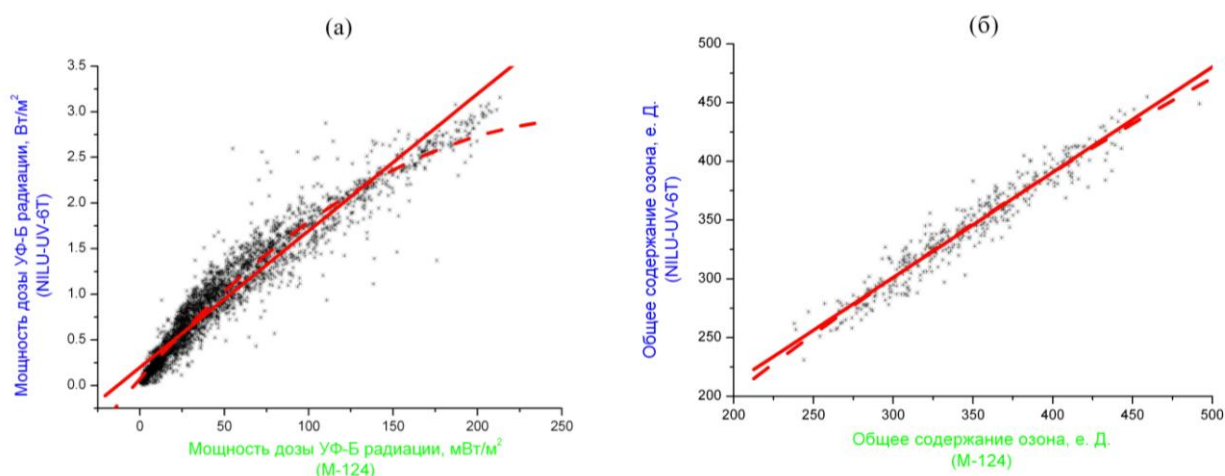


Рис. 11. Результаты сравнения данных измерений УФ-Б радиации (а) и ОСО (б): сплошные прямые – линейная аппроксимация, $R \approx 0,96$; прерывистые линии – полиномиальная аппроксимация 2-го порядка, $R^2 \approx 0,94$).

Согласованная изменчивость метеорологических и атмосферно-электрических величин в приземном слое атмосферы.

Представлены результаты измерений и анализа согласованных вариаций основных электрических и метеорологических величин атмосферы с периодами колебаний от единиц до сотен минут, в том числе в ситуациях перехода погоды от благоприятных условий к ненастью и наоборот. Выявлено, что распределению экстремумов нормированной взаимокорреляционной функции (НВКФ) между вариациями давления и напряженности электрического поля свойственна острровершинность и явная асимметрия. Распределение НВКФ при нулевом сдвиге является практически равномерным в интервале $\pm 0,8$. Установлено, что распределение сдвигов между реализациями, соответствующим экстремумам НВКФ, представляет собой сумму δ -образного и равномерного распределений. Отношение между случаями с нулевой задержкой к их общему количеству составляет около 10 %.

Измерения атмосферно-электрических (напряжённость электрического поля атмосферы, полярные электропроводности атмосферного воздуха), актинометрических (суммарная солнечная радиация, УФ-освещённость) и метеорологических (температура, относительная влажность, атмосферное давление, скорость и направление ветра, температура почвы) величин проводятся в обсерватории ИМКЭС СО РАН уже более двух лет. Анализ данных измерений показал, что значения нормированной взаимокорреляционной функции (НВКФ) $R_{xy}(t, \tau)$ между электрическими и метеорологическими величинами могут достигать значений 0,75–0,95. (Здесь t – время, отнесённое к середине временного окна, τ – сдвиг между анализируемыми рядами.)

Гистограммы распределений экстремумов НВКФ, $R_{xy}(t, \tau = 0)$ и временных задержек τ_{\min} и τ_{\max} для НВКФ между вариациями давления и напряженности электрического поля представлены на рис. 12. Использованы данные с марта по август 2006 г., длина скользящего окна равна 240 мин, шаг сдвига окна – 120 мин. Выявлено, что распределениям $R_{xy}^{\min}(t, \tau)$ и $R_{xy}^{\max}(t, \tau)$ свойственны островершинность и явная асимметрия. Распределение величины $R_{xy}(t, \tau = 0)$ в интервале $\pm 0,8$ является практически равномерным. Установлено, что распределение сдвигов между реализациями, соответствующим экстремумам НВКФ, представляет собой сумму двух распределений: δ -образного и равномерного. Подтверждением этому является врезка на рис. 12, на которой представлено распределение частот задержек экстремумов НВКФ в области малых значений сдвигов, равных частоте регистрации данных (ежеминутно). Отношение между случаями с нулевой задержкой к их общему количеству составляет около 10 %.

Выдвинуто предположение о том, что δ -образная составляющая функции распределения задержек экстремумов НВКФ обусловлена локальной пространственно-временной изменчивостью полей величин непосредственно в точке расположения измерительной аппаратуры, а равномерная составляющая функции распределения задержек связана с мезомасштабной изменчивостью, отражающей изменение электрофизических характеристик окружающей среды и концентрации объемных зарядов вне измерительного комплекса. Тогда временная задержка объясняется конечной скоростью переноса различных возмущений (в том числе когерентных конвективных и аэроэлектрических структур) в пограничном слое атмосферы.

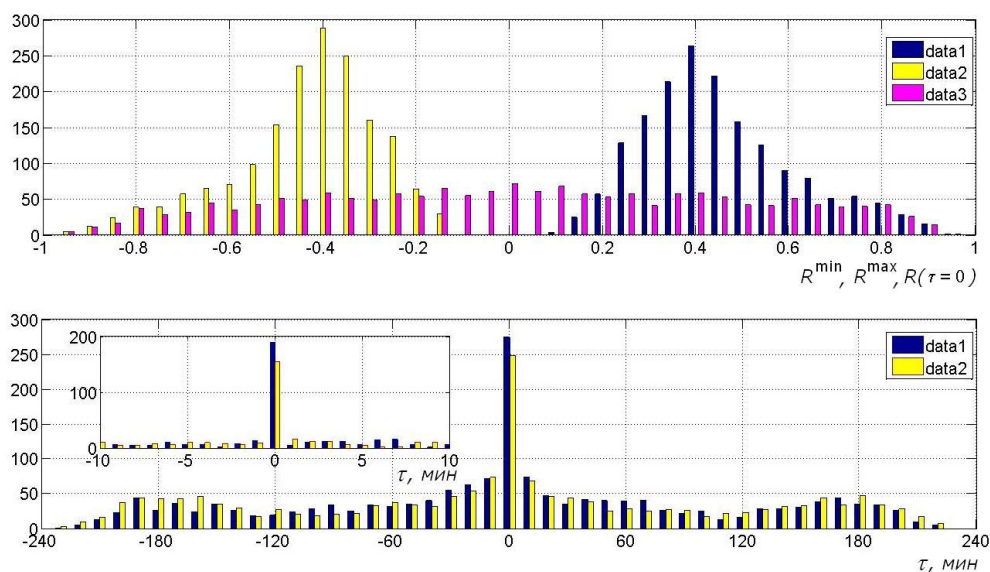


Рис. 12. Гистограммы распределений параметров НВКФ между вариациями давления и напряженности электрического поля. Вверху: data1 – частота регистрации максимальных значений НВКФ, data2 – минимальных, data3 – значения НВКФ при нулевом сдвиге меж-

ду реализациями; внизу: data1 – временная задержка для положительных значений максимума НВКФ, data2 – для отрицательных. На врезке – распределение частот задержек экстремумов НВКФ в области малых значений сдвигов.

Оценка изменения растительного покрова в зависимости от аэрозольного ослабления фотосинтетически активной радиации

Выполнена оценка связи биологической продуктивности растительного покрова и аэрозольной оптической толщи (АОТ) как модулятора интегрального ослабления солнечной фотосинтетически активной радиации (ФАР). По данным дистанционного спутникового зондирования исследовалась территория Восточной Сибири в районе Байкала, в частности территория Байкальского биосферного заповедника. В результате применения корреляционного и R/S-анализов к данным биопродуктивности (параметр PSNnet) и АОТ на длине волны 550 нм, полученных прибором MODIS со спутника Terra за период 2000–2008 гг., было выявлено, что: 1) влияние аэрозольного ослабления ФАР на биопродуктивность в лесных массивах на исследуемой территории статистически значимо и носит разнородный характер в зависимости от вида растительности и рельефа местности; 2) некоторые лесные массивы в Байкальском заповеднике и на прилегающей к нему территории устойчиво снижают свою биопродуктивность, что вероятно связано со сменой типов растительности. Накопительный период влияния изменений АОТ на биопродуктивность не превышает 2–2,5 недель.

Наблюдаемое в последние десятилетия такое явление как массовое отмирание или деградация (снижение биопродуктивности) лесной растительности, прежде всего хвойных лесообразующих пород, на отдельных обширных природных территориях, в том числе на особо охраняемых, вызывает с одной стороны серьёзную обеспокоенность происходящим, а с другой стороны – научный интерес к этому явлению, точнее к причинам, вызывающим его.

С этой целью было проведено исследование, главной задачей которого было произвести оценку изменения растительного покрова на территории в районе озера Байкал, в частности на территории Байкальского биосферного заповедника (здесь наблюдаются участки деградации пихтового леса), в зависимости от аэрозольного ослабления фотосинтетически активной радиации (как одной из возможных причин этого явления).

В качестве исходной информации были использованы данные дистанционного зондирования подстилающей поверхности за период с 2000 по 2008 год, получаемые со спутника Terra от прибора MODIS. В свободном доступе [<ftp://e4ftl01u.ecs.nasa.gov>, <ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov>] эти данные представляются уже в виде готовой продукции, содержащей файлы с параметрами и характеристиками состояния различных сред – подстилающей поверхности, включая растительный покров, атмосферы и её составляющих. Пространственное разрешение в горизонтальной плоскости – 1 км.

В данном исследовании в качестве характеристики биопродуктивности растительного покрова была использована чистая продуктивность PSNnet, обусловленная только фотосинтезом, и которая представляет собой разность между общей валовой продуктивностью и дыханием растений. Характеристикой аэрозольного ослабления солнечной радиации, участвующей в процессе фотосинтеза, была взята аэрозольная оптическая толщина (АОТ) на длине волны 550 нм.

Статистическая оценка изменения растительного покрова в зависимости от аэрозольного ослабления фотосинтетически активной радиации была проведена с использованием методов корреляционного и R/S-анализов. Последний анализ использовался для оценки динамического состояния системы, численной величиной которой является показатель Хёрста, характеризующий направление развития системы, дающий возможность оценить трендоустойчивость и прогнозируемость ряда, возвратность к среднему. Если значение показателя Хёрста превышает 0,6, то процесс называется персистентным и для

него характерен низкий уровень зашумленности и устойчивость тенденции в исследуемом временном ряду; если величина показателя Хёрста находится в окрестности 0,4-0,6, то имеет место случайный процесс, характеризуемый как “белый шум”, которому соответствует “максимальная хаотичность” и наименьшая прогнозируемость; если же показатель находится в окрестности 0,2-0,4, то временному ряду присуще свойство антиперсистентности, которое означает, что ряд реверсирует чаще, чем случайный (частый возврат к среднему); при значениях показателя меньше 0,1 процесс является антиперсистентным и наступает полная неопределенность в отношении его прогнозируемости..

В результате обработки данных было выявлено, что 1) некоторые лесные массивы в Байкальском заповеднике и на прилегающей к нему территории устойчиво снижают свою биопродуктивность, что вероятно связано со сменой типов растительности (рис. 13–15); 2) влияние аэрозольного ослабления ФАР на биопродуктивность в лесных массивах на исследуемой территории статистически значимо и носит разнородный характер в зависимости от вида растительности и рельефа местности (рис. 16 и 17). Анализ фазового сдвига оцениваемого по кросскорреляционным функциям, рассчитываемых для временных рядов АОТ и PSNnet, показал, что период влияния изменений АОТ на биопродуктивность не превышает 2–2,5 недель. Для всех статистических оценок уровень доверительной вероятности задавался как 0.05.

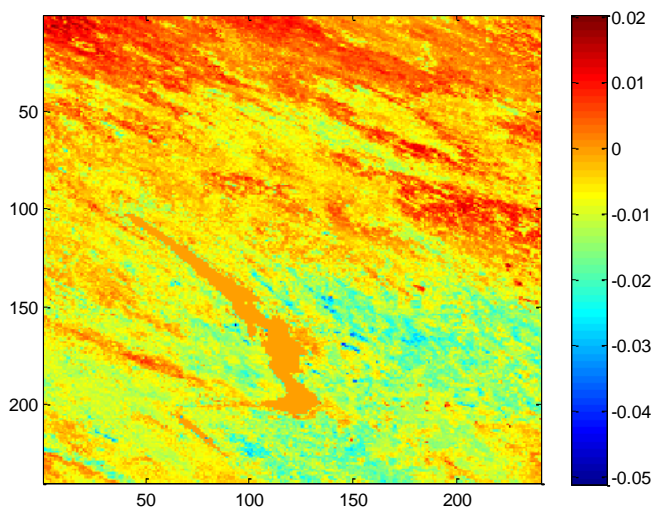


Рис. 13. Распределение тренда во временных рядах PSNnet в районе Байкала за период наблюдений с мая по июль в течение 2000–2008 гг.

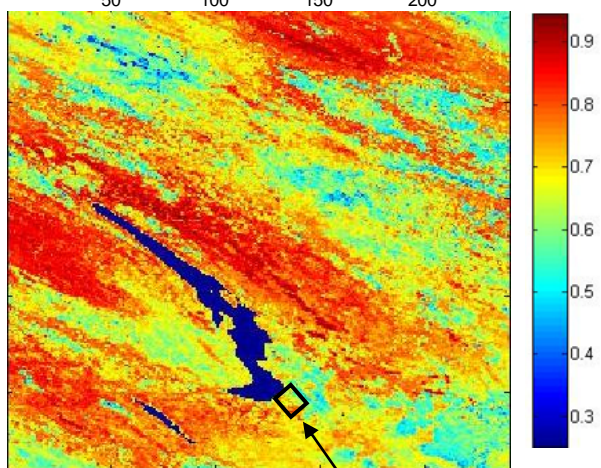


Рис. 14. Распределение показателя Хёрста во временных рядах PSNnet в районе Байкала за период наблюдений с мая по июль в течение 2000–2008 гг.

территория Байкальского биосферного заповедника

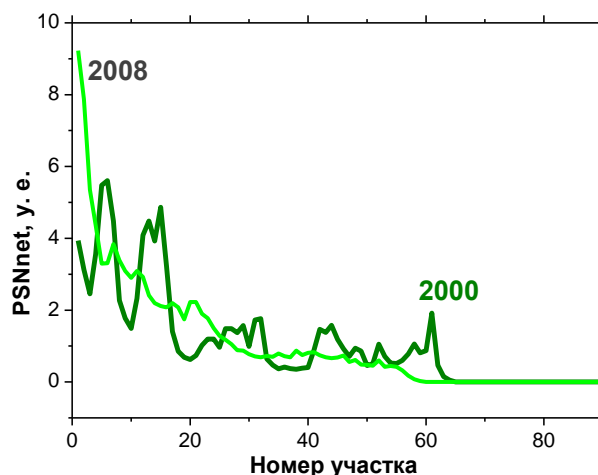


Рис. 15. Плотность распределения PSNnet на территории Байкальского заповедника для 2000 и 2008 гг.

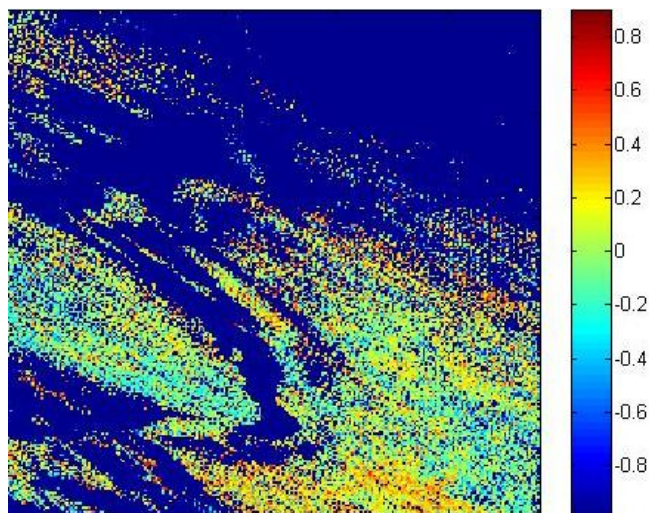
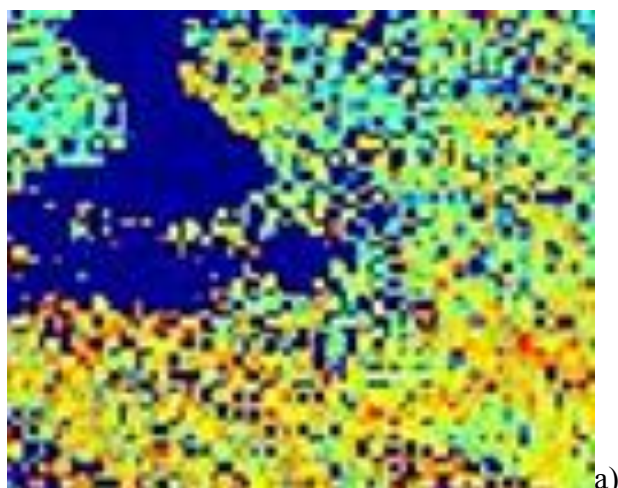
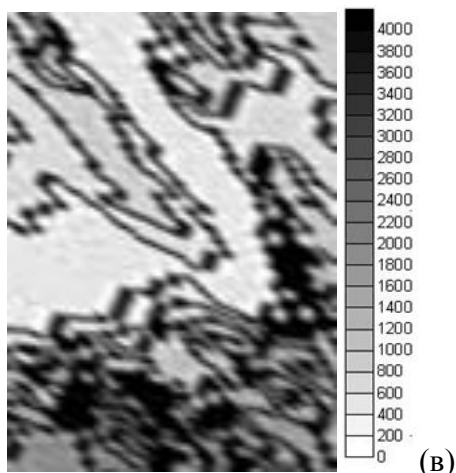


Рис. 16. Корреляционная матрица AOT и PSNnet для территории в районе Байкала по данным наблюдений с мая по июль в течение 2000–2007 гг.



- Some of the major classes displayed here are:
- Orange: Pine (Pinus)
 - Red: Cedar (Pinus Siberica)
 - Purple: Spruce (Picea)
 - Green: Oak (Quercus)
 - Brown: Larch (Larix)
 - Cyan: Birch (Betula)
 - Yellow: Cedar Elfin Wood
 - Blue: Water
 - Grey: Open Land

(б)



(в)

Рис. 17. Пространственная взаимосвязь поля корреляции AOT/PSNnet (а) с картами типов растительности (б) и рельефа местности (в).

Динамика термической структуры нижней атмосферы Томска по данным акустического зондирования.

Обобщены результаты исследования термической структуры пограничного слоя атмосферы по данным акустического зондирования. Зондирование проводилось локатором «Звук-3» на окраине г. Томска в различные сезоны 2005-2007 гг. Определяя

лись тип стратификации (класс устойчивости атмосферы), высота слоя перемешивания, слои температурных инверсий, их мощность, высоты верхней и нижней границ. Находились их статистические характеристики. Характеристики структуры АПС, получаемые с помощью акустического лоатора, важны для оценки климатических предпосылок загрязнения атмосферы.

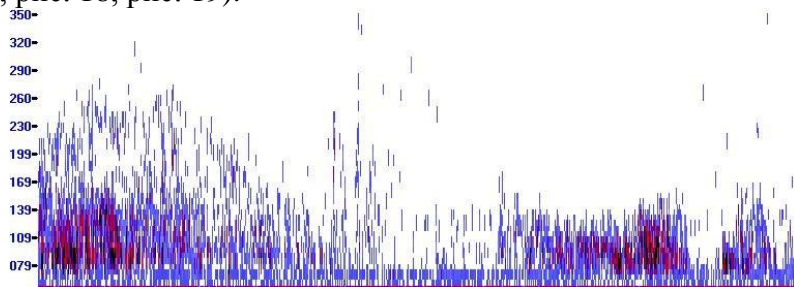
Акустическое дистанционное зондирование является наиболее эффективным методом исследования атмосферного пограничного слоя (АПС), который позволяет в реальном времени непрерывно контролировать его структуру и динамику развития, определять тип температурной стратификации, измерять профили скорости ветра и характеристик атмосферной турбулентности таких, например, как структурные постоянные флуктуаций температуры, скорости ветра, акустического показателя преломления. Хорошим дополнением к нему является ультразвуковой метод локального измерения метеовеличин и характеристик турбулентности в приземном слое атмосферы.

Исследование пространственно-временной изменчивости метеовеличин на протяжении длительного периода, занимает центральное место при изучении климатообразующих факторов. При этом нижний слой атмосферы (приземный и пограничный), характеризуется наибольшей изменчивостью своего состояния. Поэтому одной из задач, решаемых в данной работе, стало накопление экспериментальных данных при мониторинге нижнего слоя атмосферы в Томске. А также их интерпретация для определения характеристик температурной стратификации и их взаимосвязи с другими характеристиками атмосферы для различных сезонов года и времени суток.

Эксперимент проводился в течение 2005 –2007 годов. Данные акустического лоатора (содара) дополнялись данными ультразвукового метеорологического комплекса, что позволяет более точно описывать состояние атмосферы в наблюдаемый момент времени. На основе непрерывного мониторинга получены результаты содарных и ультразвуковых исследований нижнего слоя атмосферы. Проанализированы суточные и сезонные закономерности хода стратификации атмосферы и взаимосвязи ее параметров.

Характеристики температурной стратификации АПС вполне согласуются с общими представлениями для средних широт. Так, летом инверсии наблюдаются в основном ночью, так как днем преобладает неустойчивая стратификация, особенно в околополуденные часы. Поэтому летом днем практически не наблюдается приземных инверсий из-за контрастов в тепловом и радиационном режиме в течение суток. Синоптические процессы вносят свой вклад в закономерности развития инверсий, хотя летом они редко меняют тип стратификации.

С декабря по январь инверсии наблюдались в любое время суток, причем низкие преобладали в основном днем. Возможно, это связано с адвективными процессами, так как суточный ход температуры зимой менее выражен чем летом из-за снежного покрова, облачности и других причин. Адвекция тепла способствует образованию приземных инверсий, адвекция холода-препятствует. Неустойчивая стратификация зимой наблюдается редко. Приподнятые инверсии наблюдались как в ноябре, так и в декабре, но гораздо реже, чем приземные, и в основном в дневные часы. Приземные инверсии хорошо прослеживаются в ночные и вечерние часы, а в дневные они становятся приподнятыми (например, рис. 18, рис. 19).



а)

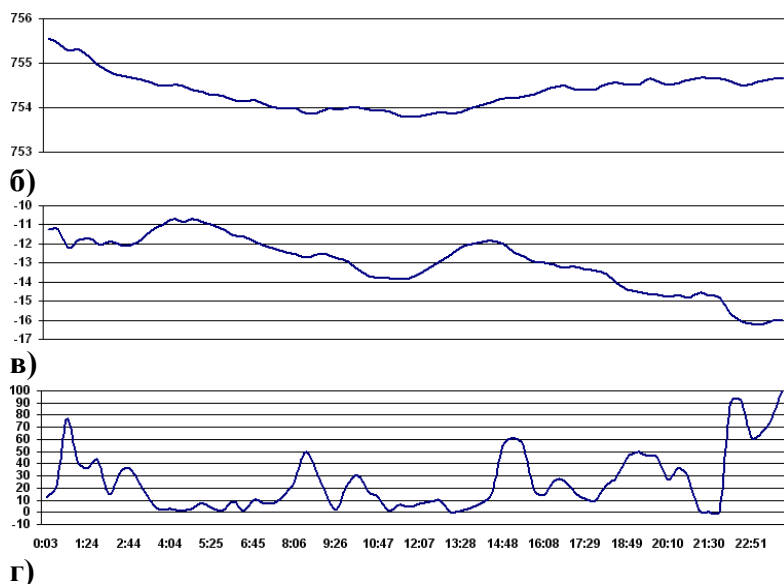


Рис. 18. Факсимильная запись структуры АПС (а, по вертикали – высота зондирования в метрах), суточный ход атмосферного давления (б, в мм.рт.ст.), температуры воздуха (в, в °С) и масштаба Монино-Обухова (г) за 23 декабря 2005г.

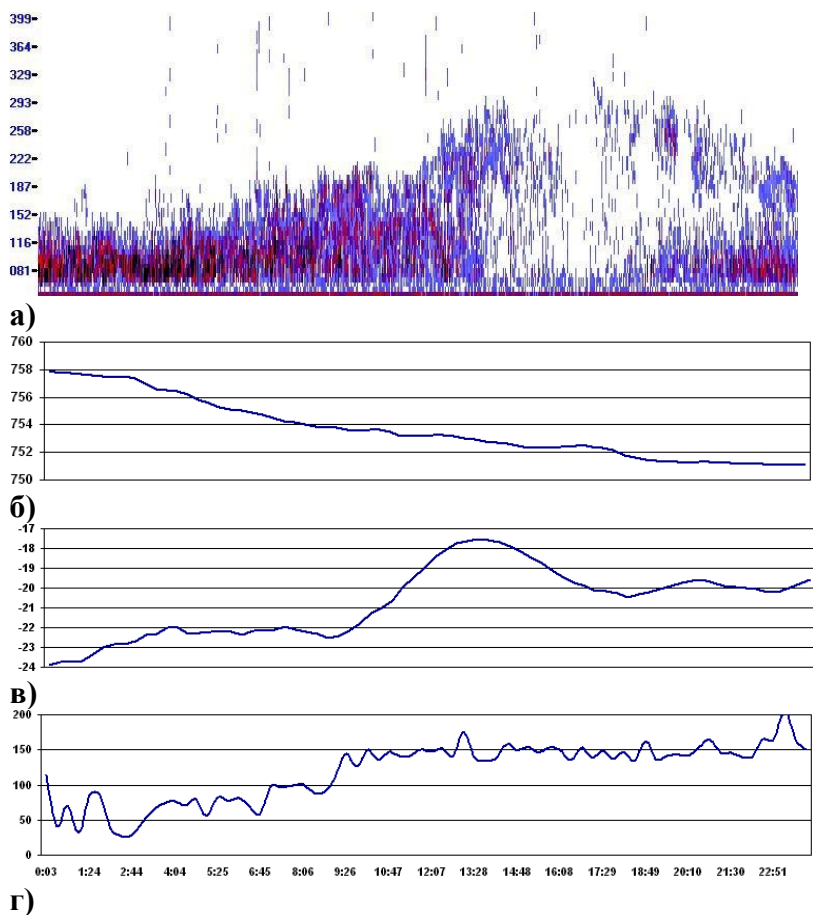


Рис. 19. Факсимильная запись структуры АПС (а, по вертикали – высота зондирования в метрах), суточный ход атмосферного давления (б, в мм.рт.ст.), температуры воздуха (в, в °С) и масштаба Монино-Обухова (г) за 27 декабря 2005г.

С наступлением морозной погоды зимой возрастает повторяемость приземных инверсий, особенно в ночные часы, когда они наблюдаются практически постоянно. В целом, в

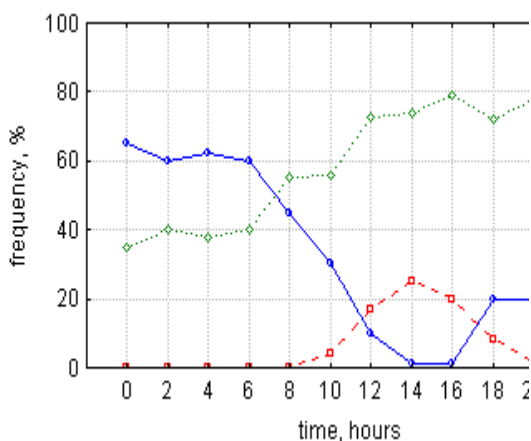
холодное время года приподнятые инверсии наблюдаются гораздо чаще, чем в остальные сезоны.

С ростом скорости ветра доля низких инверсий убывает. При скорости ветра (на уровне высоты датчика) больше 6 м/с, инверсия не наблюдается, но если брать летний день, тогда скорость ветра на уровне датчика не вносит существенных изменений в тип стратификации, она имеет значение лишь в ночные часы, когда «размывает» приземные инверсии.

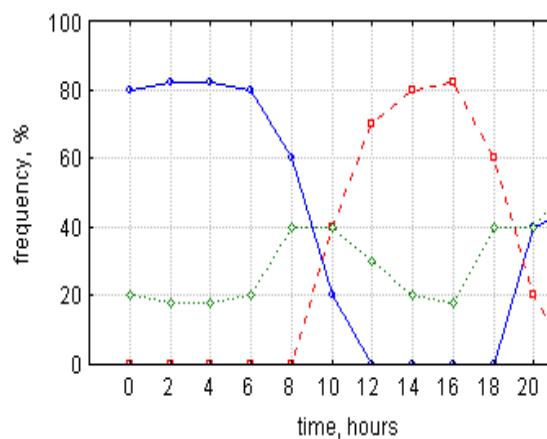
Количество случаев устойчивой стратификации атмосферы для всех сезонов года, составляет порядка 40 %, причем в зимнее время приземные инверсии достигают в морозную погоду 60 %, и наблюдаются в любое время суток, но наибольшее количество случаев приходится с 0 ч до 6 часов утра. В дневные часы, в основном, наблюдается слабоустойчивая и безразличная стратификация. В указанный период наблюдений, верхняя граница приземных инверсий всегда находилась выше 80 м. В большинстве случаев она лежит в диапазоне 100-220 м, но может достигать и 350 м. Нижняя граница приземной инверсии в основном сосредоточена на высотах 50-70 м. Здесь, мы приподнятые инверсии, нижняя граница, которых находилась ниже 70 м, условно считаем приземными, это связано с особенностями места измерения, которое не позволяло достоверно описывать получаемый ниже 50 м сигнал.

Повторяемость безразличной стратификации также наибольшая зимой. Чаще всего этот тип стратификации наблюдается в дневные часы.

Неустойчивая стратификация атмосферы чаще всего приходилась на июнь и в дневное время составляла порядка 80 %, а в вечерние часы она сменялась на безразличную или устойчивую стратификации. Зимой неустойчивая стратификация наблюдается приблизительно в 20 % случаев. Как правило, это связано с проходящими циклонами. Осенью неустойчивая стратификация наблюдается в 30 % случаев, приземные инверсии могут достигать и 60 % случаев и максимум их повторяемости приходится на утренние часы. В переходные сезоны часто наблюдается одновременное существование приземной и приподнятой инверсий.



a)



b)

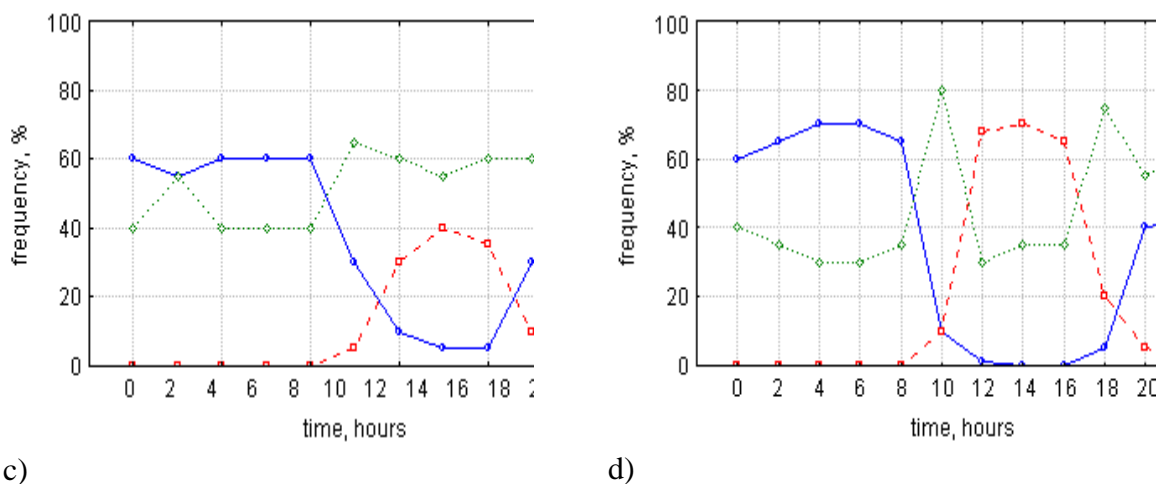


Рис. 20. Суточный ход повторяемостей температурной стратификации по данным содара в Томске, зима (а), лето (б), осень (с) и весна (д) 2005-2007 гг.

—□— Устойчивая стратификация —□— Неустойчивая —◇— Безразличная

Большая повторяемость неустойчивой стратификации в весенние месяцы обеспечивается, в основном, майскими значениями, в этом месяце наблюдается самое большое количество дней и часов с неустойчивой стратификацией.

Если говорить о суточном ходе стратификации в разные сезоны года, то здесь, как видно из рис.20, зимой и осенью приземные инверсии наблюдаются в любое время суток. В дневные часы их количество уменьшается в несколько раз, но не становится нулевым в рассматриваемый период. А вот весной и летом, в промежутке между 12 и 16 часами, повторяемость инверсий равнялась нулю в период с 2005 по 2007 гг. Наибольшая повторяемость приземных инверсий приходится на ночные и утренние часы, это характерно для всех сезонов, и особенно для лета, когда в дневные часы инверсии вообще не наблюдаются.

Неустойчивая стратификация, наоборот, достигает своего максимума в дневные часы, также во все сезоны наблюдаемого периода, хотя зимой ее повторяемость минимальна даже в эти часы и составляет порядка 20 %. В период с 2005 по 2007 гг. и промежуток времени с 22 часов ночи до 8 часов утра не было зафиксировано ни одного случая неустойчивой стратификации. Безразличная стратификация является преобладающей с 10 до 20 часов во все сезоны, за исключением лета, когда преобладающей становится неустойчивая стратификация.

По полученным данным определялись инверсионные слои по высотам их границ, значению мощностей, а также типы инверсий, время их образования. В результате анализа было получено, что за наблюдаемый период с 2005 по 2007 гг. в атмосфере Томска инверсия наблюдалась более чем в 40 % случаев, причем, в основном, в ночные и утренние часы. Средняя мощность приподнятой температурной инверсии составила 183,5 м в ночные часы и 160,5 м в дневные часы. Статистические характеристики границ температурных инверсий приведены в таблице 2.

Таблица 2. Статистические характеристики границ температурных инверсий.
г. Томск. Зима 2005-2007 гг.

Параметр	Средняя высота, \bar{H} , м	Среднеквадратическое отклонение σ_H , м	Коэффициент вариации, σ_H / \bar{H}
Верхняя граница приподнятой инверсии			
ночные часы (20.00-6.00)	231,6	38.04	0.16
дневные часы(9.00-16.00)	228,6	67.6	0.3
Нижняя граница приподнятой инверсии			
ночные часы (20.00-6.00)	41,6	11.7	0.28
дневные часы (9.00-16.00)	41,3	19.6	0.47

Представленные в таблице 2 результаты показывают, что средняя мощность приподнятой инверсии зимой в наблюдаемый период составила в ночные часы ~ 190 м, в дневные часы $\sim 187,3$ м. Такая мощность достигается, в основном, за счет вклада январских инверсий, которые развиваются на фоне устойчивых антициклонов. Изменчивость высоты границ инверсионных слоев в некоторой степени характеризуется коэффициентом вариации. Наиболее устойчивыми являются границы приподнятых инверсий в ночные часы. Наименьшей устойчивостью обладают те инверсии температуры, для которых коэффициент вариации превышает значение 0,4. Нижние границы приподнятых инверсий температуры менее устойчивы, чем верхние.

Полученные характеристики структуры АПС (температурной стратификации и особенно температурных инверсий), получаемые с помощью акустического лоатора, важны для оценки климатических предпосылок загрязнения атмосферы. Показано, что статистические характеристики температурной стратификации в различные сезоны года отличаются друг от друга, что приводит, например, к отличию условий для накопления загрязняющих примесей. Использование акустического лоатора и ультразвуковой метеорологической станции позволяет фиксировать более тонкую пространственно-временную структуру метеорологических полей в атмосферном пограничном слое, изменчивость, существенно дополняя стандартные метеорологические измерения. Проведенные исследования подтверждают надежность содарных данных при определении термической структуры нижнего слоя атмосферы. Наши данные подтверждают ранее полученные результаты о структуре приземного слоя в умеренных широтах, и могут широко использоваться в практических и научных целях.

Пространственная оценка углеродного баланса болот южно-таёжной зоны Западной Сибири

На примере ключевого участка «Бакчарское болото» была выполнена оценка регионального баланса углерода болотных экосистем с использованием классификации растительного покрова по данным дистанционного зондирования и многолетних (1998-2007 гг.) инструментальных измерений эмиссии CO_2 , чистой первичной продуктивности на территории полевого стационара «Васюгань». Получено, что исследуемые болотные экосистемы ключевого участка являются активным стоком углерода и в настоящее время ежегодно поглощают $1.71 \cdot 10^5$ т углерода из атмосферы.

Болотные экосистемы играют важную экологическую роль в биосфере. Они являются источниками и стоками парниковых газов, хранителями биологического разнообразия. По оценкам разных авторов площадь болот Земли занимает от 3 до 5% суши, а мировые

запасы торфа в углеродном эквиваленте составляют 120-450 млрд. т углерода, что составляет от 15 до 35% общего углеродного пула суши. Болотные экосистемы являются единственными экосистемами, способными на длительное время (до нескольких тысяч лет) изымать углерод из атмосферы, депонируя его в виде торфяных залежей. В основном в настоящее время болотные экосистемы служат стоком углерода из атмосферы, о чем свидетельствуют многочисленные оценки. Однако при изменении климатических условий или антропогенном воздействии болота из стока могут превратиться в источник парниковых газов. Несмотря на значительно возросший в последнее время интерес к балансовым оценкам углерода болотных экосистем во всем мире, до сих пор остается множество нерешенных вопросов. Например, сложность представляет точная оценка площадей занимаемых болотами; оценка углеродного баланса болотных экосистем разного типа, степени развития болотообразовательных процессов, функционирования болот при изменении внешних факторов и т.д.

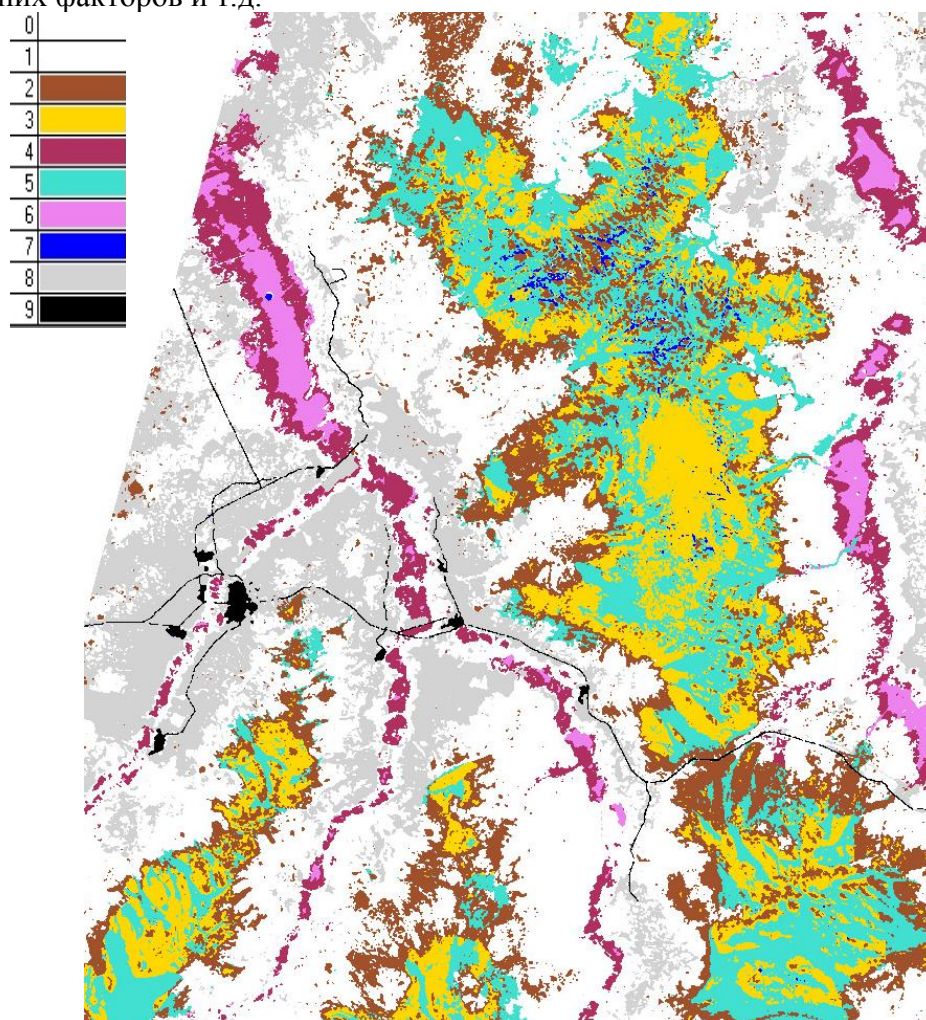


Рис. 21. Обобщенная карта болотных фитоценозов ключевого участка «Бакчарский». 1 – лес, 2- высокий рям, 3- низкий рям, 4 – согра, 5 - открытая топь, 6 - эвтрофные болота, 7 – водные объекты, 8 – поля, 9 – дороги, населенные пункты.

На примере ключевого участка Бакчарское болото, расположенного на территории стационара «Васюганье» (Бакчарский район, Томская область) и занимающего междуречье рек Бакчар и Икса была предпринята попытка оценить баланс углерода.

Для получения пространственной оценки углеродного баланса необходимо было провести классификацию растительного покрова исследуемой территории и оценить площади, занимаемые болотными фитоценозами. На основании анализа космических снимков LANDSAT выделено 24 типа ландшафтов. Общая площадь исследования составила

495 668 га и представлена в основном - лесами (38%) и болотами (42%), остальные 20 % - поля, луга, водные объекты, населенные пункты.

Для проведения оценки именно болотных экосистем была составлена еще одна карта на которой были оставлены только болотные фитоценозы и кроме того было проведено объединение сходных классов в результате мы получили обобщенную карту (рис.21.) с 5 основными болотными экосистемами: высокие рямы (31%), низкие рямы (25%), открытые топи (28%), эвтрофные открытые болота (5%), и в отдельный класс были выделены согры и террасные рямы (11%) .

Оценки углеродного баланса для основных болотных экосистем исследуемой территории были получены в результате долговременных (1998-2007 гг.) инструментальных измерений эмиссии CO_2 , чистой первичной продуктивности на территории полевого стационара «Васюганье».

Исследования на олиготрофном болоте проводились в пределах водосборной площади р. Ключ, в сосново-кустарничково-сфагновом фитоценозе - высоком ряме, сосново-кустарничково-сфагновом фитоценозе с угнетенным древостоем - низком ряме, открытой осоково-сфагновой топи. Мощность торфяной залежи от периферии болота к центру изменяется от 0,9 м до 3 м. Также проводилось исследование на эвтрофном болоте «Самара», расположенном на низкой левобережной террасе р. Бакчар в окрестностях д. Польшанка. Средняя мощность торфяной залежи в расширенной открытой части болота составляет 3-4 м.

Биологическая продуктивность определялась ежемесячно с мая по сентябрь укосным методом (без учета древесного яруса). Измерение эмиссии CO_2 проводилось с мая по сентябрь камерным методом с использованием ИК оптического газоанализатора ОПТОГАЗ 500.4. Данные по эмиссии метана, зимней эмиссии CO_2 и метана, выносу углерода с болотными водами получены из литературных источников.

Для количественного сопоставления полученных данных результаты измерений были приведены к единой шкале в граммах углерода на квадратный метр в год ($\text{гC}/\text{м}^2$ в год).

Чистая первичная продукция (NPP) является показателем накопления углерода в виде растительного вещества. Результаты исследования показали, что, несмотря на существенные различия в составе растительного покрова исследуемых фитоценозов, в среднем олиготрофные болотные экосистемы имеют близкие величины на высоком, низком ряме и открытой топи - 268, 282, 274 $\text{гC}/\text{м}^2$ в год соответственно. NPP на эвтрофном болоте в 1.8 раз выше по сравнению с олиготрофным болотом (507 $\text{гC}/\text{м}^2$ в год).

Поток CO_2 с поверхности торфяной залежи весьма динамичная величина и существенно изменяется от года к году в зависимости от погодных условий и гидротермических условий торфяной залежи. На олиготрофном болоте максимальными значениями потока CO_2 характеризуется высокий рям (196 $\text{гC}/\text{м}^2/\text{yr}$), затем следуют открытая топь и низкий рям (130 and 125 $\text{гC}/\text{м}^2/\text{yr}$). Поток CO_2 на эвтрофном болоте сопоставим с потоками CO_2 на олиготрофных фитоценозах 165 $\text{гC}/\text{м}^2/\text{yr}$.

Общий поток углерода из торфоболотных экосистем складывается из эмиссии CO_2 и CH_4 , кроме того происходит вынос углерода с болотными водами. Эмиссия метана составляет от 5% (на высоком ряме) до 13% (на открытой топи) от эмиссии CO_2 . Вынос CO_2 с болотными водами составляет около 6% от общей эмиссии углекислого газа. Интенсивность выделения CO_2 и CH_4 в зимнее время составляет около 20% от летних величин (см. рис.22).

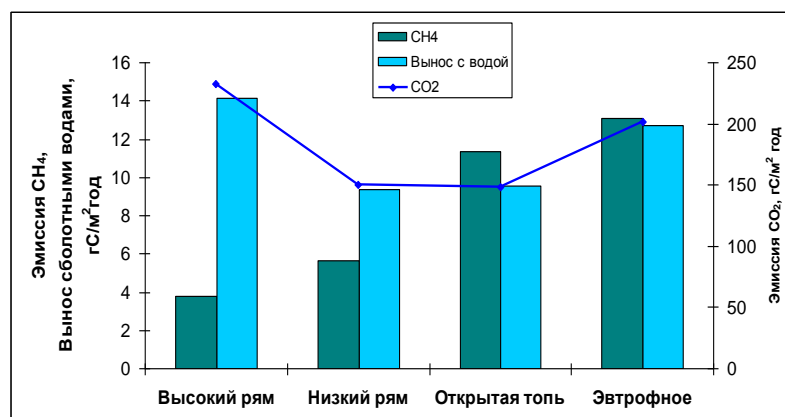


Рис. 22. Эмиссия углекислого газа и метана в различных типах экосистем.

Сравнение NPP и эмиссии CO₂ с поверхности торфяной залежи показало что во всех исследуемых биогеоценозах накопление углерода в виде растительного вещества превышает эмиссию CO₂ с поверхности торфяной залежи, что свидетельствует о положительном балансе исследуемых торфоболотных экосистем и депонировании углерода в виде растительности и торфа при современных климатических условиях.

Таблица 3. Составляющие углеродного цикла в различных болотных экосистмах.

	Высокий рям	Низкий рям	Открытая топь	Эвтрофное болото
CO ₂ эмиссия (бесснежный период)	196,9 ± 6,9	125,0 ± 4,3	130,8 ± 4,6	165,9±5,1
CO ₂ эмиссия (зима) *	35,5 ± 2,1	25,6 ± 0,9	17,0 ± 0,6	35,7±2,2
CH ₄ эмиссия (бесснежный период)*	3,5 ± 0,2	5,2 ± 0,3	10,4 ± 0,5	12,0±0,6
CH ₄ эмиссия (зима) *	0,31 ± 0,02	0,47 ± 0,03	0,93 ± 0,06	1,1±0,07
Вынос С с болотными водами*	14,16	9,36	9,54	12,72
Общая эмиссия углерода	250,2 ± 5,8	165,4± 5,4	168,5 ± 5,5	224,7±8,4
NPP (чистая первичная продукция)	268,1 ± 47,9	281,6 ± 62,4	274,1 ± 83,4	506,9±96,9
Баланс = NPP – Общая эмиссия	17,9 ± 45,3	116,2 ± 59,5	105,6 ± 79,1	282,2±48,3

* Литературные данные

Оценка углеродного баланса для разных болотных экосистем в сочетании с классификацией растительности позволяет рассчитать региональный углеродный баланс для болотных экосистем на изучаемой территории. Самая низкая скорость депонирования углерода получена для высокого рьяма 17,9 гС/м²год, максимальная для эвтрофных болот - 282,2 гС/м²год, однако, учитывая, что площадь эвтрофных болот составляет только 5 % от площади болот на исследуемой территории, вклад эвтрофных болот в общее депонирование углерода эвтрофными болотами составляет 17%. Остальное депонирование углерода осуществляется в основном низкими рьямами и открытыми топиями.

Таблица 4. Оценка элементов углеродного баланса территории ключевого участка.

Экосистемы	Площадь, га	Эмиссия, гС/м2год	NPP, гС/м2год	Баланс углерода, гС/м2год	Скорость аккумуляции, т С/год
Высокий рям	68155	250,2	268,1	17,9	12 268
Низкий рям	54 601	165,4	282,6	116,2	63 883
Открытая топь	62 633	168,5	274,1	105,6	65 765
Эвтрофные болота	10 334	224,7	506,9	282,2	29 245
Всего	195 723				171 161

Исследуемые болотные экосистемы ключевого участка ежегодно поглощают $1.71 \cdot 10^5$ т углерода из атмосферы. По оценкам разных авторов ежегодное депонирование углерода из атмосферы болотами мира (за исключением тропических болот) составляет в среднем $9.57 \cdot 10^7$ тС в год, что составляет около 2,5 % от поглощения углерода всей суши. Площадь ключевого участка составляет 0,05 % от площади болот мира и всего 0,001 от площади суши Земли. При этом согласно полученным нами оценкам поглощение углерода в 3-4 раза выше по сравнению с глобальными оценками депонирования углерода болотами.

Таким образом, исследуемые болотные экосистемы ключевого участка «Бакcharское болото» являются активным стоком углерода в настоящее время.

Экспериментальное исследование температурного режима торфяной залежи.

На основе непрерывного мониторинга температуры метрового слоя торфяной почвы изучены закономерности температурного режима торфяных почв в зависимости от гидрологических и погодных условий. Выявлены случаи интенсивного прогрева торфяной почвы при инфильтрации дождевой влаги в дневное и ночное время. Интенсивный прогрев почвы при инфильтрации дождевой влаги и фазовые переходы при формировании и разрушении сезонно-мерзлого слоя объясняют особенности формирования теплового поля торфяной почвы.

Исследования проводились на олиготрофном сосново-кустарничково-сфагновом биогеоценозе (низком ряме) на территории стационара «Васюганье» в пределах Бакcharского района. Торфяная залежь низкого ряма достигает мощности 2 м и имеет смешанный топяной вид строения.

Мониторинг температуры почвы выполнялся с помощью автоматической станции температурного мониторинга почвогрунтов МОДУЛ-Т производства Института географии СО РАН (г. Новосибирск). Датчики температуры находились на глубинах 2, 5, 10, 15, 25, 40, 60 и 80 см. Измерения температуры торфяной залежи проводились в течение 812 дней с 28 июня 2005 г. по 26 сентября 2007 года с периодичностью 1 час (в зимнее время), или 15 минут (в летнее время).

Анализ временного хода температур почвы на разных глубинах (см. рис. 23) показал, что годовой ход температуры почвы в верхних слоях повторяет годовой ход температуры воздуха. Годовая амплитуда температуры по разрезу почвы изменялась от 26.4°C в поверхностном слое до 5.9°C на глубине 80 см. Суточные колебания температуры проникали в торфяную почву до глубины 15-25 см. Температурный режим почвы, как в течение года, так и в течение суток во многом определялся гидрологическими и погодными условиями. Глубина промерзания зависит от времени установления устойчивого снежного покрова и влажностного режима почвы. После формирования устойчивого снежного покрова поло-

жительные температуры сохранялись до середины декабря. Однако при длительном отсутствии снежного покрова и наличии отрицательных температур воздуха (зима 2006-2007 г.) происходило быстрое промерзание почвы. Максимальная глубина промерзания в 2006 и 2007 гг. составила 32.6 и 39.4 см соответственно. Сезонная мерзлота может сохраняться до середины июня (2006 г.). На время оттаивания сезонной мерзлоты кроме температуры воздуха и поверхностных слоев торфа, также существенное влияние оказывает влажность торфа и уровень болотных вод.

В результате непрерывного мониторинга выявлены случаи интенсивного прогрева почвы при инфильтрации дождевой влаги в дневное и ночное время. Относительная редкость этих событий и отсутствие регулярных натуральных исследований теплового режима почв с высоким временным разрешением в болотных экосистемах объясняют отсутствие данных наблюдений этих явлений в литературе. Выявленные в экспериментах интенсивный прогрев при инфильтрации дождевой влаги и фазовые переходы при формировании и разрушении сезонно-мерзлого слоя объясняют особенности формирования теплового поля и наличие значительных возмущений в кондуктивном механизме теплопереноса. Результаты температурного мониторинга могут быть использованы для количественного анализа процессов теплопередачи, взаимодействия солнечного и внутриземного тепловых потоков и, в частности, для определения теплофизических свойств почв.

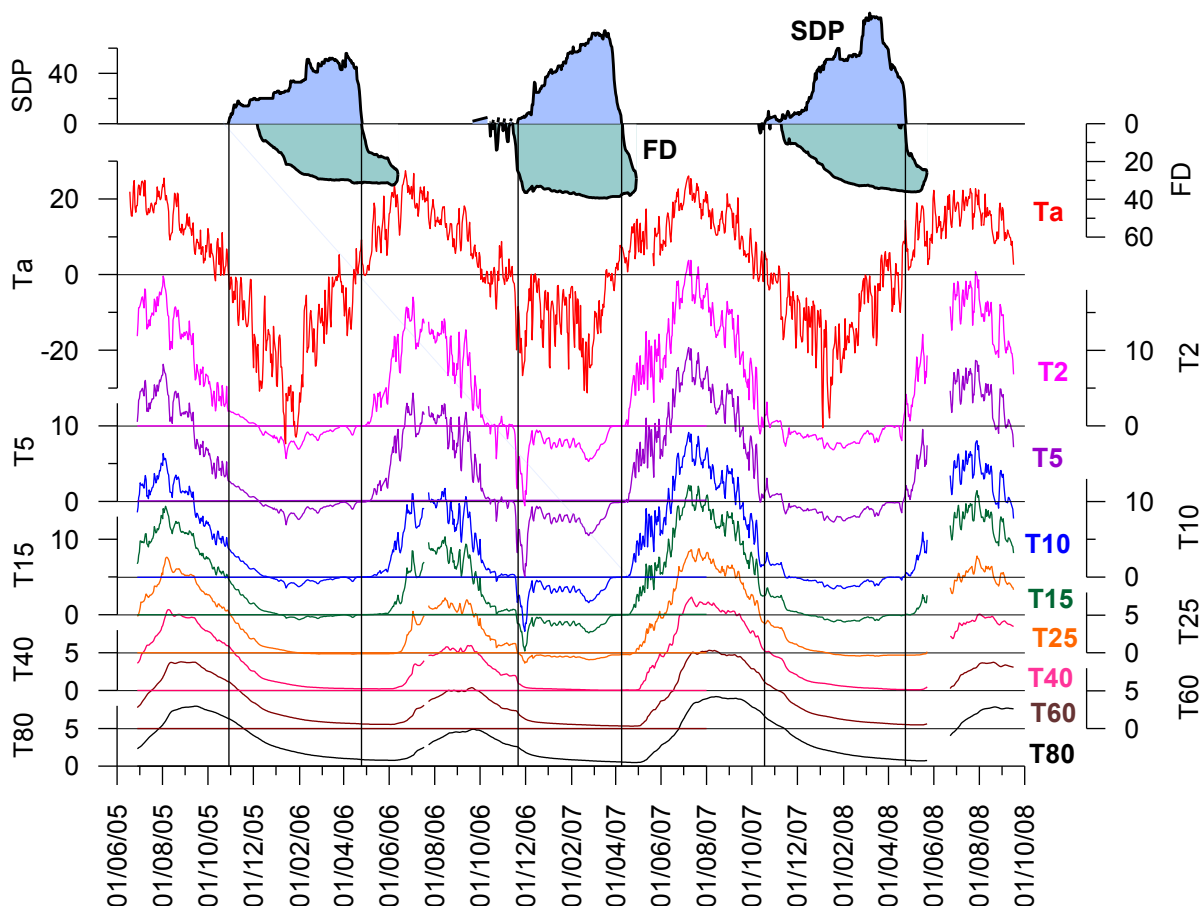


Рис.23. Временной ход среднесуточных значений температуры воздуха (T_a), температуры почвы на глубинах 2 – 80 см (T_2 , T_5 , T_{10} , T_{15} , T_{25} , T_{40} , T_{60} , T_{80}), глубины снежного покрова (SDP, см) и глубины промерзания почвы (FD, см).

Распределение химических элементов в торфах южно-таежной подзоны Западной Сибири.

Рассмотрены аналитические данные содержания химических элементов (Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Br, Sr, Ba, Hf, La, Ce, Sm, Eu, Th, U) в разных по условиям формирования в торфах южно-таежной подзоны Западной Сибири (в пределах Бакчарского и

Кеть-Чулымского болотных округов). В результате проведенных исследований установлен региональный элементный химический состав торфов. Показано, что гидрологический режим и биогеохимические особенности функционирования болот верхового и низинного типов определяют разное накопление в них химических элементов. Для каждого рассматриваемого вида торфа характерен свой специфический набор накапливаемых элементов. В исследуемых торфах выявлена тенденция к рассеянию химических элементов по сравнению с почвами и литосферой. Активно концентрируется в торфах только Вг.

Объектами исследований послужили торфа верхового и низинного типов, отобранные из 9-ти торфяных месторождений Томской области. Они относятся к террасовому и водораздельному типам залегания и расположены в двух торфоболотных округах: Бакчарском и Кеть-Чулымском.

Содержание элементов в торфах проводилось методом нейтронно-активационного анализа в Институте ядерной физики (НИИЯФ) при Томском политехническом университете. Повсеместное распространение на территории южно-таежной подзоны Западной Сибири лессовидных пород, обогащенных кальцием, железом, а также рядом микроэлементов (Ba, Sr, Br, Mn, Zn, Mo, Sc) предопределило особенности элементного состава торфов исследуемой территории. Торфа региона характеризуются повышенным содержанием Ca, Fe, Sc, Co, Ba, Sr, Br по сравнению со своими аналогами на Европейской территории России, Дальнем Востоке, а также средними показателями, рассчитанными в целом для торфов России. В низинных торфах средние концентрации всех элементов выше, чем в верховых (Fe в 8 раз, Ca в 6, U – в 15, Br – в 5, Sr, Co, Sm, Cr, La – в 3, Ce, Th, Hf, Ba, Sc, Eu – в 2 раза). Данное положение объясняется гидрологическими и биогеохимическими особенностями функционирования болотных ландшафтов верхового и низинного типов.

На рисунке 24 показано, что содержание химических элементов в торфах в зависимости от их видовой принадлежности сильно варьирует, что особенно характерно для торфов верхового типа (рис. 2 А). Статистически значимо ($p < 0,001$) они различаются по содержанию Fe, Sr, Ba, Ce, Co, Cr, La, Sm, Eu и, практически, не отличаются по Br, Sc, Hf и Th. Среди рассматриваемых четырех видов торфов верхового типа самым высоким содержанием Ca, Sr, Ba, La и Sm отличается сфагново-мочажинный торф. Пушицево-сфагновые торфа, по сравнению с комплексными и фускум, характеризуются более высоким средним содержанием Fe, Ba, Ce, Sm и Eu, но меньшим – Ca. Самое высокое содержание Fe отмечено в комплексном виде торфа, а Sc - в пушицево-сфагновом. Среди всех исследуемых видов торфов самым низким содержанием практически всех изученных элементов характеризуется фускум торф. В низинных торфах распределение химических элементов имеет более равномерный характер (рис. 2 Б). Торфа практически не различаются по содержанию Ba, Br, Hf. Древесно-осоковый, осоковый, осоково-гипновый виды торфа характеризуются близкими значениями концентраций Sc, Th и Eu. Среди исследуемых торфов древесные отличаются самыми высокими концентрациями Ca, Fe, Sr, Sc, La, Th, Eu. Древесно-осоковые торфа характеризуется самым высоким содержанием, осоковые – Cr. Осоково-гипновые торфа среди рассматриваемых четырех видов низинного типа характеризуются самым низким содержанием практически всех элементов, за исключением Ca, Fe и Sr.

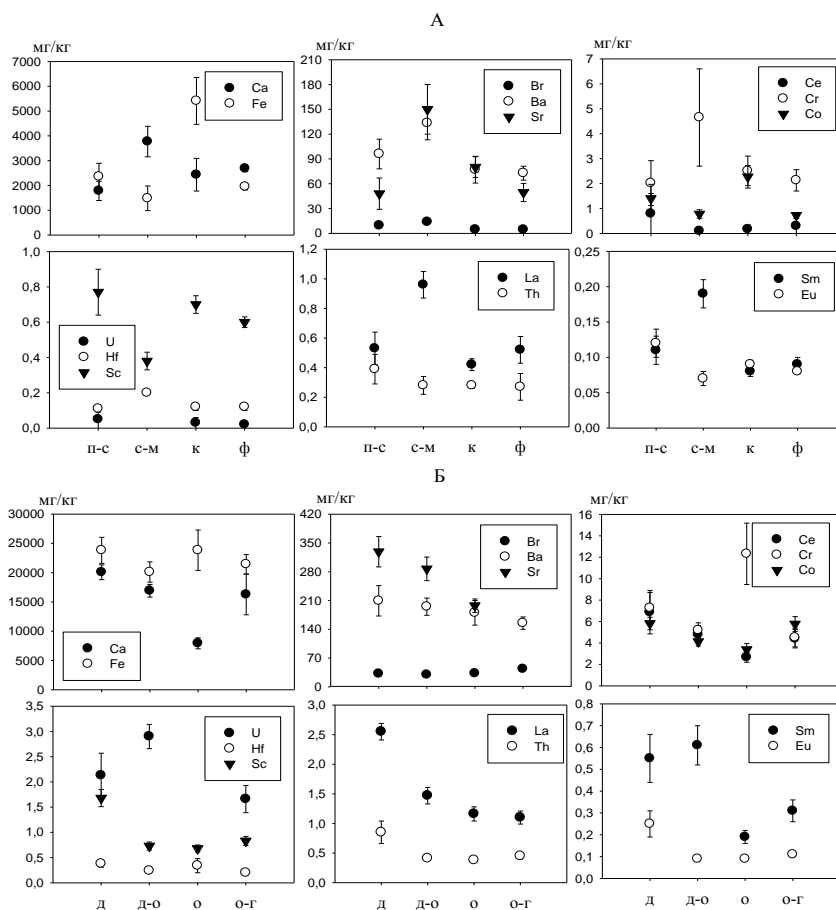


Рис. 24. Содержание химических элементов в верховых (А) и низинных (Б) торфах разного ботанического состава южно-таежной подзоны Западной Сибири, мг/кг сухого вещества (п-с – пушицево-сфагновый, с-м – сфагново-мочажинный, к – комплексный, ф – фускум. д – древесный, д-о – древесно-осоковый, о – осоковый, о-г – осоково-гипновый).

Распределение валовой ртути в профиле торфяных почв Западной Сибири.

Анализ содержания валовой ртути в торфяных почвах разного ботанического состава позволил установить зависимость содержания ртути в торфах от общетехнических свойств торфяной почвы: ботанического состава, зольности, степени разложения и содержания в торфе азота, углерода, гуминовых кислот. Показана возможность применения модели распределения валовой ртути в профиле торфяных почв Западной Сибири по содержанию основных биогенных элементов С, N на основе концепции «Ртуть/Биомасса».

Распределение ртути по профилю торфяной почвы на разных типах торфяной залежи (высокий рям, низкий рям, открытая топь) имеет сходный характер, максимальные концентрации наблюдаются в верхней части профиля, затем происходит постепенное снижение содержания элемента к минеральному основанию, достигающее фонового уровня, характерного для подстилающих пород Западной Сибири (рис. 25). Пространственное распределение соответствует выносу химических элементов с данной территории, минимальными значениями (нг/г) характеризуются низкий рям и открытая топь - 56,4 и 59,2 соответственно, максимальными - высокий рям (117,9 нг/г) и свидетельствует о наличии окислительного геохимического мезобарьера - краевой зоны болотного массива, где происходит накопление многих химических элементов, в том числе и ртути, выносимых из почв водосборной площади.

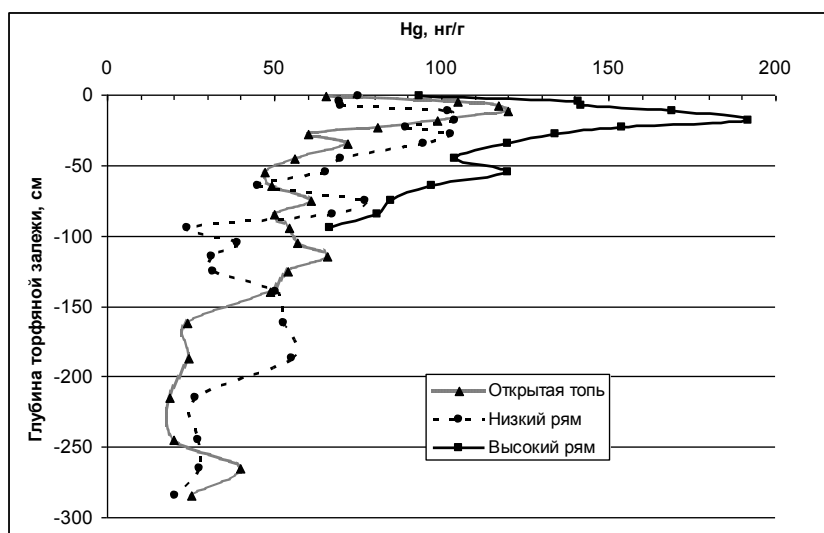


Рис.25 Распределение валового содержания ртути в профиле торфяных почв

Таблица 6. Зависимость валового содержания ртути в торфяных почвах от их общетехнических свойств и содержания углерода и азота

	Ботанический состав	R	A	ОВП	Плотность	Плотность твердой фазы	Собщ	N	C/N
Высокий рям	-0,74	- 0,74	-	0,85	-0,72	-	0,74	0,72	-0,78
Низкий рям	-0,81	- 0,56	-0,52	0,79	-0,96	0,85	-0,65	-0,5	0,75
Открытая топь	-0,79	- 0,84	-0,56	0,98	-	0,75	-0,59	- 0,68	0,51

Примечание: R – степень разложения, A – зольность, ОВП – окислительно-восстановительный потенциал, Собщ – общее содержание углерода, N – содержание общего азота, «-» - корреляция недостоверна.

Таблица 7. Усредненные данные элементного состава исследованных торфяных почв

Биогеоценоз	Горизонт	Содержание			Отношение			
		C	N	Hg	C/N	Hg/C	Hg/N	Hg/Г К
		%		мкг/кг	атомное	мкг/г		
Высокий рям	Аэробный	44,8 3	2,0 0	148,0 0	22,62	0,33	7,48	0,75
	Анаэробный	46,3 8	2,4 2	96,00	19,08	0,21	4,58	0,34
Низкий рям	Аэробный	43,1 5	1,2 4	91,41	34,90	0,21	8,16	1,45
	Анаэробный	46,2 0	1,6 6	46,07	27,90	0,11	3,97	0,32

Открытая топь	Аэробный	43,2 2	2,0 8	91,89	20,88	0,21	4,39	1,74
	Анаэробный	46,0 7	1,6 3	46,37	28,25	0,10	3,18	0,43

Таблица 8. Соотношение расчетных и экспериментальных значений валового содержания ртути исследованных торфяных почвах

Биогеоценоз	Горизонт	Hg _p , мкг/кг	Hg _{экс.} , мкг/кг	$\Delta=(Hg_{экс}-Hg_p)/Hg_{экс}$, %
Высокий рям	Аэробный	143,78	147,79	2,72
	Анаэробный	101,39	101,50	0,11
Низкий рям	Аэробный	81,52	90,28	9,71
	Анаэробный	44,03	42,75	-2,99
Открытая топь	Аэробный	91,45	86,92	-5,21
	Анаэробный	43,09	43,44	0,82

По результатам корреляционного анализа (табл. 6) выявлена зависимость содержания Hg от ботанического состава, степени разложения и зольности торфа.

Наличие окислительного барьера приводит к распределению содержания ртути в торфяной почве по двум горизонтам, выявленным по окислительно-восстановительным условиям: аэробному, характеризующемуся повышенным содержанием ртути и анаэробному, с концентрациями ртути близкими к фоновому содержанию (табл. 7).

Предложенная модель распределения соединений ртути в профиле торфяной почвы, основанная на концепции «Ртуть/Биомасса», позволяет рассчитать валовое содержание ртути в горизонтах торфяной почвы по содержанию С и N, при этом показано хорошее соответствие расчетных и экспериментальных данных. Для торфяного профиля выявлено, что в верхнем аэробном слое с окислительными условиями основным элементом, связывающим ртуть является углерод, в более глубоких анаэробных слоях при восстановительных условиях именно азот становится основным опосредованно ртуть-связывающим элементом (Табл. 8.).

Проект 7.10.1.2 «Развитие информационно-измерительных технологий для мониторинга и моделирования атмосферных, гидросферных и литосферных процессов в геосистеме Сибири» (научный руководитель д.ф.-м.н. Крутиков В.А.)

Основные направления работ фундаментальных исследований в рамках представленного базового проекта СО РАН связаны с решением следующих проблем:

- разработка структуры и программного обеспечения интегрированной информационно-измерительной системы анализа природно-климатических процессов;
- разработка комплексной многопараметрической методики анализа эволюции климатических и экологических компонент геосистемы Сибири в голоцене на основе биомониторинга;
- разработка физической модели формирования естественного импульсного электромагнитного поля Земли и технологии мониторинга литосферных структур и аномальных процессов.

Конкретная совокупность задач, по которым проведены исследования в 2008 году и по которым представлены наиболее значимые результаты, следующие:

- разработка алгоритмов и программных средств для анализа и управления пространственно распределенными компонентами информационно-измерительной системы;
- разработка методики и развитие вычислительных средств для анализа ансамбля состояний природно-климатических систем и реконструкции их изменений;
- разработка измерительно-вычислительной технологии оценки активности локальных и глобальных геодинамических процессов на основе многоканальной регистрации пространственно-временных вариаций естественного импульсного электромагнитного поля Земли ОНЧ диапазона.

1. Разработка структуры и программного обеспечения интегрированной информационно-измерительной системы анализа природно-климатических процессов.

1.1. Для обеспечения комплексных научных исследований в ИМКЭС СО РАН создается единая информационно-вычислительная система, позволяющая производить совместный мультидисциплинарный анализ взаимосвязи различных по своей природе и разноформатных по проявлениям климатических и природно-экологических процессов. Составной частью этой работы является разработка и создания ГИС-портала. Интеграция базы данных натурных исследований с ГИС-порталом позволяет проводить пространственный и динамический анализ параметров исследуемых процессов во взаимосвязи с данными космической навигации, дистанционных спутниковых исследований, рельефом местности и климатическими условиями и т.д.

Развита моделирующая инфраструктура ГИС-портала с использованием системы "CGI Core" и оригинальных программных средств на основе открытых кодов. Создана информационная технология усвоения, обработки и сопряженного анализа интегрированных данных разноуровневых измерений, получения информационных моделей, описывающих эмпирические закономерности, и синтеза многопараметрических математических моделей эволюции (трансформации) природных комплексов.

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 интегрированной обработки многопараметрической совокупности данных в ИМКЭС СО РАН разработан ряд специализированных информационно-вычислительных модулей, входящих в разрабатываемый портал. С использованием этих модулей проведено исследование пространственной структуры природного многообразия микроландшафтов болотных массивов ряда районов Западной Сибири с использованием накопленной коллекции космических снимков высокого разрешения за период 1973 – 2008 годы с использованием аппаратов Landsat, Ресурс и Spot. При этом дополнительно используются результаты наземных подспутниковых исследований на ключевых участках, что значительно повышает точность дешифрирования космических снимков. Так использование географических информационных систем на основе классификации ландшафтных выделов на космическом снимке с использованием детальных данных наземных исследований на ключевых участках позволяет довести легенду дешифрированного и векторизованного космического снимка с 6-8 до 24 пунктов.

Следовательно, используя космические снимки высокого разрешения, в сочетании с данными детальных наземных исследований на специально выбранных ключевых участках, можно получать необходимые для спутникового мониторинга количественные данные для ландшафтного анализа территории.

1.2. Информационно-измерительное направление работ в рамках представленного проекта включает, прежде всего, разработку автономных инструментальных систем регистрации, сбора, хранения и передачи данных по количественным значениям параметров состояния окружающей среды и динамических характеристик климато-экологических процессов. Это направление работ в своей основе является логическим продолжением проведенных ранее работ как в ИМКЭС СО РАН, так и в других коллективах. А главными характерными особенностями - автономизация отдельных систем регистрации, сбора и хранения данных, существенное повышение долговременности работы регистраторов в необслуживаемом режиме, включение их в единую сеть информационно-измерительных ресурсов с управлением средствами мобильной связи.

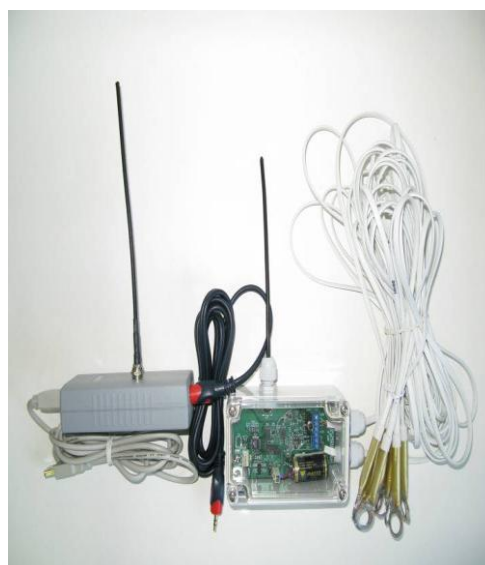
Наиболее продвинутой разработкой 2008 года стал автономный измеритель профиля температуры (АИПТ), предназначенный для работы в составе распределённых автономных информационно-измерительных систем. Он сочетает высокую точность измерения температуры $\pm 0.1^\circ\text{C}$, способность автономно измерять и хранить информацию на протяжении длительного времени (до 10 лет), низкую стоимость при производстве в необходимых количествах, встроенный радиомодем для удаленного управления и передачи данных. В своей базовой конфигурации он обеспечивает программно управляемое автономное измерение и долговременное хранение, и передачу данных по радиоканалу или с использованием средств мобильной связи и Интернет значений параметров окружающей среды (не только профили температуры, но и давления, влажности и т.д. ...)

Основные характеристики регистратора АИПТ

Параметр	Значение
Диапазон измеряемых температур, $^\circ\text{C}$	-55... 65
Абсолютная погрешность измерения температуры, $^\circ\text{C}$	± 0.1
Устанавливаемый период измерения температуры,	2 с ... 12 часов
Напряжение питания, В	3.0-3.6
Максимальное количество регистраторов, одновременно работающих с радиомодемом, шт	14

Рабочая частота, МГц	434
Максимальное количество датчиков в измерителе, шт	16
Объём энергонезависимой памяти, МБайт	2
Ток потребления в режиме радиообмена, мА	5...10
Ток потребления в режиме опроса датчиков и радиоприёма, мА	1...2
Ток потребления в режиме сна, мА	0,02
Среднее время автономной работы от штатного элемента питания (зависит от периодичности измерений и радиообменов), месяцев	12
Степень защиты от внешних воздействий	IP 65
Габаритные размеры (без антенны), мм	55*65*145

Автономный измеритель профиля температуры (АИПТ).



Калибровка датчиков позволяет проводить измерения с погрешностью до $\pm 0,1$ оС

Бесконтактное считывание информации в компьютер при помощи встроенного радиомодема

Рис 26. Автономный измеритель профиля температуры

Конструктивно АИПТ состоит из регистратора, датчиков, интерфейсного модуля, включающего радиомодем, и интерфейсных кабелей. Регистратор построен на основе

микроконтроллера ATmega168V. Микроконтроллер позволяет управлять временем начала работы измерителя и периодом опроса датчиков. Включение датчиков температуры осуществляется управляемым включением источника питания с контролем тока только на время измерения. Возможно сохранение значения тока питания датчиков как дополнительного измеряемого параметра. АИПТ содержит два отдельных информационных канала, поэтому, используя идентичные наборы датчиков, общее число которых не превышает допустимого значения, можно проводить параллельные измерения. Информация с датчиков сохраняется в энергонезависимой памяти AT45DB161D, которая позволяет хранить до 1 000 000 значений. Циклическая запись в память позволяет хранить информацию о предыдущих измерениях, пока новое измерение не запишется на место самого раннего. Светодиодный индикатор регистратора показывает частоту измерений. Программное обеспечение АИПТ позволяет сохранять данные мгновенных измерений или среднее их заданного количества. Измеритель следит за состоянием собственного напряжения питания. Существует возможность записи значения питания как дополнительного измеряемого параметра. Возможно подключение двух дополнительных датчиков с выходом по напряжению постоянного тока в диапазоне от 0 до 1.1 В, которые измеряются встроенным в микроконтроллер 10-разрядным аналого-цифровым преобразователем. Возможно также подключение дополнительных датчиков, имеющих последовательные интерфейсы типа I2C(Philips), SPI(Motorola) и им подобных.

В интерфейсном модуле обеспечено подключение к USB-интерфейсу компьютера, а через интерфейс UART – подключение к радиомодулю MOD RF RTX-RTLР 434 или через кабельное соединение к регистратору. Радиотрансивер обеспечивает дистанционный контроль работы измерителя и получение текущей измерительной информации в реальном времени. Питание трансивера является управляемым для уменьшения энергопотребления и увеличения времени автономной работы измерителя. Система команд позволяет работать с 14 измерителями, находящимися в зоне радиовидимости. Стандартный разъем типа F1 позволяет подключать антенны различных типов с волновым сопротивлением 50 Ом. Четвертьволновая антенна длиной 16 см обеспечивает устойчивый радиообмен на расстоянии 200 м. Светодиодная индикация отображает состояние работы трансивера интерфейсного модуля. Используемые радиомодули не требуют разрешения на эксплуатацию на территории России.

Для базового варианта АИПТ использовались температурные датчики DS18B20, точность которых была повышена специально проведенной калибровкой от ± 2 до $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ в диапазоне $-55\dots+65^{\circ}\text{C}$. Также использовались датчики давления HP03D, работающие в диапазоне 30–110 кПа с точностью $\pm 0,2$ кПа в диапазоне температур $-20\dots+60^{\circ}\text{C}$; датчики влажности SHT75, обеспечивающие точность $\pm 1,8\%$.

АИПТ успешно прошел натурные испытания при регистрации профиля температуры приповерхностного слоя воды озера Байкал до глубины 10 м на удалении от берега в 250 м в течение всего непрерывного измерительного сезона с начала мая по сентябрь 2007 года. Повторная проверка состояния датчиков температуры показала, что их точностные характеристики остались в пределах абсолютной точности измерения $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ неизменными.

Благодаря малым массе и габаритам АИПТ можно также использовать для измерения профиля приземного слоя атмосферы при помощи воздушного шара. Соответствующие экспериментальные работы нами были проведены в течение весенне-осеннего периода 2007-08 годов на базе метеорологического комплекса ИМКЭС СО РАН.

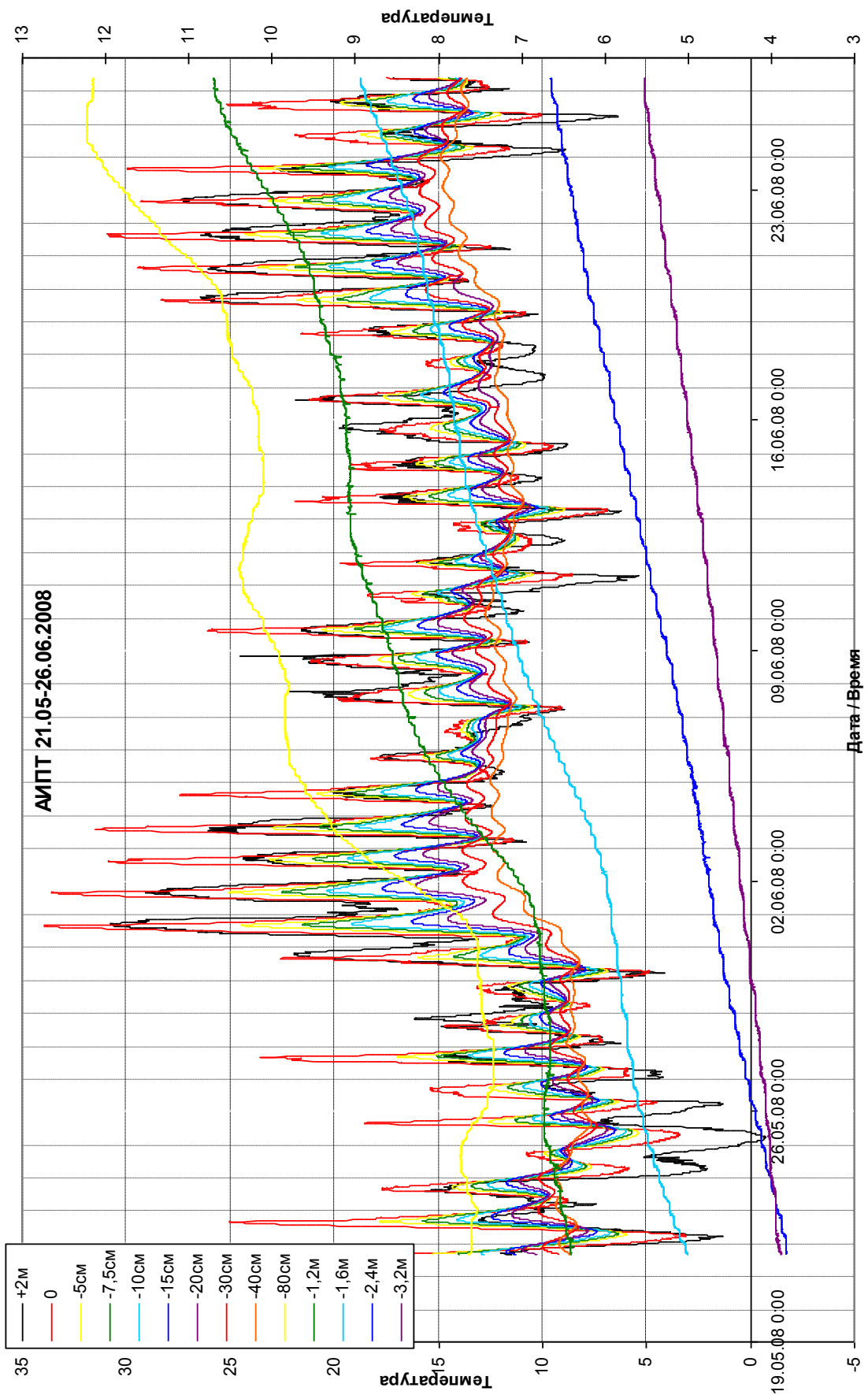
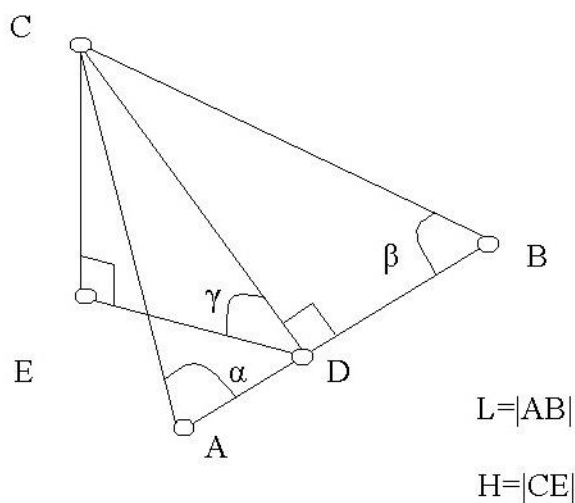


Рис 27. Пример регистрации профиля температуры регистратором АИПТ на 14 уровнях.

1.3. Другое направление работ по созданию автономных регистраторов основано на использовании пассивных методов регистрации некоторых параметров окружающей среды. **Получен патент на изобретение № 2321029 "Способ определения высоты, направления и скорости движения нижней границы облачности"**.



Способ является пассивным бистатистическим и основан на методе триангуляции. На некотором расстоянии друг от друга L размещаются два матричных фотоприемника A и B с известными углами обзора. Их оптические оси находятся в одной вертикальной плоскости, а углы обзора имеют пространственное перекрытие в определенном диапазоне высот. Выбирается участок облачности (точка C), попадающий в поля зрения обоих фотоприемников, и определяются его угловые координаты α , β и γ (Рис.).

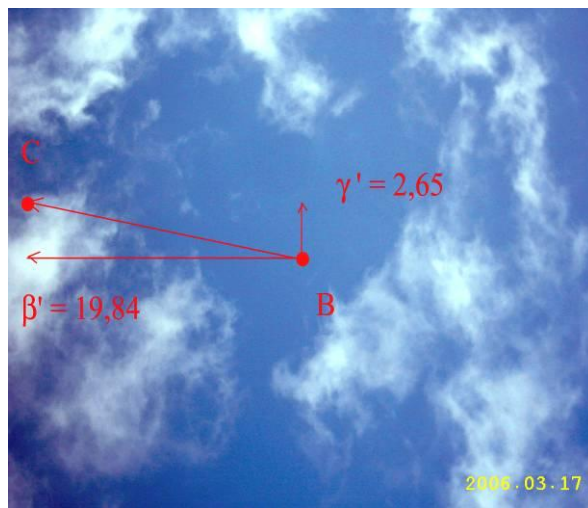
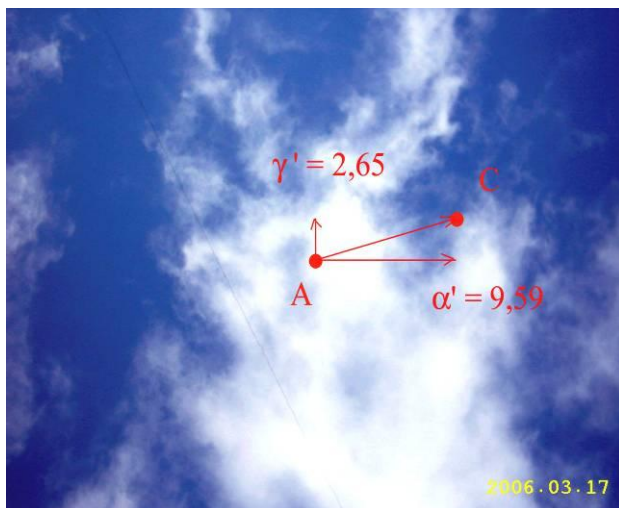
Рис. 28. Схема измерения.

Задача измерения углов сводится к определению координат положения точки C на изображениях, получаемых с каждого фотоприемника в один и тот же момент времени. Высота H точки C и, следовательно, высота наблюдаемого фрагмента облачности над земной поверхностью, рассчитывается по формуле:

$$H = L \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \cdot \cos \gamma.$$

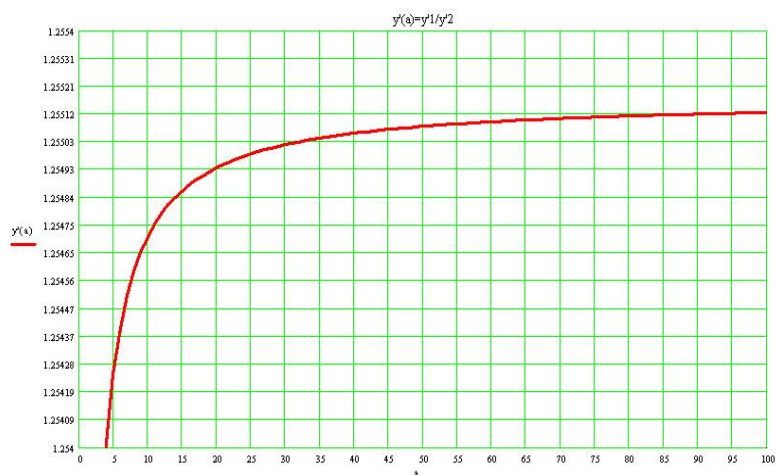
Алгоритм нахождения точки C на двух изображениях подобен алгоритмам поиска одинаковых участков изображения при сшивке аэрофотоснимков поверхности Земли в цифровой стереофотограмметрии. Способ прост в технической реализации, позволяет варьировать диапазоном и точностью измерений в зависимости от конкретных требований, условий эксплуатации и от типа используемого оборудования. На рис. 28 приведен пример определения угловых координат α , β и γ точки C на исследуемом участке облачности.

Рис. 29. Измерение высоты участка облачности

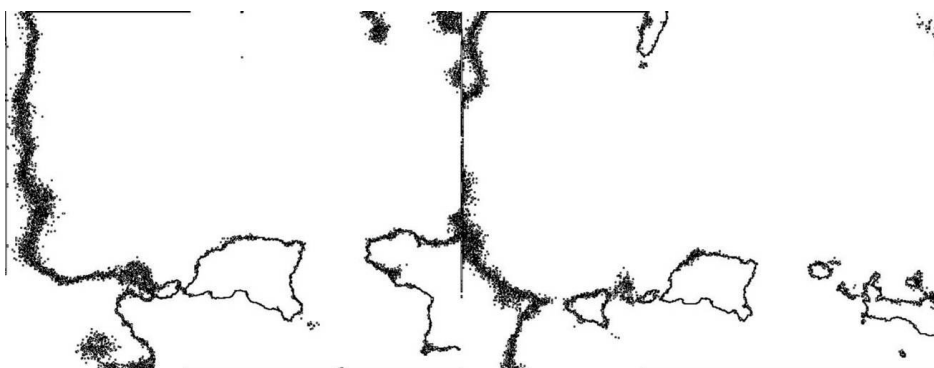
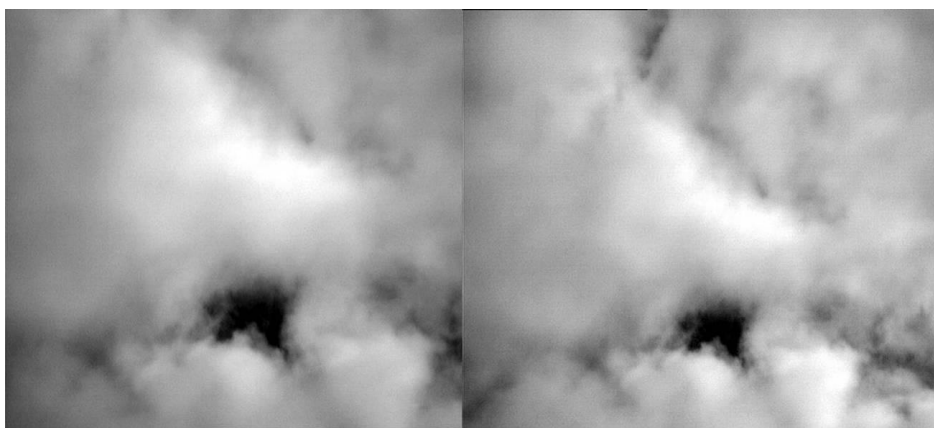


Получено положительное решение о выдаче патента на изобретение по Заявке № 2007116632/28 (018078) «Моностатический способ определения расстояния до объекта, его направления и скорости движения».

Способ является также пассивным и основан на анализе существующей зависимости между действительными размерами объекта, размерами его разномасштабных изображений, фокусными расстояниями оптических систем и дистанцией съемки. В качестве примера на рисунке приведен градуировочный график зависимости коэффициента подоби́я разномасштабных изображений объекта от расстояния до него при использовании телевизионных камер с объективами 12 и 16 мм.



Ниже приведен пример получения и обработки двух разномасштабных изображений фрагмента нижней облачности. Зная отношение фокусных расстояний оптических систем, задача определения высоты нижней границы облачности сводится к определению отношений масштабов изображений (или коэффициента подоби́я выбранных контуров).



Предлагаемый моностатический способ определения расстояния может с успехом применяться в мониторинге абсолютной высоты верхней границы леса, высоты отдельных деревьев, составляющих верхнюю границу леса, ширины экотона "лес-снег" размеров снежников (ледников). В общих чертах, эти задачи могут быть сведены к определению расстояния между выбранной точкой визирования (наблюдателем) и точкой привязки (объектом). Ниже приведен пример определения высоты верхней границы леса посредством определения угловых размеров отдельных деревьев и расстояний до них.

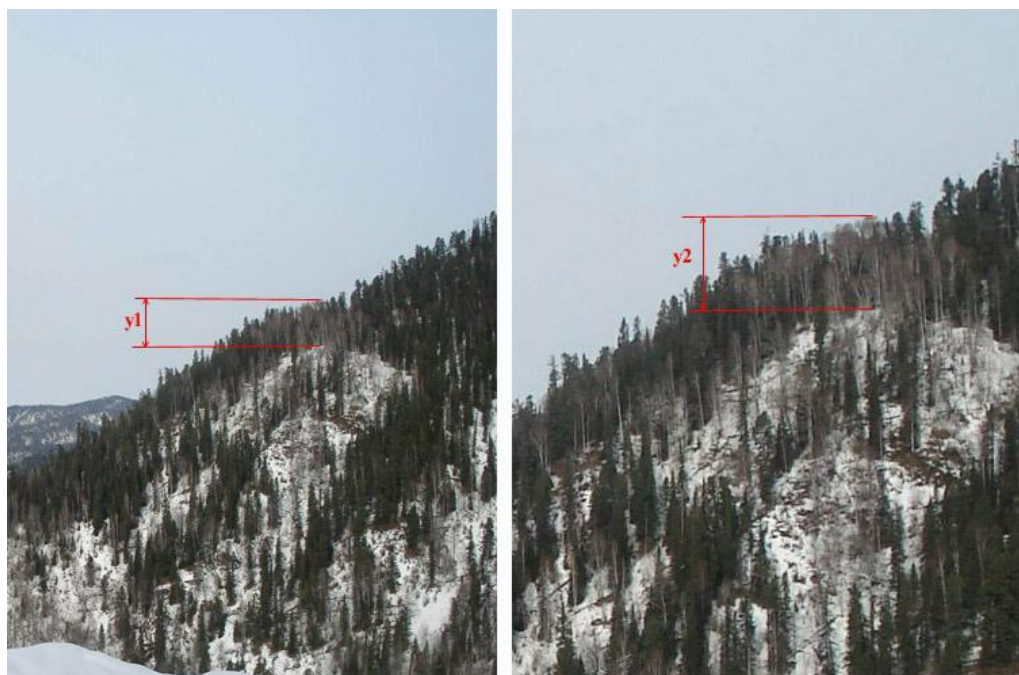


Рис 30. Определение высоты верхней границы леса посредством определения угловых размеров отдельных деревьев и расстояний до них

2. Разработка комплексной многопараметрической методики анализа эволюции климатических и экологических компонент геосистемы Сибири в голоцене на основе биомониторинга

Разработаны методические основы и геоинформационная технология построения модели болотообразовательного процесса на основе восстановления последовательности состояний болотной экосистемы по результатам системно-эволюционного анализа компонентов в срезах геологических профилей торфяной залежи по данным комплексного анализа образцов торфа.

Продолжено формирование комплексной базы данных на основе обработки результатов многолетних данных экспедиционных исследований стратиграфических колонок торфяных отложений на ключевых участках Большого Васюганского болота с пространственной привязкой информации к данным классифицированных космических снимков. Разработана геоинформационная модель многостадийного развития болотообразовательного процесса на северо-восточных отрогах БВБ и исследовано информационное содержание отдельных компонент. Осуществляется анализ результатов обработки материалов экспедиционных исследований на четырех ключевых участках Большого Васюганского болота, проведенных в 2002-2008 гг. Эти участки представляют различные провинции БВБ и в своей совокупности дают его полную характеристику. Формируется база данных физико-химических и биологических свойств торфа, полученных по стратиграфическим колонкам на ключевых участках различных типов лесоболотной системы Западной Сибири.

2.1. Анализ эволюции климатических и экологических компонент геосистемы Сибири в голоцене на основе биомониторинга

Направления биомониторинга:

1. Многокомпонентные исследования по стратиграфии торфяных отложений
2. Палинологические исследования озерных отложений
3. Дендрохронологические математические модели и изотопные исследования

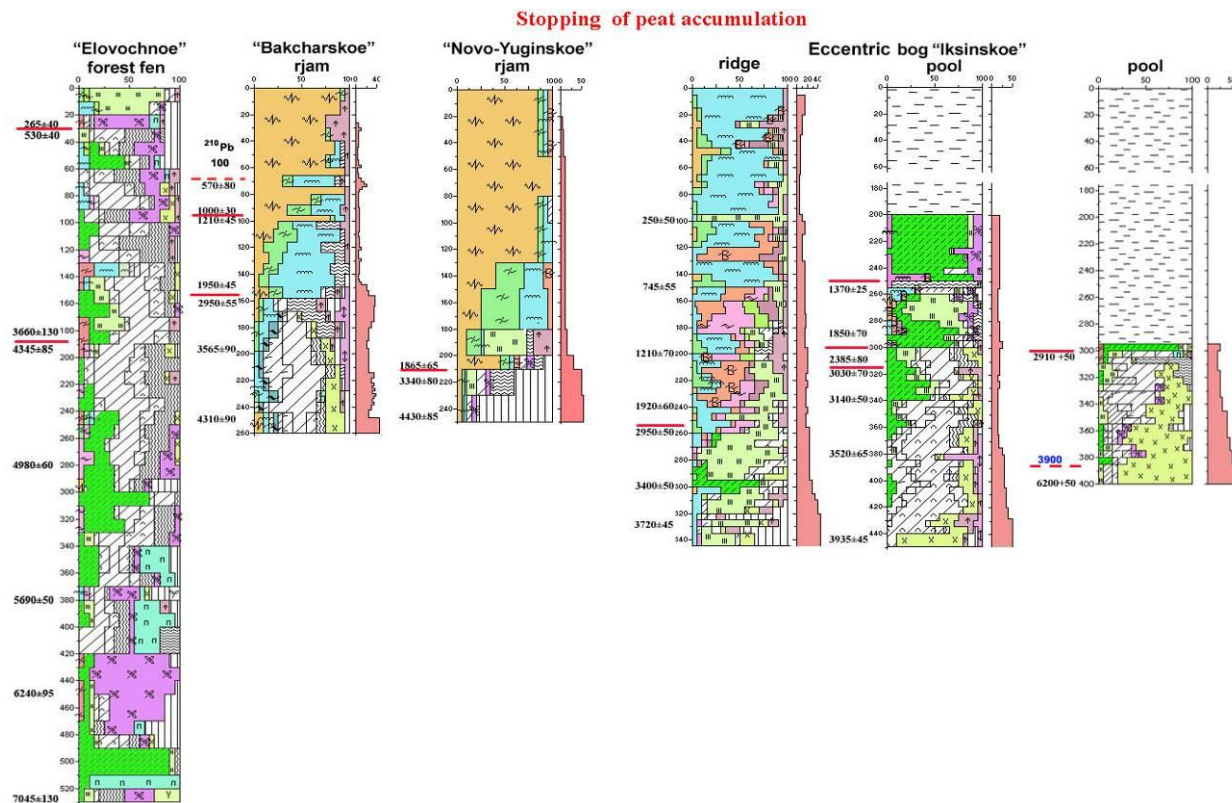


Рис 31. Многокомпонентные исследования по стратиграфии торфяных отложений.

Установлен пульсирующий характер заболачивания на протяжении всего периода формирования болот в голоцене, обусловленный влиянием преимущественно криогенных процессов, вызывающих заболачивание хорошо дренированных элементов микро- и мезорельефа минерального дна. Установлено значительное варьирование скорости вертикального прироста торфа в условиях континентального климата Западной Сибири в зависимости от местоположения на болотном массиве и строения минерального дна, определяющих степень дренированности экотопов. Так толщина однородного по ботаническому составу слоя торфа одного возраста может варьировать от 1,5 до 3,0 м. Следовательно, разработка модели роста болот для определения интерполяционный возраст торфяных отложений по их глубине в этих условиях невозможна.

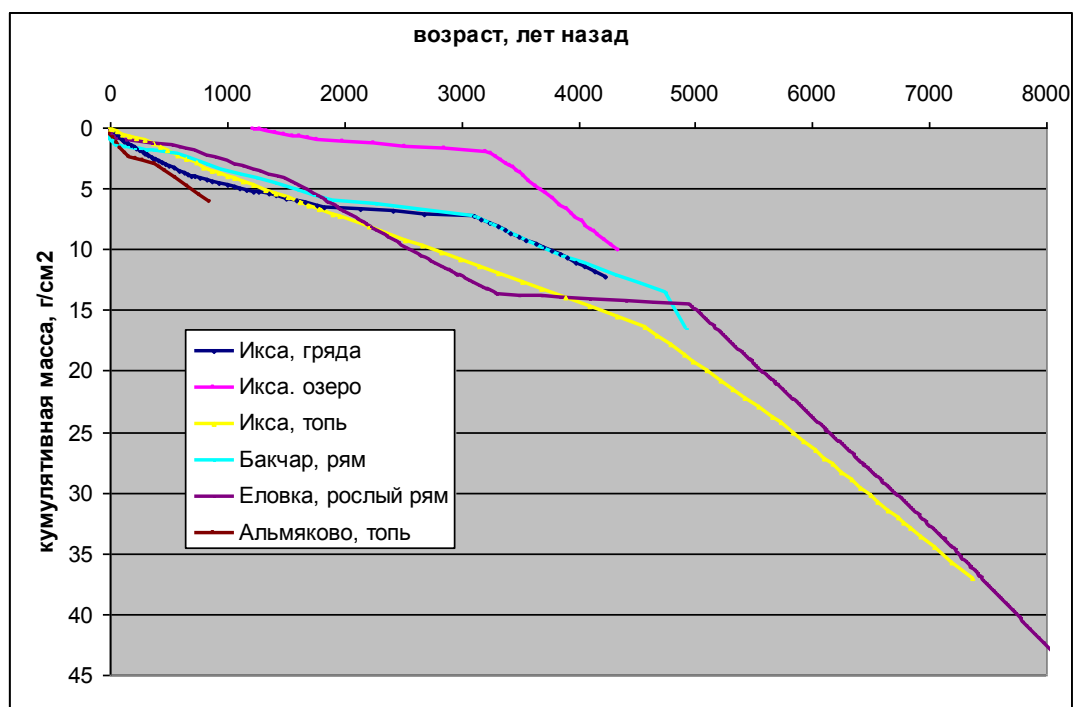


Рис 32. Зависимость кумулятивной массы торфяных отложений с возрастом.

На основе многокомпонентного анализа стратиграфических колонок торфяных отложений различных провинций Большого Васюганского болота разработана модель многостадийного развития болотообразовательного процесса в условиях континентального климата Западной Сибири, в основе которой лежит динамика торфонакопления.

Эта модель для каждого типа болота имеет выпуклую форму и плато и состоит из нескольких линий регрессии, значительно различающихся углами наклона. Сопоставительный анализ данных по аккумуляции торфов, их свойствам, реконструированным водным режимам и палеоклимату региона исследования, выявил, что выпуклая форма модели обусловлена климатогенным замедлением торфонакопления, а ее плато отражают его прекращения.

Из рисунка 32. видно, что плато различных разрезов синхронны и соответствуют периоду сухого похолодания голоцена около 3000 лет назад, что подтверждает климатическую обусловленность прекращения аккумуляции торфа. В тоже время установлено, что в периоды прогрессивного торфонакопления средняя скорость аккумуляции торфов, отложенных сходными растительными сообществами, имеет близкие значения. На кривых кумулятивная масса – возраст и толщина-возраст отрезки со сходными скоростями аккумуляции торфа имеют одинаковый угол наклона, и отрезки периодов непрерывного торфонакопления имеют классическую вогнутую форму как в классической модели роста болот Слуту (1984) для регионов с океаническим климатом.

Функциональные зависимости кумулятивной массы и толщина торфа от возраста отражают особенности природно-климатических условий и позволяют реконструировать климатические изменения (направленность, тенденции и тренды).

Получены коэффициентам уравнений регрессии для слоев, образованных разными видами торфа и установлены диагностические признаки и возраста важнейших палеостратиграфических рубежей (8000, 6500, 5100, 4700, 4300, 4100, 3600, 3000, 2400, 2100, 1950, 1350, 1000, 850, 520, 260, 150 лет назад РВ). Это позволяет определять интерполяционный возраст торфяных отложений болот на кривых **кумулятивная масса-глубина** торфа для разработки пространственно-временных моделей развития болотных массивов. Полученные данные по коэффициентам линий регрессии кривой кумулятивная масса – возраст

торфа позволяют также выявлять наличие перерывов торфонакопления по снижению этих коэффициентов.

2.2. Дендрохронологические математические модели и изотопные исследования. Парадигма глобальной составляющей изменений в природе.

Определение. Глобальная составляющая хронологий (процесса) есть предел оценки общих частей выборочных хронологий при увеличении их числа вследствие перехода на верхние уровни иерархии физико-географического районирования. При этом общая часть характеризуется общностью существенных признаков всех исследуемых хронологий на определенном уровне иерархии.

	DAV	IRK	OLC
DAV		0,36	0,48
IRK	0,66		0,25
OLC	0,79	0,64	
$\Delta E/E$	0,56	0,40	0,62

Алгоритм оценки глобальной составляющей реализован для тригонометрического базиса, в качестве существенного признака выбран знак коэффициента базисных функций, представляющих хронологии. При этом максимизируются их парные коэффициенты корреляции.

Апробация произведена для трех изотопных хронологий – $\delta^{18}\text{O}$ (IRK, DAV, OLC), полученных для деревьев из различных мест Прибайкалья за период с 1734 г. по 1998 г. В таблице: приведены коэффициенты корреляции исходных хронологий – справа от диагонали, общих частей – слева, внизу относительная дисперсия общих частей $\Delta E/E$.

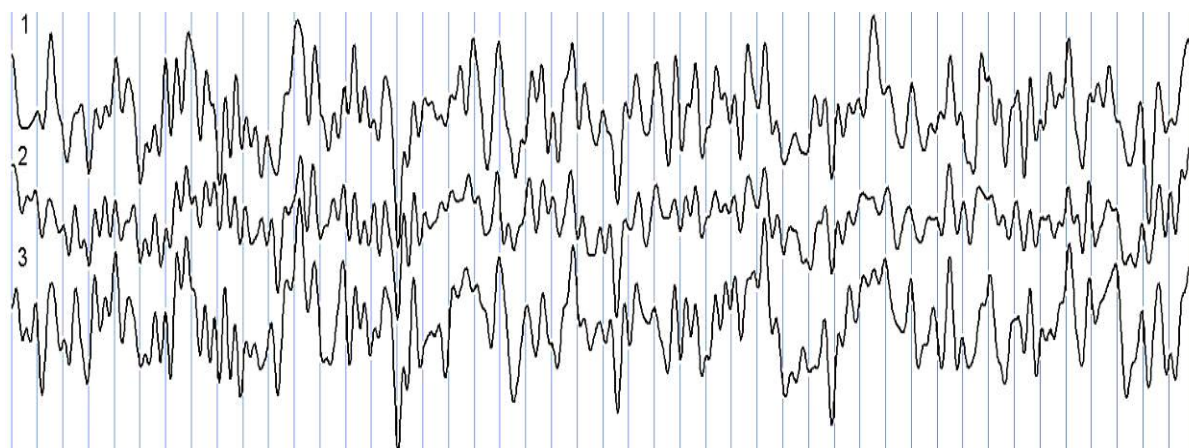


Рис 33. Реализации глобальных составляющих хронологий IRK (1), DAV (2), OLC (3) с 1734 по 1998 г.

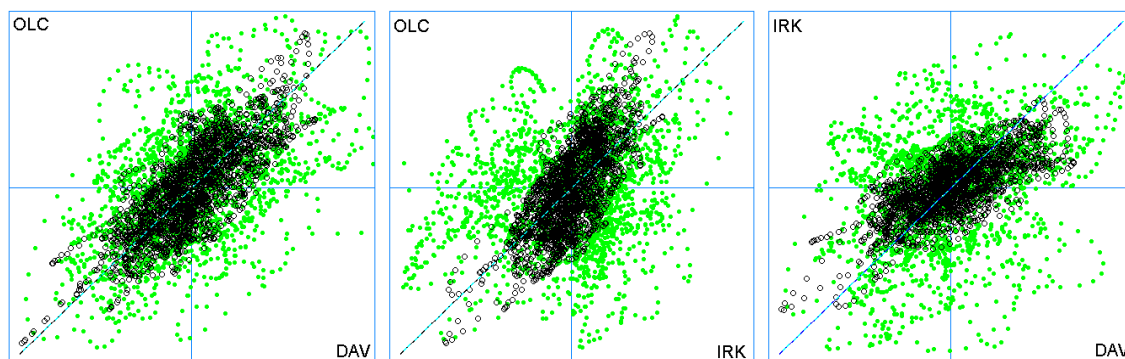


Рис 34. Диаграммы рассеяния: исходные хронологии - зеленые точки, общие части - черные.

При этом общая часть характеризуется общностью существенных признаков всех исследуемых хронологий на определенном уровне иерархии.

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

3. Разработка физической модели формирования естественного импульсного электромагнитного поля Земли и технологии мониторинга литосферных структур и аномальных процессов.

В ИМКЭС СО РАН ранее был разработан многоканальный геофизический программируемый регистратор «МГР-01», который занесен в Государственный реестр как средство измерения. «МГР-01» позволяет регистрировать сигналы двумя перпендикулярно ориентированными ферритовыми антеннами по двум независимым каналам электрической и магнитной компонент электромагнитного излучения в области очень низких частот (ОНЧ) (3.0 – 30 кГц) электромагнитного излучения.



Базовая аппаратная реализация регистратора используется для исследования в стационарных условиях. Но имеется и его полевой аналог для профильных измерений, который работает в автономном режиме на аккумуляторных батареях. Методика и вычислительные средства мониторинга литосферных структур и аномальных процессов основаны на использовании комплекса из нескольких станций МГР-01, часть из которых осуществляет регистрацию суточных вариаций естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) в ОНЧ диапазоне.

Рис 35. Регистратор «МГР-01»

3.1. 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.

Каждая геологическая структура обладает своей излучательной способностью. Так, например, геологические разломы отличаются от окружающего пространства повышенной интенсивностью сигнала на бортах разлома и некоторым снижением интенсивности в осевой зоне разлома, заполненной, как правило, глиной трения. Распределение импуль-

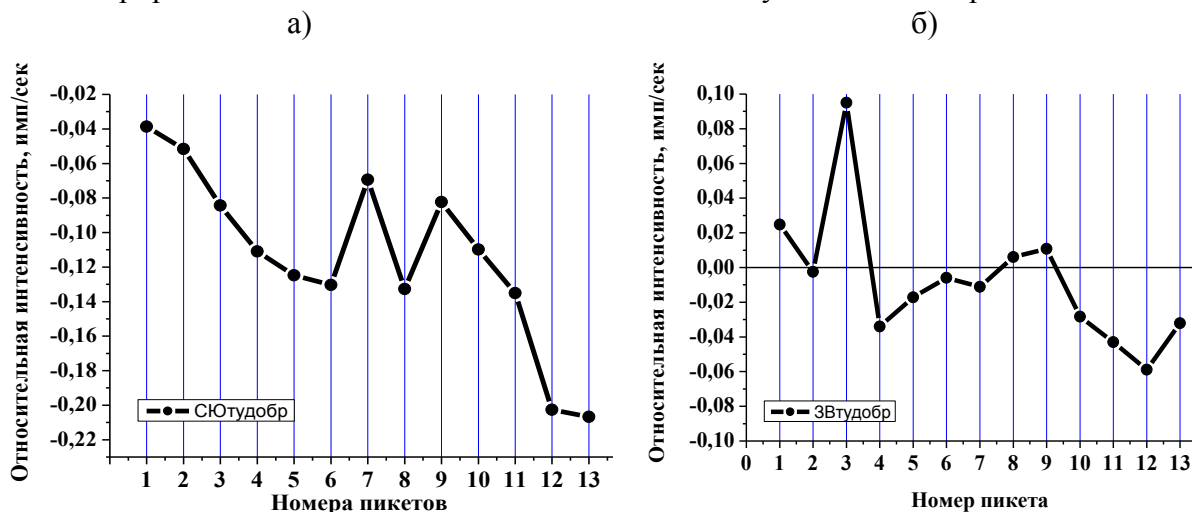
сов по амплитудам, регистрируемое в зоне разлома, имеет острый максимум, указывающий на то, что геологический разлом генерирует преимущественно импульсы с одной и той же определенной амплитудой сигнала. Ширина зоны с аномальными характеристиками электромагнитных полей при пересечении глубинных геологических разломов может достигать в поперечнике нескольких сотен метров. Мощные трансконтинентальные разломы создают аномальную зону шириной несколько километров и даже несколько десятков километров. Мелкие разрывные нарушения в земной коре или границы разнородных пород проявляются в виде пиков повышенной интенсивности сигнала в пределах нескольких метров или десятков метров. Для них также характерно преобладание импульсов с определенной амплитудой. Границы рудных тела и их территория могут выявляться в окружающем пространстве либо повышенными, либо пониженными значениями интенсивности сигнала.

Поскольку регистрируемый поток импульсов определяется пространственно-временными вариациями, то в случае выполнения геофизических работ для получения информации о строении земной коры из зарегистрированного сигнала должны быть удалены временные вариации полей и оставлены только пространственные вариации.

Как показали наши многолетние исследования, временные вариации ЕИЭМПЗ определяются суточными и годовыми ритмами движения земной коры. Эти ритмы имеют четкие суточные хода, зависящие от календарной даты и географических координат местности, ее геофизических особенностей. Поэтому настройка станции на оптимальную чувствительность осуществляется непосредственно в районе предстоящих полевых работ перед их началом. Для настройки используются специальные тарировочные зависимости, полученные нами на основе анализа наших многолетних исследований ЕИЭМПЗ в различных регионах Евразии

В ИМКЭС СО РАН разработан высокоточный программно-аппаратурный способ селекции временных и пространственных компонент естественного импульсного электромагнитного поля Земли, позволяющий одновременно с уменьшением необходимого объема регистрируемой информации повысить точность определения параметров интенсивности ЕИЭМПЗ. В настоящее время, это представляет реальную основу для разработки новой информационно-измерительной технологии мониторинга литосферных структур и её практического применения в качестве аппаратных средств для новых методов геофизической разведки и решения практических задач инженерной геологии.

Совместный анализ показаний как стационарных, так и профильных станций с использованием разработанных методик и вычислительных средств позволяет оценить состояние природно-климатической системы в данный текущий момент времени.



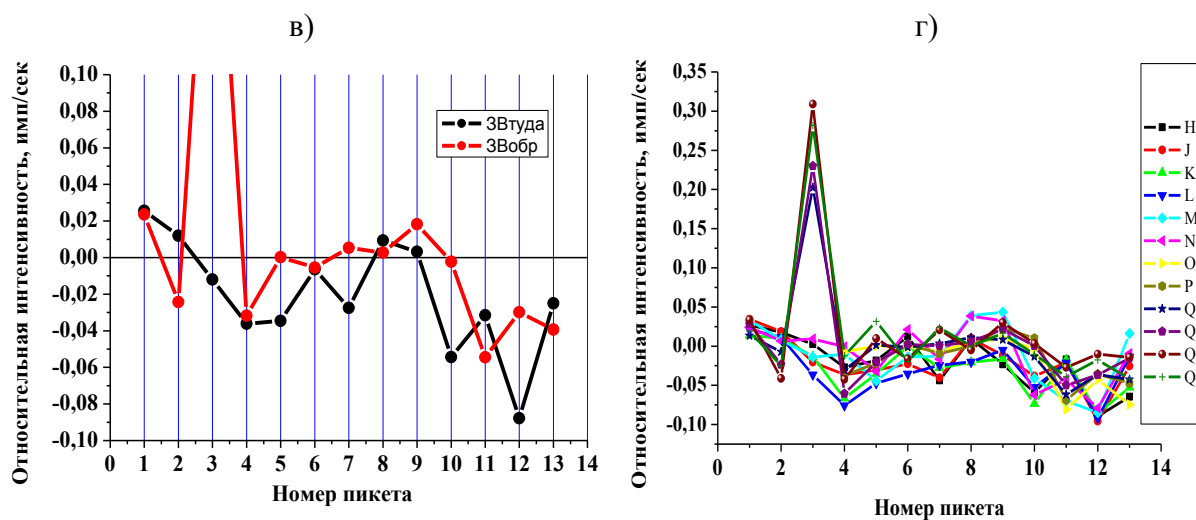


Рис. 36. Изменение низкочастотного радишума Земли вдоль профиля, пересекающего геологический разлом и зону повышенной грозопорождаемости

Приведем один из примеров применения разработанных в 2008 году методики и вычислительных средств для анализа состояний природно-климатических систем. В качестве модели ансамбля природно-климатической системы изучался левый берег реки Ушайки, вблизи г. Томска. Данная часть берега представляла из себя достаточно крутой спуск, с некоторым выполаживанием в центре контролируемой территории. Особенностью области выполаживания являлся участок леса с признаками повышенной грозопорождаемости. Многие деревья на этом участке профиля имели явно выраженные следы повреждения кроны и обугленные части коры деревьев. В то же время на соседних участках профиля следов ударов молнии не обнаруживалось. На рис. 36. показаны результаты применения разработанных средств и методов. Мы видим, что в момент измерений (16 сентября 2008 г.) на измеренном профиле хорошо заметно снижение уровня электромагнитных шумов Земли по мере приближения к осевой зоне геологического разлома как по каналу север-юг (рис. 36 а), так и по каналу запад-восток (рис. 36 б). Повышенный сигнал на третьем пикете профиля связан с техногенными помехами, создаваемыми проходящей здесь линией электропередачи.

Рис. 36 в показывает, что результаты измерений хорошо воспроизводятся как при движении по профилю в одном направлении, так и при возвращении в обратном направлении. Особенно наглядно воспроизводимость разработанных методик и вычислительных средств демонстрирует рис. 36 г, где на одном графике представлены 12 измерений одного и того же профиля с использованием различных станций МГР.

Из рис. 36 также хорошо выделяется и участок повышенной грозопорождаемости, находящийся между 5 и 10 пикетами данного профиля. Следовательно, путем мониторинга определенных природно-климатических объектов можно будет в дальнейшем решать важные научные задачи, связанные как с краткосрочными вариациями состояния таких объектов, так и следить за их многолетними длительными изменениями.

Таким образом, разработанные в 2008 году методики и вычислительные средства позволяют осуществлять анализ ансамблей состояния природно-климатических систем и реконструкции их изменений с высокой достоверностью.

В 2008 году нами были продолжены усилия на хоздоговорной основе с учреждениями Минприроды РФ по формированию региональной сети станций для исследования пространственно-временной и векторной структуры естественного импульсного электромагнитного поля Земли и мониторинга возможных сейсмических событий. На рис 37. показана реализованная к настоящему времени сеть станций «МГР-01».

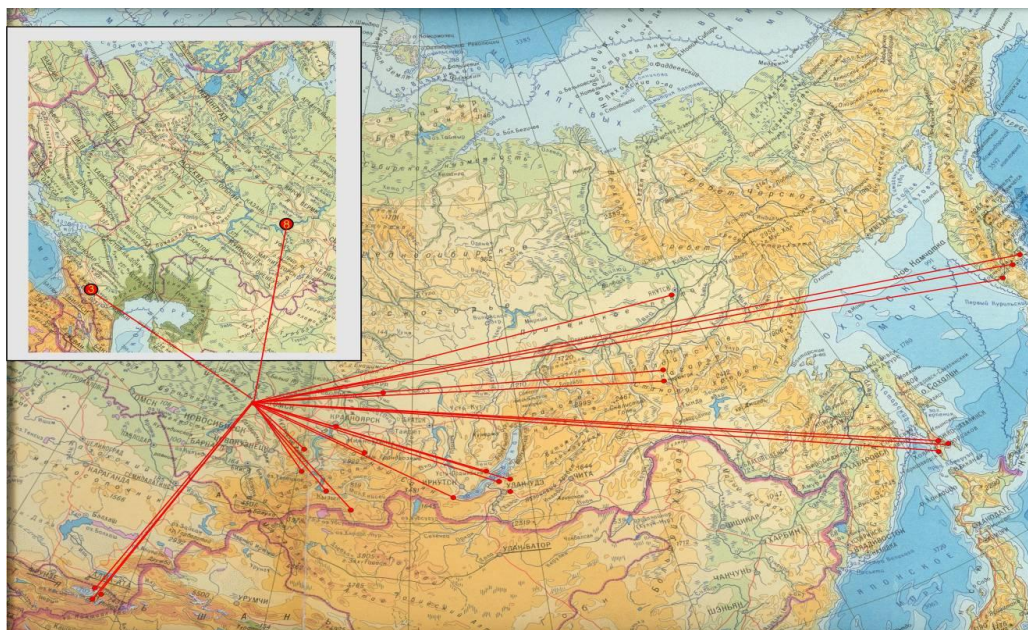


Рис 37. Размещение станций МГР-01 – апрель 2008.

3.2. Технологии мониторинга литосферных структур и аномальных процессов. Мониторинг напряженно-деформированного состояния горного массива и обнаружение оползневых явлений.

В 2008 году продолжены полевые испытания электромагнитного метода выделения геофизических структур и контроля геодинамических процессов по радиосуммам в ОНЧ диапазоне как основы информационно-измерительной технологии для мониторинга и прогноза оползневых рисков.

На первом этапе работ необходимо было провести площадные измерения интенсивности импульсного потока ЕТЭМПЗ с целью выбора мест с аномальными зонами, которые сопоставить с геодинамикой склона. Для решения поставленной задачи были проведены комплексные исследования на территории оползня в 2007 – 2008 годах с выделением зон опасных с точки зрения геодинамики. По результатам полевых маршрутных измерений регистраторами «МГР-01» в 2006 и 2007 годах на переходе магистрального газопровода через р. Кама (рис. 38.) была проведена оценка и составлена схема существующего пространственного распределения напряженно-деформированного состояния территории прилегающей к береговой линии реки (рис. 38. – 39.).



Рис 38. Переход магистрального газопровода через р. Кама, Удмуртия.



Рис 39. Полевой вариант станции «МГР-01» и бункер для её размещения.

С учетом этой информации на указанной территории перехода были установлены в специально подготовленных и оборудованных бункерах (рис. 39.) 8 стационарных станций. Их пространственное распределение показано на рис. 38., а на рис. 40 а показано обоснование выбора для размещения станций в связи с уровнем существующего на речном склоне распределения напряженно-деформированного состояния. При этом, одна из станций с обозначением 4г находится вне исследуемой зоны и является реперной станцией.

В течение 2008 года проводились натурные испытания, опытная эксплуатация сформированной станции и обработка показаний сети 8 стационарных станций, работающих в необслуживаемом режиме с накоплением и долговременным хранением информацией и с передачей данных через модем по Интернету. Наряду с этим, в летне-осенний период 2008 года были проведены новые площадные измерения напряженно-деформированного состояния оползневой зоны, выполненные по представленной выше методике, имеющие вид аналогичный представленным на рис. 40 и 41, но обладающими рядом особенностей, связанных с тем, что оползневые процессы на склоне продолжаются. Также проводились маршрутные измерения по специально подготовленным профилям, которые начинались от береговой линии, далее поднимались по оползневому склону параллельно ниткам газопровода и выходили на поле за пределы оползневой зоны.

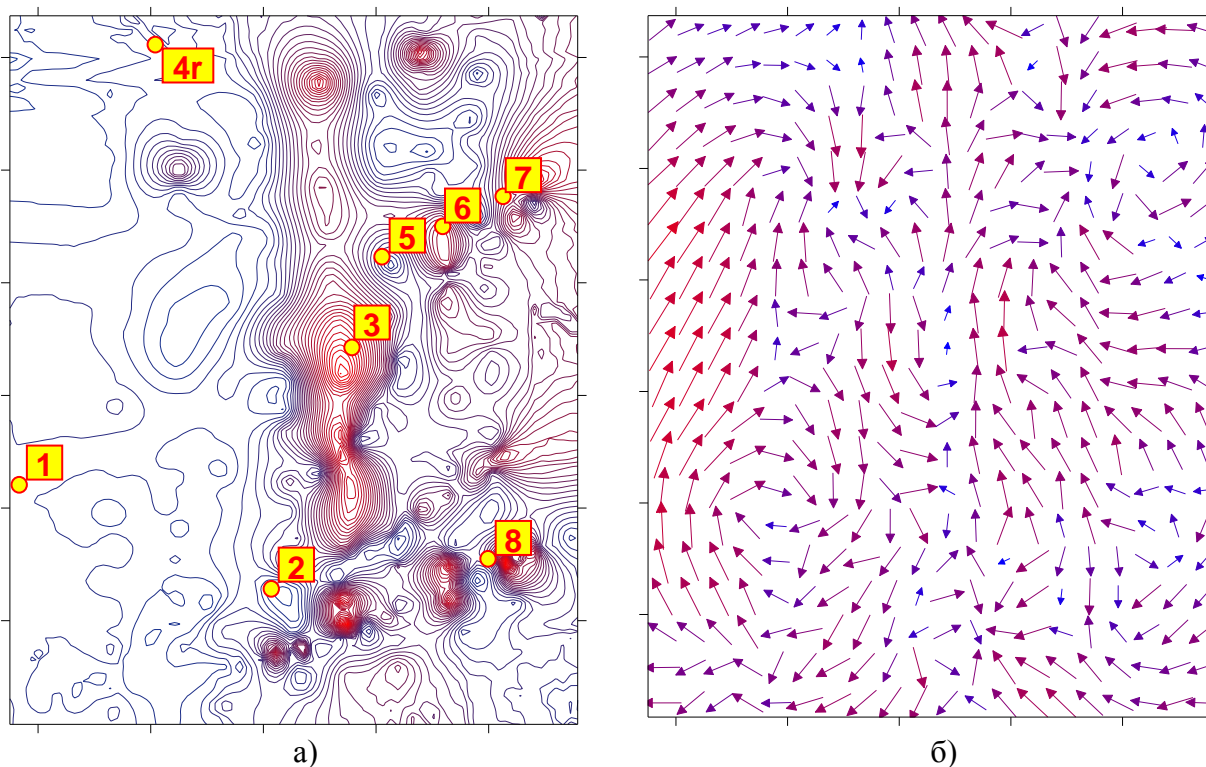


Рис. 40. Оценка напряженно-деформированного состояния территории станциями «МГР-01»

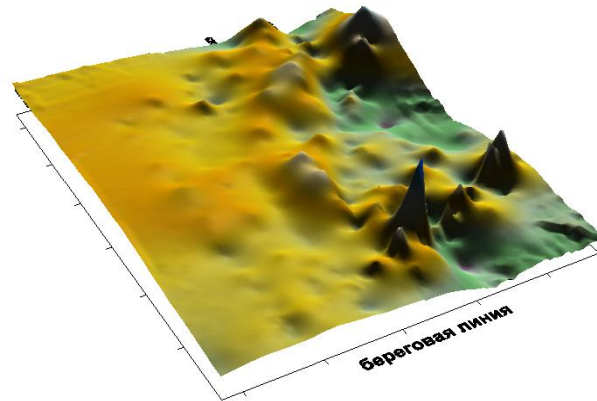


Рис 41. Напряжения растяжения представлены в относительных единицах в виде «возвышенностей», а напряжения сжатия в виде «впадин».

Рассмотрим вопросы выделения пространственных вариаций напряженно-деформированного состояния грунтов в районе работ на примерах таких профилей (2 и 2А), где на стадиях обработки результатов измерений сделано удаление временных вариаций полей из показаний профильных станций.

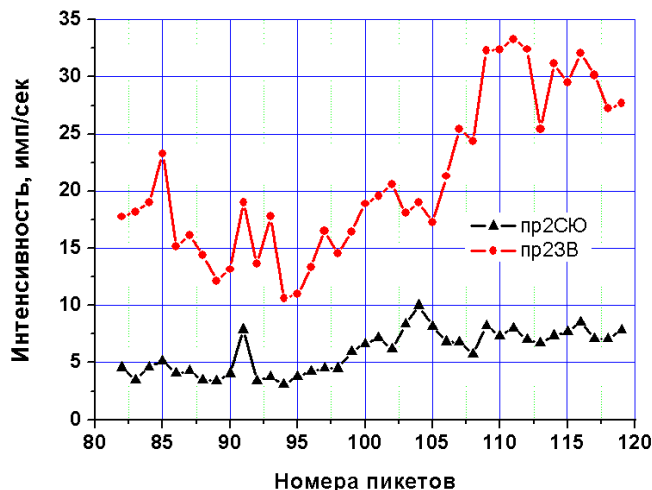


Рис. 42. Пространственно-временные вариации полей по профилю №2

На рис. 42. показаны вариации ЕИЭМПЗ, зарегистрированные маршрутной станцией по профилю №2. Так же как и по другим профилям, интенсивность сигнала, принимаемого в направлении З-В значительно превышала интенсивность сигнала, регистрируемого по направлению С-Ю.

Здесь на рисунке показаны пространственно-временные вариации. В этих вариациях значительную долю, как и в предыдущих случаях, могут составлять чисто временные внутрисуточные вариации и лишь небольшую долю пространственные вариации, непосредственно связанные с НДС оползня. Для проверки этого предположения нанесем на одном графике, как показания маршрутной станции, так и показания реперной станции, которая в момент измерений находилась неподвижно за пределами тела оползня. Результаты синхронных измерений маршрутной и реперной станций показаны на рис. 43. Показания маршрутной станции по профилю №2 на рис. 43. обозначены буквами «пр2», а реперной станции, находящейся вне оползня буквами «реп».

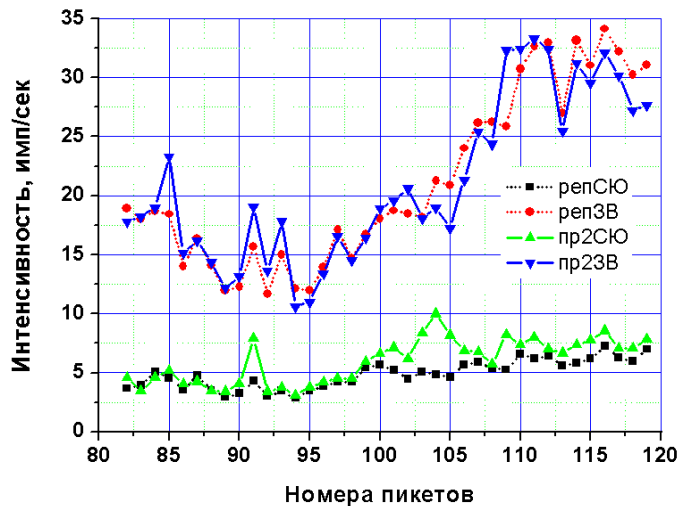


Рис 43. Пространственно-временные вариации полей по профилю № 2 и временные вариации полей, зарегистрированные неподвижной (реперной) станцией

Действительно, почти точное совпадение показаний маршрутной и реперной станций указывает на то, что не менее 90% регистрируемых импульсов не имеют непосредственного отношения к данному участку территории и не отражают его напряженно-деформированное состояние. Вероятнее всего, что эти импульсы возникают за пределами территории и регистрируются всеми станциями одновременно. Удалим такие (в данной задаче «помеховые») импульсы путем сравнения показаний реперной и маршрутной станции.

Результаты выделения пространственных вариаций ЕИЭМПЗ по профилю № 2 представлены на рис. 44. Мы видим, что после удаления временных вариаций результаты профильных измерений изменились кардинальным образом. Теперь повышенная интенсивность ЕИЭМПЗ наблюдается не в конце профиля, как могло показаться по результатам рис. 43, а в районе пикетов №91, №100-105 и №109.

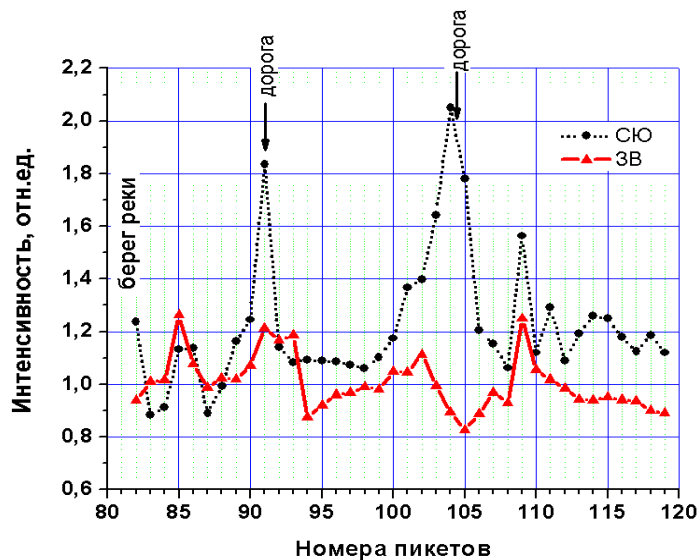


Рис. 44. Пространственные вариации полей вдоль профиля № 2, полученные путем удаления временных вариаций

Сделанные выводы хорошо подтверждаются измерениями, выполненными по профилю №2А, который проходил параллельно профилю №2 на удалении 50 метров (южнее) от профиля №2 (рис. 45, рис. 46).

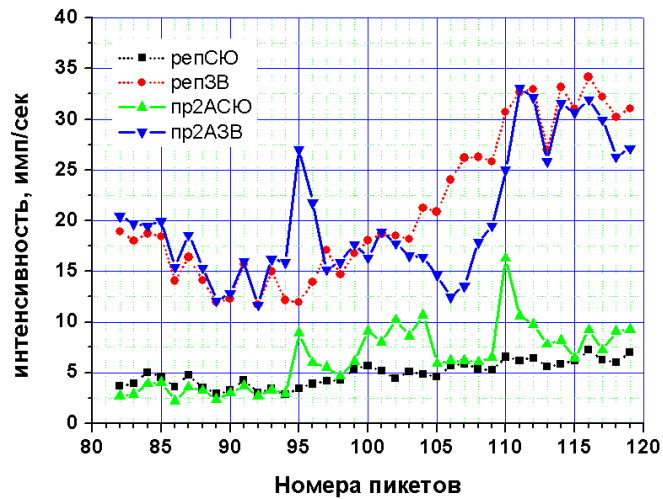


Рис. 45. Пространственно-временные вариации полей по профилю №2А и временные вариации полей, зарегистрированные неподвижной станцией

Мы видим, что и по профилю №2А, повышенная активность оползня приурочена приблизительно к тем же самым участкам берегового склона.

Хорошую воспроизводимость результатов измерений подтверждают данные, полученные по профилю №4 (рис. 46). Профиль проходил между 9 и 8 нитками газопровода и заканчивался на берегу реки на 197 пикете. Для проверки воспроизводимости результатов измерения по данному профилю производились одновременно двумя станциями (станцией 2 и станцией 4).

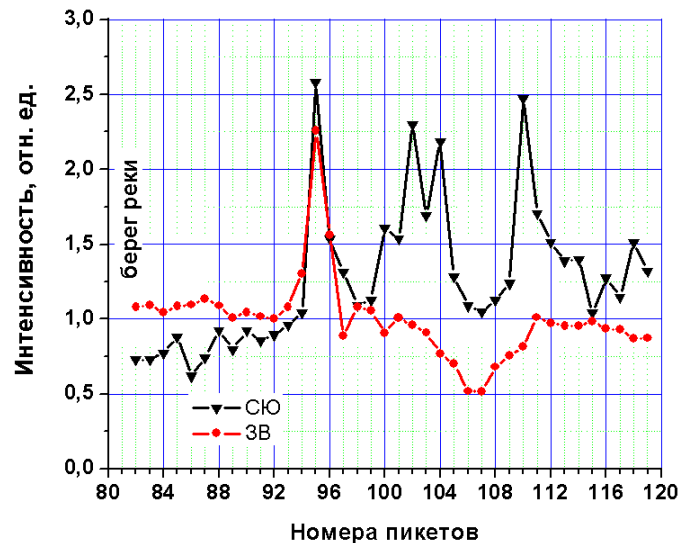


Рис. 46. Пространственные вариации полей вдоль профиля № 2А, полученные путем удаления временных вариаций

Реперная станция при этих измерениях, так же как и ранее располагалась на неоползневом участке территории вблизи пикета №114.

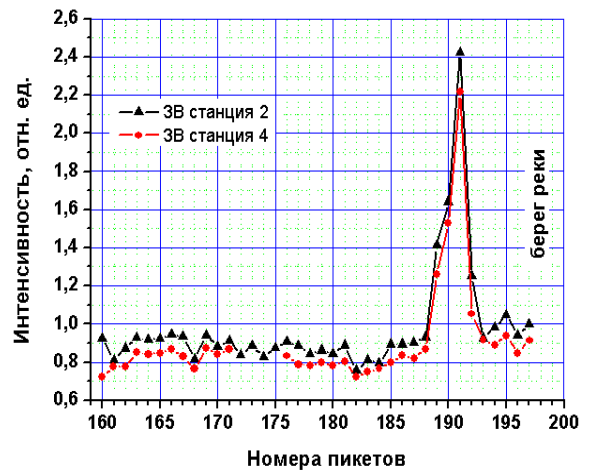
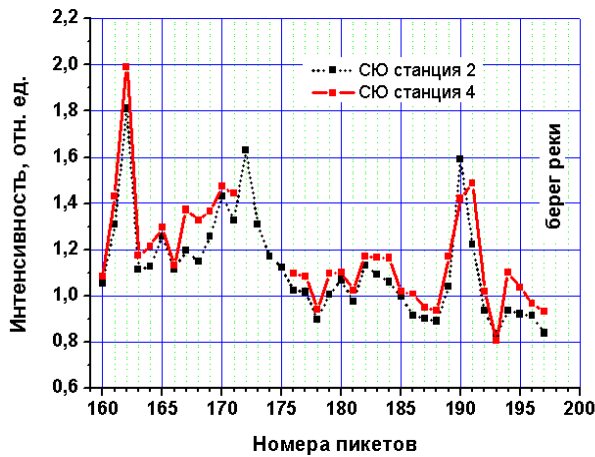


Рис. 47. Относительные изменения интенсивности сигнала вдоль профиля №4. Синхронные измерения двумя станциями

На рис. 47 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 запад – восток, так и по каналу север-юг. Аномалия ЕИЭМПЗ четко регистрируется и хорошо воспроизводится обеими станциями и обоим направлениям приема сигнала.

При измерениях по профилю №5, который начинался от берега реки и поднимался по склону между первой и второй нитками газопровода, наряду с оценкой НДС южной части оползня решалась и задача оценки временной устойчивости выявляемых аномалий. Замеры на одном и том же пикете профиля производились двумя различными станциями, причем замеры выполнялись не одновременно, а с интервалом в 20 минут. Это позволяло не только оценить качество измерений и воспроизводимость результатов, но и проверить существование аномалий через некоторый интервал времени. На профиле №6 мы уже убедились, что пространственные вариации НДС хорошо воспроизводятся с интервалом 6-10 минут. В данном эксперименте повторные замеры с использованием станции №2 выполнены через 20 минут после измерения станцией №4. Результаты измерений НДС южной части магистрального газопровода представлены на рис. 48.

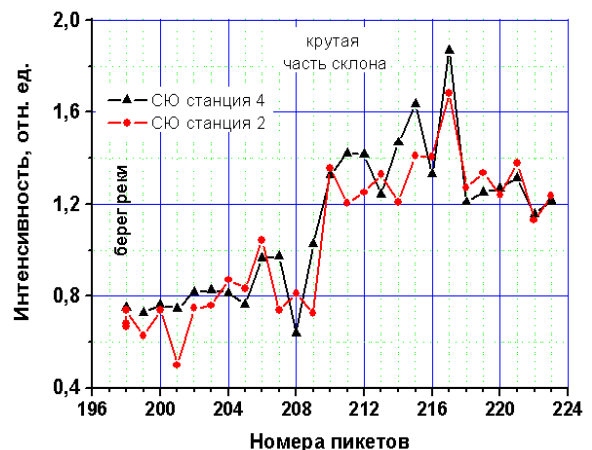
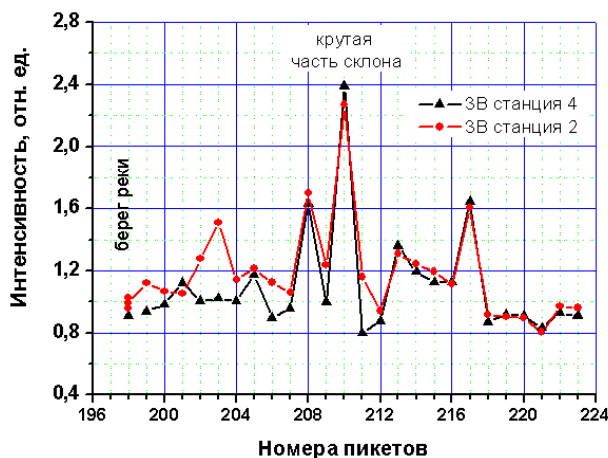


Рис. 48. Вариации интенсивности электромагнитных импульсов вдоль профиля №5. Измерения станцией 2 проводятся через 20 минут после измерения станцией 4

Мы видим, что и после удаления временной компоненты ЕИЭМПЗ сохраняется высокая сходимость результатов, зарегистрированных различными станциями. Наиболь-

шая активность оползня регистрируется на наиболее крутой части берегового склона. Пространственные вариации достаточно стабильны и сохраняются с течением времени. Во всяком случае, через 20 минут картина пространственных вариаций ЕИЭМПЗ практически не изменяется и сохраняется в пределах некоторого разброса точек. Однако такая временная стабильность, вероятнее всего, не является постоянной. Она, может нарушаться под действием, как внутренних геодинамических процессов «жизни» оползня, так и под действием внешних факторов: сезонного изменения обводненности почвы, таяния снега, длительных атмосферных осадков, техногенных воздействий и др. Для ответа на эти вопросы необходимы более длительные режимные наблюдения, которые планируется осуществить в будущем.

Однако частично ответы о временной стабильности НДС тела оползня удалось получить уже в этих экспериментах.

В разработанном нами способе пространственных измерений параметров естественного импульсного электромагнитного поля Земли, реализованном в многоканальном геофизическом регистраторе «МГР-01», используется специальная очистка сигнала от шумов природного и техногенного происхождения. Сортировка импульсов по территориальному происхождению и удаление шумовой составляющей полей осуществляется несколькими способами, как на стадии регистрации, так и на стадии статистической обработки полученных результатов:

- использованием дифференциального метода регистрации сигналов, системой разнесенных в пространстве реперных и маршрутных станций измерения;
- способом расположения и ориентацией приемников поля;
- настройкой станций на оптимальную чувствительность;
- усилением и фильтрацией сигнала в оптимальном диапазоне частот;
- удалением шумовых составляющих полей, создаваемых техногенными источниками и природными процессами, на стадии обработки полученной информации.

Для статистической обработки информации разработан и создан дружественный интерфейс, позволяющий оперативно получать результаты маршрутных измерений. Суть исследований пространственных вариаций ЕИЭМПЗ, заключается в том, что ведется сравнение параметров сигнала, полученного с маршрутной станции и станций, работающих в режиме мониторинга, расположенных в местах с известной геологией (репер). Причем реперных станций может быть несколько. Программное обеспечение позволяет в автоматическом режиме выбрать те отрезки времени, когда работала маршрутная станция и показать результаты измерений реперных станций в то же время. Алгоритм сравнительного анализа выбирается оператором, а результаты обработки позволяют представить их в виде двумерной карты с привязкой к географическим координатам.

В заключении следует отметить, что создание данного программно-аппаратного комплекса позволяет в несколько раз увеличить производительность проведения полевых измерений, исключить субъективные ошибки в работе оператора, а следовательно повысить достоверность получаемых результатов.

Первое аномальное проявление в интенсивности импульсного потока было зарегистрировано 27-29 февраля в районе станции Т8 между 8 и 9 нитками газопровода в нижней части оползня, что совпало по времени с началом паводкового периода. Эти проявления продолжались аperiodически длительностью от нескольких часов до суток в период с 1 по 20 апреля 2008 года.

Начиная с 18 мая 2008 года, все станции регистрируют фоновый сигнал, характерный для весенне-летнего периода и мы, с большой долей вероятности, считаем, что какой либо геодинамики ожидать не следует.

На рис. 49 приведены результаты мониторинга НДС грунта в 1 декаде июня 2008 года, без какой либо обработки реального сигнала со станций. Анализ можно провести самостоятельно.

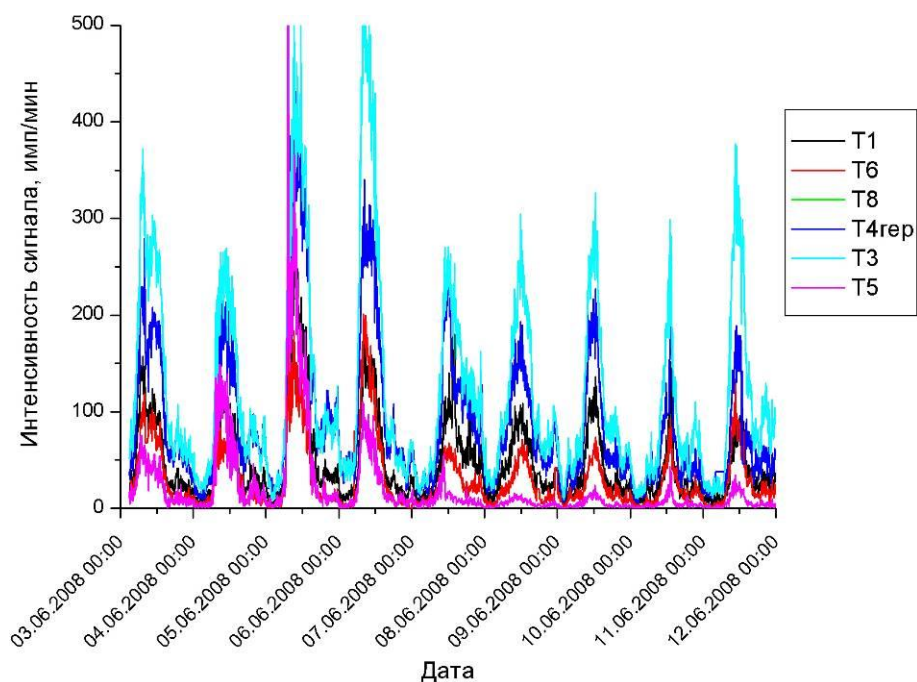


Рис. 49. Временная структура сигнала, регистрируемого совокупностью стационарных станций сети мониторинга НДС грунта с 03.06 по 12.06.2008 года.

Принцип анализа заключается в том, что надо смотреть сигнал с каждой станции относительно реперной (цвет линии – синий). Если сигнал анализируемой станции превышает сигнал реперной станции, то это свидетельствует о возникновении механических напряжений - растяжения. В случае понижения сигнала относительно реперной станции, означает возникновения сжатия. Из рис. 49 видно, что 3 июня в районе станции T3 возникли напряжения растяжения, а T5 сжатие. 4-5 июня сигналы сблизались и процессы геодинамики, по-видимому, прекратились. Самые большие напряжения наблюдались 6 июня. 7-8 июня напряжения растяжения (T3) прекратились, а вот сжатие (T5) продолжалось до 15 июля, причем сжатие на наш взгляд довольно значительное, даже не просматривается суточный ход (послеполуденный максимум в 12 часов). Такое поведение временных вариаций является главным критерием прогноза геодинамических процессов при прогнозе землетрясений. На наш взгляд 7 – 11 июня, существовали значительные напряжения сжатия между нитками №6 и 7, далее к нитке №9 напряжения убывали (T6).

Начиная с 12 июня (рис. 50), наблюдается общее увеличение интенсивности импульсного потока по всем станциям, которое, по-видимому, связано с приливными деформациями земной коры. Резкое повышение интенсивности 13 июня определено региональными процессами, может быть даже атмосферными явлениями (грозовая активность и пр.). А 14 - 15 июня отчетливо проявляется суточные вариации импульсного потока на всех станциях, что свидетельствует о снижении геодинамических процессов на склоне, однако в районе станции T3 (между нитками №5-6) наблюдается зона растяжения, а у станции T5 (нитки №6-7) – зона сжатия.

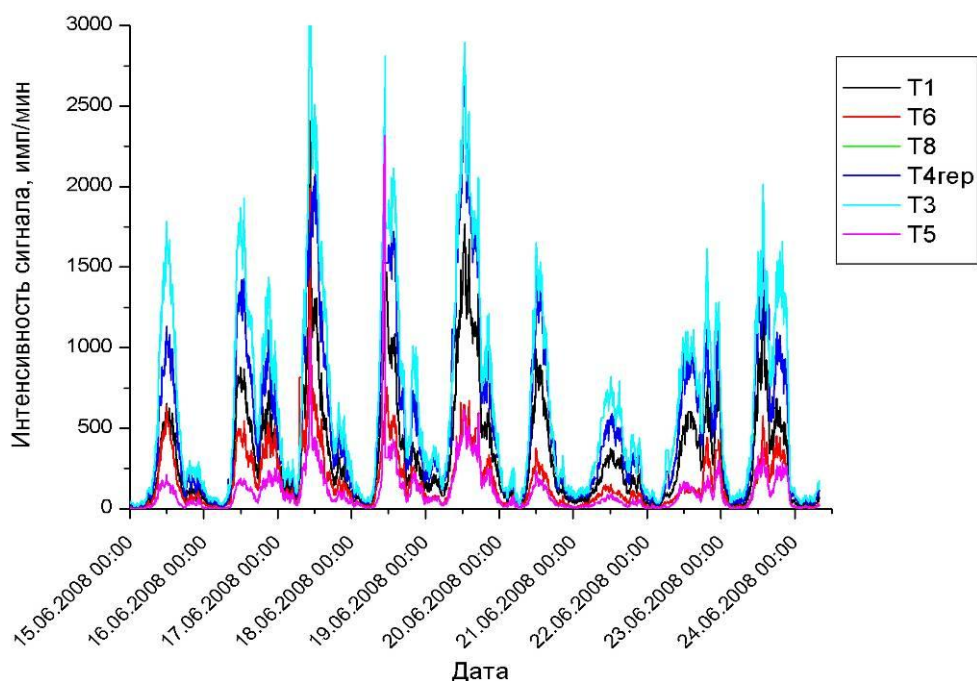


Рис. 50. Временная структура сигнала, регистрируемого совокупностью стационарных станций сети мониторинга НДС грунта с 15.06. по 24.06. 2008 года.

В районе станции T3 сигнал сравним с сигналом реперной станции (T4реп), что свидетельствует о прекращении растягивающих напряжений и сползания массива в сторону ложбины к нитке №6. Релаксация напряжений сжатия в районе станции T5 (между нитками №6 - №7) происходит за счет смещения напряжений в сторону станции T6 (между нитками №7 и №8).

Следовательно, геодинамика на оползневом склоне сместилась в северо-восточную часть, что и подтвердилось площадными измерениями в июле месяце 2008 года, всеми радиоволновыми методами и методами инженерной геофизики.

Как по результатам 2007 года, так и по завершённым измерениям 2008 года наиболее активные оползневые процессы наблюдаются в районе расположения 8 и 9 ниток. В центральной части газопровода (7, 6 и 5 нитки) в зону растяжения (на рисунке обозначена красным цветом) вовлечена значительная площадь примыкающего к склону плато. В оползневые процессы втянуты участки, удаленные от склона на несколько десятков метров. По этим же ниткам повышенные значения напряжений регистрируются и вблизи береговой линии. В соответствии с результатами выполненных площадных измерений, нами рекомендовано увеличить число станций наблюдений в режиме мониторинга на участках от 6 до 8 ниток газопровода. Желательно установить станцию и в районе между 5-6 нитками у береговой линии. Предложенная схема расположения новых станций обеспечит контроль большинства выявленных активных зон, представляющих повышенную опасность, с точки зрения геодинамики, для ниток газопровода.

Следует отметить, что к местоположению, выбранному для реперной станции, начинает подступать активная зона оползня, поэтому при дальнейшем наращивании сети станций наблюдения в последующие годы желательно предусмотреть установку дополнительной реперной (автономной) станции, местоположение которой перенести дальше от берегового склона. Такое решение позволит более точно определять геодинамику оползневого склона в целом.

Таким образом, выполненные в этом направлении исследования показали принципиальную возможность предложенного способа и аппаратуры не только для оценки величины, знака и направления механических напряжений в грунтах на оползневых склонах, но и возможность мониторинга развития напряженно-деформированного состояния территории, контроля активности оползневых процессов в масштабе реального времени.

Многokратной проверкой с применением повторных измерений через некоторый промежуток времени, синхронными измерениями несколькими станциями, сравнением полученных результатов с традиционными методами контроля оползневых процессов показано, что правильное применение методов ЕИЭМПЗ дает высокоточные, хорошо воспроизводимые результаты, отражающие активность геодинамических склоновых процессов с высокой достоверностью.

Модифицирован многоканальный геофизический регистратор «МГР-01», позволяющий проводить площадные измерения вариаций ЕИЭМПЗ, что создает возможность использования его для отработки новых геофизических методов оценки НДС горных массивов.

Показано, что использование системы разнесенных в пространстве регистраторов радиошума совместно с ГИС-технологиями обеспечивают выделение геофизических структур и контроль за геодинамическими процессами как в приповерхностных слоях земной коры, так и на глубинах, недоступных другим методам геофизической разведки и геомониторинга.

Проект 7.10.1.3. Исследование экосистемных изменений в Сибири и связанных с ними рисков природопользования (научные руководители: д.г.н. А. В. Поздняков, д.г.н. А. Г. Дюкарев).

1. Изменения структуры и динамики современных экзогенных процессов, связанных с потеплением климата.

Впервые для горной территории юго-восточной Сибири разработана геоинформационная система (КОНГЕО ПРО) для сбора, систематизации, хранения, обработки, оценки, отображения и распространения пространственно координированных данных о динамике экзогенных процессов, процессов рельефообразования и природных комплексов, обусловливаемых изменениями климатических параметров.

В качестве программного обеспечения ГИС «КОНГЕО ПРО» был выбран программный продукт фирмы Petmar Trilobite Breeding Ranch®: Microdem/TerraBaseII V10.0, использующий новейшие версии операционных систем и передовые достижения компьютерной индустрии (рис. 51).

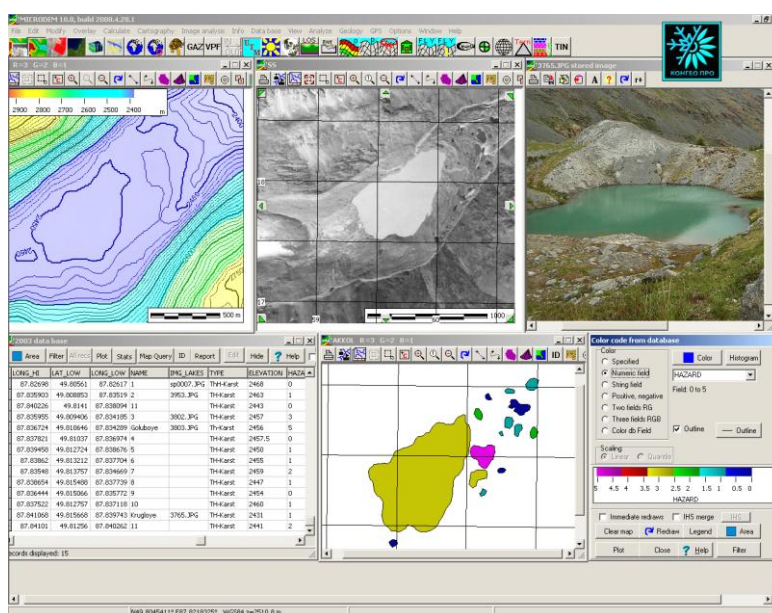


Рис. 51. Программный интерфейс геоинформационной системы «КОНГЕО ПРО» с тематическим проектом «Прорывоопасные озера бассейна Аккола».

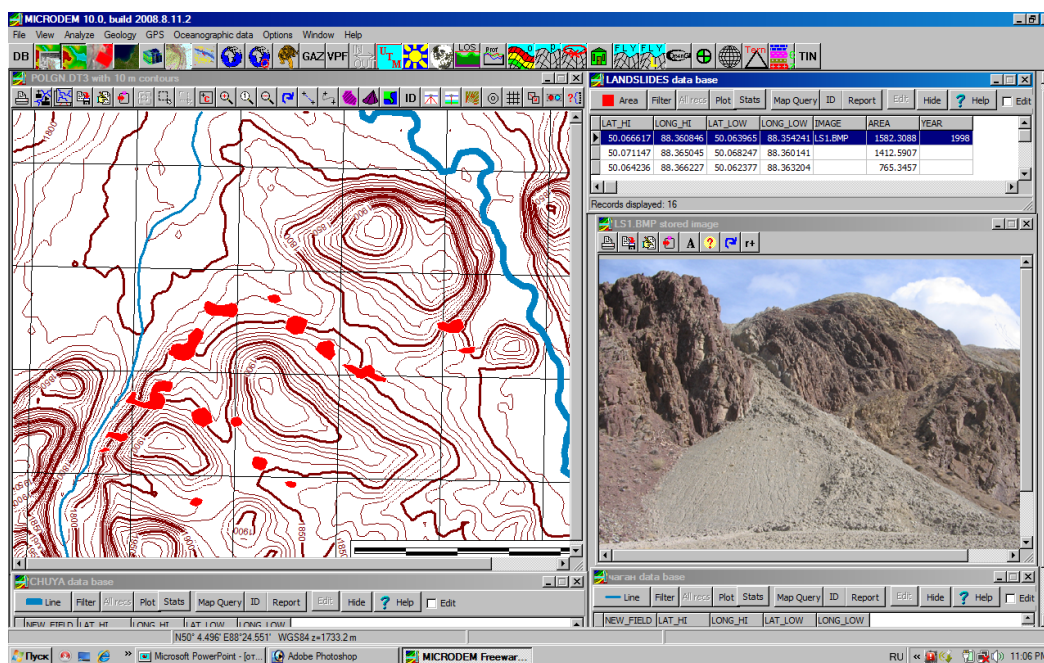
В состав геоинформационной системы входят: банк данных (система баз данных), программно-аппаратный комплекс, средства создания оперативных материалов для разработки прогнозов.

Банк данных является информационной основой ГИС «КОНГЕО ПРО» и обеспечивает выполнение основных функций системы: регистрацию, обработку, хранение, обновление и выдачу в заданной форме оперативных и архивных данных комплексного мониторинга. Созданный банк данных ГИС состоит из картографической базы данных, состоящей из совокупности цифровых векторных карт: слоев топографической основы масштаба 1:25000, карты четвертичных отложений (1:50000) геологической карты (1:500000), карты криогенного районирования (1:500000); тематических баз данных в формате DBASE, материалов дистанционного зондирования. Фактологические данные в ГИС представлены совокупностью отдельных тематических баз данных, атрибутивных таблиц цифровых слоев, справочников и классификаторов. Все фактологические данные представлены в системе в виде файлов формата DBASE. Этот формат является наиболее употребительным для использования в ГИС. Структура тематических баз данных построена по

реляционному типу. В банк данных ГИС включены цифровые изображения, полученные со спутников Landsat 4-5 MSS, Landsat 7 TM, Landsat 7 ETM+, Meris, IKONOS 2.

Наличие цифровой топографической основы позволило привести к единой системе координат цифровые тематические карты и материалы дистанционного зондирования. В качестве цифровой модели рельефа используются сшитые планшеты SRTM матриц третьего поколения и DTED level 3. С помощью модуля MD Calculate по цифровой модели рельефа были построены различные грид-темы, отражающие уклон рельефа, экспозиции склонов и т.п (рис. 52).

Рис. 52. Геоинформационный анализ результатов наблюдений за процессами криогенного оползания



Пояснительная записка

Концепция разработки



геоинформационной системы «КОНГЕО ПРО»

Под региональной геоинформационной системой «КОНГЕО ПРО» (Климато-Обусловленные Новейшие ГЕОморфологические ПРОцессы) понимается компьютеризированная система сбора, систематизации, хранения, обработки, оценки, отображения и распространения пространственно-координированных данных о состоянии природных комплексов, а также интерпретации и анализа этих данных для эффективного использования при решении широкого спектра научных и прикладных задач, связанных с исследованиями влияния климата на ход экзогенных геоморфологических процессов.

Целями создания ГИС являются:

- Создание информационной базы, сочетающей цифровые и картографические характеристики природных комплексов, их состояния и динамики;
- оперативный доступ исследователей к информационным базам с целью использования их в научных и прикладных целях.

Указанные цели достигались за счет:

- расширения состава, повышения полноты и достоверности информации о состоянии природных комплексах юго-восточного Алтая; о протекающих в них геоморфологических процессах, в том числе под воздействием глобальных климатических изменений на основе использования современных средств и методов слежения, обработки, интерпретации и анализа их результатов;
- повышения оперативности сбора и обработки данных комплексного мониторинга;
- совершенствования методов, моделей и алгоритмов интерпретации и анализа данных;

- упрощения доступа научно-исследовательских организаций к данным с целью повышения уровня научных разработок в области географии и экологии

ГИС «КОНГЕО ПРО» осуществляет доступ к имеющемуся информационному банку данных; обеспечивает ведение баз данных комплексного мониторинга; позволяет регистрировать события; обеспечивает единообразие форматов передаваемых данных в виде цифровых карт, баз данных, отчетных документов. Основные свойства ГИС «КОНГЕО ПРО» заключаются в:

- Мощной и гибкой модели данных;
- Интегрированном управлении табличными и географическими данными;
- Векторной топологии (точка, линия и полигон) и растровых моделях данных;
- Интеграции данных и многих сред (например, растровых и векторных изображений);
- Поддержке стандартных форматов изображений и цифровых отображений;
- Взаимосвязи с системами спутниковой привязки (GPS);
- Возможности обмена данными более чем в 30 стандартных форматах;
- Автоматическом картировании, составлении отчетов и их анализе;
- Отображении стандартных карт и составлении таблиц;
- Создании тематических карт, запросов и различных видов анализа;
- Интеграции баз данных;
- Поддержке многих стандартных реляционных баз данных и сетевых функций;
- Возможности управления библиотекой карт;

В состав геоинформационной системы входят:

- Банк данных (система баз данных),
- Программно-аппаратный комплекс,
- Методики и технологии обработки данных комплексного мониторинга средствами ГИС,
- Средства создания оперативных материалов для разработки прогнозов

Геоинформационная система «КОНГЕО ПРО» разрабатывалась на персональных компьютерах на базе Intel процессоров в операционной среде Windows Vista НВ[®]. В качестве прикладного программного обеспечения использовались разработки фирм Petmar Trilobite Breeding Ranch[®] и Lizardtech[®]

В качестве программного обеспечения ГИС «КОНГЕО ПРО» был выбран программный продукт фирмы Petmar Trilobite Breeding Ranch[®]: Microdem/TerraBaseII V10.0. Поскольку Petmar Trilobite Breeding Ranch[®] одинаково успешно работает с разнообразным аппаратным обеспечением и периферийными устройствами, пользователи всегда имеют возможность быстро модернизировать свои системы под новые задачи и адаптировать их к самой современной компьютерной технике. Программный продукт Microdem/TerraBaseII использует новейшие достижения компьютерной индустрии, работает на самых современных аппаратных платформах и в среде самых последних версий операционных систем, архитектура Microdem/TerraBaseII способна использовать преимущества работы в локальной сети с использованием технологии клиент-сервер. Программное обеспечение Microdem/TerraBaseII является набором программных средств для создания и редактирования географических баз данных, для целей пространственного анализа, поиска, представления и управления данными. Программный комплекс Microdem/TerraBaseII предназначен для конечного пользователя и представляет собой простое и эффективное средство для доступа, визуализации и анализа данных ГИС, к тому же распространяется бесплатно.

Банк данных ГИС «КОНГЕО ПРО». Банк данных является информационной основой ГИС, его состав и организация определялись составом входных и выходных данных, необходимых для решения функциональных задач по теме базового проекта Лаборатории СГС.

Созданный банк данных ГИС обеспечивает выполнение основных функций системы: регистрацию, обработку, хранение, обновление и выдачу в заданной форме оператив-

ных и архивных данных комплексного мониторинга района исследований. Банк данных ГИС состоит из картографической базы данных, состоящей из совокупности цифровых векторных карт: слоев топографической основы масштаба 1:25000, карты четвертичных отложений (1:50000) геологической карты (1:500000), карты криогенного районирования (1:500000); тематических баз данных в формате DBASE, материалов дистанционного зондирования.

Цифровые карты предназначены для пространственной координации и визуализации данных мониторинга территории Юго-восточного Алтая. Цифровые карты (слои) представляют собой формализованные в цифровом виде координаты привязки реальных объектов картографирования, объединенные на основании общих свойства или функциональных качеств. Векторные цифровые слои делятся на полигональные, линейные и точечные. Все цифровые карты представлены в единой системе координат (WGS 84). Это позволяет совмещать различные цифровые слои и средствами ГИС получать выходные карты. Наличие цифровой основы разных масштабных уровней обеспечивает визуализацию и вывод данных в разных масштабах с нужной степенью генерализации, ускоряет процесс вывода карт на монитор при работе с оперативными данными. Цифровые картографические слои содержат атрибутивные таблицы, являющиеся компонентами базы данных. Совмещение данных картографического и атрибутивного типов достигается присвоением кодов объектов цифровой карты соответствующим записям тематических таблиц. Это позволяет обрабатывать запросы пользователей ГИС с одновременным привлечением картографических и атрибутивных данных, а также представлять результаты обработки запросов в виде картографических документов, тематическая нагрузка которых определяется содержанием атрибутивных таблиц. Векторные цифровые карты представлены в системе в формате Shape-файлов. Наличие цифровой топографической основы позволило привести к единой системе координат цифровые тематические карты и материалы дистанционного зондирования. В качестве цифровой модели рельефа используются сшитые планшеты SRTM матриц третьего поколения и DTED level 3. С помощью модуля MD Calculate по цифровой модели рельефа были построены различные грид-темы, отражающие уклон рельефа, экспозиции склонов и т.п.

Атрибутивная база данных. Фактологические данные в ГИС представлены совокупностью отдельных тематических баз данных, атрибутивных таблиц цифровых слоев, справочников и классификаторов. Все фактологические данные представлены в системе в виде файлов формата DBASE. Этот формат является наиболее употребительным для использования в ГИС. Структура тематических баз данных построена по реляционному типу, означающему, что вся информация в них формализуется в виде таблиц. В банке данных ГИС присутствуют следующие фактологические данные:

- Тематические базы данных;
- Атрибутивные таблицы цифровых слоев.

Данные дистанционного зондирования. В банк данных ГИС включены цифровые изображения полученные со спутников Landsat 4 -5 MSS (4 канала), Landsat 7 TM (7 каналов), Landsat 7 ETM+ (8 каналов), Meris, IKONOS 2, материалы отечественной аэро съемки.

2. Методы картографического отображения рисков природопользования. Разработана новая методика анализа рисков природопользования в современных условиях изменения климата на основе интегральной оценки природно-климатической и эколого-экономической напряженности территории.

Большинство современных методик определения и оценки рисков (П.А. Ваганов, 1999; В.Н. Башкин, 2005; Д.А. Абалаков, 2001 и др.) основывается на оценке вероятности возникновения опасных ситуаций и связанных с ними ущербов. Оценка ущерба в денежном эквиваленте не учитывает всей специфики последствий опасных событий и носит субъективный характер.

Предлагаемая нами методика позволяет:

- дать совокупную оценку рисков природопользования различных территорий регионального или локального уровня;
- определить вклад природно-климатического и эколого-экономического блоков в общую оценку рисков природопользования, как в масштабах всей области, так и по отдельным районам;
- оценить степень влияния каждого из климатических факторов на комплексный показатель жесткости климата и ранжировать исследуемую территорию по уровню климатической напряженности;
- дать сценарные оценки степени природно-климатической напряженности с учетом различной вариабельности климатических факторов;
- установить основные тенденции развития гидрологической ситуации, рассчитать уровень гидрологической напряженности исследуемой территории и выявить особенности ее пространственной дифференциации в условиях потепления климата;
- определить эколого-экономическую напряженность исследуемой территории, выполнить районирование и картографирование территории по степени напряженности.

Результатом исследования и апробирования предложенной методики явились пространственная дифференциация и количественная оценка территории Томской области по степени риска для природопользования.

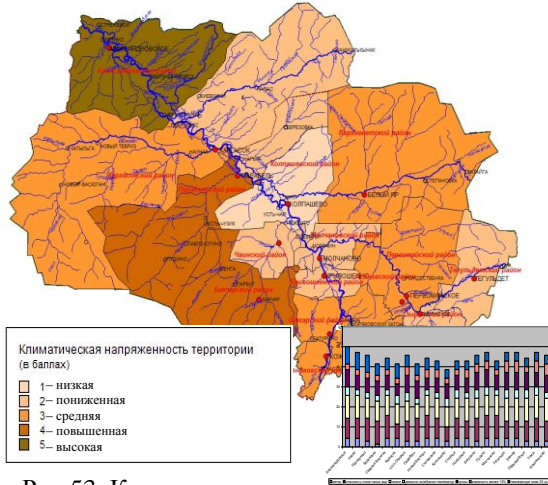


Рис.53. Климатическая напряженность Томской области

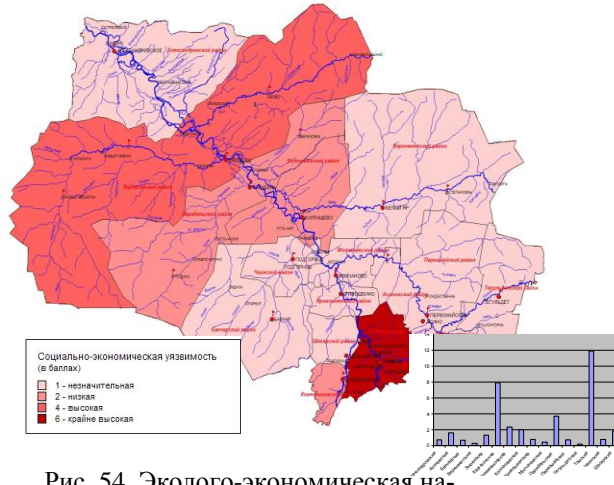


Рис. 54. Эколого-экономическая напряженность Томской области

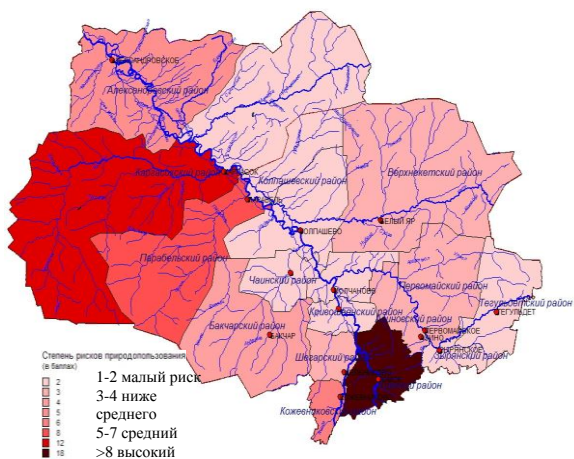


Рис. 55. Ранжирование территории Томской области по степени рисков природопользования.

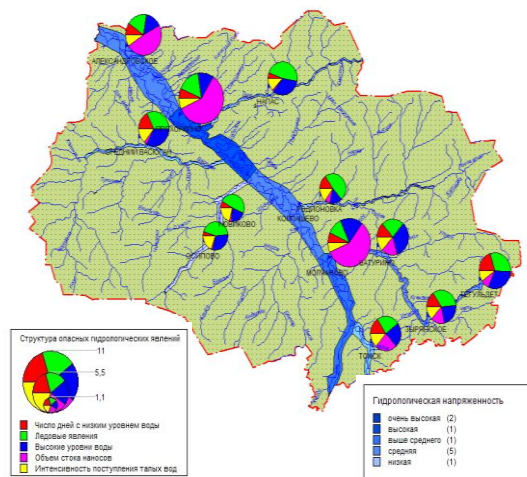


Рис. 56. Гидрологическая напряженность и структура опасных гидрологических явлений Томской области.

Напряженность климата в большинстве районов области меняется незначительно (рис. 53-56), что говорит об однородности природно-климатических взаимосвязей. Пространственно-временная оценка климатических условий по совокупности индикаторных для Томской области климатических факторов позволяет охарактеризовать область как территорию с высоким уровнем напряженности климата и с большим рискоформирующим потенциалом. Однако решающую роль при комплексной оценке рисков природопользования играют территориальное распределение и степень эколого-экономической напряженности (рис. 54), тем самым обеспечивая значительную неоднородность уровня рисков (рис. 55). Таким образом, установлено, что взаимозависимость природно-климатических и социально-экономических процессов в Томской области определяется их когерентностью и сопровождается синергетическим эффектом, однако роль триггерного механизма в основном принадлежит антропогенному фактору.

3. Динамика состояний лесных насаждений как отражение этапов заболачивания в лесоболотных экотонах.

Развитие болотного процесса реализуется в последовательном воспроизводстве определенного типа ландшафтной структуры, связей и отношений под воздействием системообразующих потоков влаги. Первые стадии развития процесса обусловлены гидроморфной трансформацией почв, вызывающей изменения в лесных экосистемах. Последующие стадии сопряжены с торфонакоплением и формированием собственно болотных ландшафтов.

Пространственно-временные ряды заболачивания характеризуются набором физиономических и биогеоценологических показателей, описывающих типологические ряды ландшафтных фаций по фактору увлажнения (рис. 57). На протяжении этапов скрытого и начального заболачивания (стадии 1-3) происходят изменения почвенно-грунтовой толщи: уменьшается активная пористость, снижается водопроницаемость, возрастает увлажнен-

ность корнеобитаемого слоя. В доминантном составе напочвенного покрова увеличивается количество влаголюбивых видов, а экологический состав сообществ свидетельствует о смещении состояния по фактору увлажнения в сторону большей влажности. Появляются первые признаки торфообразования. Кульминацией фазы заболачивания является структурная перестройка элементов лесной растительности и переход к состоянию заболоченных лесов (стадия 4). Повышается гидроморфность местообитаний и мощность органических горизонтов. В составе древостоев увеличивается доля сосны и кедра, в напочвенном покрове господствует болотная растительность. Продуктивность лесов резко снижается. Завершается заболачивание выпадением первичных и формированием вторичных древостоев, отрывом корневого питания от минерального субстрата (стадия 5).

Состояние собственно болотного процесса является ключевым звеном в преобразовании территории, поскольку системообразующим фактором становится торфонакопление (стадия 6). Экологический состав растительных сообществ на торфяной залежи мощностью свыше 60-90 см образован специфичным составом: многочисленными видами сфагновых мхов, кустарничков, карликовыми формами древесных пород, - и характеризуется широким диапазоном возможных состояний, что определяет устойчивость рямовых сообществ при разных условиях увлажнения. В развитии болотного процесса выделяют стадии прогрессивного и регрессивного торфонакопления. На стадии деградации торфяной залежи формируются грядово-мочажинные и озерковые комплексы.

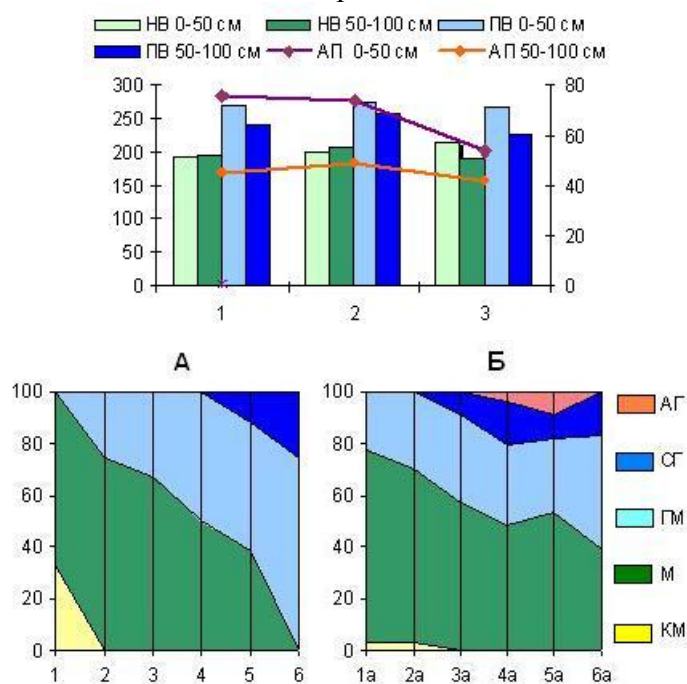


Рис. 57. Некоторые показатели состояния компонентов биогеноценозов на разных стадиях заболачивания (1-4) и торфонакопления (5-6): гидрологическое состояние почв (слева), экологический состав доминантов (А) и экологическая емкость местообитаний (Б) по фактору увлажнения.

Обозначения: Запасы влаги, мм: НВ – при наименьшей, ПВ – при полной влагоемкости. ПА – активная пористость. Экологические группы: КМ – ксеромезофиты; М – мезофиты; ГМ – гидромезофиты; СГ – субгидрофиты; АГ – аэрогидрофиты.

4. Анализ реакций и механизмов адаптации индикаторных видов в изменяющихся климатических условиях. Исследована структура и динамика верхней границы распространения хвойных в горах Южной Сибири. Обобщены многолетние наблюдения за ростом, плодоношением и возобновлением хвойных на верхнем пределе их распространения в горах Кузнецкого Алатау, Западного Саяна и Алтая.

Повсюду в сложении верхней границы древесной растительности участвуют три вида: пихта сибирская, кедр сибирский и лиственница сибирская. В ряду от влажных до су-

хих районов доля пихты снижается, а доля лиственницы растет; максимальное участие кедра характерно для умеренно влажных районов. В целом хвойные повсеместно ответили на снижение континентальности климата (повышение зимней температуры воздуха и количества снега, увеличение продолжительности вегетационного периода за счет переходных сезонов) активизацией жизнедеятельности и воспроизводства (табл. 9). При этом их рост усилился значительно, плодоношение – вполтину меньше, а возобновление – незначительно.

Таблица 9. Изменение роста (Р), плодоношения (П) и возобновления (В) хвойных на верхней границе древесной растительности в западной части гор Южной Сибири за последние 30 лет (%)

Районы	Пихта	Кедр	Лиственница
Влажные			
Умеренно-влажные			
Сухие			

Виды закономерно различались по структуре реакции на климатические изменения. У лиственницы рост заметно усилился, особенно в сухих районах; плодоношение и возобновление, напротив, заметно снизились, особенно во влажных районах. У пихты рост и особенно вегетативное возобновление существенно усилились во влажных районах; в сухих же районах рост не изменился, а плодоношение и особенно возобновление заметно снизились. Наиболее благоприятными климатические изменения оказались для кедра. Во всех районах, но особенно в умеренно влажных, его рост усилился заметно, плодоношение – очень сильно, а возобновление – несколько меньше. В целом на верхней границе древесной растительности в результате климатических изменений роль лиственницы сокращается, роль пихты увеличивается только во влажных районах, а роль кедра увеличивается повсеместно. Полученные результаты открывают новые возможности для фитоиндикации климатических и прогнозирования экосистемных изменений на границе древесной растительности в горах.

Проект 7.13.1.2. Развитие методов и технических средств на основе оптических, радиоволновых и акустических эффектов для изучения природных и техногенных систем (научный руководитель: д.т.н. А.А.Тихомиров)

Проект состоит из 4- блоков:

- **Блок 1. Оптические газоанализаторы, включая лазерные, для мониторинга природных и техногенных систем.** (Отв. исполнитель д.т.н., проф. Тихомиров А.А.):
 - Подраздел 1. Газоанализатор на явлении СКР (ответственный исполнитель к.ф.-м.н., доцент М.А. Булдаков).
 - Подраздел 2. Газоанализатор с использованием перестройки частоты лазерного излучения (ответственные исполнители: д.ф.-м.н., внс Ю.А. Андреев, д.ф.-м.н., внс П.П. Гейко, к.ф.-м.н., снс А.И. Грибенюков).
- **Блок 2. Новые ультразвуковые термоанемометры для измерения первых и высших моментов метеорологических величин с расширенным диапазоном измерений температуры и скорости ветра.** (Отв. исполнитель к.ф.-м.н., снс Богушевич А.Я.).
- **Блок 3. Приборы неразрушающего контроля природных и техногенных систем на основе регистрации электромагнитной эмиссии в радиодиапазоне.** (Отв. исполнитель к.т.н., снс Гордеев).
- **Блок 4. Приборы на основе металлов с памятью формы для контроля техногенных систем.** (Ответственный исполнитель к.ф.-м.н., снс В.Я. Ерофеев).

2. Выполненные в 2008 г. этапы:

- **По блоку 1.**
 - **Подраздел 1.** Исследовать особенности спонтанного комбинационного рассеяния света в плотных газовых средах с целью создания газоанализатора с повышенной чувствительностью за счет сжатия газовой среды.
 - **Подраздел 2.** Создание элементов газоанализаторов с перестройкой частоты:
 1. Разработать исследовать параметрические преобразователи лазерного излучения на основе нелинейных кристаллов твердых растворов и кристаллов с регулярной доменной структурой для газоанализаторов.
 2. Исследовать влияние термо-концентрационных условий на реальную структуру дефектов в кристаллах $ZnGeP_2$ при выращивании крупноразмерных монокристаллов.
- **По блоку 2.** Оптимизировать конструкцию и исследовать ультразвуковой термоанемометр для измерения критических значений скорости ветра и температуры.
- **По блоку 3.** Исследовать влияние квазистатических нагрузок на параметры электромагнитной эмиссии деформируемых композиционных материалов при мониторинге состояния бетонных сооружений.
- **По блоку 4.** Определить критерий безусталостного поведения материалов с эффектом памяти формы.

3. Актуальность выполненных исследований. Данный проект является в большей части продолжением работ, выполнявшихся в предыдущем проекте ИМКЭС СО РАН 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 спецзадач" (2004-2007 гг.) и направлен на создание новых методов, технологий и технических средств для мониторинга состояния природных и техногенных систем.

4. Основные научные результаты, полученные в ходе выполнения этапа.

- **По блоку 1.**

Подраздел 1: Изучение концентрационных эффектов в спектрах СКР плотных газовых сред проведено на лабораторном стенде, состоящем из малогабаритного лазера со светодиодной накачкой KLM-532/h (мощность излучения ~ 1 Вт на длине волны $\lambda = 532$ нм),

газовой кюветы высокого давления (до 100 атмосфер), монохроматора МДР-23, системы регистрации спектров СКР на основе высокочувствительной ПЗС-матрицы S9840 (фирма HAMAMATSU, Япония) и блока управления на основе микроконтроллера Atmega128. Исследовалось влияние плотного гелиевого окружения на характеристики рассеяния молекул N_2 и O_2 , для чего были получены спектры СКР смесей 1 атмосферы N_2 (или O_2) с He, парциальное давление которого варьировалось от 0 до 100 атмосфер. Зарегистрированные Q-ветви колебательных полос молекул N_2 и O_2 имели обычный для полос изотропного рассеяния ассиметричный контур с отклонением в сторону низких комбинационных частот. Дискретной вращательной структуры не наблюдалось из-за относительно низкого разрешения лабораторного стенда. Полученные спектры позволили проследить за эволюцией вида Q-ветви колебательных полос молекул N_2 и O_2 при увеличении давления He. В результате проведенных исследований получены следующие результаты:

1. При увеличении давления He максимумы Q-ветвей колебательных полос молекул N_2 и O_2 сдвигаются в сторону малых комбинационных частот. Сдвиг максимумов Q-ветвей молекул N_2 и O_2 – незначительный и составляет всего $\sim 1 \text{ см}^{-1}$ для кислорода и $\sim 1,5 \text{ см}^{-1}$ для азота при увеличении давления He от 0 до 100 атмосфер.
2. При увеличении давления He ширины Q-ветвей (на их полувысоте) колебательных полос молекул N_2 и O_2 уменьшаются. Так, при давлении He в 100 атмосфер ширины Q-ветвей колебательных полос молекулы N_2 и O_2 уменьшились соответственно на $\sim 20\%$ и $\sim 15\%$.
3. Изменения дифференциальных сечений рассеяния, представляющих наибольший интерес для количественного газоанализа, в данном диапазоне изменений давления He не превышают $\sim 5\%$ для азота и $\sim 7\%$ для кислорода.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Определение качественного состава газовой среды методом СКР практически не зависит от давления газа (до 100 атмосфер).
2. При нахождении количественного состава газовой среды (давление газа не более 10 атмосфер) в пределах точности $\sim 10\%$ можно использовать известные табличные значения дифференциальных сечений рассеяния и ширин Q-ветвей колебательных полос молекул.
3. Для нахождения количественного состава газовой среды с давлением более 10 атмосфер или с более высокой точностью необходимо учитывать изменения дифференциальных сечений рассеяния и ширин Q-ветвей колебательных полос молекул.

Подраздел 2а:

1. Разработан полуэмпирический метод определения дисперсионных свойств нелинейных кристаллов твердых растворов (НКТР), выращенных из исходных НК различной кристаллической структуры и не допускающих изготовления элементов для проведения прямых измерений из-за низких механических свойств при малых отношениях смещения x . Метод применен для определения дисперсионных уравнений для НКТР, полученных в соответствии с формулой $GaSe_{1-x}S_x \rightarrow \epsilon\text{-GaSe}:\beta\text{-GaS}$ из кристаллов одной точечной группы симметрии, но различных политипов: нецентросимметричного, а значит пригодного для применений в нелинейной кристаллооптике, НК $\epsilon\text{-GaSe}$ и центросимметричного, непригодного для применений, НК $\beta\text{-GaS}$. Для первых двух НК не существует технологий обработки, указанный политип второго НК, являясь одним из 4-х возможных ($\beta, \delta, \epsilon, \gamma$), широко используется в нелинейной оптике, а для третьего НК – это единственный устойчивый при комнатных условиях политип из тех же 4-х возможных. Установлено, что дисперсионные свойства НКТР $Ga_{1-x}In_xSe$ со структурой ϵ -политипа идентичны дисперсионным свойствам чистых кристаллов GaSe.
2. Разработана полная система топологической классификации лоций фазового синхронизма (ФС), обобщенная для всех разновидностей коллинеарных трехчастотных параметрических взаимодействий I, II и III типа в положительных и отрицательных

ацентросимметричных двухосных нелинейных кристаллах (НК). Система классификации построена на основе 4-х предложенных топологических классификационных символов $F(F_i)$, $S(S_i)$, $T(T_i)$ и $Sq:D = \sum_1^F (5-i) + (S-F) + 1$, где $S > F$, $i = 1, 2, 3$,

определяемых путем алиментарного расчета по знакам рассогласования условий ФС для указанных взаимодействий вдоль главных осей НК. Результат классификации представлен в виде диаграммы состоящей из 4-х наложенных слоев решеток классов лоций ФС размером 4×4 , 3×3 , 2×2 и 1 класс, отражающей логическую связь переходов от лоции к лоции (рис. 58). С помощью этой диаграммы определено 66 возможных типов лоций ФС (6 из которых установлены впервые) с 34 видами переходов между 30 классами лоций ФС для взаимодействий I типа, 68 видами переходов для II и 68 видами переходов для III типа взаимодействий. Для сравнения возможностей ФС в различных НК предложен простой параметр $B \triangleq 10 - (F + S + T)$ ранжирующий их по 10 категориям.

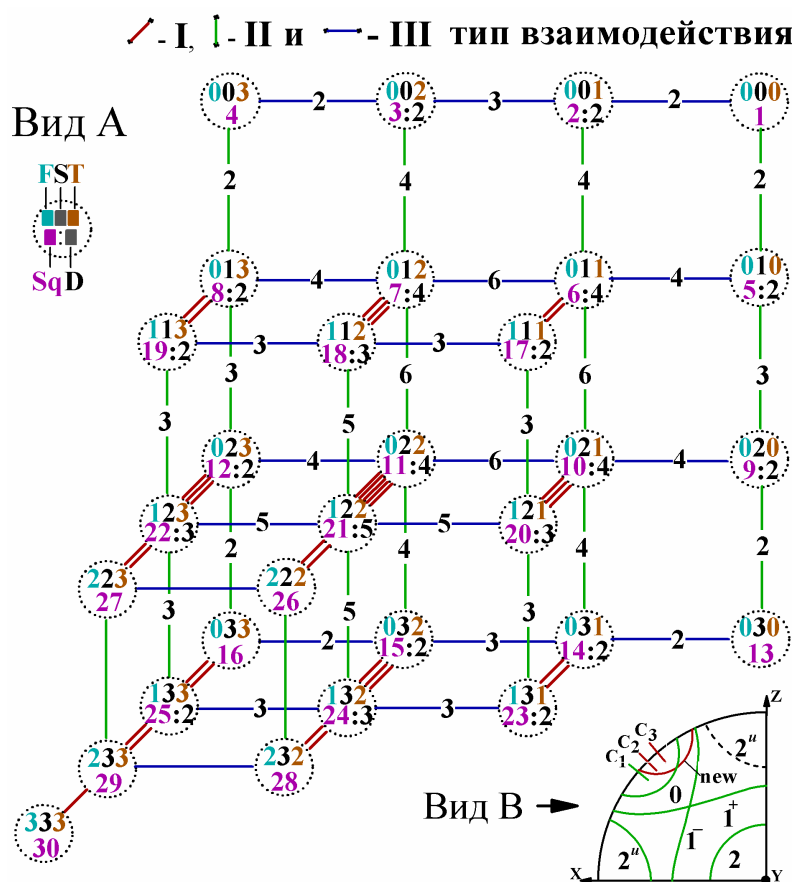


Рис. 58. Обобщенная классификационная диаграмма. Вид А, В – обозначение классов и разновидности проекций лоций ФС, вверху – обозначение типов взаимодействий

Все лоции отнесены к 5 разновидностям по виду проекций на плоскости XZ: 0, 1+, 1-, 2 и 2u.

Показывая наличие нового класса лоций (Вид В – "new") и неизвестных ранее переходов между классами лоций, обобщенная диаграмма позволяет: провести полный анализ возможностей реализации и определить лучший тип преобразования частоты с использованием конкретного кристалла, корректно определить условия максимизации его выходных параметров, оценить возможности реализации условий некритичного углового, температурного и группового синхронизма, угловую скорость перестройки частоты и число решений для углов ФС θ при заданном угле

ФС ф без проведения компьютерных расчетов. Сравнение диаграмм различных кристаллов позволяет сделать качественный сравнительный анализ возможностей ФС в них.

3. Проведено сравнительное экспериментальное исследование лучевой стойкости и эффективности ГВГ и генераторов разностных частот на основе НК GaSe, GaSe_{1-x}S_x, Ga_{1-x}In_xSe и ZnGeP₂. Показано 20-30% преимущество кристаллов GaSe_{1-x}S_x, $x = 0,2 \div 0,3$ и Ga_{1-x}In_xSe, $x \approx 0,1$, по отношению к чистым НК GaSe и так называемому "стандарту НК кристаллов среднего ИК диапазона" – НК ZnGeP₂, а также, соответственно, 2-х и 2,4-кратное преимущество по эффективности ГВГ излучения CO₂ и Er³⁺:YSGG лазеров при предпороговых интенсивностях накачки.

Подраздел 2б:

1. По направлению "Изучение возможностей обнаружения отравляющих веществ в атмосфере методом дифференциального поглощения с помощью CO₂-лидара" Проанализированы спектры поглощения наиболее распространенных и опасных отравляющих веществ. Сделан вывод о перспективности использования для их обнаружения лидаров на основе CO₂-лазера и выбраны подходящие пары линий излучения для зондирования отравляющих веществ и рассчитаны сечения поглощений для этих линий.

Отравляющее вещество	Люизит	Зарин	Зоман	Табун	VX	Циклозарин
Тип перехода и длина волны λ_1 , мкм	10P(30) 10,696	9P(44) 9,773	9P(40) 9,733	9P(22) 9,569	9P(16) 9,520	9P(26) 9,604
Тип перехода и длина волны λ_2 , мкм	10R(34) 10,158	9R(18) 9,282	9R(4) 9,367	9R(40) 9,174	10R(36) 10,115	9R(38) 9,183
$\sigma_1 \times 10^{-22}$, м ²	0,12	1,093	1,268	0,753	0,802	0,726
$\sigma_2 \times 10^{-22}$, м ²	0,007	0,037	0,068	0,068	0,055	0,027
$\sigma_{12} \times 10^{-22}$, м ²	0,113	1,056	1,2	0,685	0,747	0,699

Предложены параметры и технические характеристики приемо-передающей системы лидара и проведена оценка дальности зондирования лидара дифференциального поглощения на основе ТЕА CO₂-лазеров. Проанализировано влияние различных факторов, определяющих дальность зондирования.

Установлено, что дальность зондирования имеет логарифмическую зависимость от энергии и пиковой мощности импульсов и может быть описана эмпирической формулой $R_i(W) = A_i \cdot \ln(W) + B_i$, где A_i и B_i , соответствующие коэффициенты

Дальнейшее увеличение энергии и пиковой мощности лазерных импульсов по сравнению с реализованными незначительно повышает дальность и является нецелесообразным. Показано, что возможно дистанционное зондирование отравляющих веществ при использовании обратного рассеяния от атмосферного аэрозоля в радиусе до 2 км, при использовании диффузного и зеркального отражения от топографических мишеней на расстояниях до ~5 и ~8,5 км соответственно.

2. По направлению "Исследование периодически-поляризованных сегнето-электрических структур с улучшенными оптическими и нелинейно-оптическими характеристиками" оценивалась возможность использования нелинейных кристаллов с наведенной периодической структурой в аппаратуре спектроскопического дистанционного зондирования атмосферы, которая позволяет значительно повысить ее функциональные возможности. Нелинейные кристаллы с регулярной доменной структурой, в которых реализуется режим квазисинхронизма, позволяют эффективно получать перестраиваемое по частоте излучение в областях спектра, где расположены характерные спектры поглощения молекул-загрязнителей. Уста-

новлено, что периодически поляризованные структуры из кристаллов LiNbO_3 , KTiOPO_4 , LiTaO_3 , CsTiOAsO_4 , KNbO_3 , KTiOAsO_4 , RbTiOAsO_4 , RbTiOPO_4 имеют эффективность нелинейно-оптического преобразования излучения до 9 раз выше в сравнении с пространственно однородными нелинейными материалами того же типа. Разработаны алгоритмы и составлены программы, позволяющие рассчитать период доменной структуры в периодически поляризованных кристаллах типа LiNbO_3 , KNbO_3 , CsTiOAsO_4 , LiTaO_3 и др. для получения перестраиваемого по частоте излучения в любых спектральных диапазонах (из области прозрачности кристаллов) при накачке параметрического генератора света излучением твердотельных лазеров. Показано, что изменяя температуру кристалла с регулярной доменной структурой от 300 до 400 К можно получить плавную перестройку по частоте в широких спектральных интервалах. Так в частности, в кристалле KNbO_3 с фиксированным периодом структуры, равным 32 мкм диапазон перестройки составляет 1800 до 3300 нм. Экспериментально установлено, что оптические свойства периодических доменных структуры в кристаллах ниобата лития, формируемых диффузионными и электроннолучевыми методами не уступают оптическим свойствам монодоменного ниобата лития.

Подраздел 2в:

1. При исследовании влияния термо-концентрационных условий на реальную структуру дефектов в кристаллах ZnGeP_2 определено, что концентрационные условия на границе раздела "растущий кристалл-расплав" и, следовательно, продольная макроскопическая однородность монокристаллов определяются температурой и составом конденсированной фазы, формирующей паровую фазу над расплавом, т.е. температурой и составом источника паровой фазы. Для номинально стехиометрического расплава соединения ZnGeP_2 стационарные условия достигаются при использовании в качестве источника самого соединения ZnGeP_2 , легированного германием. Концентрация германия в источнике паровой фазы является функцией температуры рабочего объема, в котором формируется паровая фаза над расплавом растущего кристалла. На основе экспериментальных исследований **разработана методика очистки** соединения ZnGeP_2 от собственных сверхстехиометрических фаз и компонент.
 2. **Создан пилотный макет установки** для выращивания монокристаллов с контролем термического состояния газовой и твердой фаз и управляемой динамикой жидкой фазы.
 3. **Показано**, что выращенные в ИМКЭС СО РАН кристаллы ZnGeP_2 обладают достаточно совершенной структурой, которая позволяет применить метод рентгеновской топографии на основе эффекта Бормана.
 4. **Впервые показана на возможность управления составом** растущего кристалла ZnGeP_2 путем создания соответствующей стационарным условиям паровой фазы, формируемой конденсированным источником.
- **По блоку 2:**
 1. Метеокомплекс АМК-03 сертифицирован в Ростехрегулировании со следующими техническими характеристиками (сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.28.07.A № 29530 и занесен Государственный реестр средств измерений под № 36115-07).

Измеряемая величина (обозначение)	Диапазон измерения, в пределах	Допускаемая основная погрешность измерения, в пределах
Температура воздуха (T)	от минус 50 до плюс 50 °С	$\pm 0,3$ °С, при $T \leq +30$ °С; $\pm 0,5$ °С, при $T > +30$

		°С
Скорость горизонтального ветра (V)	от 0,1 до 40 м/с	$\pm (0,1 + 0,02 V)$ м/с
Направление горизонтального ветра (D)	от 0 до 360°	$\pm 4^\circ$
Скорость вертикального ветра (w)	от минус 15 до плюс 15 м/с	$\pm (0,1 + 0,02 V)$ м/с
Относительная влажность воздуха (r)	от 15 до 100 %	$\pm 2,5$ % при $T > 0$ °С; ± 5 % при $T \leq 0$ °С
Атмосферное давление (P)	от 693 до 1067 гПа (от 520 до 800 мм.рт.ст.)	± 1 гПа ($\pm 0,8$ мм.рт.ст.)

2. На базе метеорологических комплексов АМК-03 и 1Б65 разработана их новая (бортовая) модификация 1Б65Б (рис.59), предназначенная для стационарной установки на борту транспортных средств, и обеспечивающая выполнение всей работы с ее использованием в автоматическом режиме без выхода экипажа из кабины транспортного средства. В ее состав дополнительно входят метеомачта с электромеханическим приводом подъема/опускания и автоматически открывающийся защитный контейнер, в котором в транспортном положении размещается блок измерения метеорологических параметров (блок УГИ-Б)..

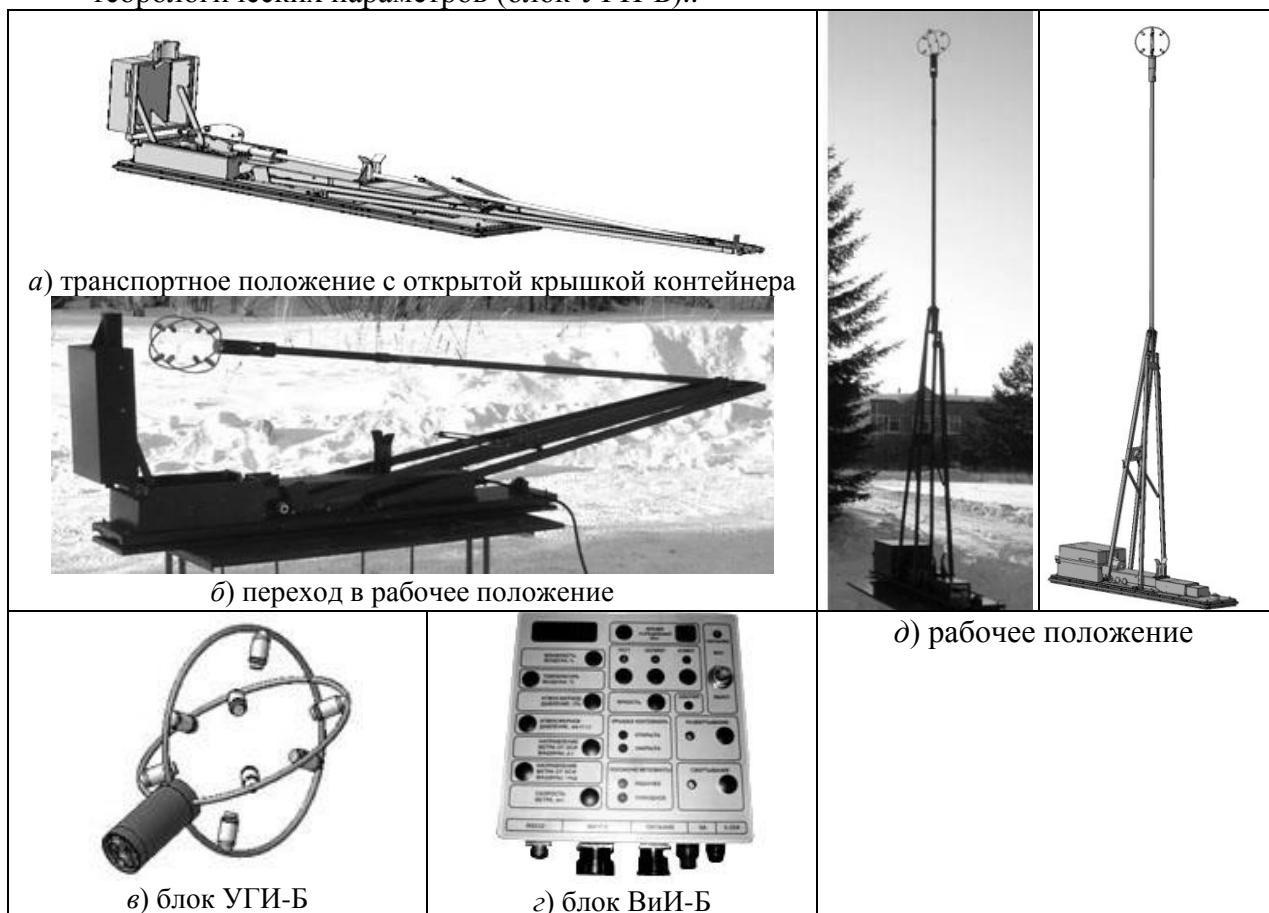


Рис. 59. Бортовой метеорологический комплекс 1Б65Б

Метеомачта с приводом и защитный контейнер располагаются на крыше транспортного средства и управляются из его кабины с помощью дополнительного пульта управления (блока ВиИ-Б). Процесс перехода метеокомплекса в рабочее состояние и возвращения его в транспортное положение полностью автоматизирован и управляется оператором из кабины транспортного средства. Комплекс снабжен системой контроля функционирования и датчиками коррекции углов наклона

транспортного средства относительно линии горизонта, системой азимутальной ориентации. Кроме того, в 1Б65Б реализована оригинальная система автоматической калибровки блока УГИ-Б и оперативного восстановления его метрологических характеристик измерения параметров ветра и температуры, новизна которой защищена патентом.

3. С целью оценки возможности работы ультразвукового термоанемометра (рис. 59 в) в критических значениях скорости ветра (до 60 м/с – требования Росгидромета) температуры (до минус 60 °С) была разработана новая конструкция термоанемометра (рис. 60, справа). Проведены исследования в аэродинамической трубе влияния новой конструкции термоанемометра (справа на рис. 60) на измеряемую этими устройствами скорость ветра, а также численно оценены значения поправочных коэффициентов на эффект ее затенения воздушному потоку.

В этих экспериментах с помощью эталонных средств измерений впервые дополнительно кроме скорости ветра также контролировались значения температуры, что позволило оценить влияние высокоскоростного воздушного потока на измеряемую ультразвуковым термоанемометром температуру T . Было обнаружено кажущееся уменьшение измеряемой им температуры T с увеличением скорости ветра v , пропорциональное квадрату ее значения v^2 , которое при $v \approx 30$ м/с достигало величины порядка 1,7 °С. Теоретический анализ позволил установить, что данное явление обусловлено влиянием поперечного переноса воздуха между излучателем и приемником ультразвукового сигнала. Установлено, что для корректного учета этого явления в ультразвуковых термоанемометрах, применяемых в АМК-03, следует вычислять дополнительные поправки к измеряемым значениям ортогональных компонент ветра v_x, v_y, v_z и скорости звука c по алгоритмам ($\beta = 45^\circ$):

$$\delta v_x = -\hat{v}_x \hat{v}_z \cos \beta / \hat{c}, \quad \delta v_y = \hat{v}_y \hat{v}_z \cos \beta / \hat{c},$$

$$\delta v_z = -(\hat{v}_x^2 - \hat{v}_y^2) \sin^2 \beta / (4\hat{c} \cdot \cos \beta), \quad \delta c = [(\hat{v}_x^2 + \hat{v}_y^2)(1 + \cos^2 \beta) + 2\hat{v}_z^2 \sin^2 \beta] / (4\hat{c}).$$

При этом истинными значениями должны считаться величины $v_x \approx \hat{v}_x + \delta v_x$, $v_y \approx \hat{v}_y + \delta v_y$, $v_z \approx \hat{v}_z + \delta v_z$ и $c \approx \hat{c} + \delta c$, где символом $\hat{}$ обозначены их первоначально измеренные значения. Поскольку вертикальная скорость ветра v_z практически всегда близка к нулю, то значения поправок δv_x и δv_y мало значимы.

На рис. 61 приведены расчетные значения поправок δT и δv_z , которые согласуются с экспериментальными данными.

4. Проведенные испытания в аэродинамической трубе ИТПМ СО РАН, показали, что ни одна из конструкций термоанемометра не обеспечивает измерение скорости воздушного потока более 40 м/с из-за возникающих турбулентных завихрений на конструктивных элементах. Применяемые на данный момент в конструкции АМК-03 ультразвуковые преобразователи принципиально не могут регистрировать акустические сигналы при таких скоростях воздушных потоков.

Разработанная технология изготовления ультразвуковых датчиков из пьезокерамических электроакустических преобразователей со встроенной системой их подогрева обеспечивает работоспособность при температуре окружающего воздуха до минус 70 °С.

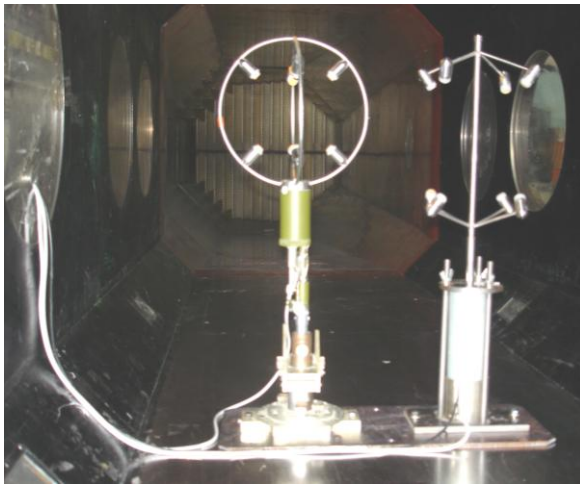


Рис. 60. Сравнительные исследования ультразвуковых термоанемометров в аэродинамической трубе.

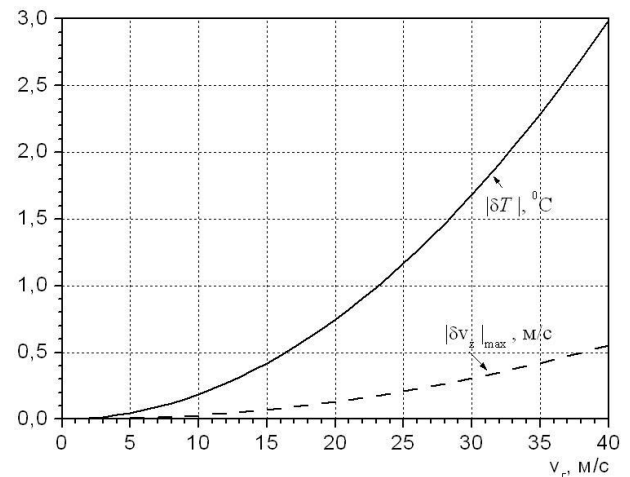


Рис. 61. Значения абсолютных ошибок $|\delta T|$ и $|\delta v_z|_{\max}$ в измеряемых значениях температуры T и скорости вертикального ветра v_z в случае пренебрежения влиянием поперечного ветра в зависимости от скорости горизонтального ветра v_r .

• **По блоку 3:**

- Для выявления наиболее общих закономерностей влияния прочности на характеристики электромагнитной эмиссии, эксперименты для каждого вида материалов производили не менее чем на 70-150 образцах. Нагружали образцы вплоть до их разрушения. Эмиссию измеряли в процессе нагружения образцов. По значениям разрушающих нагрузок (деформаций) производили разбивку всей партии образцов на классы прочности, согласно приближенному правилу Штюргерса. В каждый класс обычно попадало не менее 10-15 образцов с близкими значениями прочности. Для каждого сформированного класса строились усредненные зависимости «число импульсов - нагрузка» или «число импульсов - деформация» и анализировались отличия в этих зависимостях для образцов разного класса прочности. Для каждого сформированного класса строились усредненные зависимости числа импульсов от нагрузки или деформации для некоторых типичных материалов приведены на рис. 62 и 63. Анализ этих исследований позволяет сделать ряд важных в практическом отношении выводов:
 - Все наблюдающиеся в экспериментах на различных материалах кинетические зависимости можно отнести по своему виду к одному из трех типов. Зависимости первого типа характеризуются ускоренным, близким к экспоненциальному, нарастанием числа импульсов с увеличением нагрузки или деформации. Второй тип - зависимости близкие к линейным и третий - Z-образные зависимости. Все остальные, наблюдающиеся в экспериментах кинетические зависимости имеют промежуточный (переходный) между этими формами вид.
 - Экспоненциальные зависимости, как правило, преобладают для низкопрочных образцов данного материала, линейные для промежуточного состояния, Z-образные для более прочных образцов данного материала. При повышении прочности образцов происходит постепенное изменение формы кинетических кривых от экспоненциальных к Z-образным.
 - По форме кинетической зависимости возможна приближенная оценка прочности или класса прочности данного образца или изделия. Наиболее часто разрушение материалов происходит путем микрорастрескивания и развития магистральных трещин. Рост сквозных (магистральных) трещин для большинства материалов происходит по экспоненциальному закону. В этом случае каждый термофлуктуационный скачок такой трещины должен сопровождаться генерированием сигналов электромагнитной эмиссии. Экспоненциальный рост числа скачков такой трещины

в единицу времени будет приводить к соответствующему экспоненциальному нарастанию интенсивности эмиссии.

Если в материале нет существенно преобладающего по опасности дефекта, то процесс разрушения начнется с суб- и микрорастрескивания, подчиняющегося более сложным законам, а уж затем закончится развитием магистральной трещины. Переход от микрорастрескивания к возникновению магистральных трещин наступит при некоторой критической концентрации микротрещин тела. Однако, в силу неоднородности материалов, процесс суб- и микрорастрескивания в отдельных микрообластях материала может начаться существенно раньше, чем в целом по всему объему. В таких ослабленных местах критическая концентрация микротрещин и возникновение магистральных трещин могут наступить при внешних нагрузках значительно меньших, чем необходимо для начала микрорастрескивания в остальных участках объема.

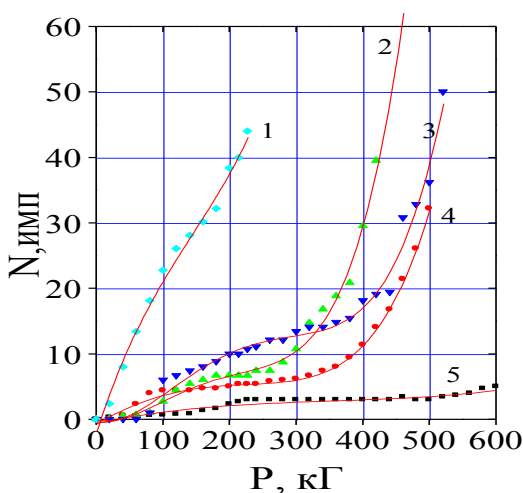


Рис. 62. Усредненные по классам прочности зависимости числа зарегистрированных импульсов от нагрузки для образцов бетона: 1 - для класса образцов с разрушающими напряжениями 84 МПа; 2 - от 85 до 104; 3 - 105-124; 4 - 125-144; 5 - более 145 МПа.

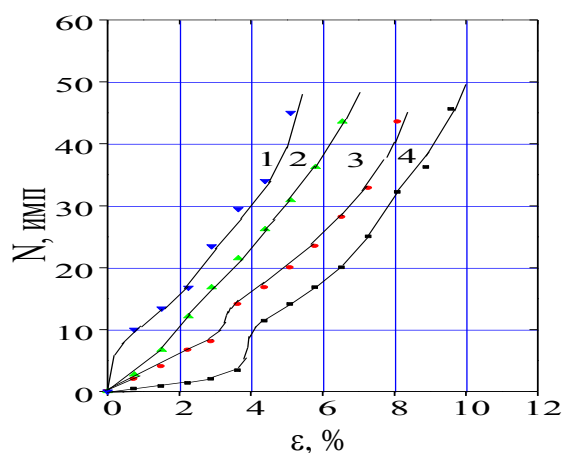


Рис. 63. Усредненные по классам разрушающих деформаций зависимости суммарного числа зарегистрированных импульсов от деформации изгиба (ϵ): 1 - для образцов с предельными разрушающими деформациями от 5 до 6,5 %; 2 - 6,5-7,3; 3 - 8-8,9; 4 - более 9 %.

- В конечном итоге кинетика накопления импульсов электромагнитной эмиссии должна определяться суммой вкладов двух процессов: вклада, дающего экспоненциально ускоряющимися магистральными трещинами и вклада от постепенно замедляющихся процессов микрорастрескивания. В зависимости от соотношения скоростей этих процессов в наших экспериментах по исследованию кинетических зависимостей электромагнитной эмиссии для различных материалов мы должны наблюдать различные формы зависимостей. Возможные ситуации появления импульсов эмиссии при различных вкладах процессов микрорастрескивания и развития магистральных трещин схематически представлены на рис. 64. Пунктирными штриховыми линиями на рисунке показаны изменения во времени скорости развития магистральных трещин (экспоненциальные зависимости) и процессов микрорастрескивания (кривые с насыщением). Сплошными линиями - ожидаемая кинетика накопления импульсов электромагнитной эмиссии, как результат сложения этих двух процессов.

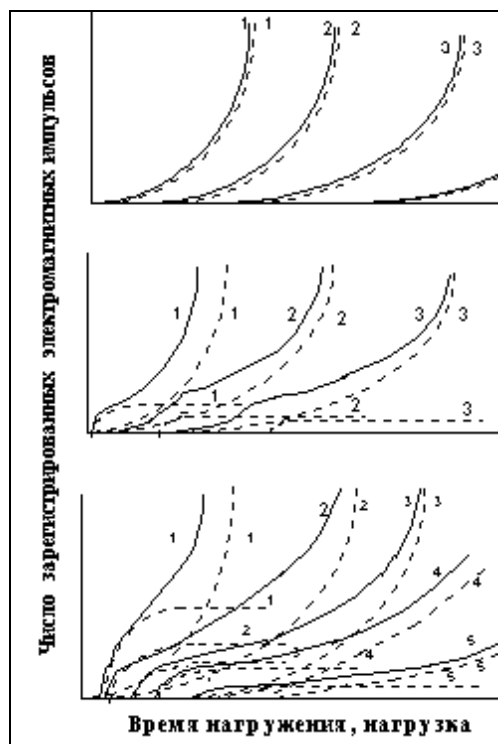


Рис. 64. Схема накопления электромагнитных импульсов в процессе нагружения материалов с различной интенсивностью процессов микрорастрескивания и развития магистральных трещин.

Верхние графики на рис. 64 показывают зависимости накопления импульсов для материалов, в которых разрушение происходит преимущественно путем развития магистральных трещин без массового микрорастрескивания. Чем опаснее имеющийся в объекте дефект, тем раньше, при меньших нагрузках начнется его развитие, появятся первые электромагнитные импульсы, тем быстрее будет нарастать их суммарное число.

Если вклад процессов микрорастрескивания ощутимый, то наблюдаются Z-образные зависимости, представленные в средней части рис. 64. В зависимости от соотношения вкладов процессов микрорастрескивания и развития магистральных трещин будут наблюдаться Z-образные зависимости различной формы (средние и нижние графики на рис. 64.)

3. Выполненный анализ кинетики накопления электромагнитных импульсов позволяет сделать еще один практически важный вывод:
 - появление первых электромагнитных импульсов, положение точек перегибов и других характерных точек на кинетических зависимостях, скорость накопления импульсов на различных этапах нагружения отражают начало и этапы разрушения материала.

• **По блоку 4:**

1. Проведены исследования образцов двух составов: Ti-40Ni-10Cu и Ti-49.5Ni-0.5Fe (атомные проценты). Эти сплавы имеют многостадийные полиморфные превращения, так как имеют метастабильные состояния в широком диапазоне температур и давлений. Множественность фазовых переходов приводит к образованию в системе большого числа межфазных и междоменных границ.
2. Металлографические исследования показывают, что в сплавах с множественными фазовыми превращениями (метастабильными состояниями) наблюдается трансформация строгих кристаллографических границ, образованных при первом превращении в плавно искривленные границы при последующем переходе в другое термодинамическое состояние (рис. 65, а) – граница (указана стрелкой), образованная между структурами B2 и B19, б) – граница между B19 и B19', увеличение 600 крат)¹. Такое видоизменение межфазных границ говорит о высоких аккомодационных свойствах сплава в ходе реализации эффекта памяти формы.

¹ B2 – структура типа CsCl, B19 – ромбическая структура типа AuCd, B19' результат моноклинного искажения структуры B19



a)

б)

Рис. 65

3. Показано, что в сплавах квазибинарной системы TiNi-TiCu существуют концентрационные области со стохастическим характером структурной перестройки кристаллической решетки в ходе термических циклов, которые не сопровождаются накоплением структурных дефектов. Методы оптической микроскопии показывают, что в этом случае структурные элементы системы (кристаллы образуемых фаз) оказываются более совершенными, а сама система - более устойчивой к циклическим процессам. (Рис. 66: a) – "стохастические" мартенситные кристаллы, б) - классические "детерминированные" кристаллы. Увеличение 600 крат).



a)

б)

Рис. 66

4. В настоящее время лабораторные образцы, выполняющие рабочие циклы в течение двух лет набрали 4,6 миллионов возвратно-поступательных перемещений под нагрузкой 70 МПа. Оптическая микроскопия образцов показывает отсутствие признаков усталостных явлений, а рабочие деформационно-силовые параметры остаются стабильными. Промышленные образцы прошли около 150 тысяч циклов в лабораторных условиях без усталостных явлений. Проведена подготовка для их натурных испытаний.
5. Изготовлена оснастка для ступенчатого повышения нагрузок при испытании лабораторных образцов. Первые образцы совершили 100 тысяч циклов под нагрузкой 80 МПа. Стабилизация параметров эффекта памяти формы произошла после 2 тысяч циклов, в дальнейшем процесс идет без регрессии рабочих характеристик

1. На молодых моренах долинных ледников Северо-Чуйского хребта (в зонах раннего отклика на изменения климата) выявлено разнообразие сосудистых растений, представленное 276 видами, относящимися к 134 родам и 45 семействам и его динамика на моренах разных ледников.

На молодых моренах долинных ледников Малый Актру, Большой Актру, Левый Карагемский, Корумду абсолютно преобладают цветковые растения (95.3 %, 263 вида); голосеменные и сосудистые споровые крайне немногочисленны. Спектр крупнейших семейств объединенной флоры морен (рис. 67) представлен семействами: *Asteraceae* (44 вида), *Poaceae* (26 видов), *Salicaceae* (24 вида), *Caryophyllaceae* (18 видов), *Fabaceae* и *Rosaceae* (15 видов), *Brassicaceae* (14 видов), *Scrophulariaceae* (10 видов), которые включают более половины видов (57 %).

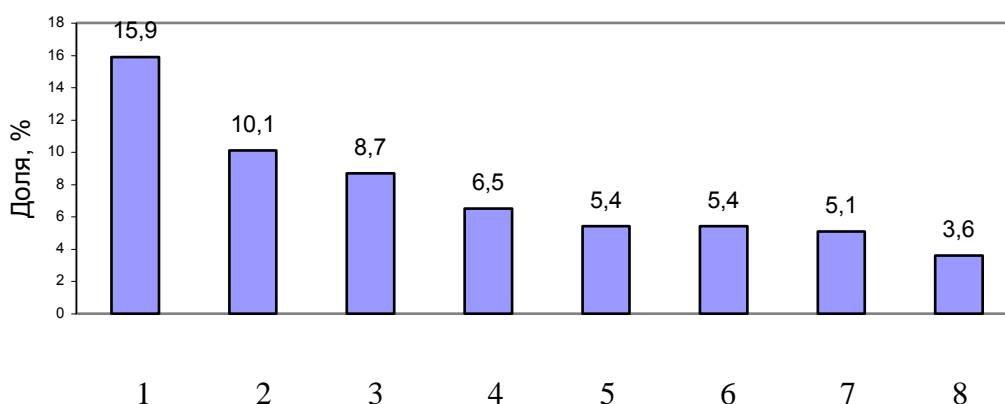


Рис. 67. Спектр крупнейших семейств молодых морен Северо-Чуйского хребта
1 – *Asteraceae*, 2 – *Poaceae*, 3 – *Salicaceae*, 4 – *Caryophyllaceae*, 5 – *Rosaceae*, 6 – *Fabaceae*, 7 – *Brassicaceae*, 8 – *Scrophulariaceae*

Динамика видового разнообразия на исследованных молодых моренах обусловлена: разным положением морен относительно границы леса, разнообразием окружающих их растительных сообществ и возможностью заноса семян из нижележащих поясов.

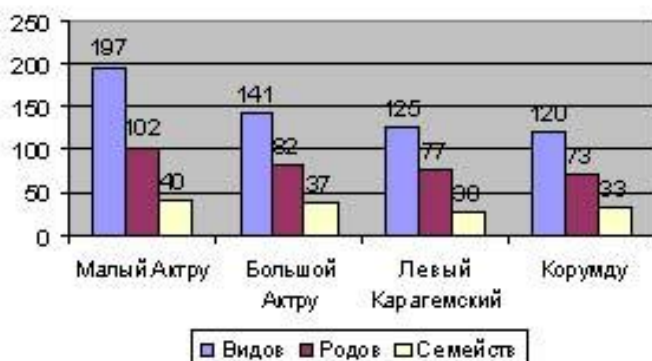


Рис. 2. Видовое разнообразие сосудистых растений на молодых моренах Северо-Чуйского хребта

(81.6 %), наименьшее (56.7 %) – для морен ледников Корумду и Левого Карагемского, Корумду и Большого Актру.

Наибольшее разнообразие выявлено на молодых моренах ледника Малый Актру (рис. 68): 197 видов, 102 рода и 40 семейств. На моренах других долинных ледников число видов, родов и семейств меньше. Рассчитанные для флор молодых морен меры сходства (меры включения) Симпсона имеют, в целом, невысокие значения (56,7-81,6 %), что свидетельствует о гетерогенности их видового состава. Наибольшее сходство установлено для флор молодых морен ледников Малый Актру и Большой Актру

Полученные данные являются основой для мониторинга биоразнообразия сосудистых растений в приледниковых ландшафтах Центрального Алтая.

2. Исследование кедрово-темнохвойных лесов на территории Кеть-Чулымского междуречья выявили проявляющиеся через разнообразие структуры возрастных ярусов древостоя различия в динамике насаждений характерные для каждого типа лесорастительных условий.

На поверхностях сложенных суглинистыми отложениями отмечена тенденция смены в возрасте более 100 лет осиново-березового древостоя кедром, а при распаде кедрового древостоя в возрасте более 300 лет – пихтой (Рис. 69).

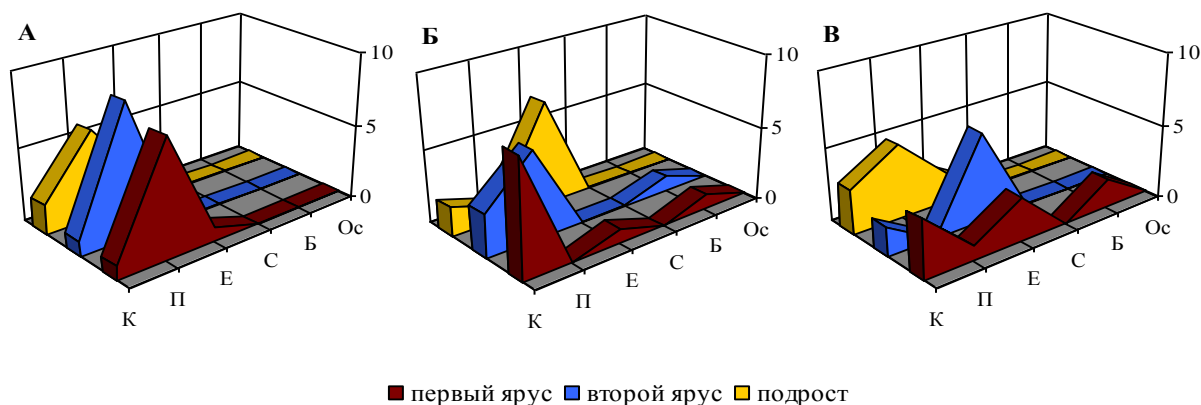


Рис. 69. Структура насаждений различных типов лесорастительных условий. А - суглинистая древняя равнина, Б – борта ложбины стока сложенные супесями подстилаемыми слоистыми суглинками; В - ложбины стока сложенные супесями подстилаемые песками. По горизонтали – породный состав, по вертикали доля участия в насаждении.

Благоприятные условия формирования первой генерации кедра образуются под пологом лиственного древостоя, второй - в окнах на стадии распада пихтового древостоя. В климаксовом состоянии формируется разновозрастный кедрово-елово-пихтовый мелко-травно-зеленомошный тип леса с близкой по составу структурой насаждения по всем возрастным состояниям.

На дренированных поверхностях сложенных супесями, подстилаемыми слоистыми суглинками формируются кедровые с участием сосны и ели преимущественно одновозрастные ягодно-мшистые насаждения. Возобновление кедра отзывчиво на изменение климатических условий и идет через осиновые, реже березовые и сосновые насаждения.

Поверхности, сложенные перекрывающимися песками супесями рассматриваются как устойчиво-кедровые. В восстановительных циклах здесь сформированы насаждения с преобладанием кедра в первом ярусе. Однако возобновление кедра ослаблено. Поэтому уже в следующем возрастном состоянии преобладают ель или пихта. При нарастании увлажнения происходит смена кедровников кустарничково-зеленомошных кустарничково-сфагновыми, в древостое появляется сосна. На минерализованных вывалах в парцеллах окон жизнеспособное возобновление кедра. Формируются сложнее по структуре и возрасту кедровые насаждения.

Недостаточность выборки исследованных участков не позволяет достоверно связать изменение структуры насаждений с изменением климата, хотя отмечено, что в отдельные, видимо более холодные циклы в возобновлении преобладает ель, в другие, более теплые – пихта. Слабая отзывчивость древостоев на современное потепление связано с тем, что флуктуации климатических условий относительно общего тренда были короткопериодическими, несравнимыми по продолжительности с жизненными циклами кедровых древостоев.

3. Изучено разнообразие кедров сибирского в ряду из 8 типов леса на экологическом профиле (Западно-сибирская равнина, крайний юг лесной зоны). Морфологические (структура побега и шишки, анатомия хвои, радиальный прирост ствола) и физиологические (соотношение фотосинтетических пигментов, водный режим) признаки тесно связаны с лесорастительными условиями экотопов. Генотипы 240 деревьев установлены по 22 локусам, кодирующим 14 ферментных систем. Впервые установлен относительно высокий уровень генетической дифференциации смежных ценопопуляций и показана ее адаптивная природа. По результатам многомерного анализа (Рис. 70) выявлены две главные компоненты, в плоскости которых организовано 67% изменчивости аллельных частот, причем, координаты по 1-й из них тесно связаны с трофностью ($r = 0,83$), а по 2-й – с влажностью ($r = 0,56$) почвы.

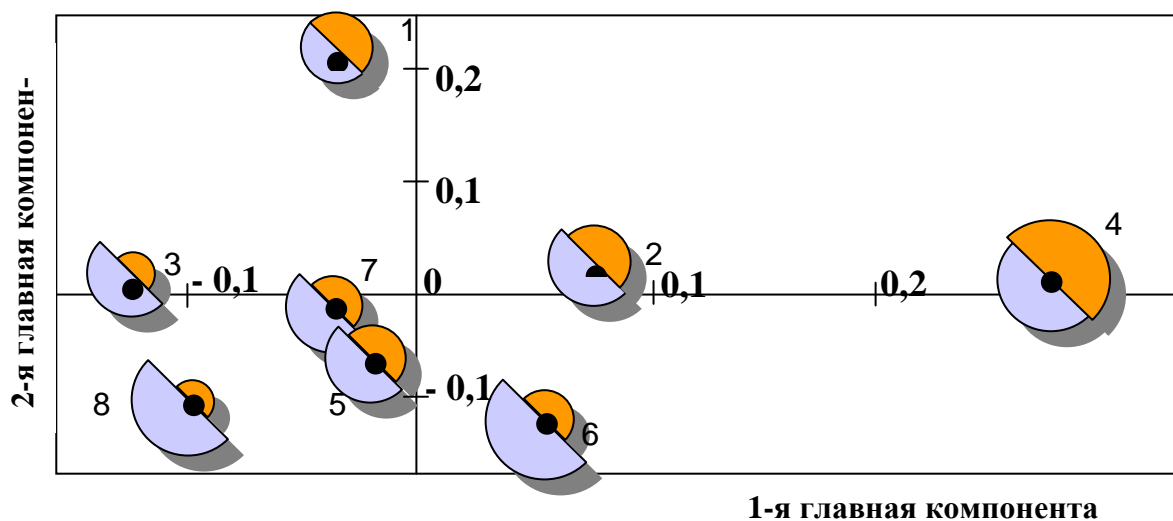


Рис. 70. Распределение ценопопуляций лесоболотного профиля из экотопов с различной влажностью (голубой сегмент) и трофностью (оранжевый сегмент) почвы (по шкале Л.Г.Раменского) в плоскости двух главных компонент по результатам многомерного анализа аллельных частот аллозимных локусов: 1- кедровник мелкотравный на водораздельном плато (5К3П1Е1Б+С; III бонитет), 2 - пихтач папоротниковый в средней части склона (6ПЗК1Е; III бонитет), 3 - кедровник кустарничково-зеленомошный в нижней части склона (7К1Е1Б1П+Ос; III бонитет), 4 – кедровник травяно-болотный (кедровая согра) в долине притеррасного ручья (К2Е1Б+П; II-III бонитет), 5 – сосняк брусничный на береговом валу (6С4К; IV-V бонитет), 6 - сосняк осоково-сфагновый в краевой части мезотрофного болота (4С3К3Б; Va бонитет), 7 – кедровник кустарничково-травяно-сфагновый на болотном острове (4К3С3Б+Л; V бонитет), 8 - сосняк сфагновый (9С1Б+К; Vб бонитет) с рямым кедром в центральной части верхового мезотрофного болота.

Полученные результаты демонстрируют уникальность генотипического состава ценопопуляций и позволяют рассматривать их как элементарную единицу при разработке мероприятий по сохранению генофонда кедров сибирского.

Проект 4.5.2.2. Разработка научных основ информационно-вычислительной системы на основе Веб- и ГИС технологий для исследований региональных природно-климатических процессов (научный руководитель: д.ф.-м.н. Е.П.Гордов)

1. Общая характеристика выполненных в 2008 г. работ и краткое иллюстрированное изложение итогов работ 2008 года

Работы по проекту в 2008 г. выполнялись в полном соответствии с планом.

В разделе «Построение онтологий и стандартов метаданных для метеорологии и климатологии» разработана рабочая версия RDF схемы метаданных для описания наборов метеорологических и климатических данных. RDF-описания данных, созданные согласно схеме, являются синтаксически корректными и пригодными для обработки такими стандартными программными инструментами, такими как Jena, PHP RDF Parser и т.д. Модель метаданных в виде RDF схемы позволяет использовать все преимущества технологии Semantic Web. Она может быть использована в качестве универсального инструмента для описания данных по окружающей среде с целью последующей организации поиска и доступа к ним через Интернет. Реализована программная интеграция ПО ATMOS и RDF-репозитория Sesame.

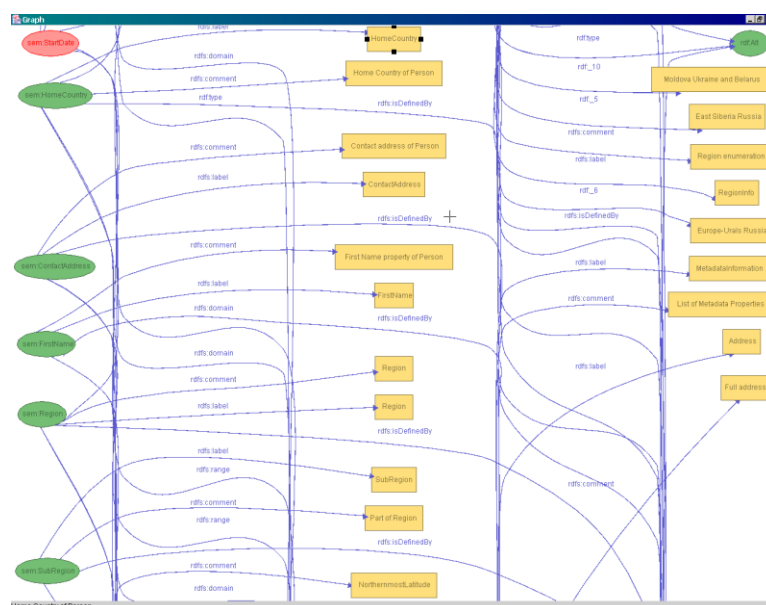


Рис. 71. Фрагмент разработанной RDF-схемы в редакторе IsaViz

В разделе «Разработка архитектуры распределенной системы, интегрирующей базы данных, модели и ГИС в полнофункциональный научный веб-сайт по наукам об окружающей среде» расширены функциональные возможности онлайн-информационно-вычислительной системы для обработки и визуализации метеорологических и климатических данных. В частности, реализована возможность вычисления основных индексов изменения климата, разработанных CCI/CLIVAR Working Group (WG) on Climate Change Detection and Indices и возможность сравнения метеорологических и климатических характеристик, полученных для разных наборов данных. К системе был подключен реанализ JMA/CRIEPI JRA-25, в дополнение к 2 реанализам NCEP, интегрированным в систему ранее завершается работа по подключению к системе данных европейского реанализа ERA-40 и данных метеостанций СССР и РФ.

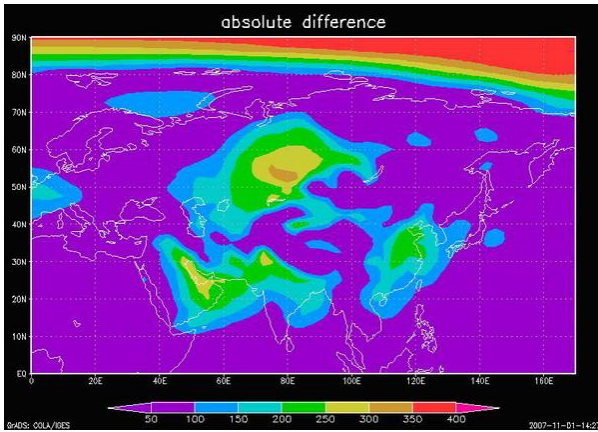


Рис. 72. Абсолютная разница атмосферного давления для двух наборов данных NCEP за весенний период 2001 года.

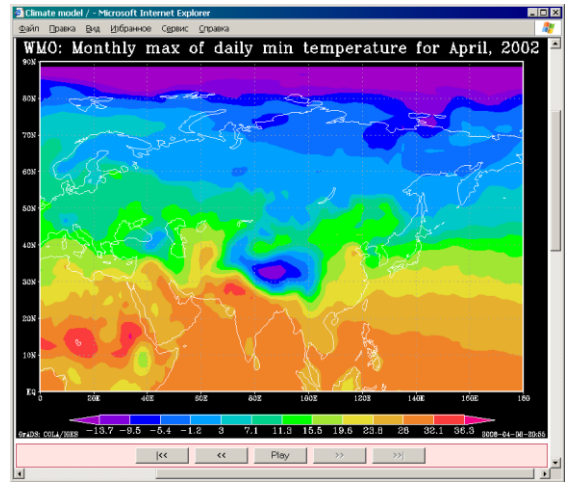
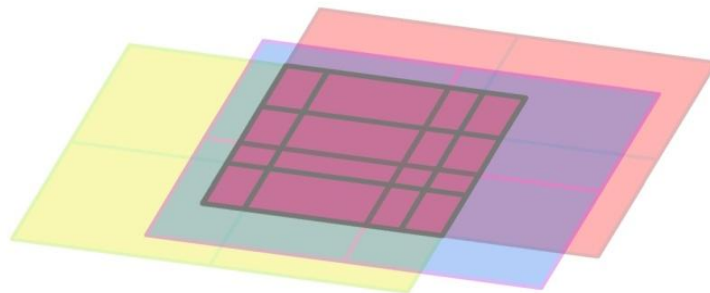


Рис. 73. Месячное максимальное значение дневной минимальной температуры.

В разделе «Разработка методов и программных средств для обработки мультиспектральных космических снимков на основе ГИС-технологий» проводились работы по автоматизации обработки мультиспектральных космических снимков и исследования по оценке состояния природной среды Западной Сибири по космическим снимкам высокого разрешения. Были разработаны средства автоматизированного импорта космических снимков Landsat формата GeoTIFF и ASTER формата HDF EOS, что позволяет оперировать ими в ГИС не как растровыми изображениями, а как векторными слоями полигональных объектов. Это дает возможность проведения пространственного анализа, классификации и выделения объектов по произвольному числу спектральных каналов космического снимка с одновременным привлечением других пространственных данных. Результат импорта представляет собой отдельные слои полигональных объектов для каждого спектрального канала космического снимка и объединенный слой полигональных объектов для произвольного числа спектральных каналов.



отдельные слои полигональных объектов
 объединенный слой полигональных объектов

Важнейшие результаты

Создание информационно-вычислительной веб-системы для анализа региональных климатических изменений (Исполнители: Гордов Е.П., д.ф.-м.н., гнс; Окладников И.Г., к.т.н., снс; Титов А.Г., м.н.с.; Никитчук К.Л., аспирант; Шульгина Т.М., аспирант)

Создан научный веб-сайт, являющийся информационно-вычислительной системой, предназначенной для оценки климатических изменений, в первую очередь, на территории Северной Евразии (<http://climate.risks.scert.ru/>). В нее, с помощью Java-технологий, интегрированы структуры метаданных и аналитические модели для обработки метеорологических и климатических данных. В системе реализована возможность построения и сравнения временных трендов метеорологических и климатических параметров, характеризующих климатические изменения, для различных рядов данных. Доступный для обработки архив данных является уникальным для России, т.к. он включает данные американских реанализов NCEP/NCAR и NCEP/DOE AMIP II, европейского реанализа ERA-40 и японского реанализа JRA-25, а также результаты наблюдений на метеорологических станциях СССР и России.

Система позволяет в режиме удаленного доступа обрабатывать и анализировать большие архивы метеоданных и выявлять тенденции и характеристики климатических изменений в регионе, что создает надежную основу для изучения и прогнозирования природных, социальных и экономических последствий изменения состояния окружающей среды, вызванных как естественными, так и антропогенными изменениями в окружающей среде Сибири.

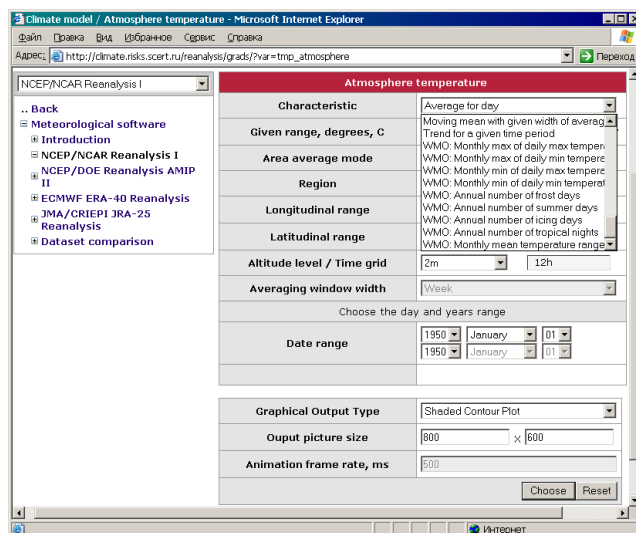


Рис.74. Графический интерфейс пользователя. В левой части панели перечислены доступные для анализа наборы климатических данных. В правой части панели открыт список вычисляемых системой величин и другие выбираемые пользователем характеристики

На данный момент система вычисляет набор выбранных ключевых индикаторов, характеризующих общее состояние климата или основные тенденции его изменения для таких метеорологических параметров, как температура, давление, влажность атмосферы, температура и влажность почвы, уровень осадков, геопотенциальная высота, а также введенный ВМО набор индексов изменения климата. Структура системы обеспечивает простое и быстрое расширение ее возможностей.

Система обладает следующей функциональностью:

- выполнение различных математических и статистических операций над данными реанализов, такие как вычисление минимальных, максимальных, средних величин, вычисление коэффициента корреляции для произвольной пары параметров, расчет коэффициентов линейной регрессии, трендов, и т.д.;

- сравнение климатических характеристик, вычисляемых по различным наборам данных;
- вычисление индексов изменения климата (<http://ccsma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/indices.shtml>)

Пользовательский интерфейс (Рис. 1) дает возможность задавать географическую область, временной диапазон, выбирать исследуемую климатическую характеристику, а также задавать параметры визуализации. При расчете скользящего среднего, выбрав ширину окна усреднения (неделя, месяц, три месяца, полгода и год), в качестве результата получается последовательность изображений с пространственным распределением исследуемой климатической характеристики, которую можно просматривать как анимацию в автоматическом или в ручном режиме.

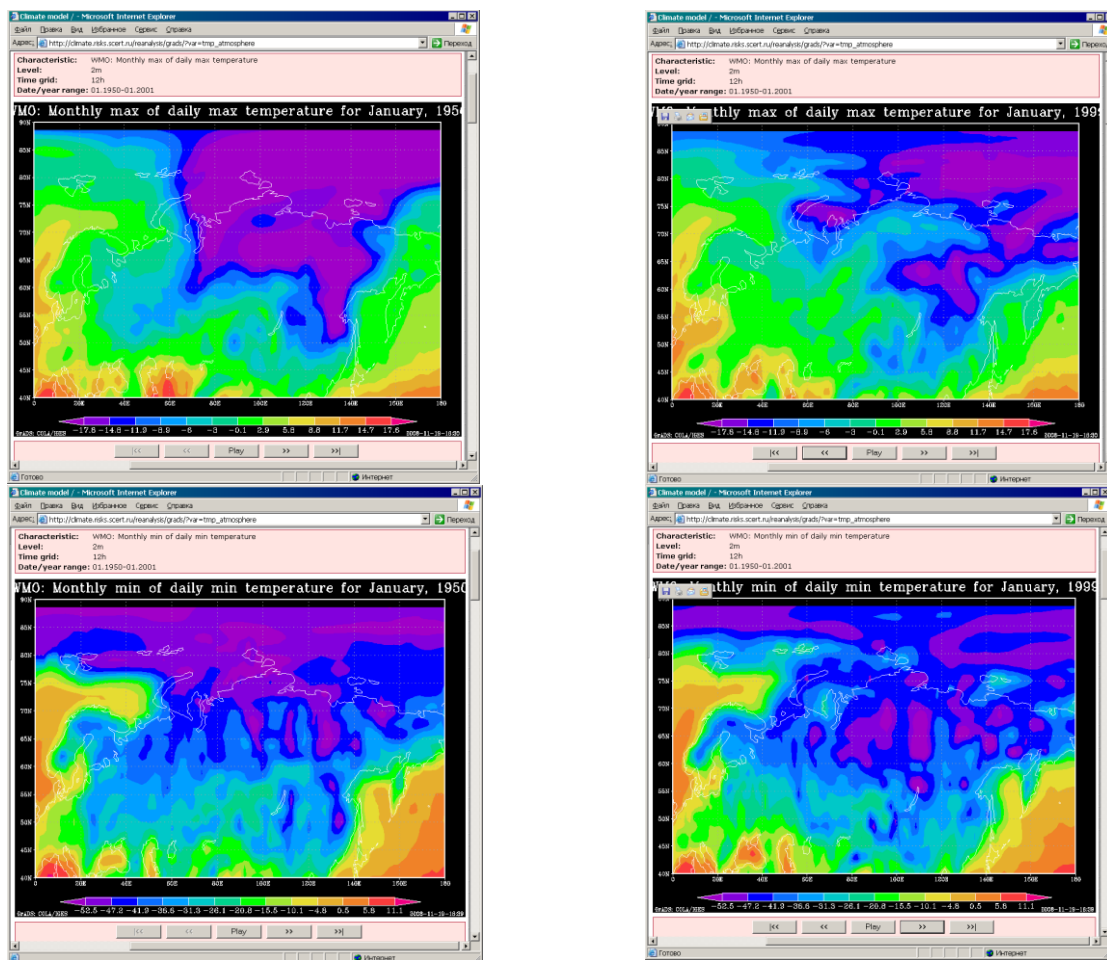


Рис. 75. Сравнение месячных максимумов максимальной суточной температуры (сверху) и минимумов минимальной суточной температуры (снизу) на высоте 2м за январь 1950 г. (слева) и 1999 г. (справа). Результаты расчета иллюстрируют существенное зимнее потепление произошедшее на территории Евразии, в результате которого нулевые температуры в январе достигаются почти всюду (две верхние панели), а январские морозы на большей части территории стали заметно менее суровыми (две нижние панели).

1.3.2. РАБОТА, ВЫПОЛНЕННАЯ ПО ПРОГРАММЕ ПРЕЗИДИУМА РАН

Программа 16. «Изменения окружающей 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)

Реализация крупномасштабных проектов социально-экономического развития Сибири сопряжена с решением проблем по гармонизации промышленного освоения природных ресурсов и требований экологической безопасности. В свете наблюдаемых изменений окружающей среды и климата требования экологической безопасности становятся особенно актуальными. Однако, наблюдаемые изменения во многих регионах планеты, в том числе и на территории Сибири, остаются пока недостаточно изученными как для научного обоснования требований экологической безопасности (и Киотского протокола, в частности), так и для прогноза ожидаемых последствий (и возможных сценариев по Докладу МГЭИК).

Мировой опыт показывает, что для решения фундаментальной проблемы, связанной с глобальными и региональными изменениями, существующие мировые сети целевого мониторинга (гидрометеорологического, криосферного, аэрозольно-радиационного, газопарникового и др.) необходимы, но недостаточны. Перспективным и общепризнанным в мире подходом к решению этой проблемы являются "интегрированные региональные исследования" (в формулировке Международной геосферно-биосферной программы), т.е. осуществление комплексного регионального мониторинга природных и климатических процессов. Практическая реализация этого подхода в рамках ряда международных и российских программ и пока не увязывается с перспективами социально-экономического развития регионов. Вне фокуса этих программ пока остается и обширная территория Сибири, отличающаяся повышенными темпами развития природо- и недропользования и одновременно повышенными темпами наблюдаемых природно-климатических изменений.

В Сибирском отделении РАН в настоящее время разрабатывается программа по интегрированным региональным исследованиям, для которых создается Сибирская сеть станций мониторинга природно-климатических процессов. При обосновании географического размещения такой сети мониторинга выделяются особые зоны для междисциплинарного мониторинга, включая:

- растительные сообщества на моренах долинных ледников в горах Алтая и Саян;
- лесоболотные экотоны на границах болот и гидроморфные участки таежных лесов;
- зоны аридизации на юге Западной Сибири и зоны возможного опустынивания;
- зоны хозяйственного освоения, где идут необратимые преобразования ландшафтов;
- зоны деградации мерзлых грунтов и островной мерзлоты.

Ниже приводятся важнейшие научные результаты, полученные для некоторых зон при исследованиях в рамках проекта 16.5 "Комплексный мониторинг современных климатических и экосистемных изменений в Западной Сибири".

1. На основе многолетних исследований первичного растительного покрова установлены три последовательные стадии формирования растительности на моренах долинных ледников Северо-Чуйского хребта: от поселения первых трав на свежих моренных отложениях, через травяно-кустарниково-моховые сообщества на моренах 25-90 летнего возраста до появления разреженных лесных травяно-кустарниково-моховых сообществ на моренах 90-150 летнего возраста. Выявленная закономерность многостадийной трансформации структуры и видового состава формирующихся растительных сообществ определяет необходимый режим мониторинга экосистемных изменений в зонах раннего отклика на изменения климата .



Рис. 76. Стадии формирования первичной растительности на молодых моренах ледника Малый Актру. Пунктирной линией обозначены границы стадий I, II, III.

При проведении мониторинга экосистемных изменений в зонах раннего отклика (высокогорьях Центрального Алтая) исследованы датированные (Тронов, 1949; Окишев, 1982; Нарожный, 2001; Нарожный, Никитин, 2003) молодые морены долинных ледников, отступающих с середины XIX века.

В динамическому ряду смен первичной растительности выделенные стадии характеризуются определенной продолжительностью (рис.77), своеобразным видовым составом (рис.78) и особенностями структуры формирующихся растительных сообществ.

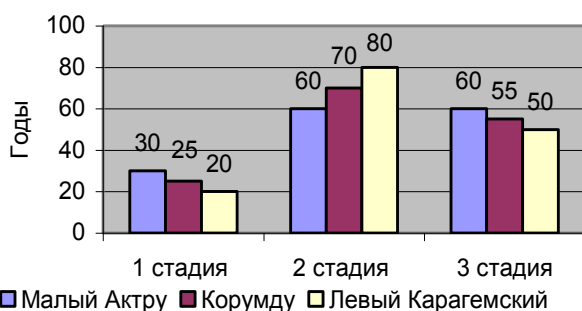


Рис. 77. Продолжительность стадий формирования растительности на молодых моренах ледников Северо-Чуйского хребта

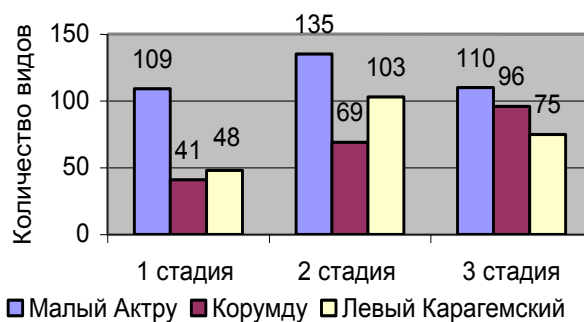
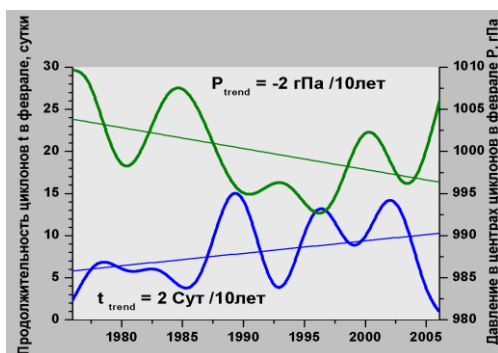
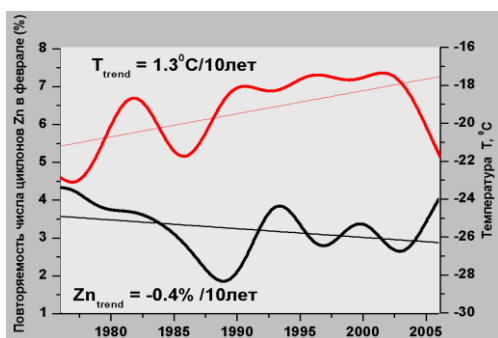
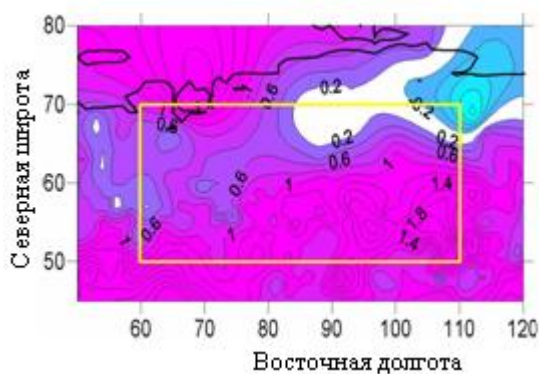


Рис. 78. Видовое разнообразие сосудистых растений на молодых моренах ледников Северо-Чуйского хребта

На первой стадии продолжительностью 25-45 лет растительность представлена разреженными скоплениями особей немногочисленных видов трав и мхов, на второй стадии продолжительностью 60-70 лет структура сообществ усложняется и формируются первичные микрогруппировки, на третьей стадии видовое разнообразие уменьшается, а сообщества представлены развитыми древесным, кустарниковым, травяным и моховым ярусами.

2. Результаты статистического анализа инструментальных данных по динамике вихревой циркуляции показывают, что на территории Западной Сибири в период интенсивного глобального потепления (1976-2006гг.) наблюдалось уменьшение общего количества циклонов при одновременном увеличении их интенсивности (увеличение давления в центре циклонов) и продолжительности их пребывания на территории. Связанные с такой динамикой изменения в облачности могут выступать как существенные факторы изменений температурного режима на рассматриваемой территории.



В период 1976-2006 гг. средняя по площади годовая температура воздуха повысилась на 0,7°C.

Наибольшие темпы потепления наблюдались в феврале (3,9 °C), марте (3,0 °C), мае (2,5 °C) и октябре (2,6 °C).

На поясняющем рисунке в верхней части показано поле трендов потепления (°C/10 лет) для февраля. В средней части показано изменение средней по Западной Сибири температуры (красная линия) и число циклонов (черная линия). Линия положительного тренда для температуры свидетельствует о ее повышении в феврале со скоростью 1,3⁰C/10лет. Линия отрицательного тренда соответствует уменьшению числа циклонов на 0,4 % (от общего числа циклонов в феврале в течение 31 года) за 10 лет.

Вместе с тем для этого месяца в нижней части рисунка показана динамика среднего времени пребывания одного циклона на территории (синяя линия) и среднего давления в центре циклона (зеленая линия).

Положительная корреляция (+0,42) имеет место между изменениями температуры и временем пребывания циклона на территории, а отрицательная корреляция (-0,62) наблюдается между изменениями температуры и среднего давления в центре циклона. Эти корреляции согласуются с ростом температуры, поскольку, хотя общее число циклонов уменьшилось, увеличилось время их пребывания на территории и, в среднем, циклоны стали более глубокими.

Такая динамика способствует увеличению общей облачности в феврале и, следовательно, уменьшению радиационного выхолаживания в интенсивной фазе господствующего над территорией Сибирского антициклона. Подобные по содержанию статистические связи проанализированы для каждого календарного месяца года и за год в целом.

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

В связи с отсутствием финансирования не было проведено обследование болот лесостепи Западной Сибири, необходимое для выявления и построения карты-схемы южной границы криолитозоны в периоды похолоданий голоцена.

Получены данные по абсолютному возрасту слоев торфа монолитов, отобранных на болотах среднетаежной подзоны (Ханто-Мансийский автономный округ) в 2007 г.: (рис. 79) на облесенном высоком кедром многолетнемерзлом торфяном бугре (61°29'11"с.ш.; 66°37'06" в.д.) и гряде мезотрофного болота, являющейся, судя по концентрической форме, обилию *Polytrichum strictum* в моховом покрове из *Sphagnum fuscum* и сильно разложившейся прослойке торфа, основанием деградировавшего многолетнемерзлого бугра (60°49'39" с.ш.; 63°37'48" в.д.).

На основании данных датирования по ^{14}C установлено, что последняя стадия промерзания торфяных отложений с формированием многолетнемерзлых бугров в среднетаежной подзоне имеет современный возраст (actual age), до периода массовых ядерных испытаний, ориентировочно 1935-1940гг. (рис. 54- I, 19 см и 54-II, 41 см).

Это подтверждает, что в среднетаежной подзоне формирование многолетней мерзлоты на участках низинных и переходных торфяных залежей при условии их обсыхания возможно даже при незначительном похолодании климата в будущем.

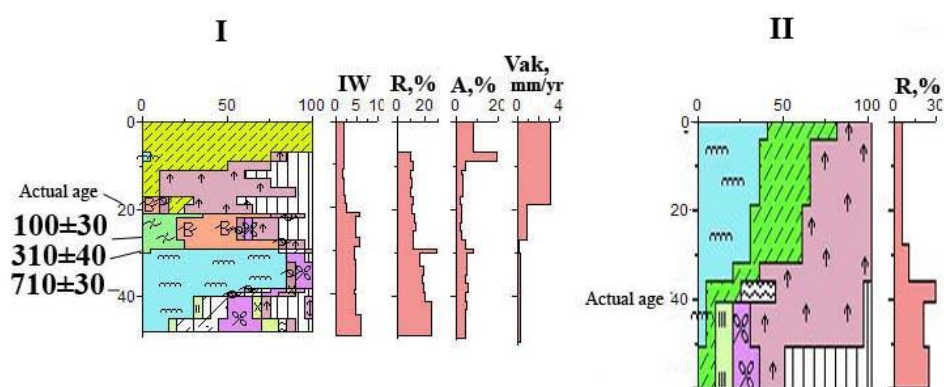


Рис. 79. Датированные по ^{14}C стратиграфические колонки торфяных залежей современного и деградировавшего многолетнемерзлых бугров на болотах среднетаежной подзоны: I - ММБ и II - гряда на месте деградировавшего бугра

Свойства торфа: А – зольность, R – степень разложения, IW – индекс влажности.

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

Программа 7.3. «Техногенное преобразование недр Земли: развитие теоретических основ эффективного использования и сохранения георесурсов».

Проект 7.3.1 «Обоснование путей повышения эффективности и экологической безопасности открытой добычи твердых полезных ископаемых»

К концу девяностых годов прошлого столетия довольно четко определилось и стало интенсивно развиваться новое направление изучения горного массива – экологическая геофизика. Оно охватывает широкую проблематику исследований - от очагов нарушения экологической и инженерной устойчивости в зонах активизации экзогенных геологических процессов (карст, оползни, выбросы угля и газа в геодинамических зонах и др.) до случаев техногенеза (термокарст, деформации поверхности в зонах горных подработок, подтопление массива техническими водами, нефтезагрязнения пр.).

Общая тенденция нового направления – это смещение акцентов в сторону оперативной оценки, контроля и прогноза экологической и инженерной устойчивости грунтов; большей детальности и прецизионности при сборе полевых результатов и их интерпретации в комплексе с базами данных геоинформационных систем (ГИС), разработка принципиально новых геофизических технологий. Естественно, что в этой связи все более широкое применение находят радиоволновые методы, основанные на регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ). Первые работы по использованию ЕИЭМПЗ в технологии геофизических исследований в нашем коллективе послужила гипотеза профессора Томского политехнического университета А.А. Воробьева о подземной грозе, высказанная им в конце 60-х годов прошлого столетия (Воробьев А.А. О возможности электрических разрядов в недрах Земли. -Геология и геофизика, 1970, №12, с. 3-13) .

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 на бортах открытых карьеров.

В качестве объекта исследований был выбран оползневой склон правого берега реки Кама, по которому пролегает магистральный газопровод Уренгой – Помары – Ужгород, тем более, что этот участок является опытным полигоном для отработки комплексной оценки устойчивости склона различными геофизическими методами, включая и радиоволновые.

Так как решение поставленной задачи было основано на использовании естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), то при постановке этих работ необходимо было: усовершенствовать работу имеющейся аппаратуры, проверить ее работоспособность в полевых условиях и создать методику оперативной оценки устойчивости оползневого склона.

Применение методов регистрации ЕИЭМПЗ при решении задач инженерной геологии и, в частности, оценки оползневых процессов было предложено сравнительно давно сотрудниками Томского политехнического института и Симферопольского Института минеральных ресурсов (Защинский Л.А., Саломатин В.Н., Мастов Ш.Р. Методические рекомендации по применению метода регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли при изучении оползневого процесса.- Симферополь, 1983. – 75 с.; Мастов Ш.Р., Саломатин В.Н., Яворович Л.В. Выявление степени деформации участков оползня методом регистрации импульсов электромагнитного поля // Инженерная геология. – 1983, № 2. – С. 98-101). Однако до настоящего времени этот метод не нашел широкого применения в мировой практике. Главная причина – наличие в регистрируемом сигнале импульсов различного, до конца, не выясненного происхождения, в том числе и многочисленных импульсов, не несущих информацию об объекте контроля. Это, прежде всего, атмосферники – импульсы приходящие из центров тропических гроз и атмосферные импульсы местной грозовой активности.

Помехой будут являться и импульсы, генерируемые мощными геологическими и структурными неоднородностями земной коры, находящимися за пределами объекта исследований. Это могут быть трансконтинентальные и континентальные разломы, импульсы от которых регистрируются на удалении нескольких десятков километров.

Источниками техногенных помех могут являться высоковольтные линии электропередач, радиопередающие устройства и многое другое.

Как показывают наши исследования, более 80% регистрируемых импульсов являются «внешними», генерируются источниками, достаточно удаленными от точки измерения и не несут информацию о геофизических процессах на обследуемой территории. Устранить трудности с выделением «полезной» информации пытаются различными способами: повышением чувствительности аппаратуры, увеличением числа повторных замеров по одному и тому же профилю, периодическим возвращением на некоторые «опорные» точки и др. Однако такие способы либо слишком трудоемки, либо не достаточно эффективны.

На первом этапе работ необходимо было провести площадные измерения интенсивности импульсного потока ЕТЭМПЗ с целью выбора мест с аномальными зонами, которые сопоставить с геодинамикой склона. Для решения поставленной задачи были проведены комплексные исследования на территории оползня в 2007 – 2008 годах с выделением зон опасных с точки зрения геодинамики.

Методические аспекты обработки информации и выделения пространственных вариаций ЕИЭМПЗ

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.

Каждая геологическая структура обладает своей излучательной способностью. Так, например, геологические разломы отличаются от окружающего пространства повышенной интенсивностью сигнала на бортах разлома и некоторым снижением интенсивности в осевой зоне разлома, заполненной, как правило, глиной трения. Распределение импульсов по амплитудам, регистрируемое в зоне разлома, имеет острый максимум, указывающий на то, что геологический разлом генерирует преимущественно импульсы с одной и той же определенной амплитудой сигнала. Ширина зоны с аномальными характеристиками электромагнитных полей при пересечении глубинных геологических разломов может достигать в поперечнике нескольких сотен метров. Мощные трансконтинентальные разломы создают аномальную зону шириной несколько километров и даже несколько десятков километров. Мелкие разрывные нарушения в земной коре или границы разнородных пород проявляются в виде пиков повышенной интенсивности сигнала в пределах нескольких метров или десятков метров. Для них также характерно преобладание импульсов с определенной амплитудой. Границы рудных тела и их территория могут выявляться в окружающем пространстве либо повышенными, либо пониженными значениями интенсивности сигнала.

Поскольку регистрируемый поток импульсов определяется пространственно-временными вариациями, то в случае выполнения геофизических работ для получения информации о строении земной коры из зарегистрированного сигнала должны быть удалены временные вариации полей и оставлены только пространственные вариации.

Как показали наши многолетние исследования, временные вариации ЕИЭМПЗ определяются суточными и годовыми ритмами движения земной коры. Эти ритмы имеют четкие суточные хода, зависящие от календарной даты и географических координат местности, ее геофизических особенностей. Поэтому настройка станции на оптимальную чувствительность осуществляется непосредственно в районе предстоящих полевых работ перед их началом. Для настройки используются специальные тарировочные зависимости, полученные нами на основе анализа наших многолетних исследований ЕИЭМПЗ в различных регионах Евразии.

Выполненные исследования показали принципиальную возможность предложенного способа и аппаратуры не только для оценки величины, знака и направления механических напряжений в грунтах на оползневых склонах, но и возможность мониторинга развития напряженно-деформированного состояния территории, контроля активности оползневых процессов в масштабе реального времени.

Многokратной проверкой с применением повторных измерений через некоторый промежуток времени, синхронными измерениями несколькими станциями, сравнением полученных результатов с традиционными методами контроля оползневых процессов показано, что правильное применение методов ЕИЭМПЗ дает высокоточные, хорошо воспроизводимые результаты, отражающие активность геодинамических склоновых процессов с высокой достоверностью.

Модифицирован многоканальный геофизический регистратор «МГР-1», позволяющий проводить площадные измерения вариаций ЕИЭМПЗ, что создает возможность использования его для отработки новых геофизических методов оценки НДС горных массивов.

1.3.4. 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" (руководитель С.Н.Велисевич).

По комплексу морфологических, молекулярно-генетических и физиологических признаков исследовалась адаптивная структура популяций сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) лесоболотного и лесотундрового экотонов, представленных в виде двух экологических профилей – лесоболотного и высотного (рис. 80).

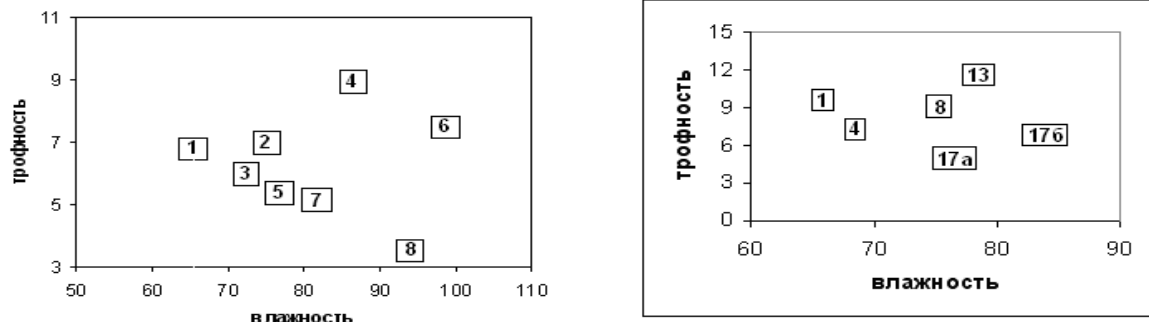


Рис. 80. Лесорастительные условия ценопопуляций (номера в квадратах) лесоболотного (слева) и высотного (справа) экологических профилей в системе экологических координат «увлажнение-богатство» по шкале Л.Г. Раменского. По оси абсцисс – степени увлажнения, по оси ординат – степени богатства.

Установлено, что величина годовых приростов ксилемы клинально уменьшается по вектору лимитирующего фактора и достигает минимальных значений в крайних точках обоих экологических профилей. Коэффициент чувствительности был максимален на границах леса, причем данная закономерность выражена сильнее в ценопопуляциях тундрового редколесья высотного профиля. Отмечена ведущая роль микрогеографической дифференциации в синхронизации радиального роста ценопопуляций сосны кедровой сибирской на интразональных границах распространения. В ценопопуляциях, произрастающих в оптимальных для сосны кедровой сибирской условиях, наблюдается сдвиг морфогенеза в генеративную сторону, стабильность погодичной динамики генеративных процессов и максимальная семенная продуктивность. Минимальные значения основных признаков генеративного морфогенеза и семенной продуктивности были отмечены в маргинальных экотопах. Преобладание фракции связанной воды в неблагоприятных условиях произрастания способствует экономному расходу влаги и снижению водного дефицита, который возникает в результате усиленной транспирации. Сравнительный анализ аллозимного полиморфизма ценопопуляций показал, что в пределах лесоболотного профиля более высокое генетическое разнообразие наблюдается в средней части профиля, а минимальное – в заболоченных экотопах, в то время как на высотном профиле происходит закономерное уменьшение доли полиморфных локусов и рост наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности при увеличении высоты произрастания. Распределение ценопопуляций в плоскости главных компонент, выявленных при многомерном анализе генетических данных, свидетельствуют о зависимости внутренней организации генетической структуры протяженных популяции сосны кедровой сибирской от сочетания основных экологических характеристик местообитаний – сопряженного влияния влажности и трофности почв на лесоболотном профиле и температуры воздуха на высотном (рис. 81).

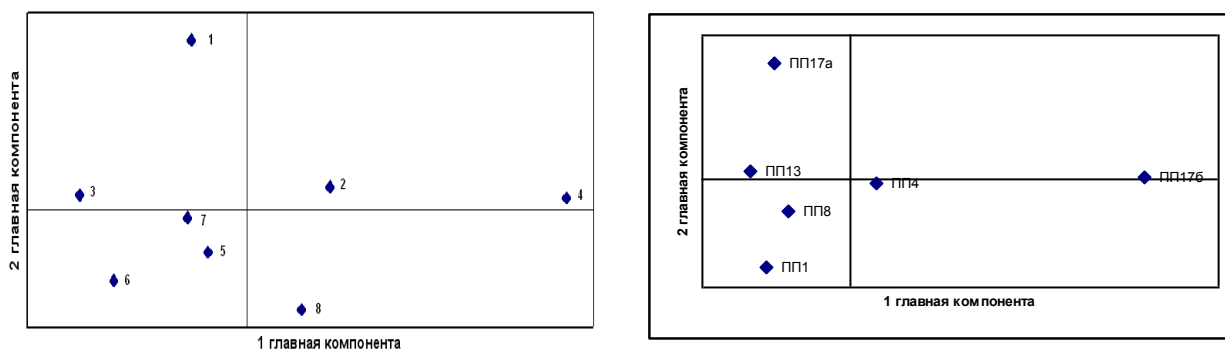


Рис. 81. Распределение ценопопуляций лесоболотного (слева) и лесотундрового (справа) экотонов в плоскости первых двух главных компонент.

Высказано предположение, что выявленная фенотипическая и генотипическая обособленность маргинальных ценопопуляций высотного и лесоболотного экологических профилей обусловлена «молодостью» современных границ и в определенной степени связана с глобальными процессами изменения климата.

Проект РФФИ 07-04-00593а, "Межвидовая гибридизация как фактор сетчатой эволюции азиатских видов 5-хвойных сосен" (руководитель Горошкевич С.Н.).

Продолжались физиологические исследования кедрового стланика и гибридов, представленных в виде прививок в условиях лесного питомника. Изучение водного обмена выявило видоспецифичность в таких показателях, как интенсивность транспирации и водный дефицит. Исследована активность одного из основных ферментов цикла Кребса НАД-зависимой малатдегидрогеназы. Выявлена ее более высокая активность у кедрового стланика по сравнению с кедром сибирским, что согласуется с ранее полученными данными по исследованию интенсивности темного дыхания. У гибридов активность данного фермента была также высокой.

В ходе выполнения проекта ранее нами были собраны шишки кедрового стланика и естественных гибридов из двух популяций в Северном Прибайкалье с одинаково высокой встречаемостью естественных гибридов, но существенно различающихся по соотношению родительских видов. В настоящем отчете приводится сравнительный генетический анализ двух популяций, выполненный методом электрофореза изоферментов. Генотипы 21 дерева кедрового стланика, 24 гибридов и 20 гибридов из давшинской популяции (где преобладает кедр), а также 19, 21 и 15 деревьев, соответственно, из нижнеангарской популяции (где преобладает кедровый стланик), были определены по 29 аллозимным локусам.

Многомерный анализ мультилокусных генотипов проведен с помощью метода главных компонент (рис. 82). В плоскости первой главной компоненты выделяются три группы генотипов (кедр, гибриды, стланик), которые полностью соответствуют результатам идентификации растений чистых видов и гибридов, проведенной по морфологическим признакам - габитусу и цвету созревающих шишек.

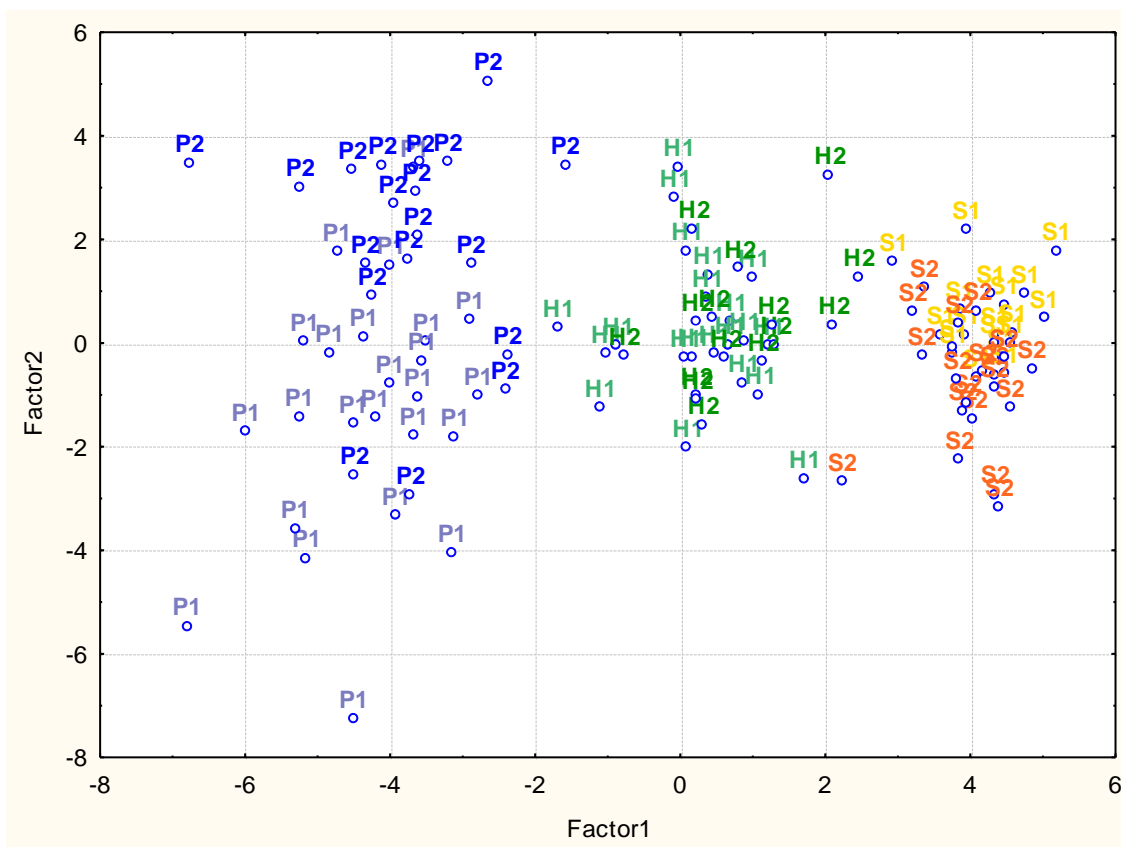


Рис. 82. Распределение генотипов в плоскости двух главных компонент по результатам анализа аллельной структуры аллозимных локусов. P1 – давшинский стланик, P2 – верхнеангарский стланик; S1 – давшинский кедр; S2 – верхнеангарский кедр; H1 - давшинские гибриды; H2 – верхнеангарские гибриды

Генотипы эмбрионов семян кедра, стланика и гибридов были установлены по 23 изоферментным локусам. Анализ эмбрионального пула показал, что в районе с преобладанием кедра (Давша) от опыления его пыльцой сформировалось примерно 27% зародышей в семенах кедрового стланика, в то время как в генотипах эмбрионов семян кедра сибирского аллелей, специфичных для кедрового стланика, не обнаружено. В районе с альтернативным соотношением родительских видов (дельта Верхней Ангары) все проанализированные семена кедрового стланика были опылены пыльцой своего вида, лишь менее 1% эмбрионов в семенах кедра имели пыльцевой вклад стланика, столько же - пыльцевой вклад гибридов.

Исследование структуры скрещивания гибридных растений позволяет заключить, что основную часть потомства (из числа перекрестноопыленных) составляют эмбрионы, развившиеся в результате опыления семяпочек родительским видом, который доминирует в данном насаждении. Так, на побережье залива Давша 82,61% зародышей семян гибридов имели пыльцевой вклад кедра сибирского, 14,13% - кедрового стланика. В дельте Верхней Ангары, напротив, большинство (76%) семяпочек гибридных растений были опылены пыльцой кедрового стланика, 12% - пыльцой кедра сибирского. В обоих исследованных районах нами установлены случаи опыления гибридов пыльцой других гибридов (не самоопыление). Доля гибридной пыльцы в эффективном пыльцевом пуле семян гибридных растений в дельте Верхней Ангары составляет 12%, что почти в четыре раза выше по сравнению с побережьем залива Давша, где аналогичный показатель составляет 3,26%.

Таким образом, в обоих исследованных районах Прибайкалья происходит достаточно интенсивная естественная гибридизация между кедром сибирским и кедровым стлаником.

Она не ограничивается образованием гибридов первого поколения, а приобретает вид настоящей интрогрессии видовых геномов.

Проект РФФИ № 07-04-90844_моб_з «Научная работа российского молодого ученого в Институте общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН» (руководитель Е.А.Петрова).

Основной темой научной стажировки было исследование изменчивости микросателлитных локусов у сосны кедровой сибирской, кедрового стланика и их естественных гибридов. Анализ литературных данных позволил определить набор из 10 пар праймеров для проведения ПЦР, наиболее пригодных для анализа исследуемых видов кедровых сосен. В результате тестирования этих праймеров выявлен полиморфизм по трем микросателлитным локусам (RPS12, RPS90 и RPS127) у *P.sibirica* и *P.pumila*. Естественные гибриды характеризовались промежуточными аллельными частотами по отношению к родительским видам, что отразилось на результатах многомерного анализа генетических данных с помощью метода главных компонент (рис. 83).

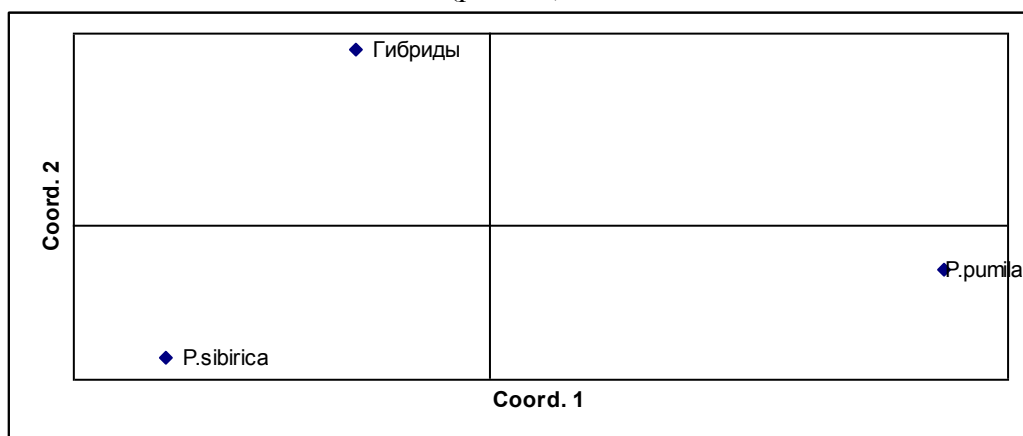


Рис. 83. Распределение выборок сосны кедровой сибирской, кедрового стланика и естественных гибридов в плоскости главных компонент, выявленных при анализе аллельных частот микросателлитного локуса RPS 127.

Проект РФФИ № 06-04-49328 «Остаточно-гумусовые органно-аккумулятивные почвы таежной зоны: география, генезис классификация» (руководитель – А.Г. Дюкарев).

За отчетный год завершено выявление на территории южной тайги Западной Сибири типологического спектра почв со сложным строением гумусового профиля, показаны связи с ландшафтно-геохимическими условиями местоположений, проведено их морфологическое описание и аналитическое исследование. Основой типологии почв послужила структура типодиагностических горизонтов, анализ строения гумусового профиля по морфологии, составу и свойствам органического вещества. На примере ландшафтных и зональных экотонov выявлены генетические и эволюционные связи органно-гумусово-аккумулятивных почв с изменчивостью ландшафтно-климатических условий голоцена, флуктуацией современных погодных условий и местоположения в системе гидрологического стока.

Проект РФФИ 08-04-10031-к. Организация и проведение экспедиционных исследований остаточно-гумусовых органно-гумусово-аккумулятивных почв таежной зоны Западной Сибири (руководитель – А.Г. Дюкарев).

Проведена экспедиция по время которой выявлены пространственные закономерности формирования ареала органно-аккумулятивных почв на Васюганской равнине. Основываясь на морфогенетическом подходе, разработаны диагностические признаки и типоморфные горизонты, показаны положение исследуемых почв в систематическом списке почв в

соответствии с Классификацией почв России» (2004 г). Исследования позволили расширить базу данных по свойствам почв таежной зоны Западной Сибири.

Проект РФФИ 08-05-00426-а «Роль торфоболотных экосистем Западной Сибири в смягчении последствий изменений климата» (руководитель – Е.А.Головацкая).

Полученные за отчетный период важнейшие результаты:

Погодные условия 2008 г.

Среднесуточная температура воздуха в Бакчаре зимой 2007-2008 г опускалась до -35.2°C (03.01.2008). Максимальная высота снежного покрова (88 см), по данным метеостанции Бакчар, наблюдалась 07.03.2008. Полное разрушение снежного покрова завершилось 23.04.2008. Продолжительность снежного периода в Бакчаре зимой 2007-2008 гг. составила 184 дня.

Лето 2008 года было умеренно теплым, с максимальной суточной температурой 23.4°C (наблюдалась 20.07.2008). Количество осадков, по данным метеостанции Бакчар, летом 2008 года (325 мм) было незначительно больше по сравнению со средними многолетними значениями (285 мм). Продолжительность бесснежного периода в 2008 г. в Бакчаре составила 195 дней.

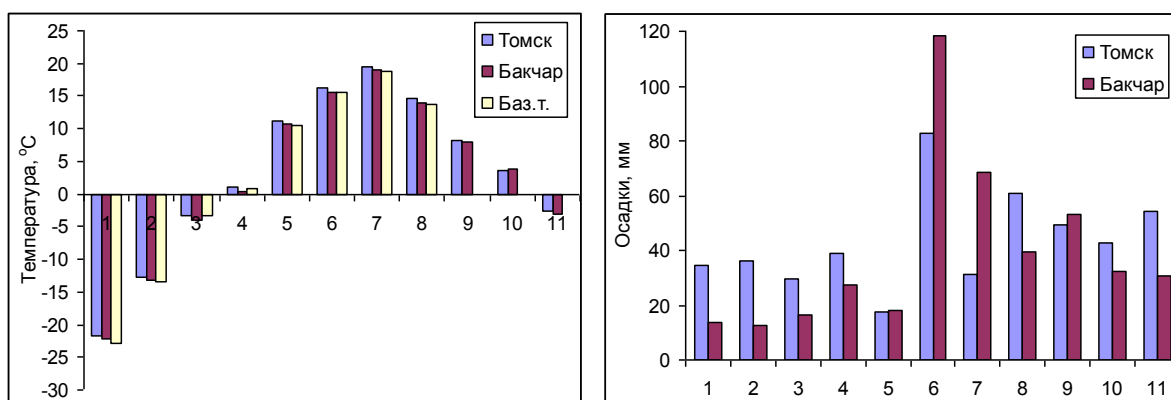


Рис.84. Временной ход среднемесячной температуры воздуха (а) и сумм атмосферных осадков (б) в течение 2008 года. Метеостанции Бакчар, Томск и наблюдения на базовой точке.

Сумма активных температур (выше 10°C) и гидротермический коэффициент (ГТК) характеризуют тепло- и влагообеспеченность вегетационного периода территории. В Бакчарском районе вегетационный период был умеренно прохладный (сумма активных температур - 1775°C) и недостаточно увлажненный (ГТК - 1,2). По сравнению со среднемноголетними данными (1999-2007 гг.) вегетационный период был холоднее (среднемноголетняя сумма активных температур - 1933°C), а по влагообеспеченности близок к средним значения (среднемноголетний ГТК - 1,16).

Эмиссия CO_2

Выделение CO_2 с поверхности торфяной залежи определяется тремя основными процессами: дыхание гетеротрофных организмов, жизнедеятельность микроорганизмов и физико-химические процессы протекающие в торфяной залежи. Общая тенденция динамики выделения CO_2 в течение вегетационного периода заключается в росте интенсивности эмиссии CO_2 к середине июля, в дальнейшем происходит ее снижение, что определяется гидротермическими условиями этого периода.

Интенсивность эмиссии CO_2 изменяется от $60\text{-}330 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2\text{час}$ в мае и сентябре до $280\text{-}900 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2\text{час}$ в августе в зависимости от фитоценоза. Минимальными значениями эмиссии характеризуется открытая топь и низкий рям в, максимальными – высокий рям и мочажина в грядово-мочажинном комплексе. Исследование эмиссии CO_2 на эвтрофном болоте показало что в среднем интенсивность выделения CO_2 в 1,2 раза выше по сравнению с олиготрофным болотом. При этом максимальные значения эмиссии CO_2 – 910

мгСО₂/м² в час получены в августе на ерниково-осоковом фитоценозе расположенном в центральной части болота «Самара», минимальные на окраине болота на осоково-ерниковом фитоценозе в сентябре (109 мгСО₂/м² в час).

Таблица 10. Поток СО₂ на олиготрофном и эвтрофном нативном болоте.

	24-26.05.08		07-09.08.08		16-18.09.08	
	Среднее	СКО	Среднее	СКО	Среднее	СКО
T2	102,5	51,9	994,0	289,8	330,8	7,4
TB	131,7	30,8	587,3	134,2	166,9	24,8
T5	120,6	7,2	314,4	70,8	134,3	16,0
RHC-R	274,5	73,4	229,3	24,6	60,5	7,7
RHC-H	278,3	73,5	510,8	154,0	210,8	76,4
S1	264,1	77,2	910,2	30,6	318,1	63,1
S2	264,3	22,0	284,7	16,1	109,4	25,0
S3	170,0	39,0	627,7	110,1	201,5	13,9

На основании проведенных ранее исследований была установлена экспоненциальная зависимость эмиссии СО₂ от температуры воздуха, благодаря которой стало возможным восстановление пропущенных данных по эмиссии СО₂ используя данные по температуре воздуха измеренные на болоте в автоматическом режиме (рис.85). Среднесуточный поток углекислого газа рассчитывался по формуле $F = A \exp(kT)$, где T – среднесуточная температура воздуха, k – коэффициент чувствительности эмиссии к температуре, A – минимальная величина потока при T = 0. Определение коэффициентов k и A проводилось с использованием данных измерений эмиссии СО₂ и температуры приземного воздуха в момент измерений. Было получено, что в нативных болотных системах коэффициент чувствительности скорости эмиссии к температуре варьирует от величины 0,0332 1/°C для высокого ряма до 0,0666 1/°C для гряды на грядово-мочажинном комплексе.

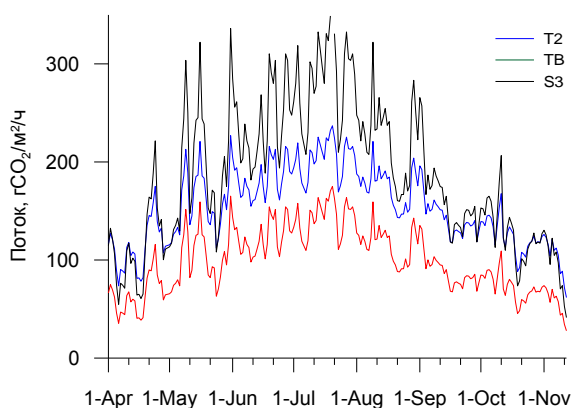


Рис. 85. Сезонный ход среднесуточных значений потока СО₂ в «Бакчарском» болоте, восстановленный по ходу среднесуточных температур воздуха.

Средние значения восстановленных временных рядов потока и концентрации СО₂ близки к средним измеренным значениям. Таким образом, ряды инструментальных наблюдений могут быть интерполированы на интервалы между экспедиционными измерениями и экстраполированы непосредственно на начало и конец вегетационного периода. Столь подробный временной ряд позволяет точно рассчитать величину суммарной годовой эмиссии углерода из толщи торфяной залежи. Величины суммарной эмиссии СО₂ в теплый период 2008 года приведены в таблице 11.

Таблица 11. Суммарная эмиссия CO₂ на исследуемых болотных фитоценозах за бесснежный период 2008 г..

Бакчарский район	«Бакчарское» болото					Болото «Самара»		
	T5	TB	T2	RHC-R	RHC-H	S1	S2	S3
Эмиссия, гC/м ²	159	135	209	175	398	224	119	257

Суммарный поток CO₂ за теплый период 2008 г. на олиготрофном болоте в Бакчарском районе изменяется от 135 на низком ряме до 207.87 гC/м² год на высоком ряме. Максимальный суммарный поток в 2008 году получен на мочажине грядово-мочажинного комплекса 397,94 гC/м²год. На эвтрофном болоте максимальный суммарный поток CO₂ равен 256,92 гC/м² год на согре, минимальный на окраине болота в осоково-ерниковом фитоценозе - 119 гC/м²год. В среднем суммарный поток CO₂ эвтрофного болота в 1,2 раза выше по сравнению с олиготрофным. По сравнению со среднемноголетними данными (1999-2007 гг.) суммарная эмиссия CO₂ в 2008 году в 1,1-1,3 раза выше, с максимальным различием на эвтрофном болоте.

Для оценки влияния различных гидротермических факторов на потоки CO₂ был проведен корреляционный анализ и получены положительные корреляционные зависимости (коэф. корреляции $r = 0.74 - 0.84$) между величиной потока и температурой. Отрицательная линейная корреляция ($r = -0.6 \div -0.9$) была обнаружена между фоновой концентрацией CO₂ и температурой воздуха, что частично объясняется интенсификацией фотосинтетической активности зеленых частей растений при увеличении температуры.

Линейные коэффициенты корреляции были рассчитаны для каждого болота отдельно. Поток CO₂ с поверхности залежи имеет значимые положительные связи с температурой верхних слоев торфа. С глубиной сила корреляционных связей ослабевает. Линейных связей между потоком CO₂ и атмосферным давлением, кислотностью и электропроводностью болотных вод не установлено.

Биологическая продуктивность

Одним из основных показателей биологической продуктивности является запас фитомассы. Исследование запасов фитомассы показало, что максимальные запасы характерны для эвтрофного болота, среди олиготрофных биогеоценозов максимальными запасами фитомассы характеризуется высокий рям, затем следуют низкий рям и открытая топь (табл.12).

Однако максимальный вклад в запасы живой фитомассы на всех исследуемых БГЦ вносят корни трав и кустарничков (48-62 %). Также большой процент в запасе фитомассы имеют зеленые части мхов (от 10 % на эвтрофном болоте до 36 % на открытой топи) и кустарнички низкого и высокого рьяма (21-27 %). Запасы фотосинтезирующей фитомассы зависят от характера растительности, но существует общая закономерность - на всех БГЦ максимальный вклад вносят зеленые части мхов (52 – 79 %).

Таблица 12. Запасы растительного вещества, г/м² (среднее значение ± ст. откл.)

	Высокий рям	Низкий рям	Открытая топь	Эвтрофное болото
Травы	9±7	4±6	80±18	91±48
Листья кустарничков	119±35	107±49	18±13	112±31
Мхи	285±78	370±88	369±75	220±72
Всего фотосинтезирующей фитомассы	413±63	481±97	466±82	423±60
Стебли кустарничков	231±84	154±44	12±6	368±84
Корни трав и кустарничков	669±276	584±313	556±122	1411±514
Всего нефотосинтезирующей фитомассы	900±296	738±394	563±137	1779±633
Всего фитомасса	1313±287	1220±362	1035±157	2202±516
Ветошь	14±13	9±11	135±71	62±52
Опад	175±101	155±64	97±37	122±69

Моховой очес	4075±724	3895±639	2460±536	3633±363
Всего мортмассы	4239±710	4059±606	2692±527	3794±433
Всего биомассы	5577±916	5279±692	3727±584	5996±1082

Оценка влияния погодных условий (температуры и количества осадков) на запасы биомассы показала, что количество осадков и температура воздуха не играют существенной роли в накоплении биомассы, так как для образования биомассы основным фактором является характер растительного покрова, который в свою очередь лимитируется уровнем болотных вод. Нами была выявлена зависимость фитомассы сосудистых растений от уровня болотных вод: Фитомасса = $-18.78УБВ + 910.68$, $r^2 = 0,60$.

Чистая первичная продукция (NPP) является показателем накопления углерода в виде растительного вещества. Результаты исследования показали, что, несмотря на существенные различия в составе растительного покрова, в среднем олиготрофные болотные экосистемы имеют близкие величины NPP травяно-кустарничково-мохового яруса на высоком, низком рьяме и открытой топи - 558, 587, 571 г/м² в год соответственно. NPP на эвтрофном болоте в 1.8 раз выше по сравнению с олиготрофным болотом (1056 г/м² в год) (рис.86).

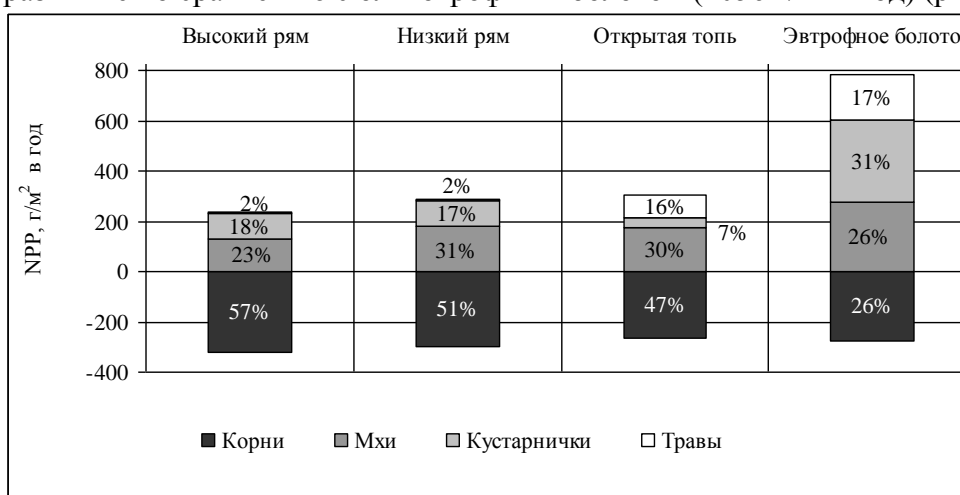


Рис.86. Чистая первичная продукция олиготрофных и эвтрофных БГЦ

Основной вклад в продукцию на исследуемых олиготрофных болотных БГЦ вносят корни трав и кустарничков (47-57 %) и сфагновые мхи (23-31 %). Существенно отличается качественный состав продукции на эвтрофном болоте, где основной вклад в NPP вносят кустарнички (31 %), доли мхов и корней равны и составляют 26 %.

Анализ болотных вод, отобранных с поверхности и различных глубин торфяных залежей, показал, что в целом, концентрация водорастворимого углерода исследуемого олиготрофного ландшафта изменяется от 14,34 до 81,97 мг/л. Основная доля водорастворимого углерода приходится на углерод гумусовых веществ. Так, содержание фульвокислот в болотных водах варьирует от 36 до 79 мг/л, что превышает содержание таковых в речных водах в 10 и более раз. По сравнению с фульвокислотами концентрация гуминовых кислот в болотных водах значительно ниже и колеблется от 4 до 17 мг/л. Для болотных вод осоково-сфагновой топи и низкого рьяма характерно некоторое увеличение углерода в более низких слоях торфяных залежей. Иную картину распределения углерода в болотных водах имеет торфяная залежь высокого рьяма, в которой наибольшая его концентрация характерна для верхнего слоя (рис.87.). Далее, в глубь, концентрации углерода в болотных водах постоянно снижаются, достигая минимума в придонном слое.

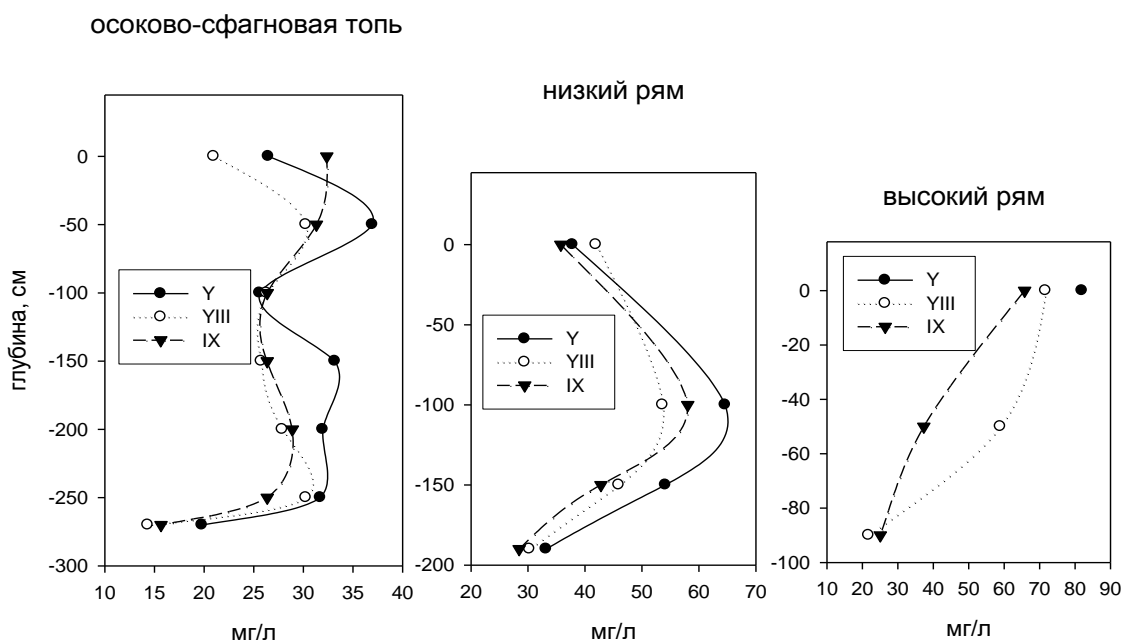


Рис. 87. Концентрация органического углерода в болотных водах, отобранных с различных глубин торфяных залежей ландшафтного профиля.

Концентрация углекислого газа в болотных водах за период исследований изменяется от 12 мг/л до 328 мг/л, причем его содержание возрастает в более глубоких слоях торфяных залежей. В поверхностных слоях болотных вод всех исследуемых БГЦ наиболее благоприятных для ее образования, но лучше аэрируемых, содержание углекислоты оказывается значительно меньше, чем в более глубоких слоях. Так в болотных водах, отобранных из торфяной залежи осоково-сфагнуовой топи содержание CO_2 в поверхностном слое составило в среднем 20,42 мг/л, а на глубине 100 см – 103,4 мг/л и далее концентрация CO_2 увеличивается еще больше. Те же закономерности можно отметить и в болотных водах низкого и высокого рямов (рис.88.).

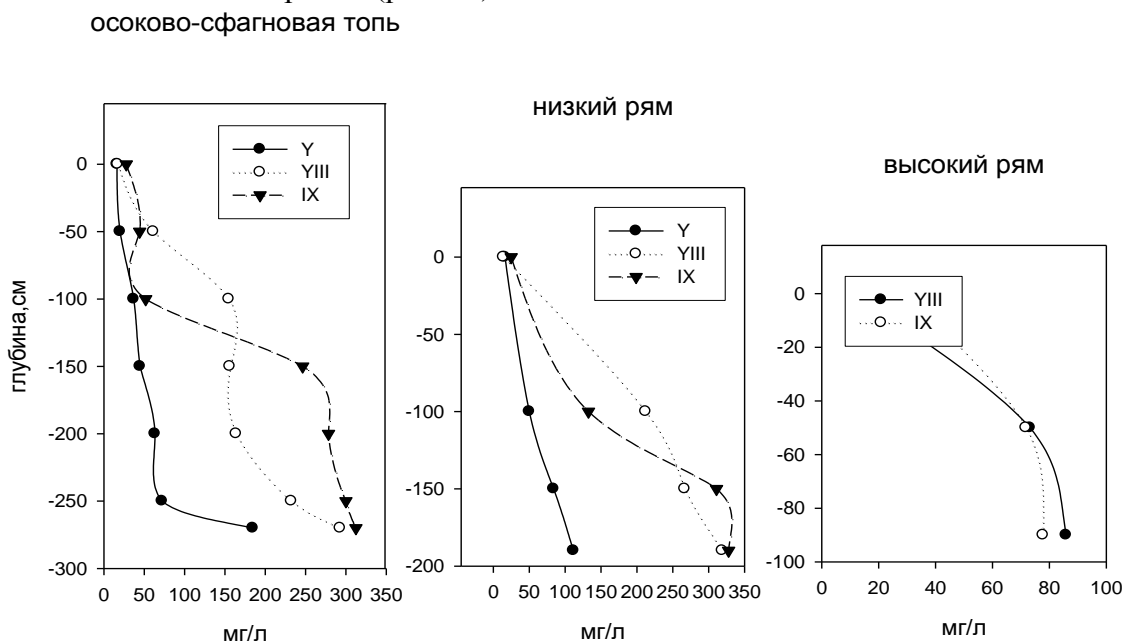


Рис.88. – Концентрация углекислого газа в болотных водах отобранных с различных глубина торфяных залежей ландшафтного профиля.

Такое распределение углекислого газа в болотных водах может быть обусловлено различными причинами, такими как: приток CO_2 из грунтовых вод, которые являются од-

ним из источников CO_2 , поступающего в торфяные залежи и болотные воды; усилением относительного участия анаэробно-аэробного разложения органического вещества; затрудненностью диффузионного проникновения легкого, обогащенного кислородом воздуха, в более тяжелую смесь внутризалежных газов.

Сопоставление полученных результатов с мировым уровнем:

В последние десятилетия значительно возрос интерес к исследованиям углеродного баланса различных экосистем, что в первую очередь обусловлено угрозой глобального потепления климата. Повышающаяся концентрация CO_2 в атмосфере является следствием разбалансированности между стоком углекислоты и ее источниками. При интегрированных региональных исследованиях, которые в рамках Международной геосферно-биосферной программы признаны приоритетными, особое значение в свете наблюдаемых глобальных изменений приобретает выявление интерактивного взаимодействия биосферных и климатических процессов. К числу наиболее широко обсуждаемых, но пока недостаточно изученных закономерностей этих взаимодействий относится связь природных процессов эмиссии и аккумуляции парниковых газов (CO_2 , CH_4 и других) с климатическими процессами. А к числу наиболее перспективных регионов планеты для исследования этих закономерностей относится Сибирский регион с обширной территорией болотных и лесных экосистем (со слабой степенью техногенного воздействия) с одной стороны, и с повышенными темпами потепления в последние десятилетия с другой стороны. Болотные экосистемы считаются наиболее сильными в земной биоте регуляторами обмена парниковыми газами между биосферой и атмосферой. Закономерности и количественная оценка газообмена болот разного генезиса в разных природных условиях по-прежнему остаются недостаточно изученными, что не позволяет прогнозировать изменения болотных экосистем и их функционирования в качестве источников или стоков парниковых газов при изменении климата.

Проблема корректной количественной оценки вклада торфяных болот в локальный и региональный баланс углерода и изменение составляющих углеродного баланса при изменениях климата обуславливает необходимость натуральных исследований динамики содержания углерода, включая измерение газовых потоков CO_2 , определяемых современными методами с использованием математического моделирования.

В настоящее время известно о важной климатообразующей роли больших болот, связанной с их влиянием на баланс углекислого газа, метана, тепла и влаги в системе. Согласно мнению известных российских ученых Г.А. Заварзина и Н.П. Лаверова на долю болот в изменении содержания в атмосфере парниковых газов (углекислого газа и метана) приходится до 25 %. Болота в настоящее время выступают как сток для атмосферного диоксида углерода и источник атмосферного метана.

Эмиссия углекислого газа и метана от заболоченных территорий определяется температурой почвогрунтов, уровнем болотных вод, микробиологической и ферментативной активностью торфяной залежи и ее химическим составом.

Также одним из слабо изученных аспектов является площадная оценка запасов торфа - как резервуара углерода. Так, для западносибирских болот экспертные оценки по площади болот и запасам углерода в виде торфяных залежей значительно разнятся: от 58,3 млн.га до 102,3 млн.га и от 40 до 70 PgC. Такие существенные различия в глобальных оценках не позволяют провести достоверную оценку баланса углерода для всей территории Западной Сибири. Поэтому необходимо проводить детальные исследования для более точной оценки резервуаров углерода в болотных экосистемах. В прошедшем веке рядом российских и зарубежных учёных были проведены различные исследования Большого Васюганского болота (БВБ), представляющего собой уникальный природный комплекс со слабонарушенной естественной экосистемой. Несмотря на это, влияние БВБ, как устойчивого природного образования, на формирование окружающей среды и климатические изменения остаётся пока ещё слабоизученным фактором. Данный факт значительно ограничивает возможности существующих моделей, описывающих климатические изменения, атмо-

сферные процессы, взаимодействия в системе «земля–биосфера–атмосфера», затрудняет прогнозирование, сдерживает разработку программ по рациональному природопользованию, освоению и устойчивому развитию заболоченных территорий.

Комплексные исследования болотных экосистем Западной Сибири включающие оценку запасов углерода в виде торфа и растительности, разнонаправленных потоков углерода (фотосинтетическое накопление углерода, выделение CO_2 и CH_4 при дыхании и разложении органического вещества и др.), выявление закономерностей функционирования болотных экосистем при различных климатических условиях и т.д. имеют важное мировое значение для выявления роли обширных заболоченных территорий Западной Сибири в глобальном круговороте углерода.

Проект РФФИ № 06-02-96911/офи «Создание физико-химических и технологических основ получения и управления свойствами оптических монокристаллов многокомпонентных соединений для источников лазерного излучения ИК и субмиллиметрового (Терагерцевого) диапазонов» (руководитель – А.И.Грибенюков).

Выполнена разработка конструкции основных узлов и блоков термической установки, подготовлен полный пакет конструкторской документации. На базе прецизионно управляемого прототипа разрабатываемой термической установки проведены исследования влияния динамических параметров теплового поля вблизи кристаллизационной зоны рабочего объема установки на процессы трещинообразования в зависимости от состава конденсата, формирующего паровую фазу над расплавом ZnGeP_2 . Показано, что прецизионное и с высоким пространственным разрешением управление тепловыми потоками в рабочем пространстве установки позволяет реализовать непрерывную настройку режимов работы установки на оптимальные условия роста кристаллов и обеспечить получение кристаллов диаметром до 30 мм без трещин. Таким образом, получено еще одно подтверждение актуальности выполненной работы. Важнейший результат работы – получение монокристаллов ZnGeP_2 с рекордными в мировой практике (диаметр до 30 мм, длина 110-120 мм, вес 320-350 г) для систем лазерного газоанализа источников ТГц излучения.

За отчетный период исследовано влияние параметров теплового поля и ориентации затравок на процессы формирования дефектной структуры кристаллов ZnGeP_2 . Завершены разработка, изготовление, монтаж и пуско-наладочные работы на новой термической установке для выращивания монокристаллов с контролем термического состояния газовой и твердой фаз и управляемой динамикой жидкой фазы. Разработан пакет базового программного обеспечения для управления работой установки, сбора и хранения технологической информации о процессе. Показано, что прецизионное и с высоким пространственным разрешением управление тепловыми потоками в рабочем пространстве установки позволяет реализовать непрерывную настройку режимов работы установки на оптимальные условия роста кристаллов и получать кристаллы диаметром до 30 мм без трещин и с высоким оптическим качеством, что обеспечивает возможность коллективу сохранять свое положение в числе лидеров в области технологии нелинейно-оптических материалов ИК диапазона.

Проект РФФИ № 06-05-96945/офи «Геоинформационные технологии пространственной локации и мониторинга структурных неоднородностей литосферы» (руководитель В.А.Крутиков).

Анализ многолетних наблюдений временных вариаций ЕИЭМПЗ позволил предложить физическую модель геофизических полей и сейсмичности и их возможную связь с движением ядра Земли. На основе этой модели сформулированы принципы и апробированы на практике технологии измерения параметров ЕИЭМПЗ для методов геофизической разведки и инженерной геофизики. Правильное применение методов ЕИЭМПЗ и использование системы разнесенных в пространстве станций обеспечивает высокоточные, хоро-

шо воспроизводимые результаты, отражающие геофизические свойства земной коры, активность протекающих геофизических процессов с высокой достоверностью.

Реализован оригинальный набор алгоритмов и инструментов редактирования и анализа непрерывно распределенных данных – полей различной физической природы, представленных в виде GRID- и TIN-моделей, а также модифицированы ранее реализованные методы интерполяции для восстановления непрерывно распределенных данных на основе нерегулярной сети точек. Проведены исследования вычислительной эффективности и точности модифицированных методов.

Степень новизны полученных результатов:

Предлагается информационно-вычислительная технология и комплекс аппаратуры для локализации геофизических неоднородностей, включая поиск полезных ископаемых и картирование различных литологических неоднородностей (разломы, оползни и др.). Модификация этой технологии позволяет в режиме мониторинга проводить диагностику напряженно-деформированного состояния бортов открытых карьеров, крутых естественных склонов и оползневых образований, что существенно снижает риски возникновения аварийных ситуаций. Технология основана на принципиально новых физических представлениях об источниках и механизмах естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) в диапазоне очень низких частот. Известно, что в составе ЕИЭМПЗ присутствуют как атмосферерики (импульсы, связанные с атмосферными процессами и грозами), так и импульсы литосферного происхождения. Источниками литосферной компоненты ЕИЭМПЗ являются структурные и литологические неоднородности земной коры, генерирующие импульсы в результате деформации и постоянного микродвижения. Источником информации при локализации структурных и литологических неоднородностей, наряду с пространственными вариациями литосферной компоненты ЕИЭМПЗ, является также экранирующее влияние неоднородности. Соответственно, при мониторинге напряженно-деформированного состояния массивов горных пород информативными становятся временные флуктуации характеристик ЕИЭМПЗ.

В предлагаемом подходе реализован оригинальный измерительно-вычислительный способ сортировки импульсов по их происхождению и выделение импульсов литосферного происхождения. Такая сортировка повышает эффективность обнаружения геофизических аномалий и определения их границ.

Предлагаемые способы и аппаратура геофизической разведки не имеют отечественных и зарубежных аналогов. При решении многих геологоразведочных и инженерно-изыскательских задач может быть получена информация, недоступная традиционным геофизическим методам, что ставит представленную работу в ранг, превышающих мировой уровень.

Проект РФФИ 08-05-06052/г Организация и проведение VI Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды» (руководитель – чл.-корр. РАН М.В.Кабанов).

Симпозиум с учетом представленных докладов позволил оценить текущее состояние работ, а также обсудить результаты исследований по методологии, технологиям и приборостроению для мониторинга окружающей среды и климатических изменений, которые получены в различных организациях и учреждениях как российских, так и зарубежных ведомств.

Как и предыдущий V Симпозиум (2006 г.), VI Симпозиум проводился параллельно с Международной конференцией по наблюдениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды (ENVIROMIS-2008). Это позволило осуществить широкий обмен мнениями большого числа специалистов различного профиля.

В работе симпозиума приняли участие специалисты и ученые из Австрии – 1 (Международный институт прикладного системного анализа), Дании – 1 (Датский метеорологический институт), Италии – 1 (Итальянское национальное агентство по новым техноло-

гиям, науке и окружающей среде) США – 1 (Агентство по охране окружающей среды), Франции – 1 (Французское агентство по космическим исследованиям), Швейцария – 1 (Бернский университет), Белоруссии – 2 (Институт физики НАНБ), Казахстана – 4, Узбекистана – 2, представляющие вузы и другие научно-исследовательские организации.

Общее число зарегистрировавшихся участников – 146 (на 40 % больше, чем на предыдущем симпозиуме), в том числе иногородние: Москва – 3, Барнаул – 2, Бийск – 1, Биробиджан – 1, Владивосток – 2, Иркутск – 8, Красноярск – 8, Новороссийск – 1, Новосибирск – 5, Улан-Удэ – 1, Ханты-Мансийск – 3. Молодых научных сотрудников и аспирантов – 43 (увеличение на 20%).

Представленные на симпозиуме доклады содержали, как правило, новые теоретические и практические результаты по тематике симпозиума.

К началу работы симпозиума были подготовлены и изданы Программа симпозиума объемом 28 страниц, включающая 233 доклада и Материалы симпозиума, включающие 221 доклад, общим объемом 384 страницы.

1.3.5. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ИНТЕГРАЦИОННЫМ ПРОЕКТАМ СО РАН **Проект № 34 «Создание распределенной информационно-аналитической среды для исследований экологических систем».**

В ходе выполнения проекта велась работа по сопоставлению распределения типов растительности и изменений локальных климатических условий на территории Западной Сибири. Ее цель - понять их соответствие и использовать это соответствие как основу для прогнозирования поведения лесов Сибири при прогнозируемых климатических изменениях. В качестве источников климатических данных использовалась база данных по метеостанциям бывшего Советского Союза за период от начала работы станций до 2000 года. Данные включают: номер и название станции ее географические координаты, высоту над уровнем моря, время начала и окончания наблюдений. По каждой станции база данных включает: дату и время измерений, температуру, влажность воздуха, давление на уровне моря и на уровне станции, давление водяного пара, скорость и направление ветра, облачность (общая, фракции, тип) и тип погоды. Созданная ЦБС база данных по растительности Западной Сибири включает данные о рельефе, водных объектах, гидрографии, населенных пунктах и растительности.

Сеть метеорологических станций Западной Сибири включает 144 станции, 20 из них расположены на территории Казахстана.

Ряды наблюдений различны для разных метеостанций, по некоторым станциям есть данные с конца 19 века, некоторые начали работу в середине 20 века. Самые длинные ряды наблюдений по температуре. Данные по влажности воздуха, как правило, начинаются с конца 1950-х годов.

На первом этапе работы методами статистической обработки были вычислены средние температуры вегетационного периода за первую (1900–1950) и вторую (1950–2000) половину 20 века.

Средние температуры по зонам, °С:

	Первая половина 20 века	Вторая половина 20 века
Степь	3,0–7,5	7,5–8,5
Лес	2,0–6,5	5,5–7,5
Тундра	0,5–3,5	2,5–4,0

Проведенный анализ показывает, что характер распределения средней температуры вегетационного периода в Западной Сибири во 2 половине 20 века изменился. Ясно, что растительность будет реагировать на изменения климата с запаздыванием, в зависимости от типа, от 50 до 100 лет. Таким образом, к 2050 г. на территории Западной Сибири можно

ожидать изменения распределения растительности, которое должно проявиться, в первую очередь, на границах зон степной, бореальной и тундровой растительности.

Создание элементов информационно-вычислительной инфраструктуры Интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири

Выбранный 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. Основное внимание при этом уделялось реализации возможности использования результатов анализа специалистами из других областей знания, в первую очередь биологами. В то же время практическая реализация этого подхода приводит к созданию элементов информационно-вычислительной инфраструктуры Интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири (ИРИС). Следует добавить, что такое региональное исследование является одним из приоритетов для нового состава Российского национального комитета по Международной геосферно-биосферной программе.

В настоящее время для наук об окружающей среде все большее значение имеют наборы данных, и, соответственно, управление этими данными (их менеджмент). Особенно это важно при выполнении крупных междисциплинарных проектов регионального масштаба. Для того чтобы данные были проинтерпретированы правильно их необходимо снабдить детальным описанием - метаданными. Такое описание делается на современном языке общего назначения для представления информации в Интернете: RDF (Resource Description Framework, <http://www.w3.org/RDF/>). Следует добавить, что использование этого языка позволяет также организовать рациональную компьютерную обработку данных и упрощает решение задачи использования тех данных, которые считаются собственностью исследователей или их организаций. В последнем случае открытый доступ обеспечивается лишь к базе метаданных, содержащих адрес владельца и условия использования, а доступ к самим данным открывается лишь после получения разрешения их обладателя. Второй особенностью работы с информационными ресурсами в рамках проекта является использование недавно принятых стандартов их описания [OWL Web Ontology Language guide. W3C working draft, W3 Consortium, 2003. <http://www.w3.org/TR/2003/WD-owl-guide-20030331/>], включающих помимо RDF также язык семантической разметки для опубликования и совместного использования в Интернете онтологий: OWL (Web Ontology Language). Это обстоятельство позволит, по сути, перейти к семантическому Интернету, компонентами которого являются читаемые компьютерами ресурсы, допускающие, в частности, выполнение цепочки обработок.

При этом описание информационных ресурсов, сделанное с той точностью, которую позволяет человеческий язык, но в такой простой форме, которая понимается компьютерами, приводит к семантической интероперабельности, благодаря которой сервисы обработки и данные могут работать вместе даже в тех случаях, когда они кажутся совершенно различными и независимыми. Следует добавить, что, например, для атмосферных наук до сих пор не существует официальной онтологии, и работа в этом направлении может стать одним из первых шагов по созданию официальных стандартов пригодных для документирования профессиональным научным сообществом соответствующих информационных ресурсов. Конечно, в этой работе должен учитываться опыт, накопленный в мире, в частности: в Университете Карлсруэ (http://www.uni-karlsruhe.de/index_en.php), в группе BioPax (разделы биологии, <http://www.biopax.org/>), в SchemaWeb, разрабатывающей RDF-схемы и OWL - онтологии (<http://www.schemaweb.info>), а также в IEEE, где идет работа по созданию стандартной онтологии верхнего уровня (<http://suo.ieee.org/>). В области стандартов для метаданных ситуация является более утешительной. Здесь можно использовать уже существующие стандарты, такие как Dublin Core Metadata Element Set (<http://dublincore.org/>), который дает современную спецификацию всех терминов метаданных, включая элементы, уточнения элементов, схемы кодирования и термины словаря (

<http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>), Ecological Metadata Language (<http://knb.ecoinformatics.org/software/eml/>) и Content Standard for Digital Geospatial Metadata (<http://www.fgdc.gov/metadata/metadata.html>).

Суммируя методические основы выполненных исследований отметим, что в их число входит активное использование метаданных на современном языке общего назначения для представления информации в Интернете: RDF (Resource Description Framework, <http://www.w3.org/RDF/>) и использование недавно принятых стандартов их описания [OWL Web Ontology Language guide. W3C working draft, W3 Consortium, 2003, <http://www.w3.org/TR/2003/WD-owl-guide-20030331/>], включающих помимо RDF также язык семантической разметки для опубликования и совместного использования в Интернете онтологий: OWL (Web Ontology Language).

Примером практического использования описанных выше подходов являются отдельные сайты портала АТМОС, которые уже являются элементами создаваемой информационно-вычислительной инфраструктуры ИРИС. Существенным информационным ресурсом по современному состоянию окружающей среды Сибири является созданный в ходе выполнения Интеграционного проекта СО РАН «Сибирская геосферно-биосферная программа: интегрированные региональные исследования современных природно-климатических изменений» на той же основе сайт (<http://sgbp.scert.ru/ru/>).

Значительный сегмент развиваемой распределенной инфраструктуры был создан 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/>.

В портал, в частности, входит сайт «Распределенные ресурсы» (<http://risks.scert.ru/resources/>), открывающий доступ к ресурсам про окружающей среде Института вычислительной математики РАН (данные моделирования климата и инструменты для их визуализации), Института леса СО РАН (данные по бореальным лесам Сибири), Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (ГИС-портал с тематическими картами Западной Сибири) и тематическим ресурсам интегрированным Сибирским центром климато-экологических исследований и образования.

С учетом международного характера исследований окружающей среды Сибири распределенная информационно-вычислительная инфраструктура ИРИС должна включать элементы, создаваемые в ходе выполнения международных проектов. Например, в ходе выполнения проектов 6 Рамочной программы ЕС ENVIROMIS SSA (Environmental Observations, Modelling and Information Systems Special Support Action, 2004-2005) и ENVIROMIS-2 (2006-2007) была сформирована основа для взаимодействия ведущих исследовательских организаций Белоруссии, Казахстана, России, Украины и Узбекистана, работающих в области наук об окружающей среде и создана открытая информационная система, дающая доступ к соответствующим информационным ресурсам (<http://enviromis.scert.ru/ru/>). В частности, в рамках проекта ENVIROMIS-2 была создана распределенная информационная система с узлами в Томске и Ташкенте.

Основное внимание в ходе работ уделялось созданию и развитию функциональности веб-системы для обработки и визуализации метеорологических данных для исследования окружающей среды Сибири. По сути, система является научным веб-сайтом пред-

назначенным для оценки климатических изменений на территории Сибири (<http://climate.risks.scert.ru/>). Эта система была создана в течение первого года выполнения проекта на основе ППО портала АТМОСа, инструментарий которого предоставляет возможности для быстрого создания веб-приложений практически любой сложности. С помощью специально разработанных для этой информационной системы веб-приложений специалисты могут анализировать ход климатических изменений по результатам моделирования (данные Реанализов). В нем также используется созданная ранее RDF-схема для метеорологических метаданных. Система позволяет проводить различные математические и статистические операции над данными с целью исследования тенденций изменения глобальных и региональных характеристик климата. Из доступных наборов данных было выбрано несколько ключевых параметров, характеризующих общее состояние климата (температура, давление, влажность атмосферы, и т.д.) и являющихся определяющими для функционирования экосистем на выбранной территории.

В настоящий момент для детальной обработки доступны данные реанализов NCEP/NCAR (<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis/reanalysis.shtml>) и NCEP/DOE AMIP II (<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis2.html>). В частности, реализована возможность построения временных трендов метеорологических и климатических параметров для обоих реанализов и их сравнения. Кроме того, в системе организован доступ к японскому реанализу JRA-25 (http://jra.kishou.go.jp/index_en.html). Для визуализации результатов использовано свободное ПО GrADS (<http://www.iges.org/grads/>). Графический интерфейс разработан с использованием языков HTML, PHP и JavaScript. Созданная система упрощает и облегчает работу с большими наборами пространственно-распределенных метеорологических данных, а также обеспечивает доступ к ним широкого круга научных исследователей. Кроме того, выбранный подход позволяет обойти сложности, которые вызывает использование различных методик сбора метеорологической информации. На сегодняшний день ряд научных учреждений предоставляют наборы метеорологических данных, содержащие характеристики, описывающие наблюдения и моделируемые состояния климата. Но, как правило, эти наборы различаются по способу их получения и хранения. Нередко программное обеспечение для их обработки в одной организации является несовместимым с программным обеспечением, используемым в других научных организациях. В итоге комплексное практическое применение полученных результатов становится затруднительным. Предоставляя зарегистрированному квалифицированному пользователю доступ к унифицированному инструментарию для анализа хранящихся в ней архивов метеорологических данных, система решает одну из ключевых проблем в области изучения изменения климата, а именно, проблему обмена большими массивами данных для их сравнения и анализа.

Для визуализации данных применяется ПО Grid Analysis and Display System (GrADS), представляющее собой инструмент для обработки табличных данных и их вывода с помощью различных графических методов (контурных графиков, графиков рассеяния, сглаженных контуров, заштрихованных контуров и т.д.). Результаты обработки данных отображаются на веб-странице в графическом виде.

Система позволяет выполнять различные математические и статистические операции над метеоданными, а именно – вычисление среднего значения, стандартного отклонения, определение первого (последнего) теплого (холодного) дня (недели, месяца) в году, подсчет числа дней с количеством осадков из заданного интервала значений и ряд других.

Наличие в системе нескольких массивов данных дает возможность для сравнения ключевых метеорологических и климатических характеристик.

Также в систему введена возможность построения временных трендов метеорологических и климатических параметров, что позволяет выявить общую долгосрочную тенденцию в изменении метеорологических величин во временном ряду.

Результаты вычислений, проведенные по данным NCEP/NCAR и JMA/CRIEPI JRA-25, показывают, что не происходит существенного роста температуры. В свою очередь,

расчеты проведенные по данным реанализа NCEP/DOE AMIP II, по сравнению с 1980-ми годами, отражают некоторое повышение температуры.

Таким образом, возможности информационно-вычислительной системы позволяют ставить задачу о совместной обработке больших наборов пространственно-распределенных метеорологических данных и пространственно-распределенных данных о состоянии и сезонной динамике ключевых характеристик экосистем.

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-GOLD и NEESPI. В настоящее время соответствующий сайт проекта зеркалируется на русском языке (<http://nerin.scert.ru/>), открывая доступ к собранным ресурсам российским исследователям.

Полученные при выполнении проекта результаты и созданные на этой основе элементы распределенной информационно-вычислительной системы являются существенным вкладом в создание инфраструктуры ИРИС, обеспечивающей на базе современных вычислительных технологий единое информационное пространство для междисциплинарных исследований окружающей среды. 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. ОТЧЕТ О РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ СИБИРСКОГО ЦЕНТРА КЛИМАТО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБРАЗОВАНИЯ (СЦ КЛИО)

В течение года выполнялась следующая работа:

Поддержка работы двуязычного сайта СЦ КЛИО (<http://scert.ru/>).

Поддержка работы двуязычной информационной системы по окружающей среде - веб сайта ENVIROMIS (<http://enviromis.scert.ru/>).

Поддержка работы двуязычного портала проекта Enviro-RISKS (<http://risks.scert.ru/>)

Поддержка работы портала проекта APN CAPaBLE <http://project.enviromis.scert.ru/apn/>

Подготовка заявок новых международных проектов:

APN, РФФИ –CRDF, а также заявок в РФФИ по 6 проектам.

Подготовка предконтрактной и контрактной документации для проекта APN ARCP2008 14 NMY.

Выполнение проектов: GNU 9GMES Network of Users), завершение проекта APN (Asia Pacific Network for Global Change) “Capacity Building to Study Interrelations between Atmospheric Composition, Anthropogenic Load and Climate Change in Northern Asia” (CBA2007-08NSY), выполнение проекта РФФИ 08-05-06054-г, завершение проекта EC INCO Man-induced Environmental Risks: Monitoring, Management and Remediation of Man-made Changes in Siberia (Enviro-RISKS) (контракт подписан 1 ноября 2005, ИМКЭС входит в качестве партнера, СЦ КЛИО – в качестве координатора партнеров от СНГ).

При этом получены следующие результаты:

В рамках проекта GNU СЦ КЛИО вносил предложения в рекомендации “GMES for Users”, провел работу по привлечению новых членов консорциума (проф. Харук, Институт леса СО РАН, Красноярск), а также участвовал в разработке построения схемы информационных ресурсов проекта.

В рамках проекта APN CAPaBLE CBA2007-08NSY проведен семинар по проекту (Йокогама, Япония, 7-8 февраля 2008), подготовлен и отправлен заключительный финансовый и научный отчет, подготовлены тематические образовательные материалы и размещены на сайте проекта (<http://project.enviromis.scert.ru/apn/>).

В рамках проекта РФФИ 08-05-06054-г организована Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2008, Открытое совещание Российского комитета МГБП: Развитие интегрированного исследования Сибири, Симпозиум по антропогенным рискам и Симпозиум по оценке динамики растительного покрова в Северной Евразии.

По проекту Enviro-RISKS подготовлен заключительный научный отчет, подготовлен финансовый отчет, проведена аудиторская проверка финансового отчета, подготовлены материалы для размещения на сайте проекта (deliverables), отчет фокусной группы «Информационные системы, интеграция и синтез» (Information Systems, Integration and Synthesis), а также рекомендации для администраций территорий. Материалы размещены на сайте проекта (<http://risks.scert.ru/>).

Результаты, полученные при выполнении научных и научно-организационных проектов

Международные проекты

В рамках проекта APN выполнена следующая работа: подготовлены к публикации статьи молодых ученых, принявших участие в школе и конференции CITES-2007, которые были опубликованы в спецвыпуске журнала «Вычислительные технологии», разработаны и размещены на сайте проекта ([http://project.enviromis.scert.ru/apn/Thematic Educational Resources/](http://project.enviromis.scert.ru/apn/Thematic_Educational_Resources/)) тематические обучающие материалы по 5 разделам: Состав атмосферы; Климатические изменения в Северной Евразии; Региональная антропогенная нагрузка; Информационные системы, основанные на ГИС-технологиях, в применении к космическому мониторингу и моделированию территориальных процессов; Информационные системы, основанные на веб-технологиях,

для наук об окружающей среде и их применение для интегрированного регионального исследования Сибири.

В рамках проекта РФФИ 08-05-06054-г организована Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2008, которая проходила в Томске с 28 июня по 5 июля 2008 г. В программу конференции вошли 7 секций (Локальные и дистанционные наблюдения; Дистанционное зондирование и ГИС; Информационные системы по окружающей среде; Моделирование окружающей среды на городском и региональном уровне; Гидрология и климат; Оценка динамики почвы, лесных массивов и болот; Оценка и моделирование изменений климата и окружающей среды), а также Открытое совещание Российского комитета МГБП: Развитие интегрированного исследования Сибири; Симпозиум по антропогенным рискам и Симпозиум по оценке динамики растительного покрова в Северной Евразии.

В работе конференции приняли участие 118 представителей 33 научных организаций. Среди них 6 представителей зарубежных организаций (Франция, Швейцария, Австрия, США, Дания), 2 представителя организаций из ближнего зарубежья (Беларусь, Казахстан). Российские участники представляли 25 научных институтов: Томск (7); Новосибирск (6); Москва (3); Иркутск (2); Красноярск (2). Также в конференции приняли участие по одному представителю от организаций из Биробиджана, Екатеринбургa, Обнинска, Петрозаводска и Ханты-Мансийска.

На Симпозиуме по антропогенным рискам были заслушаны 6 приглашенных и 3 устных доклада, а также 5 кратких устных сообщений, посвященных выполнению проекта ЕС Enviro-RISKS. В докладах были представлены отчеты руководителей фокус-групп о результатах выполнения проекта.

Материалы конференции размещены на сайте

<http://www.scert.ru/enviromis/2008/presentation/Conference.html>

Материалы симпозиумов размещены на сайте

<http://www.scert.ru/enviromis/2008/presentation/Workshop.html>

В рамках этой же конференции было проведено Открытое совещание Российского комитета МГБП: Развитие интегрированного исследования Сибири. На совещании были представлены 2 приглашенные лекции, 9 приглашенных и 2 устных доклада, в которых были представлены результаты выполнения проектов, составляющих структурную основу ИРИС. Отчет открытого совещания Российского комитета МГБП: Развитие интегрированного исследования Сибири размещен на сайте

http://www.scert.ru/ru/conference/enviromis2008/sgbp_report/

В рамках проекта ЕС Enviro-RISKS была оказана финансовая поддержка 4 представителям организаций-партнеров для участия в конференции ENVIROMIS-2008.

Научно-организационная работа

Директор Центра Е.П. Гордов и мнс А.Г. Титов выезжали в 4-дневную заграничную командировку в Японию. В ходе командировки они приняли участие в совещании по проекту APN с докладами: А.Г. Титов «IT tools implemented at the project site and their possible usage for education», Е.П. Гордов «Thematic educational resources on Web based information systems for Environmental Sciences and their usage in Siberia Integrated Regional Study», В.Н. Лыкосов и Е.П. Гордов «Thematic educational resources on Climate Change in Northern Asia mathematical modeling climate and climate change: regional aspects».

Директор Центра Е.П. Гордов и мнс А.Г. Титов выезжали в 10-дневную командировку в Австрию. В ходе командировки они приняли участие в Ассамблее Европейского геофизического союза с докладами: Gordov E., Fazliev A., Lykosov V. «Development of web based information-computational infrastructure for Siberia Integrated Regional Study (solicited)»; Gordov E., Kabanov M., Lykosov V., Vaganov E. «First results of SIRS NEESPI mega-project on land – atmosphere processes in Siberia»; Titov A., Gordov E., Okladnikov I., Shulgina T. «Web-system for processing and visualization of meteorological data for Siberian envi-

ronment research»; Baklanov A.A., Gordov E.P., Heimann M.; Kabanov M.V., Lykosov V.N., Onuchin A.A., Penenko V.V., Pushistov P.Yu., Shvidenko A.Z., Zakarin E.A. «Man-induced Environmental Risks: Monitoring, Management and Remediation of Man-made Changes in Siberia»; Shulgina T., Gordov E., Nikitchuk K., Titov A. «Statistical analysis of the air temperature dynamics for Northern Eurasia»

Аспирантка Т.М. Шульгина приняла участие в научной программе “Young Scientists Summer Program 2008” в Австрии с 1 июня по 1 сентября 2008 г.

В качестве основных результатов научно-организационной активности года можно перечислить следующие:

Организовано Открытое совещание Российского комитета МГБП: Развитие интегрированного исследования Сибири. Это позволило вывести ИРИС на новый, более высокий уровень http://www.scert.ru/ru/conference/enviromis2008/sgbp_report/.

Подготовлен к печати спецвыпуск журнала «Вычислительные технологии» по материалам школы и конференции по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде: “CITES-2007”, в который включены статьи молодых ученых.

Подготовлены тематические образовательные материалы по проекту APN CAPABLE CBA2007-08NSY, которые размещены на сайте проекта http://project.enviromis.scert.ru/apn/Thematic_Educational_Resources/.

Ведется работа по включению Центра, ИМКЭС и других институтов СО РАН и РАН в новые международные проекты.

1.3.7. ЭКСПЕДИЦИОННАЯ РАБОТА

Экспедиционные исследования были направлены на сбор материалов и проведение полевых наблюдений по темам фундаментальных исследований Института.

В 2008 году экспедиционная работа проводилась по трем проектам: 1. «Мониторинг-2008», 2. геоэкологическая экспедиция «Риск-2008», 3. «Экосистемы-2008». В отчетном году также продолжались исследования на стационарах: «Киреевск», «Васюганье», «Кедр», «Таежный».

Отчеты по экспедициям и стационарам в соответствии с требованиями представлены в ОУС по наукам о Земле и председателю комиссии СОРАН по стационарам чл.-корр. РАН А.Г. Дегерменджи.

II НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА

2.1. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧЕНОГО СОВЕТА

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

- обсуждение проекта Устава ИМКЭС
- обсуждение и одобрение проекта Положения о конференции научных сотрудников
- утверждение новой редакции Положения о стимулирующих выплатах научным сотрудникам
- обсуждение и утверждение важнейших достижений по итогам уходящего года
- отчеты по интеграционным проектам СО РАН
- отчеты по научным проектам
- доклады молодых ученых
- о поддержке ходатайства к присвоению почетного звания «Заслуженный деятель науки РФ»
- отчеты и планы по экспедиционным работам
- рассмотрение и утверждение заявки на закупку приборов в 2008 году
- рассмотрение основных заданий к плану НИР на 2009 год
- обсуждение проекта Положения о коммерциализации научных разработок
- выдвижение коллектива ученых для участия в конкурсе на соискание премии им. ак. В.А.Коптюга
- обсуждение и утверждение решений Комиссии по предварительным результатам оценки ПРНД
- выдвижение кандидатов в чл.-корр. РАН по Отделению наук о Земле на вакансии СО РАН
- выдвижение кандидатуры на получение стипендии работникам организаций оборонно-промышленного комплекса
- выдвижение кандидатур на должность директора Института в связи с истечением срока полномочий
- выборы представителя Института на Общее собрание РАН и в состав ОУС по накам о Земле
- выдвижение кандидатуры на должность председателя СО РАН
- о проведении внеочередной аттестации научных работников
- о выборах Ученого совета
- о программах фундаментальных исследований РАН в 2009 году
- рассмотрение и утверждение Положения о новой системе оплаты труда работников, оплата труда которых осуществлялась на основе ЕТС
- кадровые вопросы
- вручение почетных грамот
- вручение удостоверений «Заслуженный ветеран СО РАН»
- различного рода информация.

Состав утвержденного Президиумом СО РАН (ПСО № 437 от 29.06 2008 г.) Ученого совета включает 21 человек, из них: 2 чл.-корр. РАН, 12 докторов наук и 7 кандидатов наук.

2.2. КАДРЫ

Общая численность штатных сотрудников, в том числе	265 чел.
- научных сотрудников	99 чел.
- чл.-корр. РАН	1 чел.
- докторов наук	12 чел.
- кандидатов наук	50 чел.
- научных сотрудников без степени	36 чел.
Молодых научных работников (до 33 лет)	34 чел.
Количество аспирантов очного и заочного обучения	26 чел.

Средний возраст докторов наук – 62 года

Средний возраст кандидатов наук – 46 лет

Средний возраст научных сотрудников (без степени) – 33 года

За отчетный период уволилось 7 научных сотрудников без степени.

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,
- член диссертационного совета Д 212.268.04

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

- участник Общего собрания РАН
- 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 Объединенного Ученого совета по биологическим наукам

- член экспертного совета Всероссийского студенческого конкурса “Эколог 21 века”
- член Всероссийского Докучаевского общества почвоведов.

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

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

Ипполитов И.И., доктор физико-математических наук, профессор:

- член дисс. совета Д 212.267.14 при ТГУ

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»
- член Русского географического общества

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

Гейко П.П., доктор физико-математических наук

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

Дюкарев Е.А., кандидат физико-математических наук:

- член Американского геофизического общества (AGU)

Богушевич А.Я., кандидат физико-математических наук:

- член Российского акустического общества

Бех И.А., кандидат сельскохозяйственных наук

- член Всероссийского общества лесоводов

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. – 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. - члены Русского ботанического общества

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

Раков Д.С., асп. – член Российского акустического общества.

АСПИРАНТУРА

По состоянию на 31.12.2008 года послевузовское профессиональное образование с отрывом от производства (очно) получают 26 аспирантов; на начало 2008 года численность составляла 25 очников и 1 заочник.

Аспирантами очного обучения диссертационные работы выполняются по следующим специальностям.

Шифр и наименование специальности	На 31.12.2008 г.	
	очно	заочно
01.04.05 – Оптика	2	-
03.00.05 – Ботаника	4	-
03.00.16 – Экология	4	-
05.11.07- Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы	1	-
05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	5	-
06.06.03 – Лесоведение, лесоводство, лесные пожары и борьба с ними	-	-
25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы	6	-
25.00.36 – Геоэкология	4	-
Итого	26	-

В течение 2008 года закончили теоретический курс очного обучения 4 аспиранта и 1 заочник; 2 аспиранта очника представили диссертационные работы на обсуждение на научный семинар Отделения экологических исследований Института; 1 аспирант очник отчислен за неуспеваемость (всего выбыло 9 аспирантов).

Из окончивших очную аспирантуру 6 аспирантов трудоустроена в ИМКЭС СО РАН: на должность инженера Васильева Г.В., остальные трудоустроились самостоятельно. Следует отметить более активное, чем в прошлом году, участие аспирантов и закончивших аспирантуру в конкурсе, проводимом СО РАН. Заявки на участие в Конкурсе подали Поднебесных Н.В.(выпуск 2006 года), Бисирова Э.М. и Пропастилова О.Ю. (выпуск 2007 года), Васильева Г.В. и Шуркина К.А. (выпуск 2008 года).

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 9 человек, из них выпускников ТГУ – 6 человек, ТУСУР – 3 человека.

На заседаниях аттестационной комиссии заслушаны отчеты аспирантов очной формы обучения о результатах работы за 2007/2008 учебный год: переведены на второй год обучения 8 аспирантов, на 3 год – 7; а также рассмотрены темы и планы диссертационных работ аспирантов приема 2008 года.

Пройдя подготовку на кафедре философии при ТНЦ сдали кандидатские экзамены по истории науки и философии 7 аспирантов; кафедра иностранных языков ТНЦ подготовила к сдаче кандидатского экзамена 3 аспирантов; кандидатские экзамены по специальности в рамках аспирантуры сдали 3 аспиранта-очника и 3 человека, закончивших аспирантуру ранее.

В 2008 году защит кандидатских диссертаций не было.

Научное руководство аспирантами в течение 2007/2008 учебного года осуществляли доктор наук Андреев Ю.М. (2 очника, специальности 01.04.05. 05.11.07), Гейко П.П. (1 очник, специальность 01.04.05), Гордов Е.П. (2 очника, специальности 05.13.18, 25.00.29), Дюкарев А.Г. (1 очник, специальность 03.00.05), Ипполитов И.И. (3 очника, специальность 25.00.29), Красненко Н.П. (2 очник, специальность 25.00.29), Крутиков В.А. (2 очника, специальность 05.13.18), Поздняков А.В, (2 очника, специальность 25.00.36), Тартаковский В.А. (2 очника, специальности 03.00.16, 05.13.18), Тихомиров А.А. (2 очника, специальности 03.00.16, 25.00.36); кандидаты наук Бородавко П.С. (1 очник, специальность 25.00.36), Горошкевич С.Н. (3 очника, специальность 03.00.05), Прейс Ю.И. (2 очника, специальности 03.00.16, 05.13.18).

В качестве руководителя аспиранта Ветровой О.В. привлечен доцент кафедры органической химии ТГУ, к.х.н., снс, Гариленко М.А.; соруководителя по диссертационным исследованиям на стыке специальностей привлечен Голованов А.Н., д.т.н., ТГУ (аспирант Суков Я.В.).

На 01.01.2009 года научное руководство осуществляют 13 сотрудников Института и 2 сотрудника ТГУ, из них 11 докторов и 4 кандидата наук.

Аспиранты участвовали в проводившемся У1 Международном симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды». Материалы докладов, авторами или соавторами которых являлись аспиранты Анисимов Д.А., Артемова Е.П., Бисирова Э.М., Климова Н.В., Козлов Д.С., Пропастилова О.Ю., Рудник Т.И., Саркисов С.Ю., Филимонова Е.О., Харюткина Е.В., включены в сборник материалов совещания.

Совместно с Советом молодых ученых отдел аспирантуры содействовал проведению конкурса научных докладов. Участвовали аспиранты Додолин Е.Л., Харюткина Е.В., Шульгина Т.М., Шуркина К.А.; младшие научные сотрудники (ранее закончившие аспирантуру Института) Ляпина Е.Е., Поднебесных Н.В. Итоги конкурса: второе место по докладам на английском языке заняла Шуркина К.А. (премия 4500 рублей); по докладам на русском языке первое место заняла Шульгина Т.М.(премия 5000 рублей), второе-третье места разделили Поднебесных Н.В. и Харюткина Е.В. две премии по 3500 рублей). Кроме того все участники конкурса получили премии 500 рублей.

Отделом аспирантуры подготовлены и высланы в СО РАН документы для получения лицензии на право ведения образовательной деятельности в сфере послевузовского профессионального образования; годовой отчет о работе аспирантуры за 2008 год, который также представлен в Федеральное статистическое управление

2.3. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

1. Число сотрудников, выезжавших в загранкомандировки в течение года

Страна	Всего выездов	Краткосрочные (до 6 месяцев)	Сроком от 6 месяцев до 1 года	Более 1 года
Австрия	3	3	–	–
Германия	2	2	–	–
Греция	4	4	–	–
КНР	1	1	–	–
Монголия	1	1	–	–
Норвегия	2	2		
Республика Корея	1	1		
Эстония	1	1		
Япония	2	2		
Итого	17	17	–	–

Из них:

Для научной работы	1
Конференции	13
Переговоры	–
Контракт	–
Стажировка	1
Выставка	2
Чтение лекций	–
Сопровождающий	–
Итого	17

2. Темы, по которым велось сотрудничество и его результаты

В связи с тем, что валютный счет института заблокирован, работы по международным контрактам в 2008 г. не выполнялись.

3. Посещение ИМКЭС СО РАН иностранными специалистами

№ п/п	Ф.И.О., дата рождения	Страна	Учреждение, должность	Цель визита	Даты визита
1.	Жерар Беньи Gerard Begni, 05.03.1950	Франция	Французское агентство космических исследований (CNES) Ведущий эксперт по наукам об окружающей среде	Участие в Международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2008, 28 июня -6 июля 2008	28.06.2008 – 06.07.2008
2.	Хелла Эллен Арендс	Швейцария	Университет г. Берн, Швейцария	Участие в Международной конференции	28.06.2008 – 06.07.2008

	Hella Ellen Ahrends, 12.01.1979		цария Аспирантка	по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2008, 28 июня -6 июля 2008	
3.	Чарльз Рэй-модн Лэйн Charles R. Lane, 02.08.1972,	США	Управление по охране окружающей среды США, отделение исследования экосистем, Исследователь	Участие в Международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2008, 28 июня -6 июля 2008	28.06.2008 – 06.07.2008
4.	Иванов Аркадий Петрович	Беларусь	Институт физики НАН Беларуси, Директор	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	03.07.2008 – 05.07.2008
5.	Метельская Наталья Сергеевна	Беларусь	Институт физики НАН Беларуси, Научный сотрудник	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	03.07.2008 – 05.07.2008
6.	Полякова Светлана Евгеньевна	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Начальник отдела	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	03.07.2008 – 05.07.2008
7.	Скакова Айжан Амангельдиновна	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Зам. директора	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	03.07.2008 – 05.07.2008
8.	Сарсенбаев Мингаш Харисович	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Профессор	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	03.07.2008 – 05.07.2008
9.	Таланов Евгений Александрович	Казахстан	Казахский национальный университет	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и	03.07.2008 – 05.07.2008

			имени аль-Фараби, Доцент	реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	
10.	Павличенко Людмила Михайловна	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Научный сотрудник	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	03.07.2008 – 05.07.2008
11.	Васильченко Николай Иванович	Казахстан	РГП «ГосНПЦзем», Начальник сектора	Участие в VI Международном Симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008	03.07.2008 – 05.07.2008
12.	Питер Жерар Шунемман Peter Gerard Schunemann, 20.03.1961	США	BAE Системз, Инк (BAE SYSTEMS, Inc)., Старший ведущий физик	Посещение российских коллег, занимающихся ростом нелинейно-оптических кристаллов ZnGeP ₂ , обсуждение состояния исследований и возможных путей сотрудничества	6.07.2008 – 11.07.2008
13.	ЛИМ Хуа-Вэй Джонатан LIM Hua-Wei Jonathan, 11.12.1974	Сингапур	Национальные Лаборатории ДСО Член технического штата	Обсуждение промежуточных результатов совместного проекта по исследованию термодинамических свойств нелинейно-оптического материала ZnGeP ₂ . Проект приостановлен в связи с блокированием валютного счета института	28.07.2008 – 01.08 2008
14.	ЛИМ Геок Киенг LIM Geok Kieng, 01.02.1972	Сингапур	Национальные Лаборатории ДСО Член технического штата	Обсуждение промежуточных результатов совместного проекта по исследованию термодинамических свойств нелинейно-оптического материала ZnGeP ₂ . Проект приостановлен в связи с блокированием валютного счета института	28.07.2008 – 01.08 2008

15.	Лех Шайдак Lech Szajdak, 10.02.1953	Польша	Исследовательский центр сельского хозяйства и леса Польской академии наук Профессор, зав. лабораторией агроэкосистем	Участие в проведении полевых исследований на болотах Томской области, отбор образцов для лаборатории. Обмен мнениями по вопросам рационального использования торфяных болот и обсуждение планов дальнейших совместных работ.	4.09.2008 – 17.09.2008
-----	---	--------	---	--	---------------------------

4. Международные научные мероприятия, проведенные ИМКЭС СО РАН

В 2008 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 -2008, 28 июня – 6 июля 2008 года, Томск, В работе конференции приняли участие 118 представителей 33 научных организаций. Среди них 6 представителей зарубежных организаций (Франция, Швейцария, Австрия, США, Дания), 2 представителя организаций из ближнего зарубежья (Беларусь, Казахстан). Финансовую поддержку оказали: Проект РП6 Enviro-RISKS (контракт № 013427), РФФИ (проект 08-05-06054-г)

2) VI Международный Симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды, 3-5 июля 2008, Томск. В работе симпозиума приняли участие 146 ученых. Среди них 6 представителей зарубежных организаций (Франция, Швейцария, Австрия, США, Дания), 2 представителя Беларуси, 6 представителей Казахстана. Финансовую поддержку оказали: РФФИ (проект № 08-05-06052), Совет научной молодежи ТНЦ, Президиум СО РАН.

Иностранцы участники конференции ENVIROMIS-2008, 28 июня – 6 июля 2008 г. и VI международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», 3–5 июля 2008, Томск

Примечание: Даты рождения приводятся для участников конференции из дальнего зарубежья, для которых оформлялись приглашения для получения визы.

Участники из СНГ

№	ФИО, дата рождения	Страна	Научный центр	Должность
1.	Иванов Аркадий Петрович	Беларусь	Институт физики НАН Беларуси,	Зав. лабораторией
2.	Метельская Наталья Сергеевна	Беларусь	Институт физики НАН Беларуси,	Научный сотрудник
3.	Полякова Светлана Евгеньевна	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби,	Начальник отдела
4.	Скакова Айжан Амангельдиновна	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби,	Зам. директора
5.	Сарсенбаев	Казахстан	Казахский национальный универси-	Профессор

	Мингаш Харисович		тет имени аль-Фараби,	
6.	Таланов Евгений Александрович	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби,	Доцент
7.	Павличенко Людмила Михайловна	Казахстан	Казахский национальный университет имени аль-Фараби,	Научный сотрудник
8.	Васильченко Николай Иванович	Казахстан	РГП «ГосНПЦзем»,	Начальник сектора

Участники из дальнего зарубежья

№	ФИО, дата рождения	Страна	Научный центр	Должность
1.	Gerard Begni Жерар Беньи, 05.03.1950	Франция	Французский национальный центр космических исследований	Ведущий эксперт по наукам об окружающей среде
2.	Хелла Эллен Арендс Hella Ellen Ahrends, 12.01.1979	Швейцария	Университет г. Берн	Аспирантка
3.	Чарльз Рэймодн Лэйн Charles R. Lane, 02.08.1972	США	Управление по охране окружающей среды США, отделение исследования экосистем,	Исследователь

5. Участие в работе международных организаций, членство в зарубежных национальных академиях

1. Кабанов Михаил Всеволодович – член Американского физического общества
2. Гордов Евгений Петрович – член Европейской академии наук

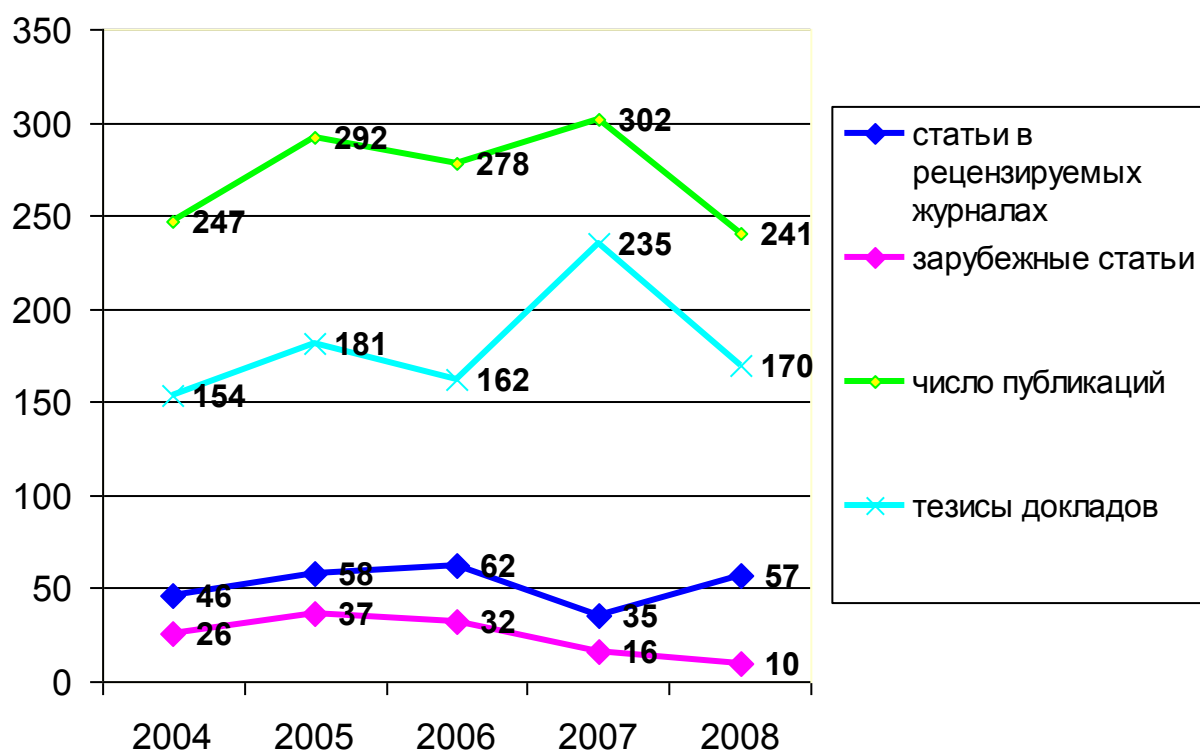
В 2008 году за цикл работ «Создание лидарных методов, технологий и систем дистанционного мониторинга атмосферы для лидарной сети в странах СНГ (CIS-LiNet)» коллективу авторов в составе: В.А. Горобец, А.П. Иванов, В.П. Кабашников, В.О. Петухов, А.П. Чайковский (Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси), Ю.М. Андреев, М.В. Кабанов, А.А. Тихомиров (Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН), Ю.С. Балин, В.В. Зуев (Институт оптики атмосферы СО РАН) была присуждена премия имени академика В.А. Коптюга (постановление Президиума Национальной академии наук Беларуси № 33 от 3 мая 2008).

2.4. ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.4.1. ПУБЛИКАЦИИ

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

	2004	2005	2006	2007	2008
Публикации	276	260	440	302	241
Монографии (учебные пособия)	8	3	1 (8)	3 (1)	3 (1)
Статьи в рецензируемых журналах	46	58	62	35	57
Статьи в зарубежных журналах и сборниках	26	37	32	16	10
Доклады на симпозиумах	154	84	162	219	170
Международные	105	69	111	102	153
Российские	31	7	39	102	14
Региональные	18	9	12	15	3
Участие в выставках	10	11	10	9	7



2.4.2. ОХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В 2008 году поданы 3 заявки на изобретения:

1/08 – Моностатический способ определения высоты нижней границы облачности, автор Зуев С.В.

2/08 – Устройство для стабилизации напряжения на накопительном конденсаторе, автор Татур В.В.

4/08 - Способ определения фокусного расстояния оптической системы, автор Зуев С.В.

5/08 – Автономная система наведения отраженных лучей Солнца на объект, автор Ерофеев В.Я.

6/08 - Способ определения фокусных расстояний двух оптических систем, автор Зуев С.В.

Подано 1 заявление на регистрацию Программы для ЭВМ: 3/08 - «NLO –Second Harmonic Generation)», авторы: Ланский Г.В., Шайдуко А.В.

Получены положительные решения:

2/07 - Устройство для регулирования циркуляции теплоносителя в гелиотехнических системах», авторы; Ерофеев В.Я., Тарасова А.И. з. № 2007113285/28(014427), пр. 09.04.07г.

3/07 - «Моностатический способ определения расстояния до объекта, его направления и скорости движения», автор Зуев С.В. з. № 2007116632/28(018078). Пр. 02.05.07г.

5/07 - Способ измерения мощности лазерного излучения», Ерофеев В.Я., Выборнов П.В., з. № 2007133060/28(036081), пр. 03.09.07.

За этот период было получено 5 патентов:

2/05 – Патент на изобретение № 2313046 «Автономная система слежения за перемещением Солнца по небосводу», авторы: Ерофеев В.Я., Кабанов М.В., Гупало Д.Ф., Тарасова А.И. № 2006103187/06(003475), пр. 3.06.07.

1/06 - Патент на изобретение № 2319987 «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. з. № 2006119583/28(021283), пр. 5.06.06.

2/06 - Патент на изобретение № 2321029 «Способ определения высоты, направления и скорости движения нижней границы облачности», Зуев С.В. з. № 2006123966/28(026001), пр. 4.07.06.

2/07 - Патент на полезную модель № 77694 «Устройство для регулирования циркуляции теплоносителя в гелиотехнических системах», авторы; Ерофеев В.Я., Тарасова А.И. з. № 2007113285/28(014427), пр. 9.04.07.

3/07 – Патент на изобретение № 2340872 «Моностатический способ определения расстояния до объекта, его направления и скорости движения», автор Зуев С.В. з. № 2007116632/28(018078). Пр. 02.05.07г.

Продана 1 лицензия исключительного права:

Патент на изобретение № 2319987 «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. з. № 2006119583/28(021283), пр. 5.06.06.

Сведения о реализации объектов интеллектуальной собственности по п. 10:

Зарегистрирован лицензионный договор 03.06.2008г. (исключительная лицензия) № РД0036797 на срок до 31.12.1018г.

Лицензиат Общество с ограниченной ответственностью «Сибаналитприбор» Договор 1/08 от 22.04.2008г.

Платежи: 5% от стоимости одного изделия, поставляемого Лицензиатом третьим лицам.

Поддерживались в силе 17 патентов на изобретения.

№ пп	№ заявки (Р-8)	№ охранного документа	Наименование патентов, авторы	Год действия	Сумма, руб.	Срок оплаты	Примечание
1	1/01	2208224 (ИЗ)	Способ измерения энергии оптического и СВЧ излучения Корольков В.А.	8 год	600	1 кв. с 14.01.08	ЛЭП
2	1/99	2186348 (ИЗ)	Автономный термограф Ерофеев В.Я. Кабанов М. В.	10 год	900	1 кв. с 19.02.08	КТЛ-450 АУП-450
3	1/06	2319981 (ИЗ)	Ультразвуковой термоанемометр с устройством автоматического восстановления точностных характеристик измерений Азбукин А.А. Богушевич А.Я. Ильичевский В.С. Корольков В.А., Шелевой В.Д.	3 год	300	2 кв с 5.04.08	ЛЭП
4	1/04	2267744 (ИЗ)	Интерференционный способ изм. радиуса кривизны оптической детали Симонова Г.В. Половцев И.Г.	5 год	450	2 кв с 15.04.08	ЛБИТ
5	1/02	2238575 (ИЗ)	Способ прогноза землетрясений Мальшков Ю.П. Мальшков С.Ю. Гордеев В.Ф. Шталин С.Г.	7 год 13.04.08	600	2 кв с 13.04.08	ЛГИТ
6	2/06	2321029 (ИЗ)	Способ определения высоты, направления и скорости движения НГО Зуев С.В.	3 год	300	2 кв с 4.05.08	ЛГИТ
7	2/03	2257599 (ИЗ)	Способ автономного измерения влажности воздушной среды Ерофеев В.Я. Кабанов М.В.	6 год	450	2 кв. с 11.06.08	КТЛ-225 АУП-225
8	2/04	2269850 (ИЗ)	Схема возбуждения лазеров на парах металлов Татур В.В. Выборнов П.В.	5 год	450	2 кв с 10.06.08	КТЛ
9	2/01	2207546 (ИЗ)	Фототермоакустический газоанализатор Азбукин А.А., Булдаков М.А., Корольков В.А., Матросов И.И., Бурков В.В. Занин В.В.	8 год	600	2 кв с 23.05.08	ЛЭП
10	3/03	2251096 (ИЗ)	Устройство для изм. порога дистанционного зондирования Корольков В.А.	6 год	450	3 кв. с 19.07.06	ЛЭП

11	2/98	2174674 (ИЗ)	Способ автономного измерения перегрева объекта в аварийных ситуациях Ерофеев В.Я Кабанов М.В.	11 год	1350	4 кв. с 6.11.08	КТЛ-675 АУП-1350
12	3/02	2244291 (ИЗ)	Двухкомпонентный оптический газоанализатор Азбукин А.А. Булдаков М.А., Корольков В.А., Матросов И.И. Бурков В.В. Занин В.В.	7 год	600	4 кв. с 10.10.08	ЛЭП
13	4/04	2286280 (ИЗ)	Способ приведения в действие механизма подъема заградительной детали на ж/д переездах Ерофеев В.Я. Кабанов М. В.	5 год	450	4 кв. с11.11.08	КТЛ-225 АУП-225
14	6/99	2185643 (ИЗ)	Актинометр автономный Ерофеев В.Я. Кабанов М. В.	10 год	900	4 кв. с3.12.08	КТЛ-450 АУП-450
15	7/99	2244218 (ИЗ)	Регулятор подачи газа Ерофеев В.Я. Кабанов М. В.	10 год	900	4 кв. с3.12.08	КТЛ-450 АУП-450
16	2/05	2313046 (ИЗ)	Автономная система слежения за перемещением Солнца по небосводу Ерофеев В.Я. Кабанов М.В. Гупало Д.Ф. Тарасова А.И.	4 год	300	4 кв. с 3.12.08	АУП-100 ЛЭП – 100 КТЛ-100
17	2/07	77694 (ПМ)	Устройство для регулирования циркуляции теплоносителя в гелиотехнических системах», авторы; Ерофеев В.Я., Тарасова А.И. з. №	1 и 2 год	300		КТЛ150 ЛЭП-150

2.4.3. УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКАХ

№№	Наименование выставки (ранг)	Место и время проведения	Участие (демонстрируемые приборы, стенды, экспозиции и т.д.)	Награды
1	Выставка ИМКЭС в связи с посещением американской делегации	Томск, ИМКЭС, 6 июля	Монокристаллы ZnGeP ₂ , рекламные материалы	
2	Выставка ИМКЭС в связи с посещением сингапурской делегации	Томск, ИМКЭС, 28 июля	Монокристаллы ZnGeP ₂ , рекламные материалы	

3	Выставка ИМКЭС в связи с посещением польской делегации	Томск, ИМКЭС, 4 сентября	Клоновые архивы и испытательные культуры 5-хвойных сосен на стационаре «Кедр», рекламные материалы	
4	Выставка к выездному заседанию Президиума СО РАН «Наука и инновации»	Томск, Конгресс-центр «Рубин», 9 октября	Научные издания ИМКЭС СО РАН	
5	Выставка ИМКЭС в связи с посещением академиков Добрецова Н.Л., Эпова М.И., Власова В.В., Жимулева И.Ф.	Томск, ИМКЭС, 9 октября	Метеостанция, МГР-01, клоновые архивы и испытательные культуры 5-хвойных сосен на стационаре «Кедр», рекламные материалы	
6	Выставка ИМКЭС в связи с посещением китайской делегации	Томск, ИМКЭС, 29 октября	Монокристаллы ZnGeP ₂ , рекламные материалы	
7	Постоянно действующая выставка СО РАН	Новосибирск	ДОГ-1, РГА-11, Монокристаллы ZnGeP ₂ , МГР-01, АМК-03, «Фаза», «Прочность-1», АМТ, Кедровые саженцы	

2.4.4. СВЯЗЬ С ВУЗАМИ

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.		
других образовательных учреждений, созданных с участием научных учреждений СО РАН (указать вид учреждения)		
1. Филиал кафедры метеорологии и климатологии ТомГУ		Томский государственный университет
2. Филиал кафедры электронных приборов ТУСУР		Томский государственный университет систем управления и

3. Филиал кафедры радиотехнических систем ТУСУР		радиоэлектроники Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
4. Филиал кафедры «Оптико-электронные системы и дистанционное зондирование»		Томский государственный университет
5. Филиал кафедры лесоведения и зеленого строительства		Томский государственный университет
6. Филиал Отделения послевузовского профессионального образования		Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
7. Некоммерческое партнерство «Сибирский центр климато-экологических исследований и образования»		Томский государственный университет, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

На совместных кафедрах обучаются 74 студента 3-5 курсов и магистрантов. Непосредственно в Институте под руководством научных сотрудников выполняют дипломную работу или магистерские диссертации 37 студентов.

Научные сотрудники, участвующие в работе со студентами, магистрантами и аспирантами:	Общее число	Доктора наук	Кандидаты наук
- преподают в вузах	12	6	7
- руководят дипломными проектами, магистерскими диссертациями	23	8	15
- руководят аспирантами	13	7	6

Сотрудниками Института подготовлено и издано 1 учебное пособие: П.П. Гейко. Уравнения с частными производным. Методическое пособие. Изд. ТУСУР, 2008, 29 с.

Сотрудники Института, осуществляющие преподавательскую деятельность:

№	ФИО	Должность	Учреждение
1	Бех Иосиф Афанасьевич	доцент кафедры, к.с.-х.н., с.н.с.	ТГУ
2	Бородавко Павел Станиславович	доцент, к.г.н.	ТГУ
3	Булдаков Михаил Аркадьевич	ст. инженер кафедры, к.ф.-м.н.	ТГУ
4	Волков Юрий Викторович	доцент кафедры, к.т.н.	ТПУ
5	Волкова Елена Сергеевна	доцент кафедры, к.г.н.	ТПУ
6	Гейко Павел Пантелеевич	профессор кафедры, д.ф.-м.н.	ТГУ
7	Гордеев Василий Федорович	ст. преподаватель, к.т.н.	ТГАСУ
8	Гордов Евгений Петрович	профессор кафедры, д.ф.-м.н.	ТГУ

9	Демидко Денис Александрович	ассистент кафедры	БГПУ
10	Золотов Сергей Юрьевич	доцент кафедры, к.ф.-м.н.	ТУСУР
11	Зотикова Альбина Петровна	доцент кафедры, к.б.н., доцент	ТГУ
12	Кабанов Михаил Всеволодович	профессор кафедры, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН	ТГУ
13	Красненко Николай Петрович	профессор кафедры, д.ф.-м.н.	ТУСУР
14	Мягков Александр Сергеевич	ст. преподаватель	ТУСУР
15	Нагорский Петр Михайлович	профессор кафедры, д.ф.-м.н.	ТГУ
16	Поздняков Александр Васильевич	профессор кафедры, д.г.н	ТГУ
17	Пучкин Алексей Васильевич	доцент кафедры, к.г.н.	ТГУ
18	Симонова Галина Владимировна	старший преподаватель, к.т.н.	ТГУ
19	Тихомиров Александр Алексеевич	профессор кафедры, д.т.н.	ТУСУР
20	Читоркина Ольга Юрьевна	доцент, к.б.н.	ТГПУ

2.4.5. ОФИЦИАЛЬНОЕ ПРИЗНАНИЕ

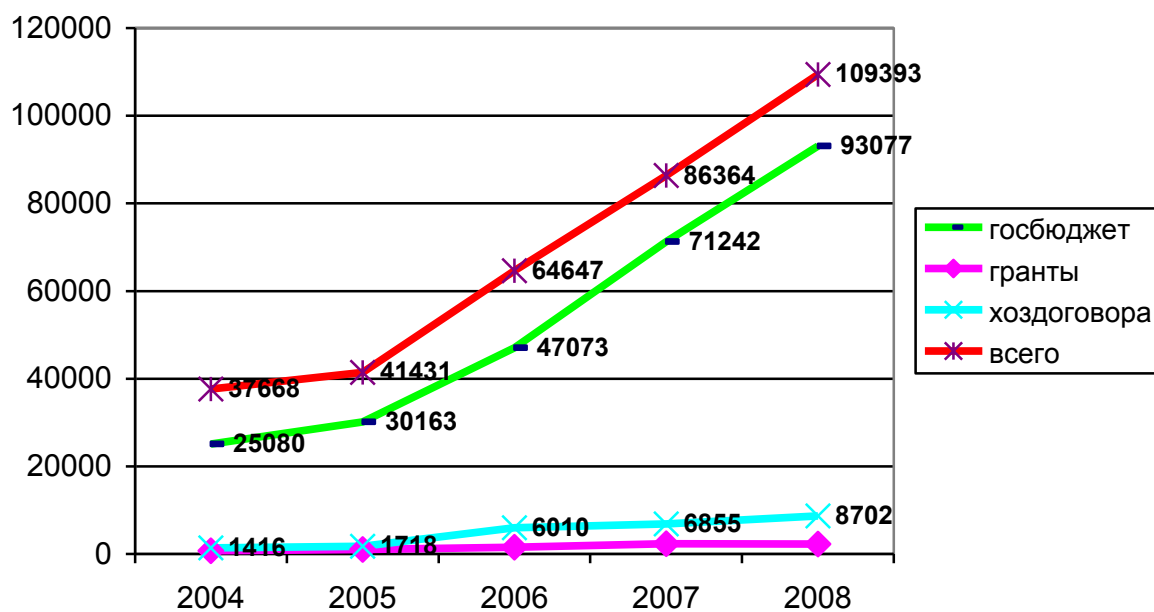
Орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени награжден чл.-корр. РАН Кабанов М.В., медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени награжден д.ф.-м.н. Гордов Е.П. Дипломы Премии академика В.А.Коптюга вручены чл.-корр. РАН М.В.Кабанову, д.ф.-м.н. Ю.М.Андрееву, д.т.н. А.А.Тихомирову. Почетной грамотой РАН и Профсоюза РАН награждены 5 сотрудников (Велисевич С.Н., Номикос О.Н., Потапова Л.М., Цыбина О.И., Яблокова О.В.). Почетной грамотой СО РАН награжден д.ф.-м.н. Красненко Н.П. Почетной грамотой Администрации ТО награждены к.т.н. О.В.Яблокова, к.т.н. Ю.П.Мальшков. 11 сотрудникам Института присвоено звание «Заслуженный ветеран СО РАН». 6 сотрудников Института выиграли конкурс молодых ученых СО РАН (Бисирова Э.М., Поднебесных Н.В., Васильева Г.В., Пропастилова О.Ю., Шуркина К.А., Богомоллов В.Ю.).

Получено 15 грантов РФФИ.

III ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Динамика финансирования за последние 5 лет приведена в таблице

	2004	2005	2006	2007	2008
Госбюджет СО РАН	17 840	20 525	47 073	71 242	93 077
Гранты РФФИ	743	985	1 552	2 368	2 272
Программа Миннауки	150 + 470(НШ)	415	1 910	500	-
Валютные контракты	3 846	3 593	3 322	-	-
Хоздоговора	1 416	1 718	6 010	6 855	8 702
Аренда	5 290	3 183	4 330	4 878	5 343
ИТОГО	55 438	41 431	64 647	86 364	109 393



Основное финансирование Институт получает от Сибирского отделения РАН за выполнение 6 проектов по основной деятельности Института. В выполнении проектов участвуют все научно-исследовательские подразделения Института.

Сведения о тематике научных исследований

Количество тем, по которым проводились исследования Количество законченных тем (в скобках) в отчетном году Финансирование в отчетном году (тыс. руб.)										
Всего	Президентские программы *	Государственные научно-технические программы *	Региональные программы *	По грантам РФФИ**	По грантам РГНФ**	По зарубежным грантам	По международным проектам	По договорам с российскими заказчиками	По соглашениям с зарубежными	Программы РАН и СО РАН (молодежные проекты, интеграционные, и др.)
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50 (36)	-	-	-	15 (13)	-	-	-	21 (16)	-	14 (7)
109 393				2 271,9				8 701,8		2 554,3

Расшифровка пункта 12

Сведения о тематике научных исследований

Количество тем, по которым проводились исследования Количество законченных тем (в скобках) в отчетном году Финансирование в отчетном году (тыс. руб.)								
Средства СО РАН, всего (сумма столбцов 4-8)	«базовое» финансирование	Интеграционные проекты СО РАН	молодежные гранты СО РАН	Конкурсы по поддержке экспедиций и стационаров СО РАН	Программы Президиума РАН (средства СО РАН)	Программы отделений РАН, ср-ва СО РАН	Программы Президиума РАН (средства РАН через головные организации)	Программы отделений РАН (ОМН и др), средства РАН через головные организации
2	3	4	5	6	7	8	9	10
14 (7) 2 554,3		2 (2) 410	2 (2) 619,8	7 784,5	2 (2) 640	1 (1) 100	-	-

* - 1 815 тыс. руб. по конкурсу импортозамещения

IV ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Сведения о деятельности коммерческих и других организаций,
в число учредителей которых входит институт

№№ п/п	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	2	3	4	5	6	7
1	Сибирский центр климатологических исследований и образования, создан 1 июля 2002 года	ИМКЭС СО РАН – 23%, ИХН СО РАН – 23%, ТомГУ – 23%, ТУСУР – 23%, МНОЦ – 8%	634055 г.Томск, пр. Академический, 10/3 Гордов Е.П., тел.(3822) 492187	0/15	Организация международного сотрудничества и проведение международных конференций и школ молодых ученых	Организация международного сотрудничества и проведение международных конференций и школ молодых ученых
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 производстве новой техники, материалов и технологий	Взаимодействие на основе хозяйственных договоров

Сведения о коммерческих и других организациях, работающих на базе научно-технического задела ИМКЭС СО РАН

№№ 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)
	2	3	4	5	6
1	ООО «Сибаналитприбор»	634055, г. Томск, пр. Академический 10/3, 8 (3822) 49-18-85 Азбукин Алек-	Научное приборостроение	ИМКЭС СО РАН, Многоканальный геофизический регистратор МГР-01; Автоматизирован-	Совместное производство

		сандр Анато́лье-вич		ный метеоком-плекс АМК-03	
2	ООО «Сибмединструмент»	634055, г. Томск, пр. Академический 10/3 8 (3822) 49-18-85 Азбукин Дмитрий Александрович	Медицинское приборостроение и изготовление медицинского инструмента	ИМКЭС СО РАН, Технологическое обеспечение	Хоздоговорные отношения, в т. ч. арендные
3	ГПКК КНИИ-ГиМС	660049, г. Красноярск, пр. Мира, 55, директор И. Н. Целюк	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.
4	ООО «РЕМО»	634003, г. Томск-3, пл. Соляная, 2, офис 410, директор Катцын П.А.	Оказание научно-технических услуг по настройке, юстировке технических параметров и проверке метрологических характеристик многоканальной измерительной системы вертикальных перемещений «Фаза-1».	ИМКЭС СО РАН	Передача научно-технической продукции, оформленная хозяйственными отношениями
5	ООО «Дорсиб»	634003, г. Томск-3, пл. Соляная, 2, офис 309, директор Чиков С.А.	Оказание научно-технических услуг по настройке, юстировке технических параметров и проверке метрологических характеристик многоканальной измерительной системы вертикальных перемещений «Фаза-1».	ИМКЭС СО РАН, Система вертикальных перемещений «Фаза-1».	Передача научно-технической продукции, оформленная хозяйственными отношениями
6	ООО «ВНИР»	119501, г. Москва, ул. Веерная, д. 7, кор. 1, директор Соловьев Э.П.	Разработка, изготовление и передача многоканальной измерительной системы «Фаза-1»	ИМКЭС СО РАН, Система вертикальных перемещений «Фаза-1».	ИМКЭС СО РАН, Передача научно-технической продукции, оформленная хозяйственными отношениями
7	НПФ «ГЕОТЕК»	119602, г. Москва, Мичуринский проспект, ул. Олимпийская Деревня, д.3., директор Заде́риголова	Монтаж 3-х комплектов радиоволновых комплексов систем АСК-ГП. Доработка и наладка установленных на склоне ре-	ИМКЭС СО РАН ИМКЭС СО РАН Многоканальный геофизический регистратор МГР-01	Научно-технический договор

		М.М.	гистраторов МГР-01, полевые работы и разработка критериев оценки опасности по результатам РВ мониторинга.		
8	ТПУ	634004, г. Томск, пр. Ленина 30, проректор по НР Власов В.А	Выявление закономерностей, стратиграфии и динамики и мониторинг ключевых участков Южно-таежных болот - базовых объектов для исследования геохимии процессов торфообразования и оценки масштабов выноса химических элементов	ИМКЭС СО РАН	Научно-исследовательский договор
9	Институт леса им. Сукачева СО РАН	660036, г. Красноярск, Академгородок Онучин А.А.	Реконструкция растительности и климата Алтая-Саянского региона в голоцене	ИМКЭС СО РАН	Научно-технический договор
10	ОАО «Лесинвест»	г. Санкт-Петербург, ул. 10-я Красноармейская, 19 Ф.К. Гранников (812) 2512802	Составление лесного плана Томской области	ИМКЭС СО РАН	Передача научно-исследовательской продукции, оформленная хозяйственными отношениями.
11	ОГУ «Облкомприроды»	634034, г. Томск, пр. Кирова, 14 Воробьев С.Д. 8-382-2-563-658	Организация особо охраняемых природных территорий	ИМКЭС СО РАН Паспорта ботанических памятников природы регионального значения	Передача научно-исследовательской продукции – паспортов ботанических памятников природы
12	Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН	119991 г. Москва, ул. Губкина, 3, ГСП-1, Политов Д.В.	Выделение образцов ДНК	ИМКЭС СО РАН Анализ изменчивости митохондриальной ДНК и микросателлитных локусов сосны кедровой сибирской	Передача научно-технической продукции, оформленная хозяйственными отношениями.

ПРИЛОЖЕНИЕ

К ОТЧЕТУ

**О НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ИНСТИТУТА МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИХ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СО РАН за 2008 год**

МОНОГРАФИИ.

1. Архипов В.С., **Прейс Ю.И.**, Бернатонис В.К., Маслов С.Г., Антропова Н.А. Битуминозные торфа Томской области. Томск: STT. 2008. 240 с.
2. Global Climatology and Ecodynamics, Anthropogenic Changes to Planet Earth Series Cracknell A. P., Krapivin V. F., Varotsos C. Springer Praxis Books. 2008, 520 p. (Основные авторы: Cracknell A. P., Krapivin V. F., Varotsos C. Общее число авторов: 36 Глава 4: 14 страниц. 3 автора, один из которых наш – Ипполитов И.И.). (Chapter 4., p. 63 - 76. Pkhalagov Yu. A., Uzhegov V. N., and **Ippolitov I. I.** Aerosol and atmospheric electricity).
3. Методическое пособие. П.П. Гейко. Уравнения с частными производным. Изд. ТУСУР, 2008, 29 с.

СТАТЬИ В РЕЦЕНЗИРУЕМЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЖУРНАЛАХ

1. Зинченко Г. С., Матющенко Ю. Я, Павлов В. Е., Смирнов С. В. О селекции данных AERONET. Часть 3: облачность и эффективность функционирования солнечных фотометров в южных районах Сибири // Оптика атмосферы и океана. 2008. Т. 21. № 1. С. 19–22.
2. Головацкая Е.А., Дюкарев Е.А., Ипполитов И.И., Кабанов М.В. Влияние ландшафтных и гидрометеорологических условий на эмиссию CO₂ в торфоболотных экосистемах // Доклады Академии Наук. 2008. №4. С.1-4.
3. Дюкарев Е.А., Головацкая Е.А. Моделирование углеродного баланса болотных экосистем южной тайги при различных сценариях изменения климата // Вычислительные технологии. 2008. т.13. с. 130-135.
4. Горелый К.И., Козлов С.И., Нагорский П.М., Цыбиков Б.Б. Возмущения верхней атмосферы после аварийного запуска РН Протон // Космические исследования, 2008. Т. 46. № 5. С. 418-424.
5. Дюкарев Е.А., Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Логинов С.В. Изменчивость субтропического струйного течения в тропосфере Северного полушария во второй половине XX в. // Оптика атмосферы и океана 2008. т.21 № 10. с. 869-875.
6. Воронин В.И., Тартаковский В.А., Волков Ю.В., Schleser G.H., Helle G., Несветаило В.Д. Древесно-кольцевые изотопные хронологии Прибайкалья и их связь с ледовой изотопной хронологией Гренландии. //Оптика атмосферы и океана. 2008. 21. №1. 60-64.
7. Бляхарчук Т.А. История лесных и высокогорно-степных ландшафтов юго-западной Тувы в связи с изменением климата с позднеледниковья до современности // География и природные ресурсы. 2008. 89-96.
8. Симонова Г.В. Расчет оптической схемы двухволнового лидара с сильно различающимися длинами волн. //Известия высших учебных заведений “Физика”. 2008. №9/3, 107-110.
9. Крутиков В.А., Кураков С.А. Ушаков В.Г. Автономный измеритель профиля температуры АИПТ // Приборы и техника эксперимента, 2008, № 5, с. 166-167
10. Гордов Е.П., Лыкосов В.Н. Информационно-вычислительные технологии для наук об окружающей среде: синтез науки и образования. //Вычислительные технологии, Т.13, Спецвыпуск , №3, 2008, с. 3-11.
11. Окладников И.Г., Титов А.Г., Мельникова В.Н., Шульгина Т.М. Веб-система для обработки и визуализации метеорологических и климатических данных // Вычислительные технологии, Т.13, Спецвыпуск №3, 2008, с. 64 – 69.
12. Бендер О.Г., Зотикова А.П., Велисевич С.Н. Морфофизиологическая характеристика хвой лиственницы сибирской в условиях различного почвенного увлажнения // Лесоведение. 2008. №1. С. 46-51.

13. Бех И.А., Данченко А.М. Возрастная структура и прогнозирующая динамика зеленомошных и мелкотравно-зеленомошных кедровников средней тайги Западной Сибири // Вестник ТГУ. Биология. 2008. № 1. С. 119-137.
14. Бех И.А., Данченко А.М. Параметры устойчивости темнохвойно-кедровых лесов равнинной тайги Западной Сибири // Вестник ТГУ. Биология. № 1(2). 2008. С. 57-62.
15. Бех И.А., Николаева С.А. Оценка жизненного состояния кедрового подростка осветленного из-под полога лиственных пород // Лесное хозяйство. № 5, 2008. С. 21-23.
16. Велисевич С.Н., Петрова Е.А., Бендер О.Г., Зотикова А.П. Формирование структуры популяций сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в заболоченных экотопах юга Томской области // Вестник ТГУ. Биология. 2008. №2. С.13-22.
17. Волкова Е.С. Невидимова О.Г. Устойчивость в природе и обществе: системно-синергетический подход // Вестник ТГУ. 2008. № 317. С.258-263.
18. Волкова Е.С. Эволюция социально-экономической системы Томской области: историко-географический аспект // География и природные ресурсы, 2008. - №4. С. 369-374.
19. Горошкевич С.Н., Васильева Г.В., Попов А.Г. О гибридизации кедра сибирского и кедрового стланика в западной части Станового нагорья // Лесное хозяйство. 2008. № 6. С. 25-27.
20. Горошкевич С.Н. Динамика роста и плодоношения кедра сибирского. Уровень и характер изменчивости признаков // Экология. 2008. № 3. С. 181-188.
21. Горошкевич С.Н. Структура кроны у молодых генеративных деревьев *Pinus sibirica* (Pinaceae). Факторы разнообразия побегов // Ботанический журнал. 2008. Т. 93. № 9. С. 1378-1393.
22. Горошкевич С.Н., Петрова Е.А., Политов Д.В., Зотикова А.П., Хуторной О.В., Бендер О.Г., Велисевич С.Н., Белоконь М.М., Попов А.Г., Кузнецова Е.А., Васильева Г.В. Эколого-географическая дифференциация и интеграционные процессы в группе близкородственных видов с трансконтинентальным ареалом (на примере 5-хвойных сосен Северной и Восточной Азии) // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24. № 2-3. С. 167-173.
23. Диркс М.Н., Тимошок Е.Е., Скороходов С.Н. Видовое разнообразие сосудистых растений на молодых моренах долинных ледников северного макросклона Северо-Чуйского хребта // Вестник ТГУ. Серия Биология. 2008. № 4. с. 16-23
24. Дюкарев Е.А., Пологова Н.Н., Головацкая Е.А. Технологии дистанционного зондирования для установления структуры лесоболотных комплексов ключевого участка «Бакчарский» // Вычислительные технологии, 2008. № 12. С. 32-40.
25. Зотикова А.П., Бендер О.Г. Связь фотосинтетических параметров хвои с ростом саженцев кедра сибирского // Вестник ТГУ. № 307. 2008. С. 161-164.
26. Касимова Л.В., Панов А.Н. Влияние мочевины на процессы минерализации и трансформации органического вещества верхового торфа // [Химия растительного сырья. 2008.](#) № 3. С. 141-150.
27. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Демидко Д.А. Виталитетная структура кедровых древостоев на юго-востоке Западной Сибири // Вестник ТГУ. 2008. № 313. С. 225-231.
28. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Макарова А.И. Факторы смертности коконов рыжего соснового пилильщика *Neodiprion sertifer* Geoffr. (Hymenoptera, Diprionidae) в припоселковых кедровниках Томской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2008. Вып. 182. С. 170-176.
29. Мельник М.А., Поздняков А.В. Фракталы в эрозионном расчленении поверхности и автоколебания в динамике геоморфосистем // Геоморфология. 2008. № 3. С.86-95.
30. Николаева С.А., Бех И.А., Савчук Д.А. Оценка экотопов восстановительно-возрастной динамики темнохвойно-кедровых лесов по дендрохронологическим

- данным (на примере Кеть-Чулымского междуречья) // Вестник ТГУ. 2008. № 309. С. 180-184.
31. Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. Эколого-функциональное зонирование Обь-Томского междуречья и охрана окружающей среды // Вестник ТГУ. № 305. 2007. С. 202-207.
 32. Поздняков А.В., Шуркина К.А. Новый методологический подход к анализу функционирования агроэкосистем // Вестник ТГУ. 2008. № 316. С. 206-213.
 33. Тимошок Е.Е., Филимонова Е.О. Семеношение кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в высокогорных лесных сообществах Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай) // Растительные ресурсы. Т. 44, Вып. 2. 2008. С. 10-15.
 34. Петухов В.О., Горобец В.А., Андреев Ю.М., Ланский Г.В. ТЕА CO₂-лазер с укороченными импульсами для генерации второй гармоники в нелинейных кристаллах // Вестник СпбО АИН, Выпуск № 3, с. 65-82, 2007. (Вестник Академии инженерных наук, Россия).
 35. Ванг Т.-Д., Гао Д.-Ю., Атучин В.В., Копылова Т.Н., Ланский Г.В., Малиновская Т.Д., Покровский Л.Д., Саркисов С.Ю. Наносекундный источник когерентного излучения диапазона 2,65-5,29 мкм для лидарных систем // Оптика атмосферы и океана, 2008 V.21, №2, P.170-175.
 36. Майер Г.В., Копылова Т.Н., Андреев Ю.М., Светличный В.А., Тельминов Е.Н. Параметрическое преобразование частоты лазеров на основе органических соединений в средний ИК-диапазон спектра // Известия ВУЗов. Физика, Т. , № 10, С. , 2008.
 37. Андреев Ю.М., Клишкин Ф.В., Васильева Ф.В., Солдатов А.Н., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф., Евтушенко Г.С. Вступительная статья // Оптика атмосферы и океана. 2008. Т. 21. № 8, С. 657-661.
 38. Ку Ш.-А., Лье Ч.-В., Лью С.-Л., Ву К.-С., Джуанг Д.-И., Потекаев А.И., Толбанов О.П., Андреев Ю.М., Ланский Г.В., Саркисов С.Ю. Оптические свойства нелинейных кристаллов твердых растворов GaSe_{1-x}S_x, 0 <x ≤ 0,4i2 // Известия ВУЗов. Физика. 2008. № 10, С. 80-85.
 39. Булдаков М.А., Черепанов В.Н., Нагорнова Н.С. Функции динамической поляризуемости молекул LiH и Li₂ // Оптика атмосферы и океана, 2008, Т. 21, № 1, С. 5-12.
 40. Мягков А.С., Тихомиров А.А., Матросов И.И., Азбукин А.А., Богусевич А.Я., Фомин Д.А., Корольков В.А., Шелевой В.Д. Лабораторный оптико-электронный анализатор "Ампли-спект" для контроля развития полимеразной цепной реакции генов // Приборы и техника эксперимента, 2008, № 5, С. 163-164.
 41. Азбукин А.А., Богусевич А.Я., Корольков В.А., Тихомиров А.А., Шелевой В.Д. Экспедиционный метеорологический комплекс "ЭКСМЕТЕО-01" // Приборы и техника эксперимента. 2008. № 3. С. 181-182.
 42. Тихомиров А.А., Корольков В.А., Богусевич А.Я., Азбукин А.А., Шелевой В.Д. Бортовой метеорологический комплекс на базе многоцелевых гусеничных и колесных машин // Вестник Академии военных наук. 2008. № 3(24), С. 144-148.
 43. Бобровников С.М., П.П. Гейко, Попов И.С. Возможности зондирования отравляющих веществ с помощью CO₂ лидара методом дифференциального поглощения // Оптика атмосферы и океана 2008. Т. 21. № 11. С. 993-997.
 44. Бобровников С.М., Гейко П.П., Попов И.С. Возможности дистанционного зондирования отравляющих веществ с помощью ТЕА CO₂ –лазера // Известия ВУЗов. Физика. Т. 51. № 9-3. С. 105-106.
 45. Гейко П.П. Лазерные системы на основе РДС кристаллов // Известия ВУЗов. Физика. Т. 51. № 9-3. С. 67-68.
 46. Гейко П.П., Коцубинская Е.П. Преобразование частоты фемтосекундных импульсов в нелинейных кристаллах Ag_xGa_xGe_{1-x}S₂ // Известия ВУЗов. Физика. Т. 51. № 9-3. С. 93-94.

47. Верозубова Г.А., Грибенюков А.И. Рост кристаллов ZnGeP₂ из расплава // Кристаллография. 2008. Т. 53, № 1. С. 175-180.
48. Татур В.В., Суханов В.Б. Эксплуатационные характеристики CuBr-лазера с транзисторным коммутатором. // ИЗВЕСТИЯ томского политехнического университета. - 2008. - Том 312, №2. С.108-110
49. Николаева С.А., Велисевич С.Н., Савчук Д.А. Онтогенез кедра сибирского в условиях Кеть-Чулымского междуречья // Вестник ТГУ. Биология. 2008, 3 (4). С.24-34.
50. Поздняков А.В. Закат в нефтяных тонах (интервью) // Недра Сибири. 2008. № 1 (19). С.18-20.
51. Глупов В.В., Бородавко П.С. «Монголия: "... голос дали будит душу" // Наука из первых рук. 2008. № 1 (19). С. 88-109.

Публикации в электронных ресурсах

52. Pozdnyakov A.V., Mahinov A.N., Ushakov A.V. Self-regulation by the Target and Current Conditions of Geomorphosystems // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. Электронный ресурс. Объем 8 стр. Режим доступа: <http://www.aegean.gr/geography/earth-conference2008/papers/papers/A03ID067.pdf>
53. Pozdnyakov A.V. Impact-formed Lithogenic Cumulative Jets in the Earth's Crust // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. Электронный ресурс. Объем 8 стр. Режим доступа: <http://www.aegean.gr/geography/earth-conference2008/papers/papers/A03ID073.pdf>
54. Pozdnyakov Alexander. Geosystems as Self-organising Binary Structures // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. Электронный ресурс. Объем 8 стр. Режим доступа: <http://www.aegean.gr/geography/earth-conference2008/papers/papers/B04ID064.pdf>
55. Pozdnyakov Alexander. Self-organisation of Holistic Monopolar World. Noocracy and the World Parliament // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. Электронный ресурс. Объем 8 стр. Режим доступа: <http://www.aegean.gr/geography/earth-conference2008/papers/papers/C04ID063.pdf>
56. Volkova Elena. Particularities of ecological risks in West Siberia (Особенности экологических рисков в Западной Сибири) // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. Электронный ресурс. Объем 8 стр. Режим доступа: <http://www.aegean.gr/geography/earth-conference2008/papers/papers/A03ID072.pdf>
57. Shurkina K., Pozdnyakov A. Energy estimation of efficiency of functioning of agroecosystem // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. Электронный ресурс. Объем 8 стр. Режим доступа: <http://www.aegean.gr/geography/earth-conference2008/papers/papers/B04ID071.pdf>

СТАТЬИ В ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛАХ

1. Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S, W.O. van der Knaap, and Ammann B. The role of pingos in the development of the Dzhangyskol lake-pingo complex, central Altai Mountains, Southern Siberia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palynology*, 257 (2008). 404-420.
2. Golovatskaya E. A., Dyukarev E.A., Ippolitov I.I., Kabanov M. V. Influence of Landscape and Hydrometeorological Conditions on CO₂ Emission in Peatland Ecosystems // *Doklady Earth Sciences*, 2008, Vol. 418, No. 1, pp. 187–190.
3. S.V. Zuev, N.P. Krasnenko. Experimental opto-electronic model of ceilometer for cloud base height measurement. *SPIE*, vol. 7296-16. P. 117-119.

4. Goroshkevich S.N., Popov A.G., Vasilieva G.V. Ecological and morphological studies of hybrid zone between *Pinus sibirica* and *Pinus pumila* // Annals of Forest Research. Vol. 51. Bucharest, 2008. P. 43-52.
5. Petrova E.A., Goroshkevich S.N., Belokon M.M., Belokon Yu.S., Politov D.V. Population genetic structure and mating system in the hybrid zone between *Pinus sibirica* Du Tour and *P. pumila* (Pall.) Regel at the eastern Baikal lake shore // Annals of Forest Research. Vol. 51. Bucharest, 2008. P. 19-30.
6. Jin Jer Huang, Tao Shen, Gang Ju Ji, Wei Gao, Hong Wang, Andreev Yu.M., Shaiduko A.V. Complete classification of the loci for three-wave collinear quadratic parametric interactions in biaxial acentric crystals // Optics Communications, 2008, V.281, P. 3208-3216.
7. Hong-Zhi Zhang, Zhi-Hui Kang, Yun Jiang, Jin-Yue Gao, Feng-Guanf Wu, Zhi-Shu Feng, Andreev Yu.M., Lanskii G.V., Morozov A.N., Sachkova E.I., Sarkisov S.Yu. SHG phase matching in GaSe and mixed GaSe_{1-x}S_x, x≤0.412, crystals at room temperature // Optics Express, 2008, V.16, No.13, P.9951-9957.
8. Zhi-Shu Feng, Zhi-Hui Kang, Feng-Guang Wu, Jin-Yue Gao, Yun Jiang, Hong-Zhi Zhang, Andreev Yu.M., Lanskii G.V., Atuchin V.V., Gavrilova T.A. SHG in doped GaSe:In crystals // Optics Express, 2008, V.16, No.13, P.9978-9985.
9. Buldakov M.A., Koryukina E.V., Cherepanov V.N., Kalugina Yu.N. Regularities in the behavior of dipole moment functions of diatomic molecules at very small internuclear separations // Physical Review A, 2008, V. 78, N 3, 032516(12).
10. Weijiang Zhao, Zhenlei Chen, Deming Ren, Yanchen Qu, Shuang Mo, Jinjer Huang, Yury M. Andreev, Vadim A. Gorobets, Vladimir O. Petukhov, Aleksei A. Zemlyanov. Nd:YAG laser with passive-active mode-locking. Proc. SPIE, 2008, V. 7006. Есть электронная ссылка с аннотацией http://spie.org/x648.xml?product_id=802265.

Тезисы и материалы конференций

1. Pozdnyakov A.V., Mahinov A.N., Ushakov A.V.. Self-regulation by the Target and Current Conditions of Geomorphosystems // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. P. 10.
2. Ageev B., Bondarenko S., Ponomarev Yu., Savchuk D., Sapozhnikova V., Zuev V. Photoacoustic measurements of CO₂ in tree rinds // The roles of boreal forests in a global context: The 14th scientific conference of International boreal forest research association: Abstract. Sept. 22-27, 2008, Harbin, China. P. 34-35.
3. Pozdnyakov Alexander. Geosystems as Self-organising Binary Structures // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. P. 40.
4. Pozdnyakov Alexander. Self-organisation of Holistic Monopolar World . Noocracy and the World Parliament // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. P. 99.
5. Bondarenko S.L., Zuev V.V., Savchuk D.A., Bocharov A.Yu. Influence of variations of total ozone content on reforestation of boreal forests // The roles of boreal forests in a global context: The 14th scientific conference of International boreal forest research association: Abstract. Sept. 22-27, 2008, Harbin, China. P. 105-106.
6. Borodavko P.S. Hazard assessment of naturally dammed lakes in Altai mountains // International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems. Environis – 2008, 28 June – 5 July 2008, Tomsk, Russia. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2008. С. 97.

7. Volkova Elena. Particularities of ecological risks in West Siberia // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. P. 42.
8. Volkova E.S. Particularities of ecological risks in the West Siberian North // International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems. Enviromis – 2008, 28 June – 5 July 2008, Tomsk, Russia. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2008. С. 107-108.
9. Fusella T.Sh. Agroecosystem risk of Tomsk region // International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems. Enviromis – 2008, 28 June – 5 July 2008, Tomsk, Russia. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2008. С. 108-109.
10. Goroshkevich S.N., Petrova E.A., Politov D.V., Bender O.G., Zotikova A.P., Belokon M.M., Popov A.G., Vasilieva G. V., Khutornoy O.V. Interspecific hybridization as net evolution factor in 5-needle pines of Northern and Eastern Asia // Proceedings of the Breeding and Genetics Resources of Five-needle Pines Conference. Yanguang, Korea. September 22-26, 2008. P. 23.
11. Khon A.V., Shevchenko S.O. Pilot research of the self-organisation of the system “river-bed-flow” // International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems. Enviromis – 2008, 28 June – 5 July 2008, Tomsk, Russia. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2008. С. 67-68.
12. Krivets S.A., Demidko D.A. and Bisirova E.M. Estimation of the condition of the Siberian stone pine forests in Western Siberia on the basis of stand vitality structure // Sborník příspěvků “Ekologie a diverzita lesních ekosystémů asjské části Ruska. Kostelec nad Černými lesy, Česká republika. 2008. - S. 56-63.
13. Shurkina Ksenia, Pozdnyakov Alexander. Energy estimation of efficiency of functioning of agroecosystem // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. P. 74-75.
14. Melnik M.A. Methodological approaches to the fractal analysis of watercourse network // International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems. Enviromis – 2008, 28 June – 5 July 2008, Tomsk, Russia. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2008. С. 67.
15. Petrova E.A., Velisevich S.N., Politov D.V., Bender O.G., Chitorkina O.Y., Khutornoy O.V., Belokon M.M. Genotypic and phenotypic diversity in Siberian stone pine: associations with soil traits and altitude // IUFRO Working Party 2.02.15 “The Breeding and Genetic Resources of Five-Needle Pines”. Korea, Yangyang, 2008, September 22-26. P. 24.
16. Savchuk D. Seed resource Siberian stone pine chronologies // Proceedings of The 14th scientific conference of International boreal forest research association «The Role of Boreal Forests in a Global Context», Harbin, China, September 22-27, 2008. P. 34-35.
17. Velisevich S.N., Petrova E.A., Bender O.G., Chitorkina O.Yu., Khutornoy O.V., Zotikova A.P., Belokon M.M., Politov D.V., Savchuk D.A. Adaptive structure of Siberian stone pine (*Pinus sibirica*) populations in optimal and suboptimal environments // Proceedings of The 14th scientific conference of International boreal forest research association «The Role of Boreal Forests in a Global Context», Harbin, China, September 22-27, 2008. P. 32.
18. Pozdnyakov A.V. Impact-formed Lithogenic Cumulative Jets in the Earth’s Crust // Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth: International Conference. 1 – 6 June, 2008. University of the Aegean. Mytilene, Greece. 2008. P. 10-11.
19. Pavel S. Borodavko, Igor V. Kondrashov. Otgonbayar Demberel. Perspectives of Tourism in Mongolia // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: Материалы VIII науч.-практич. конф. с междунар. участием. Томск, ТГУ, Томск. отдел. РГО, 26-27 ноября 2008 г. - Томск: ТГУ, 2008. С. 59-61
20. Пучкин А.В. Биоклиматические условия высокогорной долины Актру (Центральный Алтай) и их связь с изменениями климата // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: Материалы VIII науч.-практич. конф. с междунар.

- участием. Томск, ТГУ, Томск. отдел. РГО, 26-27 ноября 2008 г. - Томск: ТГУ, 2008. С. 70-73.
21. Пучкин А.В. Ландшафты долины р. Тете (Юго-Восточный Алтай) и их антропогенная трансформация // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: Материалы VIII науч.-практич. конф. с междунар. участием. Томск, ТГУ, Томск. отдел. РГО, 26-27 ноября 2008 г. - Томск: ТГУ, 2008. С. 74.
22. Хон А.В., Шевченко С.О. Роль гранулометрической дифференциации в процессе саморформирования руслового потока. Экспериментальное изучение // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее: Материалы XXX Пленума Геоморф. комиссии РАН. С.-Петербург, СПбГУ, 15-20 сентября 2008 г. С.-Пб., 2008. С. 261-262.
23. Поздняков А.В. Механизм образования литогенных кумулятивных струй и межпланетный обмен веществом // Проблемы синергетики и коэволюции геосфер: Материалы Всерос. науч. симпозиума. Саратов, Саратов. гос. ун-т и др. 23-25 сен. 2008 г. - Саратов: Изд-во Саратов. ин-та РГТЭУ, 2008. С. 72-75.
24. Бендер О.Г., Зотикова А.П., Велисевич С.Н. Структурно-функциональные изменения хвои кедра сибирского вдоль лесоболотного экологического профиля // Тезисы докладов Международной научной конференции «Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений». Екатеринбург. 6-11 октября 2008 г. С. 72-73.
25. Бендер О.Г., Зотикова А.П., Велисевич С.Н. Структурно-функциональная организация хвои кедра сибирского в лесоболотном экотоне // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 3-5 июля 2008. С. 187-189.
26. Бех И.А. Лесохозяйственная деятельность в нефтегазодобывающих районах Западной Сибири // 4-й Сибирский форум недропользователей «Охрана окружающей среды при разработке нефтегазовых месторождений». Томск, 2008. С. 78-79.
27. Бисирова Э.М. Организация участия школьников и студентов в изучении и сохранении припоселковых кедровников Томской области // Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования. Ч.1 : сб. материалов II Всерос. науч.-практ. конф. Нижний Тагил, 24-27 марта 2008 г. С. 36-39.
28. Бисирова Э.М. Распространение механических повреждений кедра сибирского в припоселковых кедровниках Томской области // Материалы докладов VI Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 3-5 июля 2008 г. С. 178-179
29. Бочаров А.Ю. Климатически обусловленная изменчивость радиального прироста кедра на северном макросклоне Северо-Чуйского хребта // Контроль и реабилитация окружающей среды: Матер. межд. симпоз., Томск, 3-5 июля 2008 г. Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 197-199.
30. Непомнящий В.В., Пучкин А.В. Диагностика экологического состояния ландшафтов рекреационных территорий // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: Материалы VIII науч.-практич. конф. с междунар. участием. Томск, ТГУ, Томск. отдел. РГО, 26-27 ноября 2008 г. - Томск: ТГУ, 2008. С. 65-70.
31. Васильева Г.В., Попов А.Г., Горошкевич С.Н. Генетическая совместимость *P. sibirica*, *P. pumila* и их естественных гибридов по результатам контролируемого опыления // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 3-5 июля 2008. С. 195-197.
32. Велисевич С.Н., Петрова Е.А., Хуторной О.В., Бендер О.Г., Зотикова А.П., Читоркина О.Ю. Формирование структуры ценопопуляций сосны кедровой сибирской на интразональных границах распространения // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 3-5 июля 2008. С. 185-187.
33. Демидко Д.А. Использование многомерных методов для оценки жизненного состояния древостоев // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды» – Томск: 3 – 5 июля 2008. – Томск, 2008. С. 176 – 178.

34. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. «Органо-гумусово-аккумулятивные почвы Васюганской равнины» // Всероссийская научная конференция «Почвы Сибири: генезис, География, экология и рациональное использование». Новосибирск, 2007. С. 22-26.
35. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Ландшафтно-экологический мониторинг в нефтегазодобывающих районах Западной Сибири // 4-й Сибирский форум недропользователей «Охрана окружающей среды при разработке нефтегазовых месторождений». Томск, 2008. С. 63-64.
36. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Мониторинг природной среды в зоне Томского водозабора в связи с динамикой погодных условий // Материалы VI Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 2008. С. 141-142.
37. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвообразование на стыке ландшафтных зон. // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2008, 28 июня -6 июля 2008, Томск, Россия. С. 68-69.
38. Волкова Е.С., Невидимова О.Г. Эволюция методологических подходов к оценке устойчивости социоприродных систем // Проблемы синергетики и коэволюции геосфер: Материалы Всерос. науч. симпозиума. Саратов, Саратов. гос. ун-т и др. 23-25 сент. 2008 г. - Саратов: Изд-во Саратов. ин-та РГТЭУ, 2008. С. 92-95.
39. Волкова Е.С. Особенности геоморфологических рисков природопользования на территории Томской области // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее: Материалы XXX Пленума Геоморф. комиссии РАН. С.-Петербург, СПбГУ, 15-20 сентября 2008 г. - С.-Пб., 2008. С. 117-118.
40. Волкова Е.С. Особенности экологических рисков на Севере Западной Сибири // Контроль и реабилитация окружающей среды: Материалы симпозиума. / Под общ. ред. М.В. Кабанова, А.А. Тихомирова. VI Международный симпозиум, Томск, 3 – 5 июля 2008 г. – Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 355-357
41. Зотикова А.П., Бендер О.Г., Рудник Т.И. Экофизиологический подход к оценке состояния хвои кедрового сибирского // Материалы шестого Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды» Томск. 3-5 июля 2008 г. С. 189-191.
42. Кривец С.А. Разработка системы мониторинга состояния припоселковых кедровников Томской области // Материалы 6-го Международного симпозиума "Контроль и реабилитация окружающей среды: КРОС-2008". Томск, 3-5 июля 2008 г. – Томск: Аграф-Пресс, 2008. – С. 164-165.
43. Кривец С.А., Коровинская Е.Н. “Экология сибирского кедрового хермеса в селекционных культурах кедрового сибирского в Томской области // Материалы Всероссийской конференции “Вторые чтения памяти О.А. Катаева”. Санкт-Петербург. 2008 г.
44. Кудрявцев В.В., Хуторной О.В. Мониторинг экосистемных изменений в экотоне лесотундра (на примере древесной растительности) в различных районах Алтае-Саянского экорегиона // Материалы шестого Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды» Томск. 3-5 июля 2008 г. С.
45. Мельник М.А., Поздняков А.В. Фрактальные морфометрические закономерности эрозивно-расчлененного рельефа // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее: Материалы XXX Пленума Геоморф. комиссии РАН. С.-Петербург, СПбГУ, 15-20 сентября 2008 г. - С.-Пб., 2008. С. 229-231.
46. Николаева С.А., Савчук Д.А. Реконструкция развития деревьев и древостоев на основе дендрохронологических данных // Контроль и реабилитация окружающей среды: Материалы симпозиума, Томск, 3-5 июля 2008 г. Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 199-200.
47. Невидимова О.Г. Геоморфологическая уязвимость территории: к оценке антропогенного воздействия (на примере Томской области) // Контроль и реабилитация окружающей среды: Материалы симпозиума. / Под общ. ред. М.В. Кабанова, А.А. Тихомирова. VI Международный симпозиум, Томск, 3 – 5 июля 2008 г. – Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 362-363.

48. Невидимова О.Г. Математическое моделирование в геоморфологических исследованиях: историко-методологический анализ // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее: Материалы XXX Пленума Геоморф. комиссии РАН. С.-Петербург, СПбГУ, 15-20 сентября 2008 г. - С.-Пб., 2008. С. 381-382.
49. Бородавко П.С. Изменения климата и динамики рельефа криолитозоны Алтайского туристского района // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: Материалы VIII науч.-практич. конф. с междунар. участием. Томск, ТГУ, Томск. отдел. РГО, 26-27 ноября 2008 г. - Томск: ТГУ, 2008. С. 44-46.
50. Бородавко П.С. Концепция разработки геоинформационной системы «КОНГЕО ПРО» (Информационная справка для работников туристических организаций) // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: Материалы VIII науч.-практич. конф. с междунар. участием. Томск, ТГУ, Томск. отдел. РГО, 26-27 ноября 2008 г. - Томск: ТГУ, 2008. С. 42-44.
51. Панов А.Н., Николаева С.А. Пигментный комплекс подроста кедра сибирского Биология: теория, практика, эксперимент // Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию проф. Е.В. Сапожниковой. Саранск, январь 2008 г. С. 111-113.
52. Панов А.Н., Николаева С.А. Пигментный комплекс хвои и сезонный рост подроста сосны обыкновенной // Материалы шестого Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды» Томск. 3-5 июля 2008 г. С. 201-202.
53. Панченко Е.М. Экологический каркас как природоохранная система региона на примере Обь-Томского междуречья // «Контроль и реабилитация окружающей среды: КРОС-2008» Материалы научной конференции – Томск, 2008. – С. 56-58.
54. Пологова Н.Н. Типы сопряжений лесных и болотных ландшафтов и их отражение в структуре почвенного покрова // Материалы V съезда Всероссийского общества почвоведов. Ростов-на-Дону, 2008. С.226.
55. Пологова Н.Н., Дюкарев А.Г. Связь гумусного состояния почв с микроклиматическими условиями // Материалы VI Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 2008. С. 153-155.
56. Попов А.Г., Горошкевич С.Н. Сравнительный анализ структуры кроны и годичного побега привоев кедра сибирского, кедрового стланика и их гибридов // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 3-5 июля 2008. С. 193-195.
57. Попова Г.А., Зотикова А.П., Титлова Е.А. Динамика формирования ассимиляционного аппарата у подвидов льна обыкновенного // Тезисы докладов Международной научной конференции «Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений». Екатеринбург. 6-11 октября 2008 г. С. 341-343.
58. Савчук Д.А., Николаева С.А. Многолетняя динамика половой репродукции кедра сибирского в горах Алтая // Контроль и реабилитация окружающей среды: Матер. между. симпоз., Томск, 3-5 июля 2008 г. Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 182-183.
59. Фузелла Т.Ш. Агроэкологические риски на территории Томской области // Контроль и реабилитация окружающей среды: Материалы симпоз. / Под общ. ред. М.В. Кабанова, А.А. Тихомирова. VI Международный симпозиум, Томск, 3 – 5 июля 2008 г. – Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 357-358.
60. Тимошок Е.Е., Диркс М.Н., Скороходов С.Н. Исследование растительности молодых морен долинных ледников Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай) для целей экосистемного мониторинга // Контроль и реабилитация окружающей среды: Матер. между. симпоз., Томск, 3-5 июля 2008 г. Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 144-146.
61. Тимошок Е.Е., Диркс М.Н., Скороходов С.Н. Постгляциальные сукцессии растительности на молодых моренах ледников в Центральном Алтае // Материалы гляциологического симпозиума. Иркутск. 2008.
62. Тимошок Е.Е., Николаева С.А., Савчук Д.А., Скороходов С.Н. Адаптация деревьев кедра сибирского в лесных экосистемах к условиям высокогорий // Контроль и реабили-

- тация окружающей среды: Матер. межд. симпоз., Томск, 3-5 июля 2008 г. Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 162-163.
63. Тимошок Е.Н. Скороходов С.Н., Тимошок Е.Е. Разработка и использование баз данных и аналитических дополнений для мониторинга высокогорной растительности Северо-Чуйского хребта // Контроль и реабилитация окружающей среды: Матер. межд. симпоз., Томск, 3-5 июля 2008 г. Томск: Аграф-Пресс, 2008. С. 303-304.
64. Чернова Н.А. Антропогенное влияние на горные болота хребта Ергаки (Западный Саян) // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 3-5 июля 2008. С. 173-175.
65. Чернова Н.А. О болотах каровых котловин хребта Ергаки (Западный Саян) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Материалы седьмой международной конференции. – Барнаул, 2008. – С. 382-384.
66. Читоркина О.Ю., Велисевич С.Н., Петрова Е.А. Влияние лесорастительных условий на плодоношение и генотипическую структуру ценопопуляций кедра сибирского в лесоболотных экотонах юга Западной Сибири // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 3-5 июля 2008. С. 184-185.
67. Шевченко С.О., Хон А.В. Механизм продольного профиля ложа руслового потока с точки зрения саморегулирования и самоорганизации // Современные проблемы гидрологии: Тезисы докл. Всерос. науч. конф., посвящ. 50-летию каф. гидрол. ТГУ. Томск, ТГУ, 27-28 марта 2008 г. С. 31.
68. Шуркина К.А. Восстановление энергобаланса в агроэкосистемах // Глобальные проблемы и принципы устойчивого развития: Материалы XLVI Междунар. науч. студент. конф. «Студент и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 26-30 апреля 2008 г.). – Новосибирск / Новосиб. гос. ун-т, 2008. С. 113-115.
69. F.-G. Wu, Yu.M. Andreev, G.V. Lanskii, V.V. Atuchin, T.A. Gavrilova, S.Yu. Sarkisov. Modified GaSe Crystals for Laser Systems Applications // Proc. of 9th Int. Conf. on Modification of Materials, 2008. Tomsk, HCI. P. 257- 260.
70. Z.-S. Feng, Yu.M. Andreev, G.V. Lanskii, V.V. Atuchin, T.A. Gavrilova, S.Yu. Sarkisov. Coherent sources with new solid solution crystals of $Ga_{1-x}In_xSe$, $x \leq 0.232$, at 108 to 500 K // Proc. of 9th Int. Conf. on Modification of Materials, 2008. Tomsk, HCI. P. 261- 264.
71. Andreev Yu.M., Lanskii G.V., Shaiduko A.V. Laser frequency conversion with pulse compression in solid solution crystals // Proc. of 15th Int. Symp. on High Current Electronics, 2008. Tomsk, HCI. P. 427- 428.
72. Yu.M. Andreev, G.V. Lanskii, A.N. Morozov, A.A. Tikhomirov. Temperature dispersion of phase matching in efficient mid-IR nonlinear crystals // Proc. of 15th Int. Symp. on High Current Electronics, 2008. Tomsk, HCI. P.99-103.
73. Yu.M. Andreev, V.A. Gorobets, V.O. Petukhov, S.Yu. Sarkisov, A.A. Tikhomirov, E.M. Vinnik. Nonlinear crystals for THz emission generation // Proc. of 15th Int. Symp. on High Current Electronics, 2008. Tomsk, HCI. P.104-106.
74. A.V. Shaiduko. Extra-wide-band mid-IR sources // Proc. of 15th Int. Symp. on High Current Electronics, 2008. Tomsk, HCI. P. 154-157.
75. Ю.М. Андреев, Г.В. Ланский, А.А. Тихомиров, А.В. Шайдуко. Инженерия оптических свойств нелинейных кристаллов GaSe путем легирования // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Материалы симпозиума. Томск, 2008, С. 78-79.
76. Ю.М. Андреев, Г.В. Ланский, А.А. Тихомиров, А.Н. Морозов. Предельные энергетические параметры преобразователей частоты среднего ИК диапазона при температуре 108-560 К // VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Материалы симпозиума. Томск, 2008, С. 76-77.
77. Ю.М. Андреев, Г.В. Ланский, А.А. Тихомиров. Источник перестраиваемого по частоте излучения среднего ИК диапазона фемтосекундной длительности // VI Международный

- симпозиум “Контроль и реабилитация окружающей среды”. Материалы симпозиума. Томск, 2008, С. 80-81.
78. С.А. Березная, О.В. Воеводина, З.В.Коротченко, Г.В. Ланский, Т.Д. Малиновская, А.Н. Морозов, С.Ю. Саркисов, В.А. Чернышев. Сравнительной анализ эффективности генерации второй гармоники в модифицированных кристаллах GaSe и ZnGeP₂ // VI Международный симпозиум “Контроль и реабилитация окружающей среды”. Материалы симпозиума. Томск, 2008, С. 82-83.
79. Ю.М. Андреев, М.н. Балдин, В.М. Грузнов, В.А. Капитанов, Ю.Н. Пономарев, Ф.Ф. Тихомиров. Экспрессный анализ рассеянных углеводов // VI Международный симпозиум “Контроль и реабилитация окружающей среды”. Материалы симпозиума. Томск, 2008, С. 82-83.
80. Feng-Guang Wu, Yu.M. Andreev, G.V. Lanskii, V.V. Atuchin, T.A. Gavrilova, S.Yu. Sarkisov. Modified GaSe Crystals for Laser Systems Applications // Proc. of 9th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows (9th CMM), September 21—26, 2008, Tomsk, HCI SB RAS and TSPU, Tomsk, Russia. P. 257-260.
81. Zhi-Shu Feng, Yu.M. Andreev, G.V. Lanskii, V.V. Atuchin, T.A. Gavrilova, S.Yu. Sarkisov. Coherent sources with new solid solution crystals of Ga_{1-x}In_xSe, $x \leq 0.232$, at 108 to 500 K // Proc. of 9th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows (9th CMM), September 21—26, 2008, Tomsk, HCI SB RAS and TSPU, Tomsk, Russia. P. 261-264.
82. Yu.M. Andreev, G.V. Lanskii, A.V. Shaiduko. Laser frequency conversion with pulse compression in solid solution crystals // Proc. of 15th International Symposium on High-Current Electronics (15th SHCE), September 21—26, 2008, Tomsk, HCI SB RAS and TSPU, Tomsk, Russia. P.427-428.
83. Азбукин А.А., Богусевич А.Я., Корольков В.А., Мезенцев А.Г., Тихомиров А.А., Шелевой В.Д. Бортовой вариант метеорологической станции АМК-03Б // Материалы докл. VI Международный симп. “Контроль и реабилитация окружающей среды”, г. Томск, 2008. С. 96-97.
84. Bogushevich A.Ya., Tikhomirov A.A. АМК-03 ultrasonic automated weather station and its possibilities for measured data accumulation and computerization // International conference observation, modeling and information systems «Enviromis», Tomsk, Russia, 2008. P.20-21.
85. С.М.Бобровников, П.П. Гейко. Метод дифференциального поглощения и рассеяния для дистанционного определения концентрации отравляющих веществ в атмосфере//6 Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды, материалы докладов. Томск. 2008 г. С.57-59.
86. Коцубинская Е.П., Гейко П.П. Кристаллы титогерманогаллата серебра как преобразователи частоты сверхкоротких импульсов //6 Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды, материалы докладов. Томск. 2008 г. С.86-89.
87. П.П. Гейко Нелинейные кристаллы с периодической доменной структурой как элементная база для аппаратуры экологического мониторинга атмосферы //6 Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды, материалы докладов. Томск. 2008 г. С.84-86.
88. П.П. Гейко, И.С. Попов Возможности дистанционного зондирования отравляющих веществ с помощью СО₂ лидара дифференциального поглощения XVI Международная Конференция Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии и геоэкологии - 2008, Новороссийск 8-12 сентября 2008 г. Труды, .С. 115-118.
89. М.А. Булдаков, И.И. Матросов, А.А. Тихомиров. Современное состояние газоаналитического приборостроения для контроля промышленных выбросов. Проблемы и тенденции развития // Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды", г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 6-7.

90. А.И. Абрамочкин, А.А. Тихомиров. Дистанционный контроль размера облачных капель с использованием MFOV-лидара // *Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды"*, г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 61-63.
91. В.Я. Ерофеев, А.И. Тарасова, А.А. Тихомиров. Автономная система слежения за солнцем для непрерывного мониторинга солнечного излучения // *Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды"*, г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 102-104.
92. В.И. Ефанов, А.А. Андреев. Контроль мощности и ширины спектра радиопередатчиков систем связи // *Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды"*, г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 104-106.
93. Д.А. Фомин, А.С. Мягков, А.А. Тихомиров. Контроль трансгенной ДНК методом полимеразной цепной реакции // *Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды"*, г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 106-107.
94. В.Я. Ерофеев, А.И. Тарасова, А.А. Тихомиров. Экологически безопасный регулятор циркуляции теплоносителя в гелиотехнических установках // *Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды"*, г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 316-318.
95. В.Я. Ерофеев, А.И. Тарасова, А.А. Тихомиров. Перспективы применения автономных гелиостатов в вопросах снижения антропогенных рисков в окружающей среде // *Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды"*, г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 371-373.
96. В.Я. Ерофеев, А.И. Тарасова, А.А. Тихомиров. Шлагбаумы на основе привода с эффектом памяти формы // *Материалы 6-го Междунар. симпоз. "Контроль и реабилитация окружающей среды"*, г. Томск. Аграф-Пресс. 2008. с. 373-374.
97. В.А. Горобец, А.П. Иванов, В.П. Кабашников, В.О. Петухов, А.П. Чайковский, Ю.С. Балин, В.В. Зуев, Ю.М. Андреев, М.В. Кабанов, А.А. Тихомиров. Создание лидарных методов, технологий и систем дистанционного мониторинга атмосферы для лидарной сети в странах СНГ (CIS-LINET) // *Сборник научных трудов 7-й Междунар. научн. конфер. "Лазерная физика и оптические технологии" 17-19 июня 2008 Минск, Т.1 "Измерительные и диагностические методы и системы. Оптика наноматериалов"* 2008. с. 108-111.
98. А.С. Мягков, Д.А. Фомин, А.А. Тихомиров. Выявление трансгенной ДНК спектрофотометрическими методами // *Труды XVI Междунар. конфер. "Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии и геоэкологии – 2008"* г. Новороссийск. 2008. с. 40-41.
99. Г.А. Верозубова, А.И. Грибенюков, А.Ю. Трофимов. Получение нелинейно-оптических кристаллов ZnGeP₂ для мониторинга окружающей среды. *Материалы симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, Россия, 3-5 июля 2008 г., стр. 107-109.*
100. А. В. Колесников, Е.М. Труханов, А.О. Окунев, Г.А. Верозубова, А.И. Грибенюков, А.Ю. Трофимов, S.Said-Hassani, P. Galtier. Исследование дефектов структуры в кристаллах ZnGeP₂, полученных методом Бриджмена. *Труды Четвертого Международного Симпозиума «Современные методы анализа дифракционных данных», 6-11 сентября 2008 г. Великий Новгород, Россия. Стр. 122-123.*
101. А.О. Окунев, Г.А. Верозубова, Е.М. Труханов, И.В. Дзюба. Анализ дефектов структуры монокристаллов ZnGeP₂ методом рентгеновской топографии на основе эффекта Бормана. *Труды Четвертого Международного Симпозиума «Современные методы анализа дифракционных данных», 6-11 сентября 2008 г. Великий Новгород, Россия. Стр. 153-156.*
102. A.I. Gribenyukov, G.A. Verozubova, A.Yu. Trofimov. Effect Isothermal Annealing on Optical Properties of the ZnGeP₂ Single Crystals Irradiated by Fast Electrons. *Proceedings of 9th International Conference on Modification of Materials with Particles beams and Plasma Flows. Tomsk, Russia, 21-26 September 2008., pp.301-304.*
103. A.I.Gribenyukov, V.R.Sorochenko, Yu.A.Shakir. Estimation of possibility to create a parametric generator of THz radiation on base of ZnGeP₂ crystals modified by fast e-beam.

- Proceedings of the 15th International Symposium on High Current Electronics Международнй Tomsk, Russia, 21-26 September 2008, pp. 455-458
104. G.A. Verozubova, A.I. Gribenyukov, A.Yu. Trofimov, A.O. Okunev, E.M. Trukhanov, A.V. Kolesnikov. ZnGeP₂ Crystals Growth for Nonlinear Optics. Proceedings of 9th Russian-Chinese Symposium on Laser Physics and Laser Technologies. Tomsk, Russia 26-31 October 2008. pp.112-113.
105. A.V. Kolesnikov, E.M. Trukhanov, A.O. Okunev, G.A. Verozubova, A.I. Gribenyukov, F.Yu. Trofimov, S.Said-Hassani, P. Galtier. Study of defect structure in ZnGeP₂ crystals grown by Vertical Bridgman. International Conference on Semiconductors. Abstract book. Brazil, Rio-de Janeiro, July 27-1 August 2008, p.131.
106. Г.А. Верозубова, А.И. Грибенюков, А.Ю. Трофимов, А.О. Окунев. Получение кристаллов ZnGeP₂ и исследование их реальной структуры. Тезисы докладов. XII Национальная конференция по росту кристаллов 17-22 ноября 2008, Москва, Россия. стр. 93.
107. Прейс Ю.И., Кусков А.И. О связи цикличности климата и водных режимов болот и морей // Сборник докладов Российско-Британской конф. «Влияние климата на водные объекты», Новосибирск, 2008
108. Прейс Ю.И., Голубых О.С., Сороковенко О.Р. Палеомониторинг южнотаежных болот Западной Сибири по данным диатомового анализа // Материалы докладов 6 международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 40-41.
109. Сороковенко О.Р., Прейс Ю.И., Шарапова Т.А. Реконструкция водных режимов болот с использованием экологических шкал (на примере южнотаежных болот Западной Сибири). Сравнительный анализ // Материалы докладов 6 международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 38-40.
110. Курьина И.В., Прейс Ю.И. Раковинные амебы как индикаторы условий увлажнения олиготрофных болотных местообитаний лесной зоны Западной Сибири // Материалы докладов 6 международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 42-44.
111. Прейс Ю.И., Шарапова Т.А., Антропова Н.А. Диагностика типовой принадлежности торфа болот Западной Сибири для мониторинга окружающей среды // Материалы докладов 6 международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 36-38.
112. Крутиков В.А., Прейс Ю.И., Шарапова Т.А., Шишлов В.И. Технология моделирования эволюции торфяных болот и интерпретации природно-климатических изменений // Материалы докладов 6 международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 257-259.
113. Preis Yu. I. Reconstruction of cryogenic processes in peat deposit of the southern taiga of Western Siberia // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 69
114. Shishlov V.I., Preis Yu.I., Krutikov V.A. System and evolution analysis of environment and climate forming processes in Siberia // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 102-103
115. Shishlov V.I. New methods for description and assessment of climat system changes // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 91
116. Sukov Ya.V., Preis Yu.I., Golovanov A.N., Abramovskikh A.A. Thermal and physical properties of the peat with different botanical composition // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 79
117. Sorokovenko O.R., Preis Yu.I. Detailed research of ridge-hollow-pool complex dynamics on peripheral of Iksinskoe bog // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 80-81

118. Sharapova T.A., Antropova N.A., Preis Yu.I. Ridge-pool complexes of watershed mires Western Siberia // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 75
119. Kuskov A.I., Krutikov V.A., Preis Yu.I., Sharapova T.A., Shishlov V.I. Reconstruction of cycles water modes of mires and climate // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 64
120. Sukov Ya.V., Preis Yu.I., Golovanov A.N., Abramovskikh A.A. Thermal and physical properties of the peat with different botanical composition // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 79.
121. Kataev M.Yu., Kataev S.G, Kuskov A.I. Questions of the database NCEP meteorological information in problems of the sunlight transmittance in the atmosphere // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 36
122. Kataev M.Yu., Kataev S.G, Kuskov A.I. Interpolation of the meteorological information of database NCEP on the any spatial point // ENVIROMIS-2008 International conference on environmental observations, modeling and informational systems. Tomsk, Russia, 2008. P. 43.
123. Волкова М.И., Кусков А.И. Выявление циклов в рядах атмосферных осадков на территории Западно-Сибирской равнины // Материалы докладов 6 международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 236-237.
124. Чередыко Н.Н., Кусков А.И. Сезонная структура поля долговременного тренда температуры Алтая // Материалы докладов VI международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 239-241.
125. Чередыко Н.Н., Кусков А.И. Структура сухих периодов и периодов с осадками в Алтае в холодный период года // Материалы докладов VI международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 241-242.
126. Шишлов В.И. Информационная технология анализа и оценки цикличности изменений характеристик климата // Материалы докладов VI международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 272-275.
127. Шишлов В.И. Оценка тенденций и прогноз пределов многолетней изменчивости характеристик климата // Материалы докладов VI международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С. 231-234.
128. Шишлов В.И., Шарапова Т. А. Технология оценки вековой трансформации и прогнозирования области состояний регионального климата. // Материалы докладов VI международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008. С.234-236.
129. Зуев С.В., Красненко Н.П. Экспериментальные исследования измерителя высоты облачности. // Материалы докладов VI международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 2008.
130. Zuev S. V., Krasnenko N. P. Determination of cloud base height using the passive monostatic method // Proceedings of SPIE XIV Joint International Symposium on "Atmospheric and Ocean Optics. Atmospheric Physics". 2007. Vol. 6936. P. 156-161.
131. Зуев С. В., Красненко Н. П. Определение высоты нижней границы облачности пассивным моностатическим методом // Седьмое сибирское совещание по климату - экологическому мониторингу. Мат-лы рос. конф. Томск, 8-10 окт. 2007 г. Томск: ООО "Аграф-Пресс", 2007. С. 373-376.
132. Курьина И.В. Раковинные амебы как индикаторы изменений гидрологического режима болот (на примере торфяного разреза «Озеро» водораздельного Иксинского болота в южной тайге Западной Сибири // Экология южной Сибири и сопредельных территорий. Вып.12 / Отв. Редактор В.В.Анюшин. Абакан, Из-во Хакасского гос.ун-та. 2008. Т.1. С. 182 Материалы XII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых.

133. Dyukarev E.A. Variability of north polar stratospheric vortex parameters // Geophysical Research Abstracts, 2008, Vol. 10, EGU2008-A-03001.
134. Golovatskaya E. A., Dyukarev E.A. Assessment of carbon sinks in eutrophic and oligotrophic peatlands at south of Western Siberia // Geophysical Research Abstracts, 2008, Vol. 10, EGU2008-A-00390.
135. Golovatskaya, E.A. Distribution of total mercury in peat soils profiles in Western Siberia// Geophysical Research Abstracts, 2008, Vol. 10, EGU2008-A-00433
136. Ippolitov I., Kabanov M., Nagorsky P., Smirnov S. Observations with a high temporal resolution of variations in electrical and meteorological values in the atmospheric surface layer / EGU General Assembly Vol. 10, Geophys. Res. Abstr. EGU2008-A-07598 2008.
137. Nagorsky P., Tscibikov B. Evolution of level of the medium scale wave-like disturbances in the ionosphere at transition of earth's magnetic field from quiet to disturbed conditions / EGU General Assembly Vol. 10, Geophys. Res. Abstr. EGU2008-A-07771 2008.
138. Нагорский П.М., Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Смирнов С.В. Изменчивость метеорологических, актинометрических и атмосферно-электрических величин в приземном слое атмосферы в предгрозовых ситуациях VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. 122-124.
139. Пхалагов Ю.А., Ипполитов И.И., Нагорский П.М., Одинцов С.Л., Панченко М.В., Смирнов С.В., Ужegov В.Н. Влияние аномальных атмосферно-оптических условий на изменчивость электрического поля // VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. 134-135.
140. Ланская О.Г., Лиленко Е.П. Исследование МОП-структур на основе кадмиевого теллурида ртути с собственным анодным оксидом. //VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. 145.
141. Поднебесных Н. В., Горбатенко В. П., Ипполитов И. И., Логинов С. В. Исследование циклонической и антициклонической активности на территории Западной Сибири по данным наблюдений и реанализа NCEP/DOE AMIP-II // VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. 225-227.
142. Дюкарев Е.А., Головацкая Е. А. Тепловой режим торфяной залежи олиготрофного болота // VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. 155-157.
143. Смирнов С.В., Золотов С.Ю., Теодорович З.С. Сравнение данных измерений УФР и ОСО, выполненных с помощью фильтровых радиометров. //VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. 97-98.
144. Ляпина Е.Е., Таловская А.В. Ртуть в снеговом покрове г. Томска. //VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. .
145. Логинов С. В., Ипполитов И. И., Севостьянов В. В. Суммарная радиация в Западной Сибири. //VI Межд. симп. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы. Томск. Аграф-Пресс. 2008. С. 222-225.
146. Нагорский П. М., Ипполитов И. И., Кабанов М. В., Смирнов С. В. Согласованные колебания метеорологических, актинометрических и атмосферно-электрических величин в приземном слое атмосферы. // Межд. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. Тезисы докладов. Томск. ЦНТИ. 2008. С. 24.
147. Podnebesnykh N. V., Ippolitov I. I., Loginov S. V. The comparative analysis of baric formations dynamics above Western Siberia: observations and reanalysis data // Межд. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. Тезисы докладов. Томск. ЦНТИ. 2008. С.88-89.
148. Харюткина Е. В., Ипполитов И.И., Логинов С. В. Оценки энергетики конвективных потоков в зоне циклонических образований по данным реанализа. // Межд. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. Тезисы докладов. Томск. ЦНТИ. 2008. С. 89.

149. Бондаренко С. Л., Логинов С. В., Смирнов С. В. Оценка влияния метеорологических величин на биологическую продуктивность растительного покрова на территории Сибири по данным дистанционного зондирования. //Межд. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. Тезисы докладов. Томск. ЦНТИ. 2008. С. 117.
150. Смирнов С. В. Проведение и результаты спектрофотометрических измерений с высоким временным разрешением в обсерватории ИМКЭС. // Межд. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. Тезисы докладов. Томск. ЦНТИ. 2008. С.23–24.
151. Бондаренко С. Л., Логинов С. В., Смирнов С. В. Оценка изменения растительного покрова в зависимости от аэрозольного ослабления фотосинтетически активной радиации.// XV рабочая группа «Аэрозоли Сибири». Тезисы докладов. 25–28 ноября 2008 г. ИОА СО РАН, Томск. Томск: Изд. ИОА СО РАН, 2008. С. 24.
152. Nagorsky P. M., Ippolitov I. I., Kabanov M. V., Smirnov S.V. Matched oscillations of meteorological, actinometrical and electrical values: Abstracts // VII International Conference on Problems of Geocosmos. May 26–30, 2008. S.-Petersburg, Russia. <http://geo.phys.spbu.ru/geocosmos/SEMP.pdf>. P.5, 25.
153. Nagorsky P.M., Ippolitov I.I., Kabanov M.V., Smirnov S.V. Matched oscillations of meteorological, actinometrical and electrical quantities // VII conference on Problems of Geocosmos. Abstr. St.-Petersburg. 2008.
154. Nagorsky P.M. Absorption of electromagnetic energy of the MF-range in the bottom ionosphere / VII conference on Problems of Geocosmos. Abstr. St.-Petersburg. 2008.
155. Golovatskaya E.A., Dyukarev E.A. Study of carbon budget in West Siberian peatland ecosystems // First Workshop of the NEESPI Focus Research Center for Biogeochemical Cycles, Max-Planck Institute for Biogeochemistry, Jena, Germany. (http://neespi.org/meetings/NEESPI_FRC_Biogeochemistry_Jena_March_2008.html)
156. Veretennikova E.E. Content and distribution of chemical elements in peat of Western Siberia // Wetlands and Climate Change: New Challenges for Wetland Research - Tartu., Institute of Geography, 2008. – pp. 287-289.
157. Bukhlova G.V., Krasnenko N.P., Stafeev P.G. “Dynamics of the thermal structure of the lower atmosphere above Tomsk from the data of acoustic sounding”. 14th International Symposium for the Advancement of Boundary Layer Remote Sensing, DTU, Denmark, 23-24 June 2008.
158. N.P. Krasnenko, S.V. Shamanaev, L.G. Shamanaeva “Propagation of laser-induced shock waves in the atmosphere”. 14th International Symposium for the Advancement of Boundary Layer Remote Sensing, DTU, Denmark, 23-24 June 2008 .
159. Зуев С.В., Красненко Н.П. Измерение высоты нижней границы облачности экспериментальной моделью оптико-электронного измерителя. //Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS -2008, 28 июня -6 июля 2008, Томск.
160. Зуев С.В. Красненко Н.П. Экспериментальные исследования измерителя высоты облачности. //6-й Международный симпозиум "Контроль и реабилитация окружающей среды", 3-5 июля 2008, г. Томск.
161. М.Х. Шанкибаева, Н.П. Красненко. Мониторинг теплового поля в приземном слое атмосферы республики Казахстан. //6-й Международный симпозиум "Контроль и реабилитация окружающей среды", 3-5 июля 2008, г. Томск.
162. Н.П. Красненко. Дальнее звуковое вещание в атмосфере: проблемы, возможности, результаты. //XX сессия Российского акустического общества, Москва, 27-31 октября 2008 г.
163. Кураков С.А., Крутиков В.А., Ушаков В.Г. Autonomous profile thermometer “ENVIROMIS”, Томск, 28 июня -5 июля 2008 г. с. 26

164. Blyakharchuk T.A. Change of vegetation and climate in the Altai-Sajany mountain region since the Late Glacial based on pollen data. In Reconstruction of past climate variability. //Swiss-Russian Seminar supported by the Swiss National Science Foundation and by the Russian Foundation for Basic Research. Barnaul-2008. p.1.
165. Blyakharchuk T.A. Late Glacial and Holocene change of vegetation and climate on the northern ridges of Altai-Sajany mountain country. //12-th International Palynological Congress and 8-th International Organisation of Palaeobotany Conference. Bonn-2008. p.1.
166. Simonova G.V., Balin Yu.S., Kochanenko G.P., Makogon M.M., Ponomarev Yu.N., Rynkov O.A. The concept of construction of two-wavelength aerosol fluorescent lidar. //XV Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана», Красноярск-2008. с.115
167. Simonova G.V., Kochanenko G.P., Makogon M.M., Rynkov O.A. Design of Optical System of the Two-Wavelength LIDAR. //XV Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана», Красноярск-2008. с.116
168. Ветрова О.В., О методиках синтеза счетных форм радиоуглерода и трития из органических молекул природных объектов. //VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». 3-5 июля 2008. Томск - ИМКЭС СО РАН. С.113
169. Волков Ю.В., Тартаковский В.А., Кузьмин С.Р. Восстановление климатологических параметров окружающей среды с использованием математической модели клеточной структуры трахеид. //VIII Международная научно-практическая конференция студентов, студентов и молодых ученых «Энергия молодых -экономике России» -Томск, ТПУ – 2008.
170. Волков Ю.В., Тартаковский В.А., Кузьмин С.Р. Исследование статистической устойчивости параметров трахеид климатипов сосны с использованием математической модели структуры годичного кольца. //VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». 3-5 июля 2008. Томск - ИМКЭС СО РАН. С.171.
171. Тартаковский В.А. , Воронин В.И. . Совместный анализ $\delta^{18}\text{O}$ -хронологий Прибайкалья. //VI Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». 3-5 июля 2008. Томск - ИМКЭС СО РАН. С.148.
-