

**Рекомендации
стратегического семинара ИНТАС «Организация комплексного
мультидисциплинарного исследования “горячих пятен” в Евразии»,
Томск, 23-25 июля 2004 года**

Общая концепция

Региональный (регион в данном случае – большая географическая область, функционирующая как биофизическая, биогеохимическая и социо-экономическая единица) аспект международных исследований глобальных изменений и обеспечения устойчивого развития в наши дни становится особенно важным. Регионы могут по-разному отображать динамику системы Земля, а изменения региональных биофизических, биогеохимических и антропогенных компонент могут по-разному влиять на систему Земля в глобальном масштабе. Некоторые регионы могут являться ключевыми точками (как в биофизическом, так и в социо-экономическом плане) и малейшие изменения в региональных системах ведут к глубоким изменениям в функционировании системы Земля. Региональные исследования могут внести значительный вклад в восстановление глобальной динамики по ее региональным проявлениям

Принятое в партнерстве наук о системе Земля определение (W. Steffen, 2003) «интегрированного регионального исследования» (ИРИ) включает в себя следующие характеристики:

- ИРИ должно (i) выходить за пределы естественных и социальных наук, должно затрагивать все существенные аспекты морских, земных, атмосферных, социальных, экономических, культурных, исторических и др. компонент Системы Земля; (ii) должно отображать специфичные социо-экономические и биофизические характеристики региона (т.е. быть местно обусловленным); (iii) должно обращаться к региональному исследованию как к неотъемлемой части науки о Системе Земля, начиная с планирования и заканчивая синтезом и завершающей стадией данного исследования.
- ИРИ должно проводиться в регионе, который может действовать как точка влияния, малейшие изменения в котором могут привести к глубоким изменениям в функционировании Системы Земля.
- «Интегрированное» в ИРИ относится прежде всего к двум типам интеграции: (i) «горизонтальная интеграция», интеграция элементов и процессов в рамках региона и за его пределами; и (ii) «вертикальная интеграция», включающая в себя двухстороннюю связь между регионом и глобальной системой.

В наши дни ИРИ является вторым основным способом изучения системы Земля из поведению ее компонентов и является дополнительным к подходу тематических проектов, до сих пор применяемому в международных программах по изучению глобального изменения.

Большое количество дисциплинарных и междисциплинарных исследований окружающей среды и климата проводится в Северной Евразии и Сибири. Сейчас, с учетом данного выше определения ИРИ, необходим обобщенный взгляд на региональные аспекты и их связь с

глобальными аспектами для реализации проектов по ИРИ Сибири (ИРИС) и ИРИ Северной Евразии (ИРИСЕ). Для проведения таких интегрированных исследований необходимо объединение усилий ученых разных дисциплин и географических районов, что обеспечит более широкий подход, а также создание новых структур (институтов, региональных и межрегиональных сетей, финансирования). Они не должны быть исключительно научными, а должны быть связаны с теми, кто принимает политические решения, чтобы реализовывать необходимые экологические акции на политическом и управленческом уровнях.

Некоторые ключевые факты и открытия

Согласно современным знаниям, Сибирь является тем регионом, где особенно чувствуются последствия глобального изменения климата. Для отображения этого явления были разработаны различные модели. К тому же, эти изменения неоднородны. Различия от места и времени, а также регионы критической массы были выявлены при помощи ДЗ и измерений на месте. Ниже приведены некоторые иллюстрации данного явления.

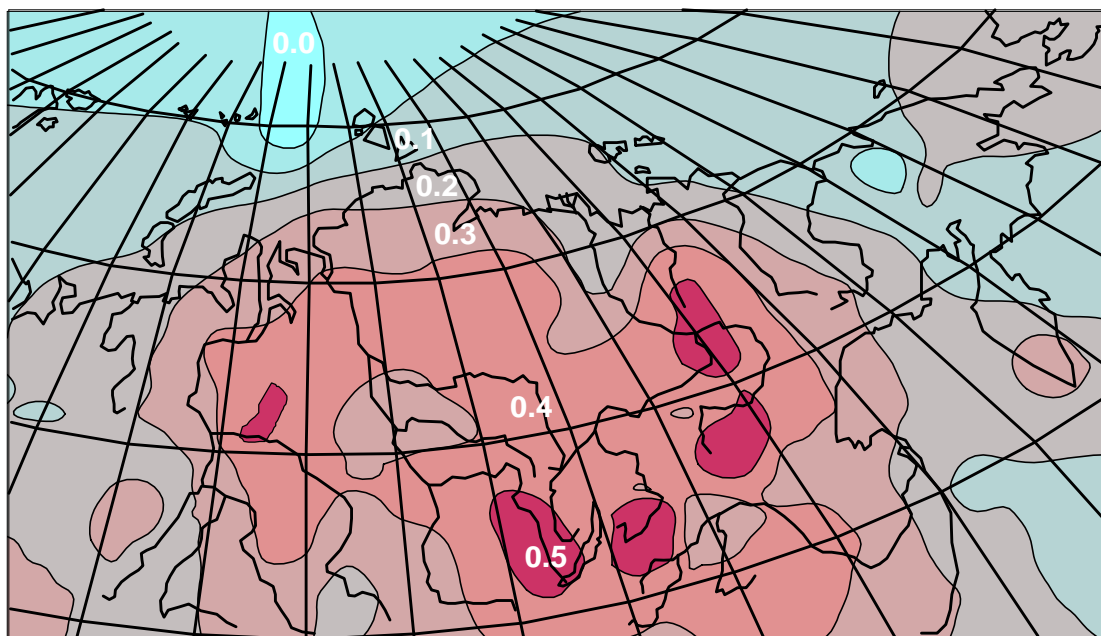


Рис. 1 – Линейные тренды среднегодовой температуры поверхности на территории Сибири и Дальнего Востока (°C/10 лет). Ипполитов и др.

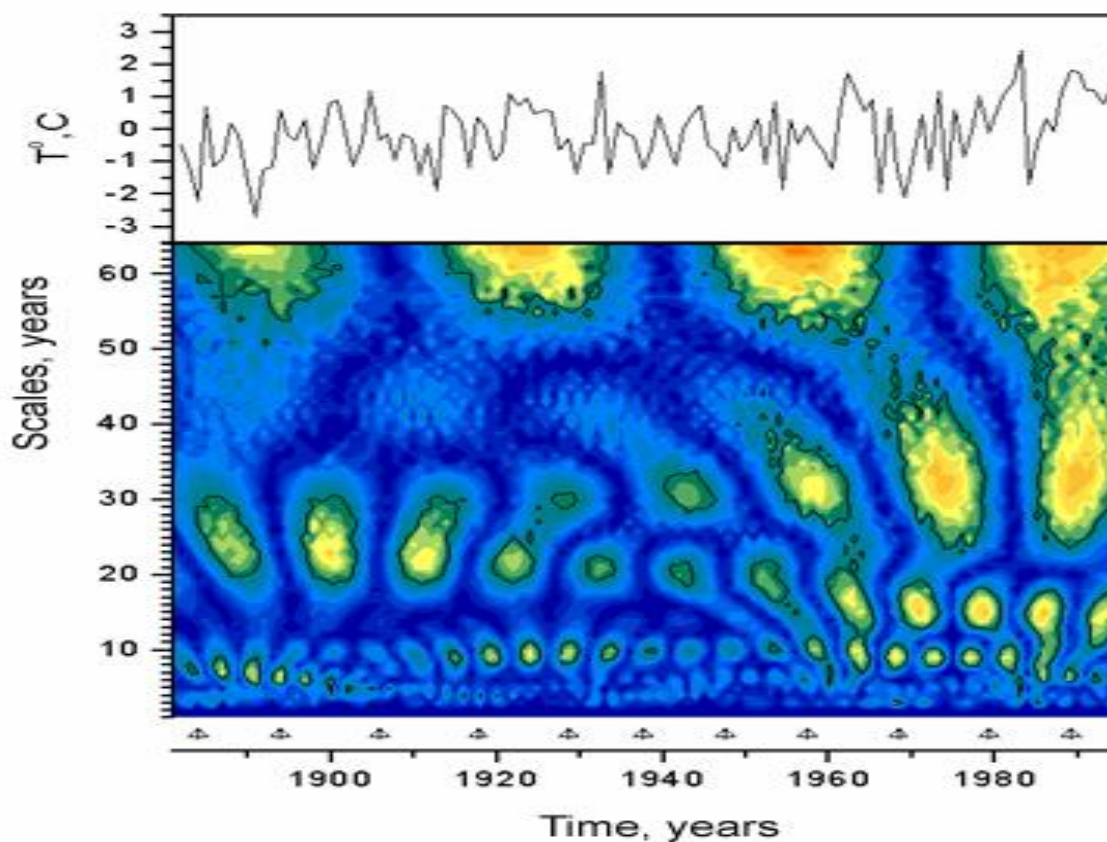


Рис. 2. – Временные ряды среднегодовой температуры поверхности для Томска (вверху) и их вейвлет-преобразования, выявляющие периодичности идущих процессов. Золотов и др.

Рекомендации по общему подходу

Общей классической схемой подхода к такой глобальной цели как ИРИС и ИРИСЕ является комплексное рассмотрение следующих моментов, часть из которых уже рассматривалась со специализированной точки зрения, в частности, на конференции ENVIROMIS 2004 и была проанализирована во время стратегического научного семинара ИНТАС. Тем не менее, большинство из этих моментов до сих пор остаются вопросами без ответов, когда речь о них идет в аспекте интегрирования.

- Каковы основные черты изменений климата в Сибири (общие тенденции, районные тенденции и аномалии, взаимосвязи между экосистемой, атмосферой и динамикой населения и т.д.)?
- Каковы региональные источники этих изменений?
- Как они связаны с глобальным изменением климата?
- Как они влияют на них?
- В частности, каковы связи с окружающими районами и регионами, такими как центральная Азия, бассейн Аральского моря, Монголия, Арктика?
- Как нужно проводить районное и региональное моделирование и включать его в более глобальные модели?

- Можно ли разрабатывать региональные сценарии наряду со сценариями IPCC? Каковы результаты таких сценариев?
- Каково ожидаемое физическое, биологическое и социо-экономическое влияние глобального изменения согласно каждому из сценариев?
- Являются ли соответствующие социо-экономические модели доступными и надежными, чтобы рассматривать данный феномен с этой точки зрения? Существуют ли связи между физиками и социо-экономистами, работающими над этой проблемой?
- Возможны ли действия, которые приведут к снижению интенсивности источников неблагоприятных изменений климата? Какой ценой?
- Какие акции нужно предпринять для снижения негативного влияния изменяющегося климата? Насколько они затратны?

Ответы на эти вопросы подразумевают, что работа должна быть организована с учетом следующих требований:

- Не начинать с нуля без использования уже существующих работ, а установить связи между институтами и учеными, работающими над разными аспектами проблемы. Это позволит получить необходимые знания и технологии, необходимые для интегрированного аспекта таких исследований (в т.ч. социо-экономический аспект).
- Не руководствоваться лишь собственными идеями, а использовать также такие организации и программы как ICSU, ESS-P и их ИРИ, а также выводы и информацию IPCC.
- Думать о централизации: как поддерживать работоспособность таких междисциплинарных совместных сетей, какая центральная структура для этого необходима?
- Думать о том, что ИРИ должно привести к конкретным решениям, которые могут привести к тяжелым экономическим, социальным и политическим последствиям.
- В частности, это означает, что создание подобной сети и соответствующей организации должно быть как научным, так и политическим решением не только потому, что необходимо национальное и международное финансирование, но и потому, что потенциальные инвесторы и политики должны быть уверены, что это уникальная возможность получения необходимого им обоснованного научного базиса.

Все это должно быть учтено при определении структуры и наполнения ИРИС и ИРИСЕ, а также при определении средств и структур (междисциплинарные совместные сети, центральная структура), необходимых для достижения поставленных целей.

Компоненты, рекомендуемые для использования в качестве базиса на первой стадии развертывания ИРИС и ИРИСЕ (Фаза 0)

Здесь перечислены недавно завершённые и выполняемые сейчас научно-исследовательские проекты, результаты которых будут полезны для ИРИ.

- **Проекты, финансируемые ЕС:**

Siberia 2 (Multi-sensor Concepts for Greenhouse Gas Accounting of Northern Eurasia, FP 5 project). Основная цель проекта - демонстрация возможности полного учета баланса парниковых газов, от наземной биоты, базирующаяся на объединении всесторонних описаний земного покрова в интегрированную систему информации о земле (ILIS), на концепции мультисенсорного дистанционного зондирования, измерениях потоков и концентрации газов в составе атмосферы и на экологических моделях; Координатор проекта проф. С. Schmullius.

TCOS Siberia (Terrestrial Carbon Observing System – Siberia, FP5 project). Заключается в реализации первых компонентов системы наблюдений континентального масштаба для определения углеродного баланса Сибири и его изменений, включая оценку неопределенностей. Данная цель достигается применением интегрированного метода восходящего и нисходящего проектирования. Координатор проекта проф. М. Heimann.

FUMAPEX (Integrated systems for forecasting urban meteorology, air pollution and population exposure, FP5 project). Основной целью проекта является уточнение метеорологических прогнозов для урбанизированных районов, связывание математических моделей прогноза погоды с моделями загрязнения городского воздуха, построение улучшенной системы прогноза и информации о качестве городского воздуха, демонстрация применения результатов в европейских городах различного климата; Координатор проекта проф. А. Baklanov.

ISIREMM (Integrated System for Intelligent Regional Environmental Monitoring & Management, INCO FP5 project). Интегрированная система для разумного мониторинга и управления региональной окружающей средой разработана и протестирована в Сибири, в г. Томск. Координатор проекта д-р. К. Fedra, координатор в ННГ проф. Е. Гордов.

ENVIROMIS-SSA (Environmental Observations, Modelling and Information Systems Special Support Action, FP6 Project). Основанный на современных технологиях мониторинга и информационно-вычислительных технологиях набор акций по координации, распространению результатов и обучению. Ориентирован на аспекты защиты окружающей среды и здоровья, стабилизацию исследовательского потенциала в России и ННГ. Координатор проекта проф. Е. Гордов.

- **Проекты, финансируемые ИИТАС:**

ATMOS (Web portal on atmospheric environment). Разработанный по гранту ИИТАС веб-портал АТМОС обеспечивает доступ международного научного сообщества, специалистов по проблемам окружающей среды и заинтересованной общественности к информации на двух языках в сфере атмосферной физики и химии, а также в прикладной области оценки и управления качеством воздуха. Координатор проекта д-р. К. Fedra, координатор в ННГ проф. Е. Гордов.

CLIMAS (Development of an information system for high latitude climate data, analysis and numerical simulations of climate change - Climate Data Access System). Цель проекта – разработка прототипа типовой системы доступа к информации CLIMAS для цифровых климатических данных высоких широт, анализа климата, основных климатических событий, а также для вычислительного моделирования будущих сценариев климатических изменений, которые будут распространяться среди населения, правительственных учреждений, а также в научной среде, в т.ч. и с образовательной целью. Координатор проекта S. Sandven.

- **Исследовательские программы НАСА по наукам о Земле**

NEESPI (Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative, NASA-RAS Project). Это аспект раздела наук о Земле НАСА, посвященный пониманию воздействия природных и антропогенных

изменений в Северной Евразии на глобальную окружающую среду. Координатор программы др. D. Deering.

- **Программа президиума РАН “Environmental and Climatic Changes: стихийные бедствия”)**

Анализ и моделирование экстремальных гидрологических явлений в Сибири. Проект посвящен изучению наводнений и засух в Сибири. Координатор проекта акад. О. Васильев.

- **Интегрированные проекты СО РАН**

Сибирская геосферно-биосферная программа: интегрированные региональные исследования современных природно-климатических изменений. Это первый шаг в консолидации усилий региональных ученых в работе по этому направлению. Проект направлен на изучение региональных изменений климата в Сибири и Северной Евразии и их взаимосвязи с глобальными процессами. Координаторы проекта: члены-корреспонденты РАН И. Гаджиев, М. Кабанов, В. Снытко и проф. Е. Гордов.

Комплексный мониторинг Большого васюганского болота: изучение современного состояния и процессов развития. Проект основан на полевых измерениях расширенного ряда физических, биологических и химических характеристик. Он посвящен системному изучению уникального природного комплекса глобальной важности. Координатор проекта: член-корр. РАН М. Кабанов.

- **Деятельность MEDIAS-France** построение сетей (MEDIAS network) и систем информации по окружающей среде.

Для начала необходимо должным образом проанализировать всю упомянутую деятельность с позиции подхода ESS-P/IRS, определить пробелы и наложения и пути их преодоления, понять, каким образом эта деятельность ведет к следующим шагам по интеграции и определить эти шаги. Возможно, для этого нужно создать информационный веб-портал об этих проектах, основанный на таком анализе (включая затраты и результаты), с выводами и перспективами.

Компоненты, рекомендуемые для поддержки (тактический подход)

- **Программы научно-технического развития ЕС**

North (ранее **BOREAS Machine**) (**Современное состояние и пути Северной Евразии в меняющемся мире**, Заявка будет подана в рамках 6 РП). Подход основан на двух ключевых пунктах, которые также определяют специфику современного состояния науки о Земле: интеграция и интегрированные системы наблюдений. Координатор проф. Schmullius.

TCOS Siberia (Заявка, которая возможно будет подана в рамках 6 РП). Мог бы стать логическим продолжением проекта, выполняемого сейчас в рамках пятой рамочной программы. Координатор проф. Heimann.

Siberia climatic HOT SPOTS (кандидат для подачи заявки в 7 РП). Предлагаемый междисциплинарный проект направлен на улучшение понимания взаимодействий между экосистемой, атмосферой и динамикой населения Сибири под влиянием глобального изменения климата – в духе нового интегрированного регионального подхода МГБП к исследованиям в науках о Земле. Координатор проф. Гордов.

FUMAREX+ISIREMM (возможный STREP в 6 РП). Использование подхода FUMAREX к изучению возможных последствий случайного выброса радиации. Координатор проф. Baklanov.

- **APN**

Совместный проект с Центральной Азией и Монголией по региональной экологии и связям с Сибирью. Координатор др. Vegni.

- **Программы РАН**

Terra Norte (Terrestrial Ecosystem Monitoring in Northern Eurasia). Планируемая программа РАН, направленная на углубление знаний о крупномасштабной динамике экосистем суши в Северной Евразии, включая прошедшие и настоящие изменений, всестороннее понимание основных движущих сил этой динамики и научное объяснение ее связи с фундаментальными физическими, биогеохимическими и социо-экономическими процессами в системе Земля. Координатор акад. Исаев.

Планируемая распределенная база данных СО РАН по экологии Сибири. Недавно предложенный в СО РАН проект, направленный на разработку базы данных по характеристикам окружающей среды, полученным в результате наблюдений и измерений ведущими специалистами СО РАН. Координаторы проф. Гордов и член-корр. РАН Федотов.

Планируемая разработка информационно-вычислительной инфраструктуры интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири.

Планируемый проект СО РАН, направленный на разработку информационно-вычислительной инфраструктуры, поддерживающей ряд разработанных региональных моделей.

Планируемое развитие веб-портала ATMOS и его локализация в различных регионах Сибири. Возможно его использование в качестве элемента информационно-вычислительной инфраструктуры интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири. Координатор проф. Гордов.

Эти проекты и инициативы должны готовиться с учетом требований к компонентам ИРИ. В частности, они должны заполнять пробелы, оставленные уже выполняющимися проектами и должны приводить к дальнейшему продвижению на пути к планируемому ИРИС. В частности, это подразумевает их взаимодействие, использование однородных методик и стандартов данных и метаданных. Если будет принято решение о создании веб-портала ИРИС, то желательно иметь в нем доступ к получаемым в процессе этих исследований данным.

Рекомендуемые элементы (стратегический подход)

В соответствии с вышеизложенным необходимо:

- Разработать организационную структуру для ИРИС как части ИРИСЕ
- Разработать информационную и сетевую инфраструктуру для ИРИС

Детальные стратегические рекомендации

- CP01** Признать, что СЦ КЛИО/ИМКЭС может играть ключевую роль центрального элемента в организации ИРИС, разработке и создании его информационной инфраструктуры и его научному менеджменту. Рекомендовать этим организациям организовать, вместе с вовлеченными в эту активность организациями (СО РАН, MEDIAS-France, Nansen Center, Max Planck Institutes, ENEA, ICTP...) базовую сеть ИРИС, которая должна иметь мандат на организацию, управление, развитие и поддержку ИРИС, как компоненты ИРИСЕ. Это также должно включать в себя организацию небольшого Научного Совета базовой сети, чья работа организационно должна поддерживаться СЦ КЛИО. Созданный из национальных международных представителей вовлеченных организаций Совет будет являться центральной структурой для организации ИРИС и составит ядро Управляющего Комитета будущего ИРИС. В своей работе Совет будет опираться на сформулированные ниже рекомендации.
- CP02** Рекомендовать этой центральной структуре найти возможности, необходимые для совместной деятельности физиков, биологов, специалистов в области наук о земле, социо-экономистов, политиков и ответственных лиц региона, и для углубления этих связей. Это необходимо для того, чтобы научные результаты, полученные в ходе выполнения будущего ИРИС применялись на практике на региональном и местном уровнях.
- CP03** Рекомендовать приложить больше усилий для сбора результатов ключевых исследований динамики окружающей среды Северной Евразии и ознакомления с ними научной общественности путем публикаций в международных рецензируемых журналах и коллективных монографиях.
- CP04** Рекомендовать Научному Совету ИРИС установить тесные связи с ИРСС и при наличии возможности, вовлечь ключевых участников ИРИС/ИРИСЕ в работу ИРСС.
- CP05** Рекомендовать базовой сети ИРИС установить контакты с НАТО для проведения семинаров по окружающей среде и последующей активности в соответствии с политикой НАТО по поддержке экологических исследований, в частности с грантами НАТО и поддержкой информационных инфраструктур.
- CP06** Рекомендовать базовой сети ИРИС установить рабочие контакты с APN.
- CP07** Просить СО РАН обеспечить необходимую поддержку деятельности СЦКЛИО и ИМКЭСа, направленной на инициирование ИРИС, его поддержание и деятельность в качестве принимающей организации для хранения и управления поступающей в рамках данного исследования информацией.
- CP08** Обратиться к российской администрации и международным финансирующим организациям с просьбой изыскать возможности для поддержки деятельности систем по сбору данных дистанционного зондирования и измерений на местах для получения необходимой первичной информации и обеспечения всех вовлеченных

исследователей доступом к этим данным посредством систем управления информацией.

- CP09** Обратиться в профильный Директорат ЕС с просьбой поддержать проект North (Boreas Machine), как интегрированный проект в рамках БРП, а регионы Северной Евразии с критическим климатическим влиянием (горячие точки) в интегрированном подходе обозначить как одну из приоритетных тем для поддержки исследований в формируемой 7 Рамочной Программе.
- CP10** Обратиться в ИНТАС с просьбой рассмотреть возможность поддержки различных базовых аспектов ИРИС/ИРИСЕ, включая и возможную поддержку описанной выше центральной структуры и ее интеграционной деятельности.
- CP11** Обратиться в МНТЦ с просьбой принять к рассмотрению возможность поддержки различных аспектов ИРИС/ИРИСЕ, соответствующих его политики и стратегии.
- CP12** рекомендовать NASA и GOF-C-GOLD стимулировать и укреплять тесные связи и совместную деятельность между проектом NEESPI и сетью NERIN с одной стороны, и проектами ИРИС и ИРИСЕ и их сетью с другой стороны.
- CP13** Обратиться в TACIS с предложением воспользоваться преимуществом сферы деятельности и опыта СЦКЛИО для совместной организации ряда тренингов и мероприятий по повышению квалификации (например, помощь в создании центров обучения в Центральной Азии), направленных на усиление интеграции ученых из ННГ в европейское исследовательское пространство.
- CP14** Отметить деятельность СЦКЛИО и его национальных и международных партнеров по проведению серии междисциплинарных международных конференций по окружающей среде ENVIROMIS и серии международных конференций и школ молодых ученых по вычислительным и информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES, считать эти форумы ключевыми мероприятиями ИРИС/ИРИСЕ и рекомендовать международным финансирующим организациям (UN, UNESCO, IGBP, START, APN...) изыскать возможность для финансирования этой серии мероприятий для обеспечения стабильности и преемственности их проведения.

Детальные технические рекомендации

- ТР01** Базовая сеть должна более четко определить научные цели и результаты проектов ИРИС и ИРИСЕ в соответствии с приведенными выше стратегическими рекомендациями.
- ТР02** Включить в физический аспект ИРИС и ИРИСЕ следующие основные компоненты:
- Интегрированное оценочное моделирование влияния глобальных изменений климата на региональный климат и окружающую среду.
 - Данные, метаданные и вычислительно-информационные технологии
 - Усвоение данных о суше, включая специальные аспекты сезонных заморозков и динамики вечной мерзлоты
- ТР03** Включить в ИРИС и ИРИСЕ социо-экономический аспект с необходимым инструментарием и моделями для оценки социальных, экономических и политических затрат в результате изменения регионального климата на снижение его неблагоприятного влияния и замедление его темпов.
- ТР04** Проанализировать и подчеркнуть роль данных и информационных блоков в каждом компоненте ИРИС и ИРИСЕ. Принять во внимание релевантность, качество и однородность данных, как один из ключевых критериев для оценки проектов в различных стадиях.
- ТР05** Уделить особое внимание с одной стороны данным спутникового дистанционного зондирования и извлеченной из них информации, с другой стороны, разработке и улучшению сетей данных полевых измерений, а также разработке и развитию необходимых моделей усвоения данных.
- ТР06** Уделить особое внимание роли аэрозолей в изменениях регионального климата, проводя необходимые измерения, собирая информацию и интегрируя их в модели.
- ТР07** Обратить особенное внимание на региональный вклад в глобальный баланс парниковых газов за счет обменов между почвой, экосистемами и атмосферой и формирование радиационного баланса, обращаясь, в частности, к следующим вопросам:
- Таяние вечной мерзлоты в результате повышения температуры и связанный с этим выброс CO_2 и CH_4
 - Увеличение болот в связи с таянием вечной мерзлоты и связанный с этим баланс CO_2 и CH_4
 - Изменения в лесных экосистемах в связи с повышением температуры, а именно продвижение лесов на Север
 - Увеличение альбедо, особенно в снежный период, в областях обезлесивания.
- ТР08** Уделить особое внимание тропосферной и стратосферной химии и её изменению в различных региональных и временных масштабах.
- ТР09** Уделить особое внимание практическому применению результатов для улучшения состояния окружающей среды, особенно в таком уязвимом регионе как Сибирь. В частности, во время проведения конференции ENVIROMIS 2006 включить в нее стратегический научный семинар «Контроль и реабилитация окружающей среды» и обратиться в ИНТАС за поддержкой для его проведения.