



# Models of biosphere change based on the carbon balance due to boreal ecosystems using field and satellite data observations

A.G. Degermendzhi<sup>1</sup>, A.M. Fedotov<sup>2,3</sup>, I.A. Pestunov<sup>3</sup>, E.A.Vaganov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Biophysics Institute of SB RAS, <sup>1,2</sup>Novosibirsk State University,

<sup>3</sup>Institute of Computational Technologies of SB RAS,

<sup>4</sup>Siberian Federal University



# Что является показателем состояния экосистем?



В настоящее время все говорят о негативных тенденциях в развитии самой крупной экосистемы на Земле – биосферы.

**ВОПРОС??** Но что является показателем оценки состояния экосистем, никто однозначно сказать не может.

Существуют различные подходы к оценке состояния экосистем, например В.В.Виноградова, но единого показателя не существует.

Экстраполяция наблюдаемых трендов различных глобальных параметров в будущее указывает на возможность существенных изменений параметров биосферы и климата Земли.



# Настораживающие тенденции



Глобальная средняя температура земной поверхности с 1860 г. повысилась на  $0,6^{\circ}\text{C}$ , в то время как за последние 10 000 лет со времён последнего ледникового периода температура Земли повысилась всего на  $5^{\circ}\text{C}$ , т.е. **скорость увеличения температуры возросла на порядок.**

За период с 1860 г. **поступление в атмосферу  $\text{CO}_2$  за счет сжигания ископаемого топлива увеличилось в 65 раз, а концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличилась на 90 ppt (то есть на 30 %).**

Выявление ключевых факторов глобальных изменений дает возможность, по крайней мере, в принципе, предотвратить всё более явно проявляющиеся негативные тенденции в развитии биосферы.

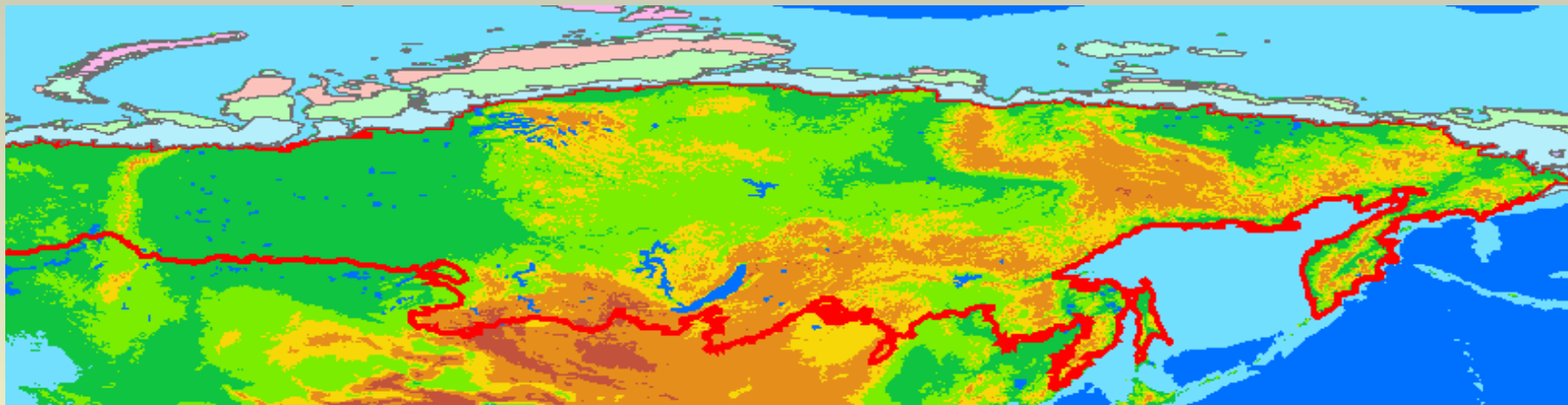
Результаты моделирования климата Земли показали (Изменения климата, 2001), что без включения антропогенных факторов сложно получить правдоподобное объяснение наблюдаемых в прошедшее столетие изменений температуры.

# Глобальный цикл углерода в биосфере и бореальные леса



Биогеохимический цикл углерода играет особую роль при анализе биосферных и климатических процессов: с одной стороны, он характеризует динамику органического вещества в биосфере, а с другой – определяет климат планеты.

Как суша, так и океан являются стоками атмосферного  $\text{CO}_2$ . Считается, что на суше ведущая роль принадлежит бореальным лесам.



Однако разброс существующих в настоящее время оценок вклада этих экосистем в глобальный баланс углерода очень велик, что приводит к существенным неопределенностям в моделировании и прогнозировании климатических процессов.

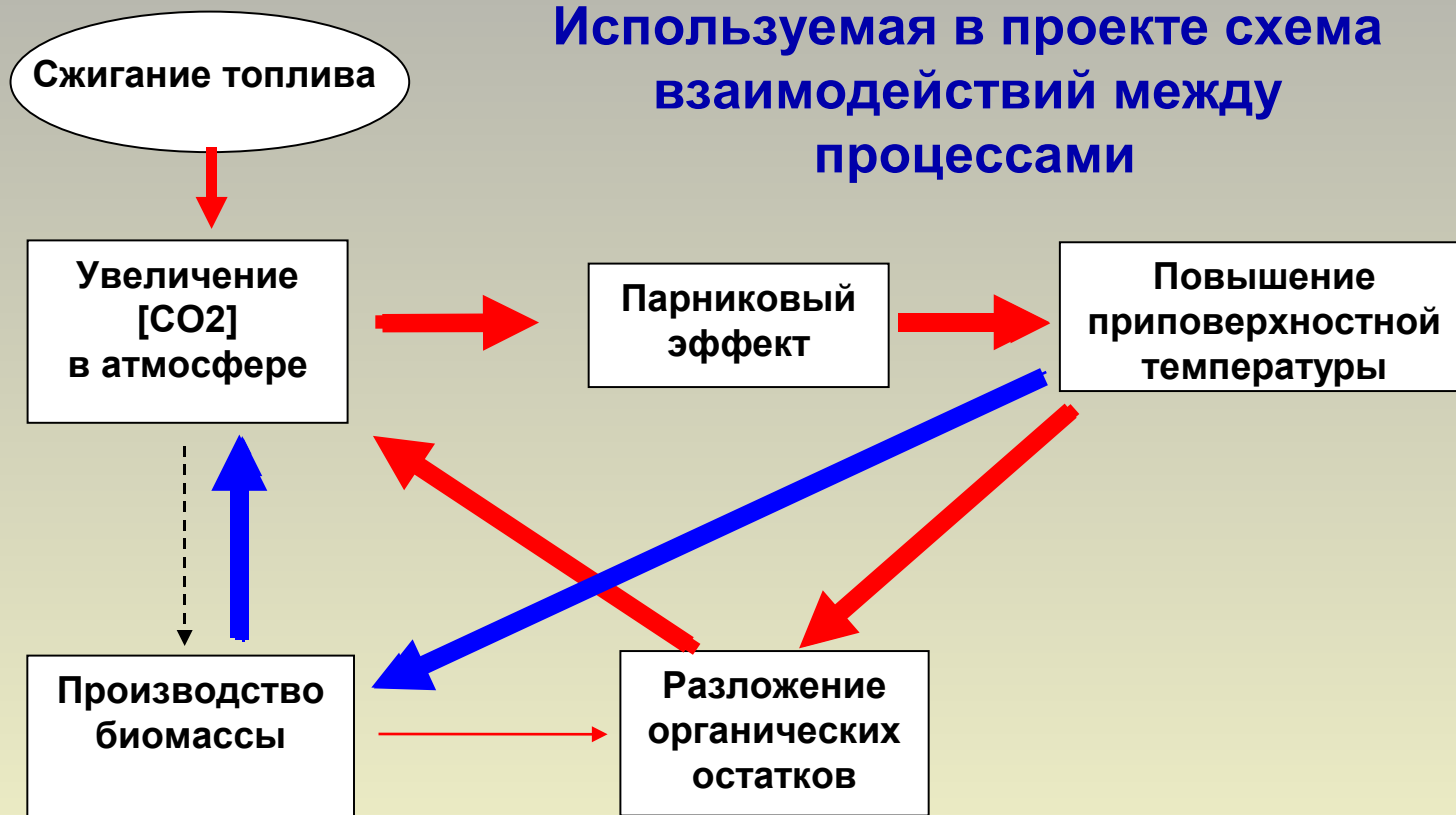
“ . . . народившиеся, совершив естественный свой круг, дадут Земле приращение, умирая и разлагаясь; и если бы ты дал пройти десяти годам и измерил прирост земли, ты мог бы увидеть, насколько вообще прибыла Земля, и увидел бы, умножая, насколько выросла за тысячу лет Земля мира ”

Леонардо да Винчи



# Открытый вопрос

Используемая в проекте схема взаимодействий между процессами



- ← - положительный эффект;
- ← - отрицательный эффект;
- ← - - - неопределенный эффект.



# SB RAS Integration Interdisciplinary Project № 50

## Models of biosphere change based on the carbon balance due to boreal ecosystems using field and satellite data observations

### Project Coordinators:

Academician of RAS Vaganov E.A., Corresponding Member of RAS Fedotov A.M.

### Implementing organizations:

- Biophysics Institute SB RAS
- Institute of Computational Modelling SB RAS
- Institute of Computational Technologies SB RAS
- Institute of Geography SB RAS
- Sukachev Institute of Forest SB RAS
- Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS
- Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
- Institute of Coal and Coal Chemistry SB RAS
- Institute of Cytology and Genetics SB RAS
- Central Siberian Botanical Garden SB RAS
- Novosibirsk State University
- Siberian Federal University
- Novosibirsk State University



# Основные подходы к реализации проекта

---

В большинстве математических моделей системы "биосфера-климат" (Кондратьев, Крапивин, 2004; Моисеев и др., 1979; Ревел, Манк, 1981; Тарко, 1977; Тарко и др., 1988; Bolin, 1981; Keeling et al. 2001; Koculmaier, 1983; Olson et al., 1978; Oeschger et al., 1975; Piarman et al., 1980; Siegenthaler, Oeschger, 1981; Stainforth et al., 2000, IPCC TP II, 1997; Boer, et al., 2000; Esser, 1991; Potter, Klooster, Brooks, 1999; Kondratyev, Krapivin, Phillips, 2002; Luedeke et al., 1994; Sellers et al., 1996)

земной шар пространственно разделяется на огромное количество ячеек и для каждой ячейки составляются уравнения её состояния, а также уравнения, описывающие взаимодействие между соседними ячейками.

Однако на этих весьма сложных балансовых моделях лежит «проклятие размерности» – увеличение количества параметров модели приводит не к увеличению точности, а к противоположному результату.

Стремление к сложным моделям, учитывающим различные биосферно-климатические процессы, объясняется намерением исследователей получить наиболее вероятный сценарий развития системы «биосфера-климат».





# Основные подходы к реализации проекта

---

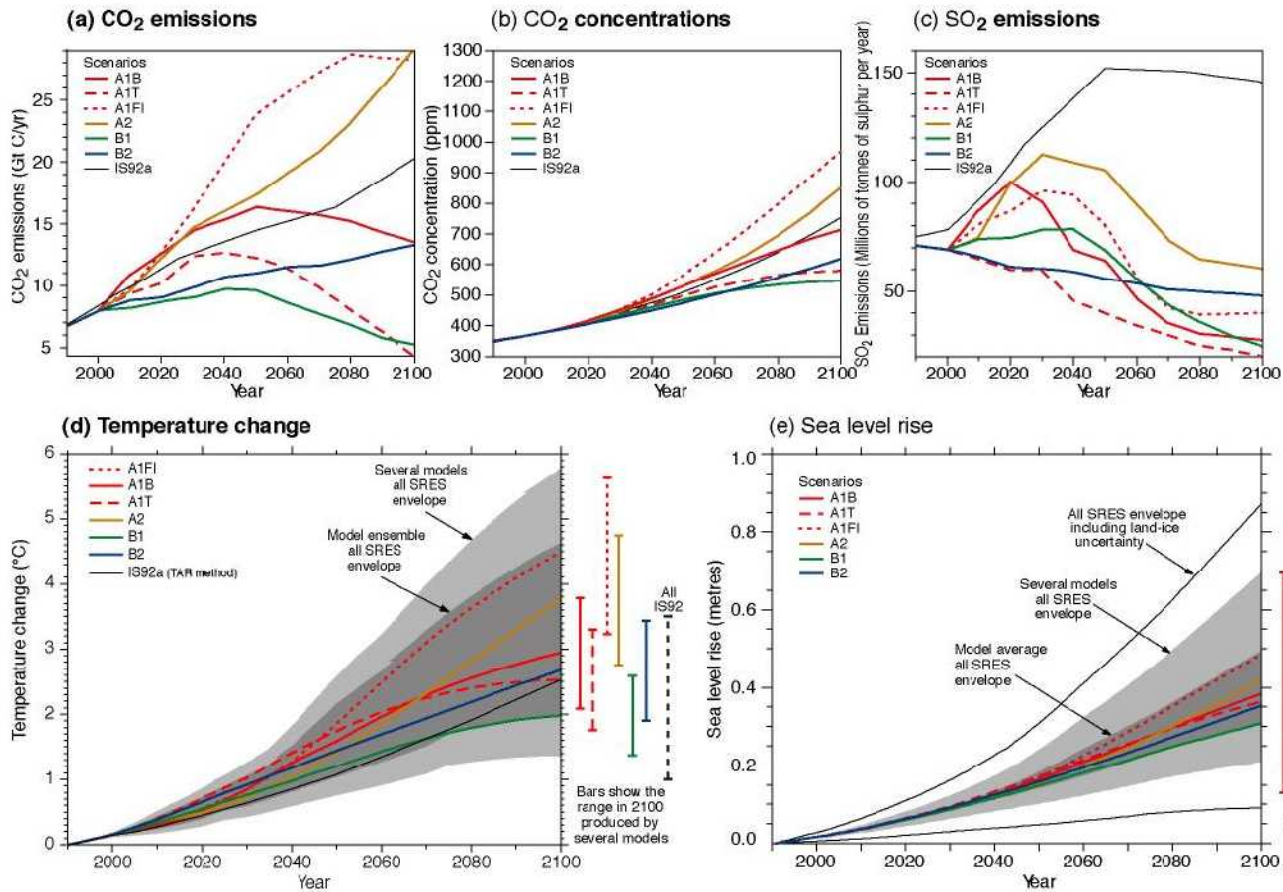
Для практических целей очень важно знать не наиболее вероятный вариант развития событий, а условия возникновения наиболее опасного варианта и время оставшееся до его наступления.

Наиболее опасные (наихудшие) варианты развития биосферных событий можно назвать «**принципом наихудшего сценария**».

Последовательное применение этого принципа является конструктивным и позволяет существенно упростить построение биосферных моделей. Он позволяет отказаться от рассмотрения большого количества разнообразных компенсирующих и второстепенных механизмов, способных оказать влияние на биосферную динамику.

Тем самым принцип наихудшего сценария обосновывает и требует развития так называемых минимальных моделей биосферы.

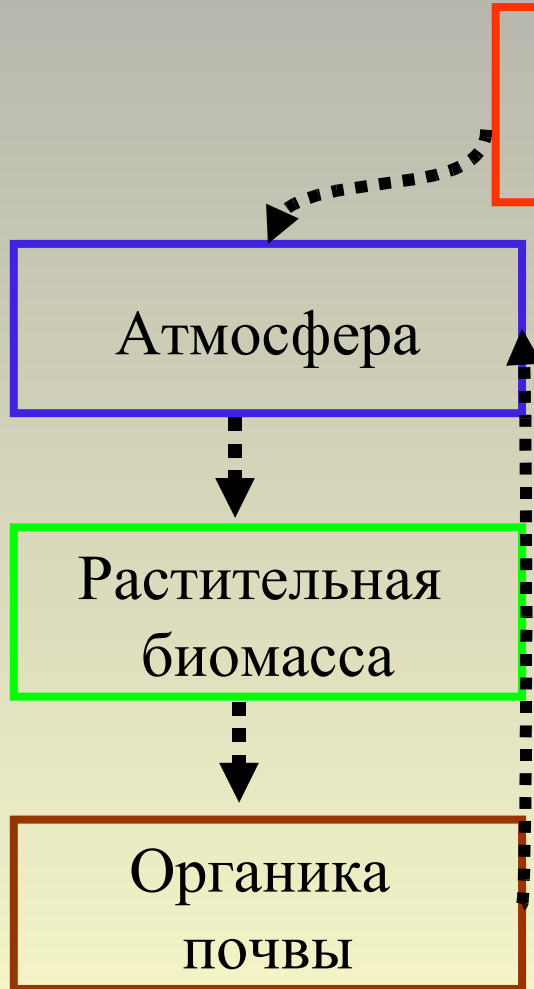
# The global climate of the 21st century



WG1 - SPM FIGURE 5



# «Базовая» минимальная модель глобальной динамики CO<sub>2</sub>



$$\begin{cases} \frac{dC}{dt} = fuel(t) \\ \frac{dx}{dt} = P(x, A, T(A)) - D(x) \\ \frac{dy}{dt} = D(x) - S(y, T(A)) \\ C = A + x + y \end{cases}$$

$$f_P(T) = T^d (T_P - T)$$

$$T(A) = T_o + T_{del} \cdot \log_2 \left( \frac{A}{A_0} \right)$$

$$P(x, A) = V_x \cdot x \cdot (x_{max} - x) \cdot V(A) \cdot f_P(T(A))$$

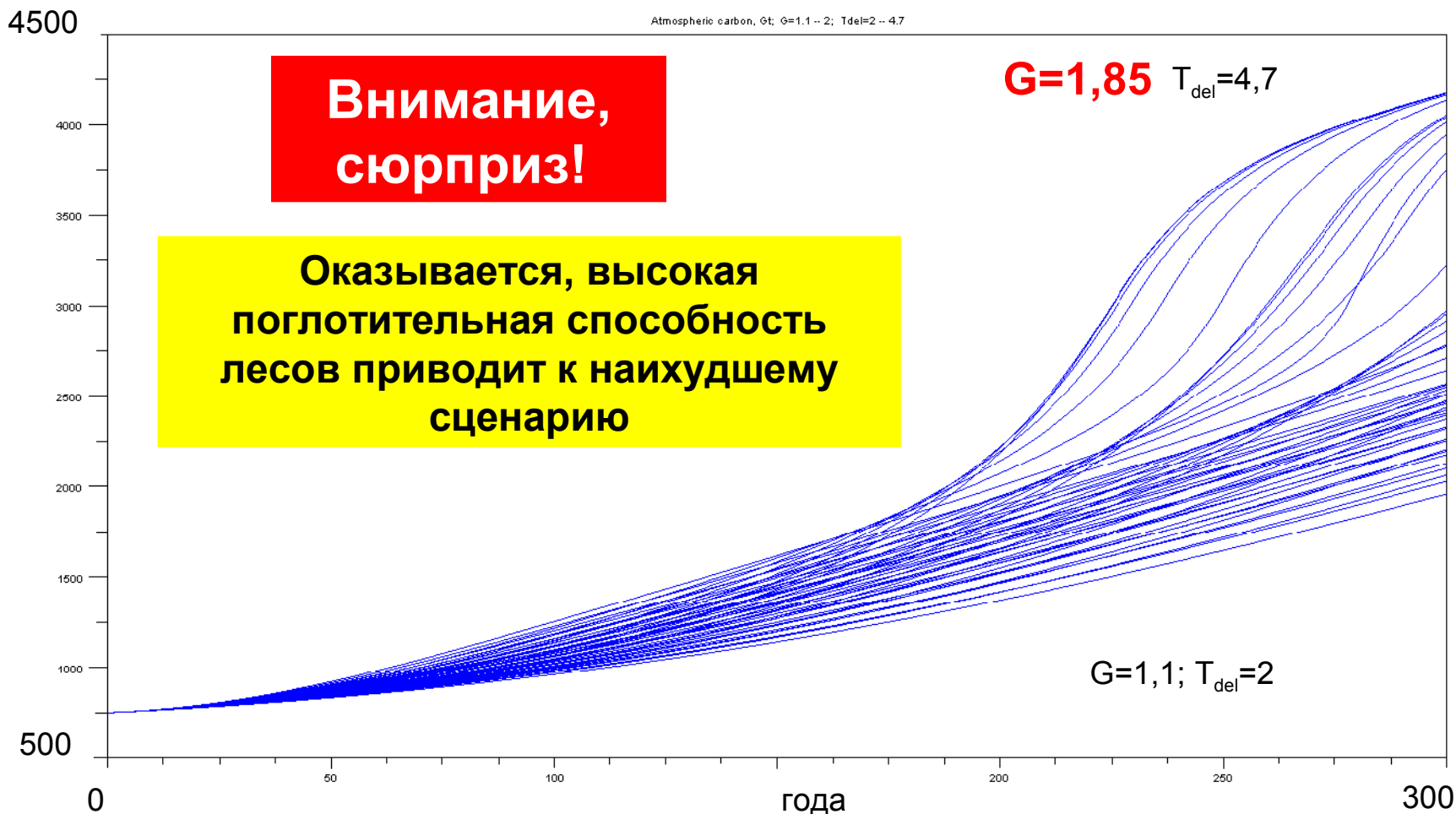
$$D(x) = V_d \cdot x$$

$$S(y, T) = V_s \cdot y \cdot f_M(T)$$

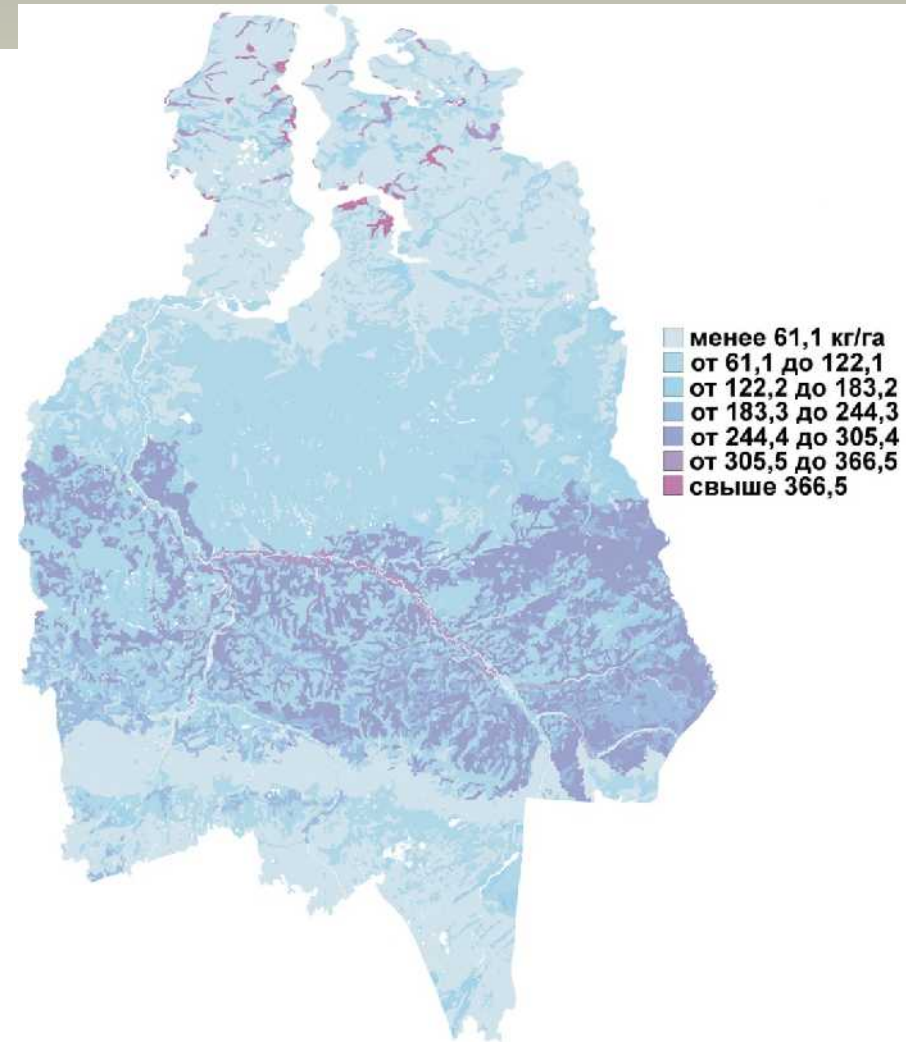


# Прогноз количества углерода в атмосфере в базовой модели на 300 лет

Изменение чувствительности климата 2-4,7 совместно с  
изменением коэффициента  $G$  в пределах 1,1-2,0

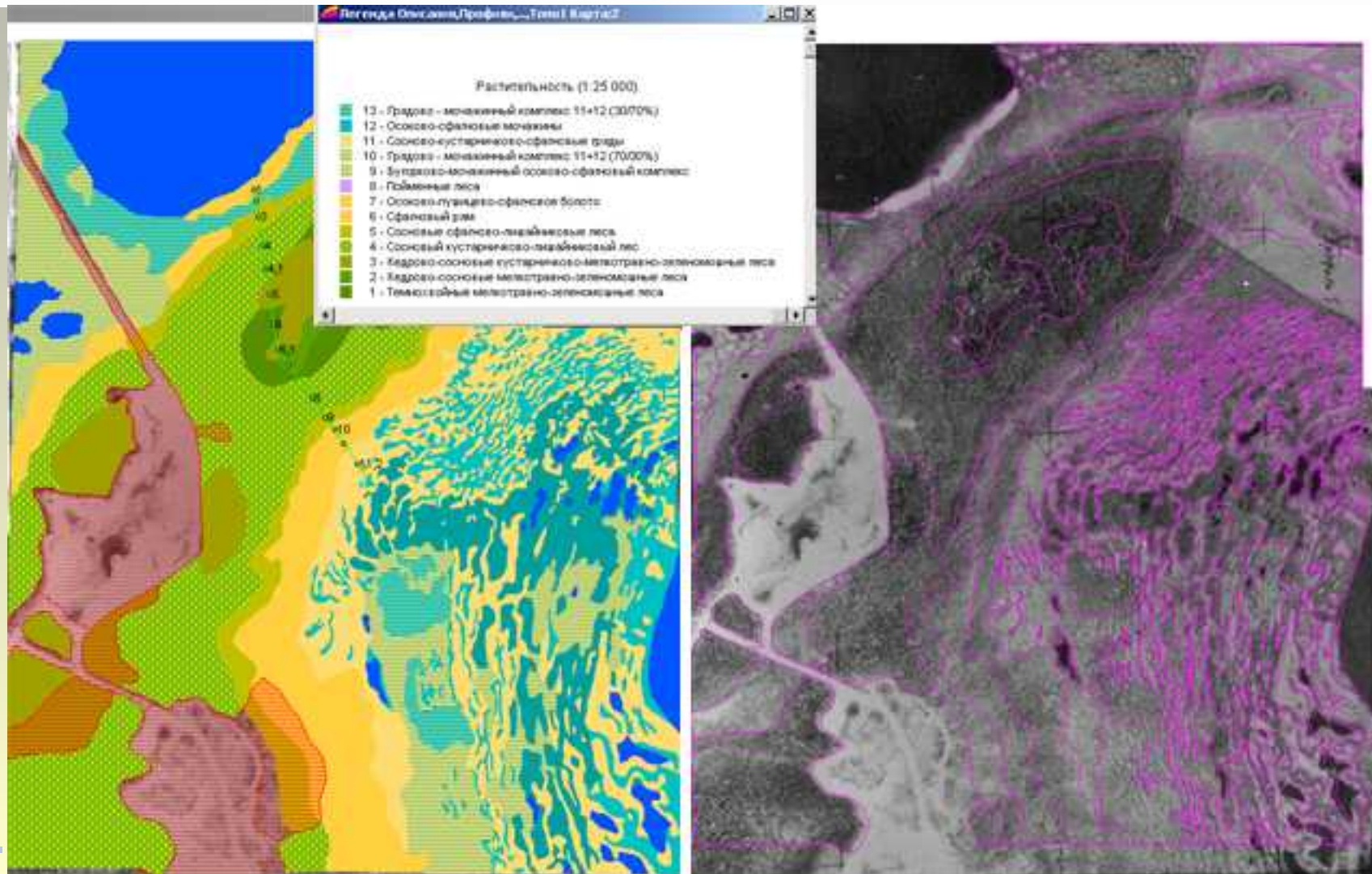


**Модель распределения воздушно-сухой биомассы почвенных микроартропод и беспозвоночных на Западно-Сибирской равнине созданная на основе данных по растительному покрову в ГИС (данные ЦСБС СО РАН и НГУ)**





## Карта растительности ключевого участка окр. п. Ст. Федоровка (1:15000) на основе аэрофотоснимка

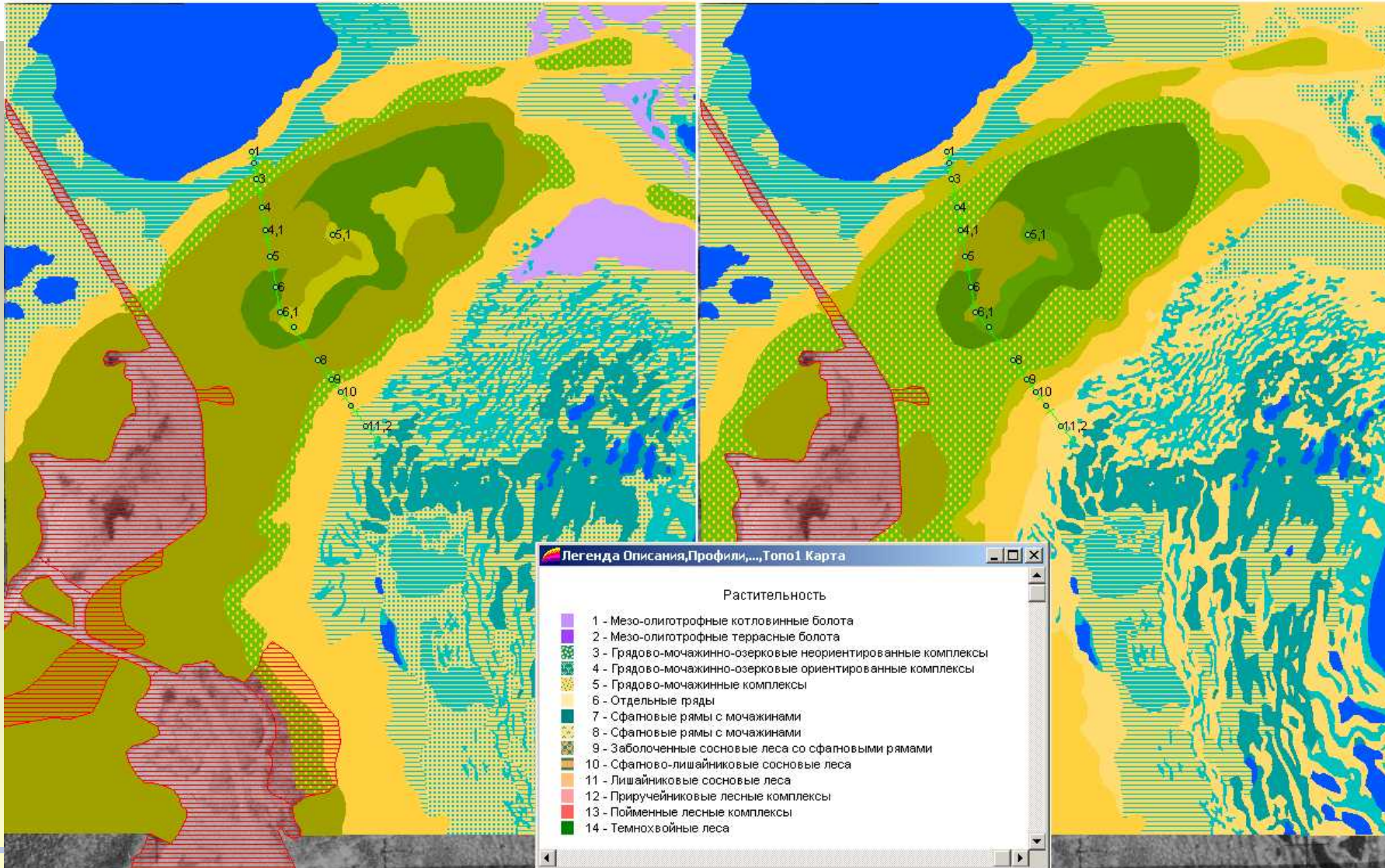




# Ситуационная модель изменения растительности в результате изменения водного режима (1:15 000)

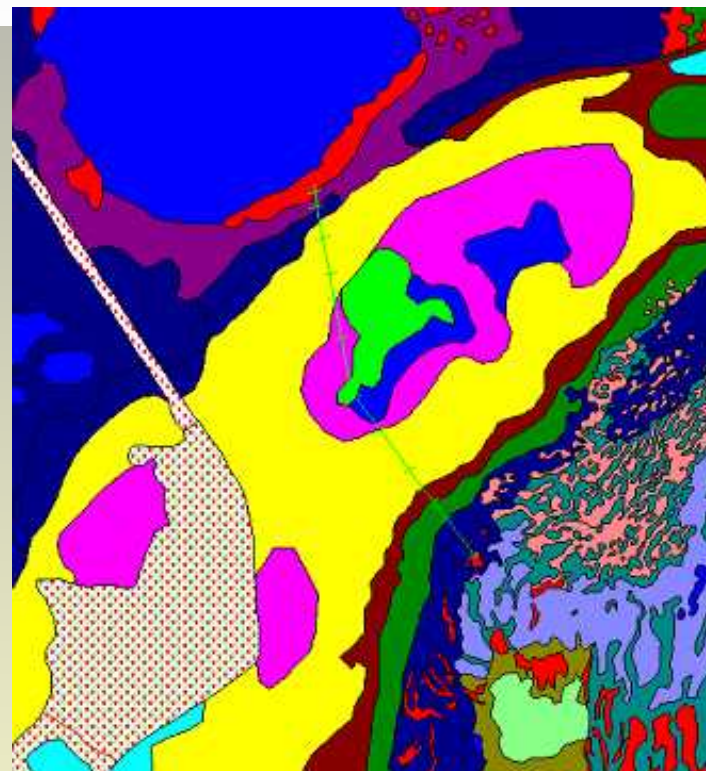
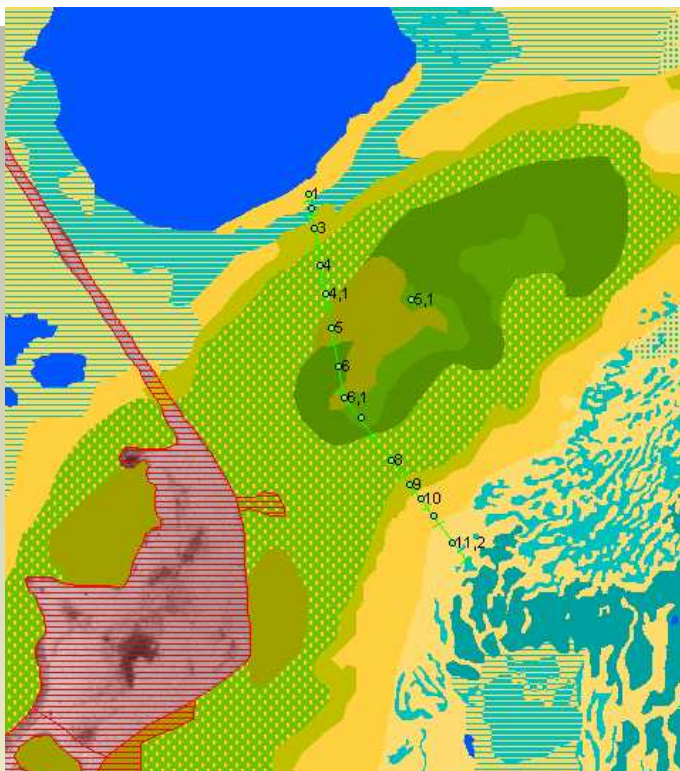
Результат моделирования

Исходная карта





## Макеты связанных карт почвенного и растительного покрова на ключевой полигон (1:15 000)



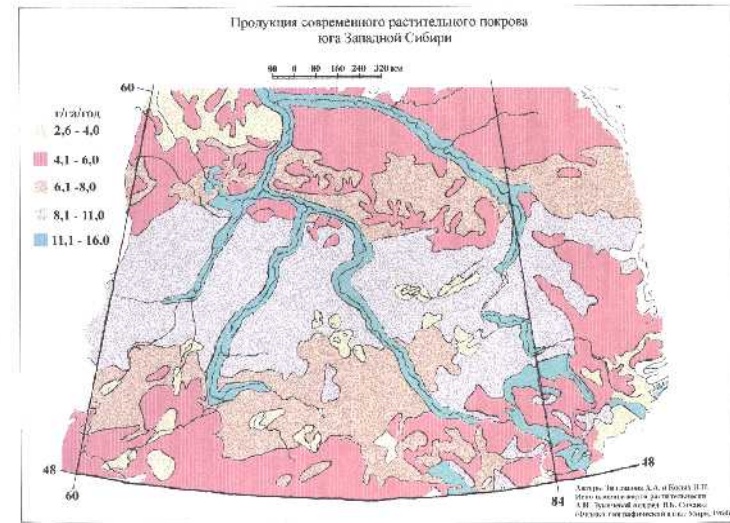
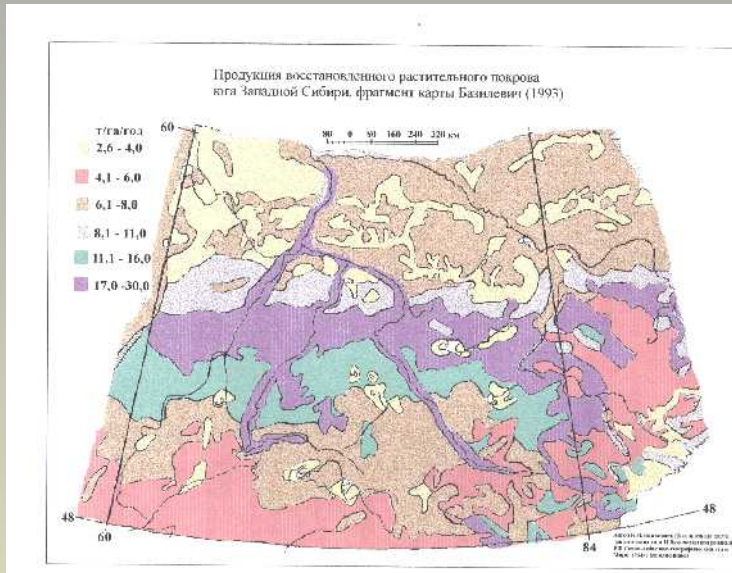
Ландшафт25 - КодРастительности25

- 0 (176)
- 1 (1)
- 2 (2)
- 3 (3)
- 4 (3)
- 5 (6)
- 6 (3)
- 7 (2)
- 8 (2)
- 9 (1)
- 10 (2)
- 11 (112)
- 12 (54)
- 13 (2)
- 14 (4)

Почвы	Растительность	КодРастительнос
Торфяные суглинистые торфяно-глее	1. Мезо- и мезофильные климатические биоты	1
Торфяно-подзолистые глеевые типич	2. Мезо-олиготрофные террасные биоты	2
Торфяные суглинистые торфяно-глее	3. Градо-мочажинно-озерные ориентированные комплексы	3
Торфяные суглинистые торфяно-глее	4. Градо-мочажинно-озерные ориентированные комплексы	4
Торфяно-подзолистые глеевые типич	5. Градо-мочажинные комплексы	5
Торфяные суглинистые торфяно-глее	6. Отдельные ярады	6
Торфяные суглинистые торфяно-глее	7. Отдельные мочажин	7
Торфяные суглинистые типичные	8. Сфагновые ярады с мочажинками	8
Торфяно-подзолистые глеевые суглинистые	9. Заболоченные солончаки с сфагновыми ярадами	9
Пodzольные глеевые илловитовые-желез	10. Сфагново-широколиственные леса	10
Пodzольные илловитовые-железистые	11. Лиственный сосновый лес	11
Аллювиальные торфяно-глеевые типы	12. Приречные лесные комплексы	12
Аллювиальные торфяно-глеевые типы	13. Пойменные лесные комплексы	13
Пodzольные тее-подзолистые	14. Полидолимитные азотные леса	14



## ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЗА 200 ЛЕТ



### Изменения, произошедшие в растительном покрове:

1. В связи с распашкой исчез контур высокопродуктивных степей лесостепной зоны и пойменных лугов ■
2. Контур с продукцией 11-16 т/га/год остался только по заливным лугам ■
3. Основную площадь современного растительного покрова занимает контур, с продукцией 8,1-11 т/га/год: агроценозы, косимые луга, степи с выпасом, используемые леса ■
4. На юге преобладают нераспаханные сухие степи и продукция контура не изменилась. Сосняки на севере средней тайги вырубаются и используются человеком, в связи с чем продукция понизилась с 8-6 до 6-4 т/га/год.
5. Северо-западный контур восстановленного покрова имел самую низкую продукцию 2-4 т/га/год ■  
Исследования последних лет позволяют увеличить продукцию до 6-8 т/га/год.

**Таким образом, за 200 лет на территории юга Сибири произошли изменения глобального характера**



# Novosibirsk Network Node to Data Gathering and Processing on the Basis of ICT SB RAS



- Создана и поддерживается система хранения данных общим объемом более 70 Тбайт и вычислительный кластер с пиковой производительностью 230 Гфлопс.
- Получена лицензия на получение данных со спутников Spot 2/4.
- С 1 марта 2008 г. осуществляется ежедневный прием данных со спутников Spot 2/4 (источник – Зап-СибРЦПОД).
- Имеется архив данных со спутников серии LandSat на территорию РФ за 1982–2002 годы.
- Организован прямой канал связи от ИВТ СО РАН до Зап-СибРЦПОД.
- На основе программного обеспечения с открытым исходным кодом создан каталог спутниковых данных.
- Организовано взаимодействие с каталогом спутниковых данных Межинститутского спутникового центра ДВО РАН.



# Novosibirsk Network Node to Data Gathering and Processing Functions



- Телекоммуникационное обеспечение сбора данных.
- Архивирование «сырых» данных .
- Предварительная обработка данных (Зап-СибРЦПОД).
- Каталогизация обработанных (уровня 1А) данных.
- Обеспечение оперативного и долговременного хранения обработанных данных.
- Предоставление доступа к данным.
- Дополнительная (до уровня 2А) и тематическая обработка данных (по заявкам пользователей).



# Material Base of the Western Siberia Regional Center for Receiving and Processing Satellite Data



Приемная станция  
«УниСкан»

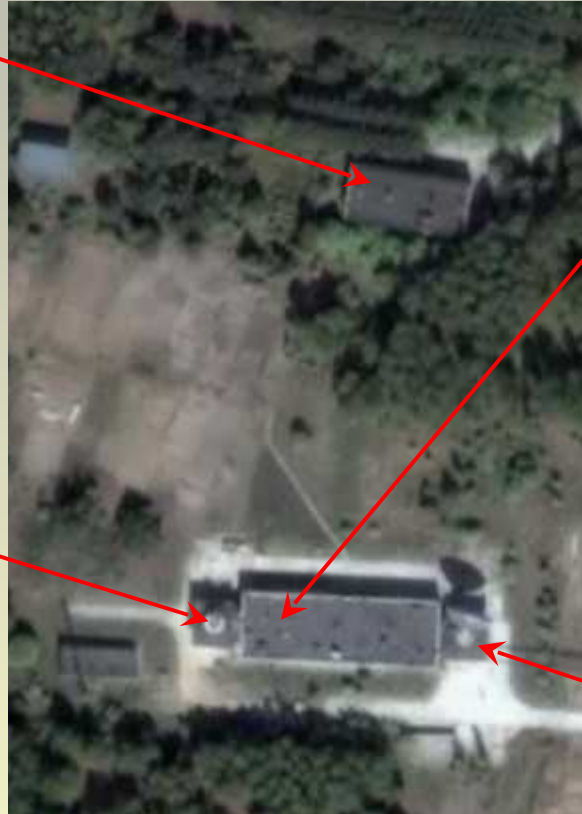


Диапазон – 8.2 ГГц  
Диаметр зеркала – 2.4 м

Приемная станция  
«СПОИ»



Диапазоны – 8.2 и 1.7 ГГц  
Диаметр зеркала – 3.7 м



Приемная станция  
«СканЭкс»



Диапазон – 1.7 ГГц  
Диаметр зеркала – 1.2 м

Приемная станция  
«ПРИ-Па»  
с уникальной антенной ТНА-57Р  
для устойчивого приема данных  
ДЗЗ высокого пространственного  
разрешения



Диапазон – 8.2 ГГц  
Диаметр зеркала – 12 м  
Принимает до 320 Мбит в секунду



# The Western Siberia Regional Center for Receiving and Processing Satellite Data Coverage Zone

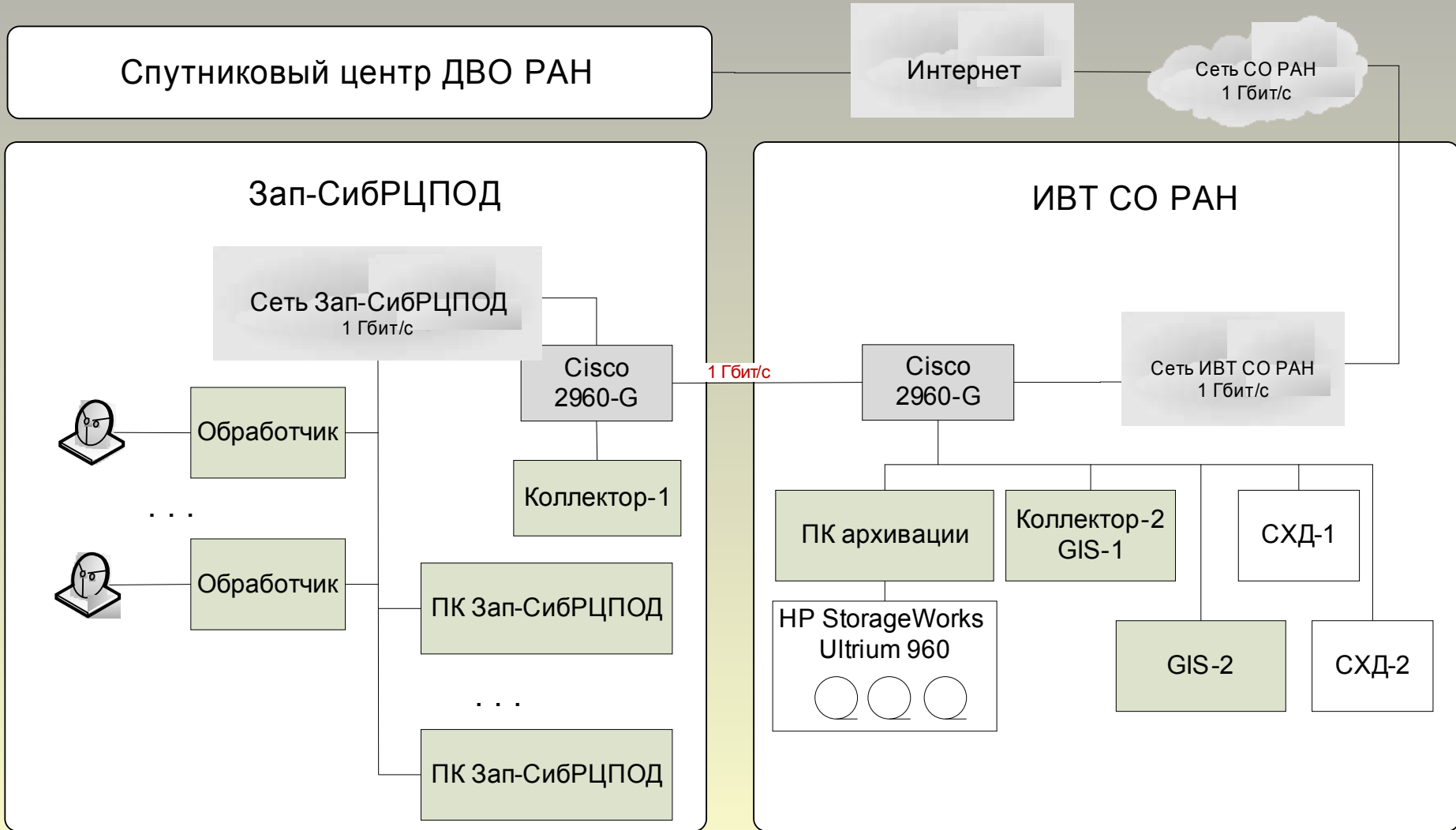




- NOAA (15, 16, 17, 19) – 1 Гбайт/сутки
- (Terra+Aquasat)/MODIS – 3.5 Гбайт/сутки
- SPOT 2/4 – 16 Гбайт/сутки
  
- RADARSAT-1 (по заказам)
- IRS-P5 (Cartosat-1) (по заказам)
- EROS-B (по заказам)
- ALOS (по заказам)
  
- Метеор-М1 (планируется)
- Электро-Л1 (планируется)



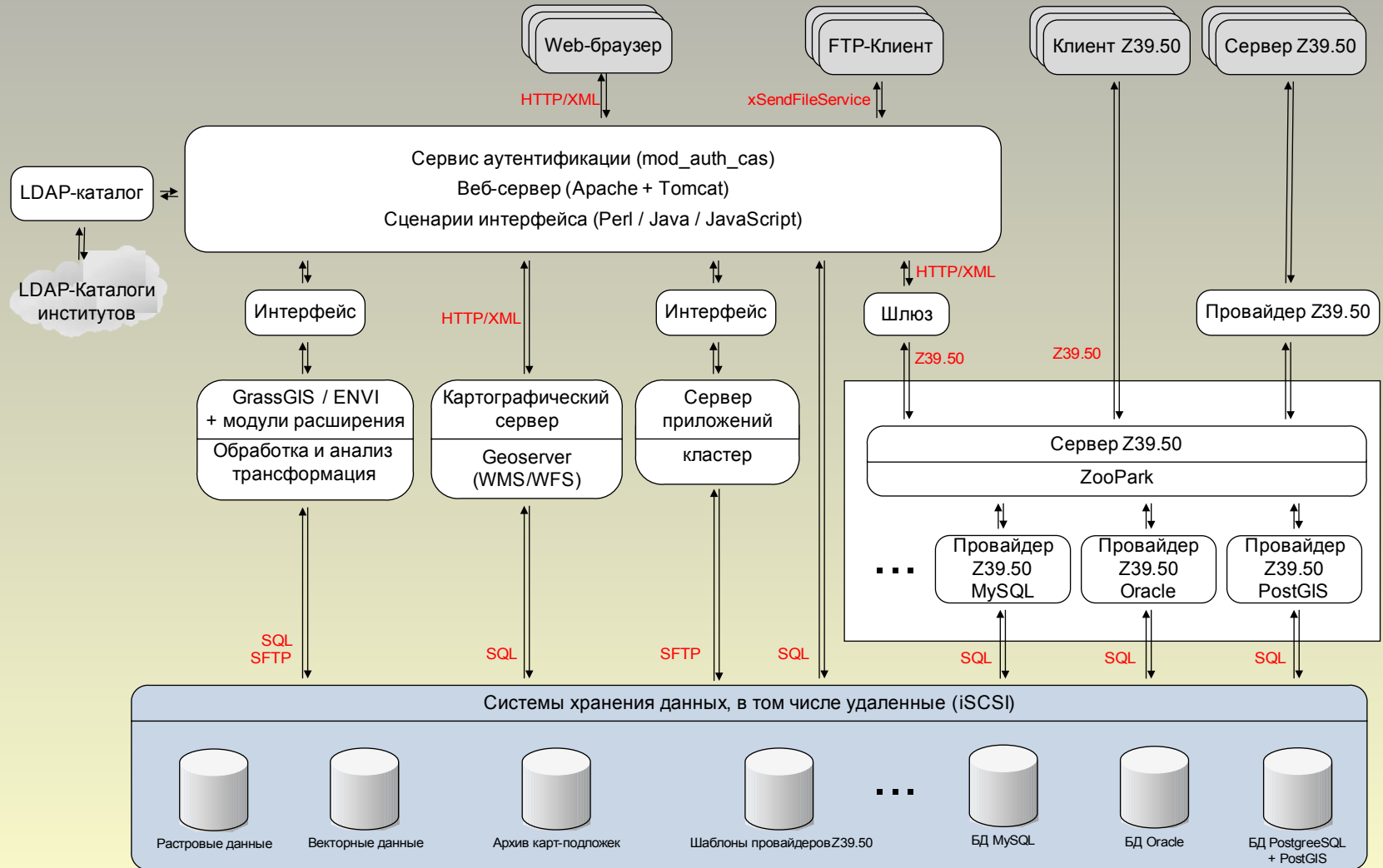
# SB RAS Data Transfer Network Subnet for Data Gathering Structure Diagram



Шокин Ю.И., Пестунов И.А., Смирнов В.В., Синявский Ю.Н., Скачкова А.П., Дубров И.С., Левин В.А., Алексанин А.И., Алексанина М.Г., Бабяк П.В., Громов А.В., Недолужко И.В. Распределенная информационная система сбора, хранения и обработки спутниковых данных для мониторинга территорий Сибири и Дальнего Востока // Журн. Сибирского федерального ун-та. Техника и технологии. 2008. Т. 1. Вып. 4. С. 291–314.



# Catalogue Architecture of Novosibirsk Scientific Center Satellite Data



**Пестунов И.А., Смирнов В.В., Жижимов О.Л., Синяевский Ю.Н., Скачкова А.П., Дубров И.С.** Каталог пространственных данных для решения задач регионального мониторинга // **Вычисл. технологии. 2008.** Т. 13 (совм. вып. по матер. Междунар. конф. «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании»). **Вестн. КазНУ им. аль-Фараби.** Сер.: Математика, механика, информатика. **2008.** № 4 (59), ч. III. С. 71-76.





# Distinguishing Characteristics of Novosibirsk Scientific Center SB RAS Satellite Data Catalogue



- Структура и интерфейсные компоненты разработаны с учетом рекомендаций OGC.
- Работа под управлением операционной системы семейства UNIX.
- Основа – набор стандартных и специализированных программных продуктов с открытым исходным кодом.
- Доступ посредством стандартного веб-браузера (платформенная независимость).
- Многоуровневая система разграничения прав доступа с централизованной базой пользователей на основе LDAP-каталога.
- Одновременная работа со слоями, расположенными в различных хранилищах, в том числе удаленных.
- Поддержка протоколов WMS / WFS / WCS.



Передача данных из каталога пользователю производится по каналам СПД СО РАН с использованием протоколов **FTP** и **HTTP**.

В случае невозможности прямой передачи данных из каталога по каналам СПД СО РАН допускается их передача с помощью **твердых носителей** с обязательной регистрацией отчета в базе данных каталога.

Доступ к данным для всех институтов и других организаций СО РАН – свободный. На данный момент **подключен 21 институт СО РАН**.

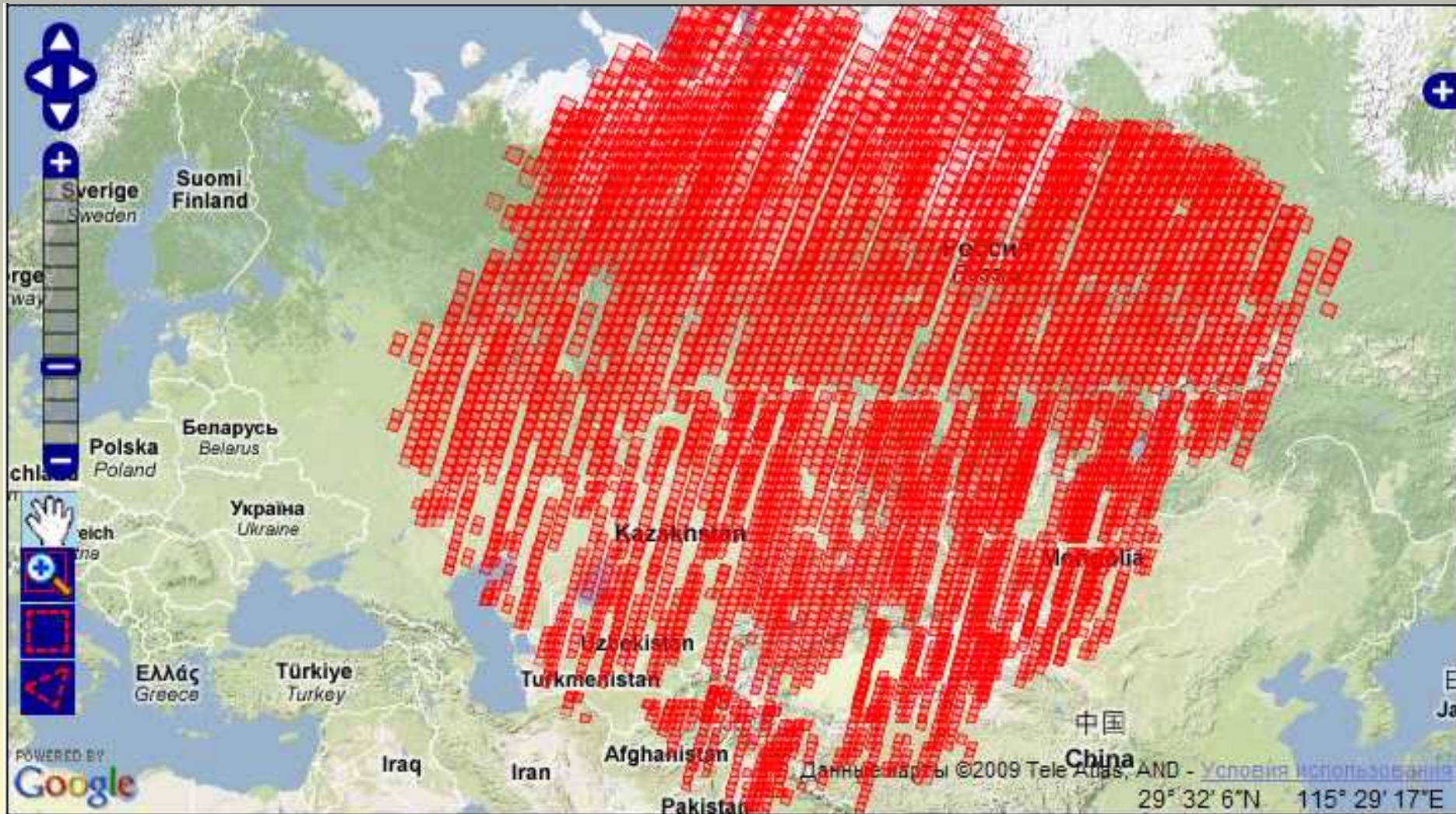
Использование данных для проведения НИР, выполняемых по базовым и интеграционным проектам СО РАН, грантам РФФИ и др. фондов, финансируемых из федерального и региональных бюджетов РФ, – без ограничений.

Использование данных для других работ по контрактам и хоз. договорам производится в соответствии с регламентом, разработанным в ИВТ СО РАН (совместно с Зап-СибРЦПОД).



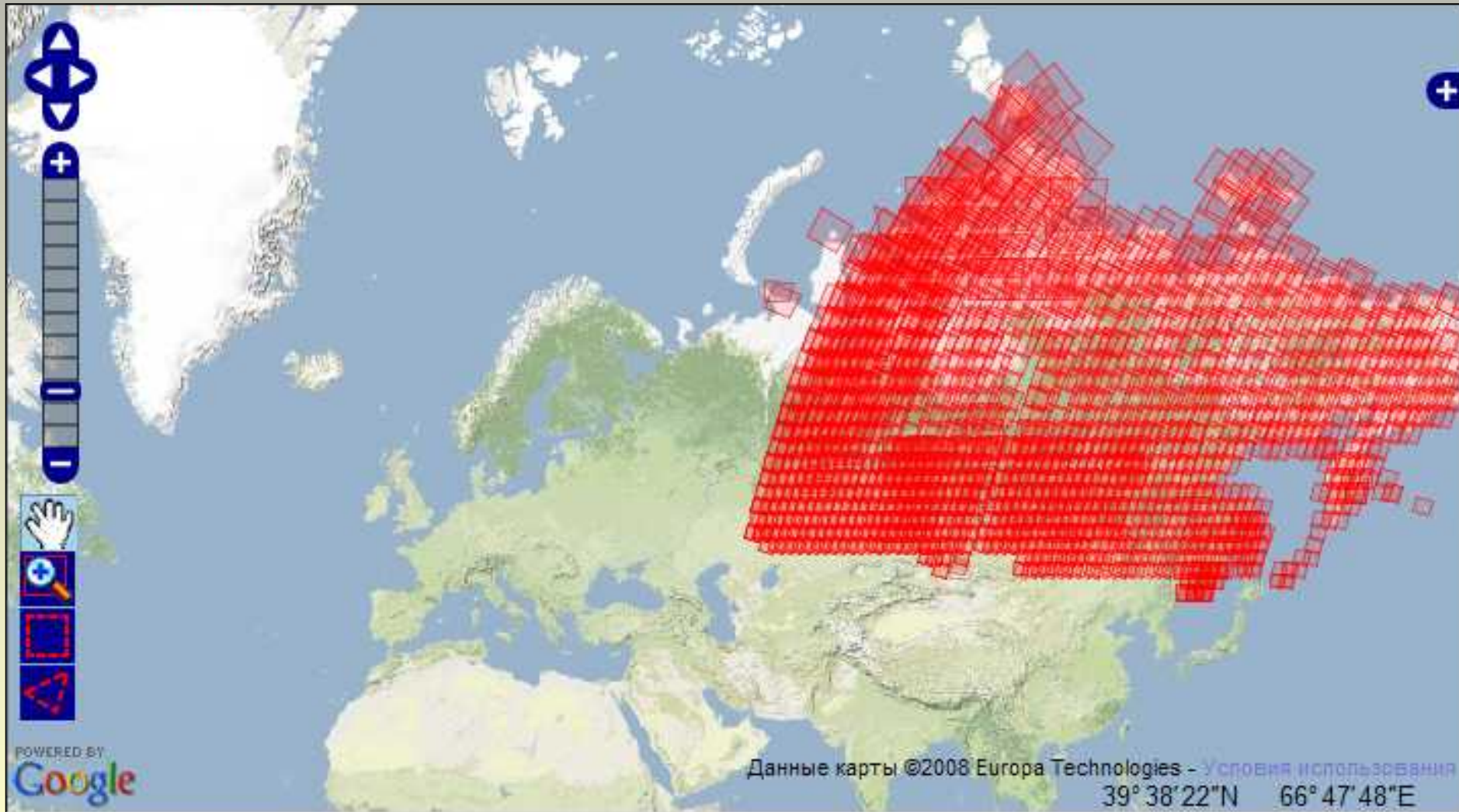
# SPOT

## Data Coverage Area (March 2009)





# LandSat Archive Data Coverage Area (1982-2002)





Главная страница каталога

ГИС-сервер ИВТ СО РАН

Поиск Язык интерфейса: русский Авторизация Помощь

**Сенсоры**

- AVHRR
- HRV/HRV(IR)
- MSS
- TM
- ETM+

**Координаты**

Фильтровать по границам

макс. широта

мин. широта

мин. долгота

макс. долгота

[Выяснить на карте](#)

**Области поиска**

51° 37' 41" 77° 20' 37" W

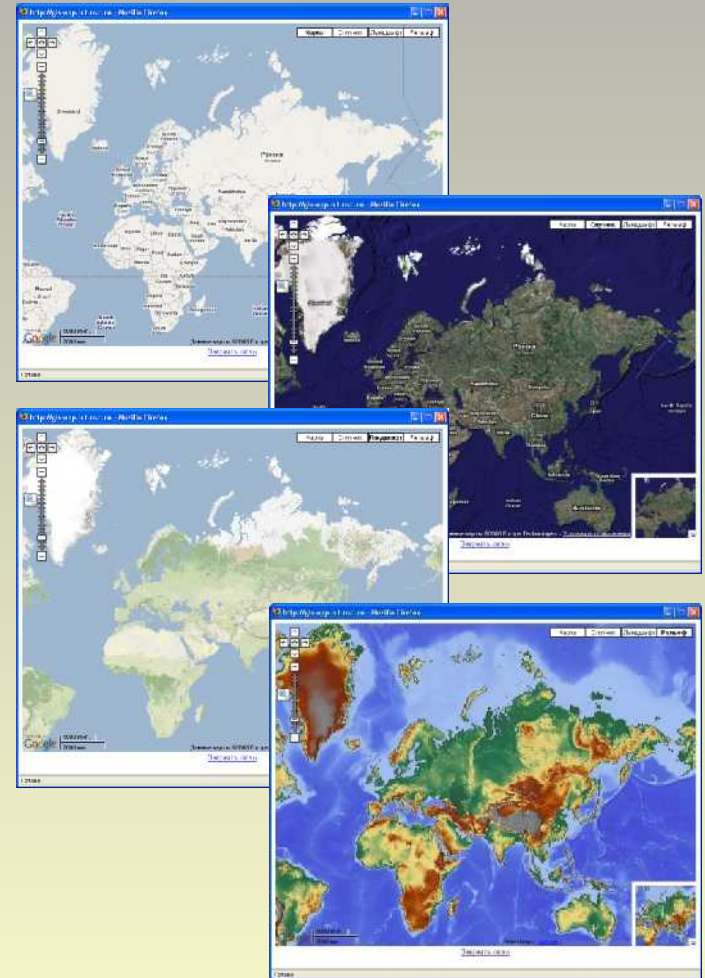
**Общие параметры**

Временной интервал от  до

Показывать результаты в новом окне

Искать

© 2006 Институт Вычислительных Технологий СО РАН



Набор карт-подложек.  
политическая, спутниковая и ландшафтная  
карты, а также карта рельефа



ГИС-сервер ИВТ СО РАН

Поиск Язык интерфейса: русский

3 Авторизация Помощь

#	Imaging Date	Sensor Code	Status		
1	08.08.2008	10m, panchromatic (P, SPOT 1-3)	Онлайн		
<p>Снимок</p> <p>Февраль 15, 2009 [10m, monochromatic (M, SPOT 4)] <a href="#">Убрать</a></p> <p>Август 8, 2008 [20m, 3-band multispectral (S, SPOT-2)] <a href="#">Убрать</a></p> <p>Октябрь 3, 2008 [20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)] <a href="#">Убрать</a></p> <p><input type="button" value="Заказать"/> <input type="button" value="Спрятать"/></p>					
7	15.02.2009	20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)	Онлайн		
8	15.02.2009	10m, monochromatic (M, SPOT 4)	Онлайн		
9	25.04.2008	20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)	Онлайн		
10	25.04.2008	10m, monochromatic (M, SPOT 4)	Онлайн		
11	04.04.2008	10m, monochromatic (M, SPOT 4)	Онлайн		
12	04.04.2008	20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)	Онлайн		
13	22.05.2008	10m, panchromatic (P, SPOT 1-3)	Онлайн		
14	22.05.2008	20m, 3-band multispectral (S, SPOT-2)	Онлайн		
15	31.05.2008	20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)	Онлайн		
16	31.05.2008	10m, monochromatic (M, SPOT 4)	Онлайн		
17	21.06.2008	20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)	Онлайн		
18	21.06.2008	10m, monochromatic (M, SPOT 4)	Онлайн		
19	08.07.2008	10m, panchromatic (P, SPOT 1-3)	Онлайн		
20	08.07.2008	20m, 3-band multispectral (S, SPOT-2)	Онлайн		
21	22.07.2008	20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)	Онлайн		
22	22.07.2008	10m, monochromatic (M, SPOT 4)	Онлайн		
23	07.08.2008	20m, 4 band multispectral (I, SPOT 4)	Онлайн		
24	07.08.2008	10m, monochromatic (M, SPOT 4)	Онлайн		

© 2008 Институт Вычислительных Технологий СО РАН

Найденные снимки и содержимое корзины заказов





# Bibliographic Database Related to Project Topics



**Dspace™** [О системе DSpace](#)

Введите подлинный идентификатор (Bitnet)

**Поиск и архив**

[Расширенный поиск](#)

[Популярные запросы](#)

**Просмотр**

- Разделы и коллекции
- Issue Date
- Author
- Title
- Subject

**Зарегистрированным:**

- Обновление на сайте
- Мой профиль
- Редактировать профиль
- Администрирование

[Справка](#)

[О DSpace](#)

[DSpace at SB RAS >](#)

## Разделы и коллекции

Ниже показан список разделов, подразделов и коллекций. Нажмите на название, чтобы перейти на главную страницу раздела или коллекции.

- [Публикации по информационным технологиям](#)
  - Публикации
- [Стандарты в информационных технологиях](#)
  - ГОСТ
  - Стандарты ISO
- [Труды участников Интеграционного проекта № 50](#)
  - ИП 50: Институт вычислительных технологий СО РАН

[DSpace at SB RAS >](#)  
[Труды участников Интеграционного проекта № 50 >](#)  
[ИП 50: Институт вычислительных технологий СО РАН >](#)

**Название:** Распределенная Web-система для работы с атмосферными аэрозолями

**Авторы:**

[Молородов, Юрий Иванович](#)  
[Годилов, Николай Викторович](#)  
[Судприкова, Ирина Александровна](#)

**Ключевые слова:** информационные системы  
Web-технологии  
информационные сервисы

**Дата публикации:** Июнь-2006

**Издатель:** Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

**Серия/Номер:** Оптика атмосферы и океана  
Т. 19, №. 6

**Краткий обзор (реферат):** Описываются сервисы информационно-вычислительной системы «Атлас атмосферных аэрозолей Сибири». Они дают пользователю удобный инструмент для хранения, обработки и интерпретации эмпирических данных о состоянии окружающей среды.

**Описание:** Российский фонд фундаментальных исследований

**URL:** <http://hdl.handle.net/123456789/70>

**ISSN:** 0869-5695

**Располагается в коллекциях:** [ИП 50: Институт вычислительных технологий СО РАН](#)

**Файлы этого ресурса:**

Файл	Размер	Формат
<a href="#">ColikovaMoloredov.doc</a>	161 kB	Microsoft Word / Просмотреть/Открыть

[Показать полное описание ресурса](#)

Все ресурсы в архиве электронных ресурсов защищены авторским правом, все права сохранены.





# «Reserves of Carbon in Siberian Soil» Database



База данных "Запасы углерода в почвах Сибири" - Mozilla Firefox

Файл Правка Вид Журнал Закладки Инструменты Справка

http://gis-app.it.nsc.ru/carbon/search.php?region=Западная&record=95E

База данных: "Запасы углерода в по... База данных "Запасы углерод..."

## ГИС-сервер ИВТ СО РАН

Главная БД "Углерод" БД "Сбъемные веса" Управление Справка

Поиск по БД Углерод

Режим: Выберите значение

Карточка:

Искать

### БД Углерод

Регион	Код	Название	Источник	Распительность	Исп.			
Западная	5.10.2.0.0.C	пойменная луговая	Тимецкий, Негражин Сметанки 1908			<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	6.2.0.0.3.3	Осленки глубокий	Градобоев, Богданов 1068	Степь		<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	5.1.1.0.0.7	оподзоленный чернозем	Хилевя Таналимова 1983		1	<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	3.1.3.9.2.3					<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	5.1.4.8.0.3					<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	5.1.2.0.0.3	Чернозем выщелоч	Градобоев и др. 1950			<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	3.С.2.0.0.3	серая лесная	Агрохимическая характеристика... 1971			<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	3.1.2.0.1.4					<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	5.10.1.0.0.2	пуговая солонч.тяж.сугл.	данные Гипрогеома		71	<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	5.10.1.1.0.0	черноз. пуг.	Карманов И И 1985			<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	3.1.1.0.0.3	главек-подзол.	Ковшелев И.Т. 1957			<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Средняя	5.1.2.1.2.1					<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Средняя	5.С.1.0.0.3					<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	3.С.2.0.0.3	серая лесная	Печка Новосибирский области, 1905			<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	6.11.2.0.0.1					<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	5.1.5.0.0.3	южный чернозем	Карманов, 1985		7	<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Западная	5.10.5.0.0.C				золашва	<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Средняя	5.1.4.0.0.3	Чернозем обыкновенный	Градобоев 1954		4	<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Средняя	5.С.2.0.0.3					<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>
Средняя	3.С.2.11.0.С	серая глубоководнозольная	Корзунов Э.М. 1970			<a href="#">Послать на карту</a>	<a href="#">Карточка</a>	<a href="#">Редактировать</a>

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 из 240

### Западная Сибирь. Профиль № 965

Всего записей: 4

Hor.zonc	H1	H2	Per.Gum	T.Gum	Per.Carbon	T.Carbon	Per.N	Th	Cn	Per.P	Tr	Ph.Water	Ph.Sol	Massa	Sand	Dust	Slime	Clay
Aj	0	20	5.800	0.000	0.300	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000
A	22	32	4.000	0.000	0.300	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000
B	36	46	2.700	0.000	0.300	0.000	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000
B2	60	70	0.800	0.000	0.300	0.000	0.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000



Учреждение Российской академии наук  
Институт вычислительных технологий  
Сибирского отделения РАН

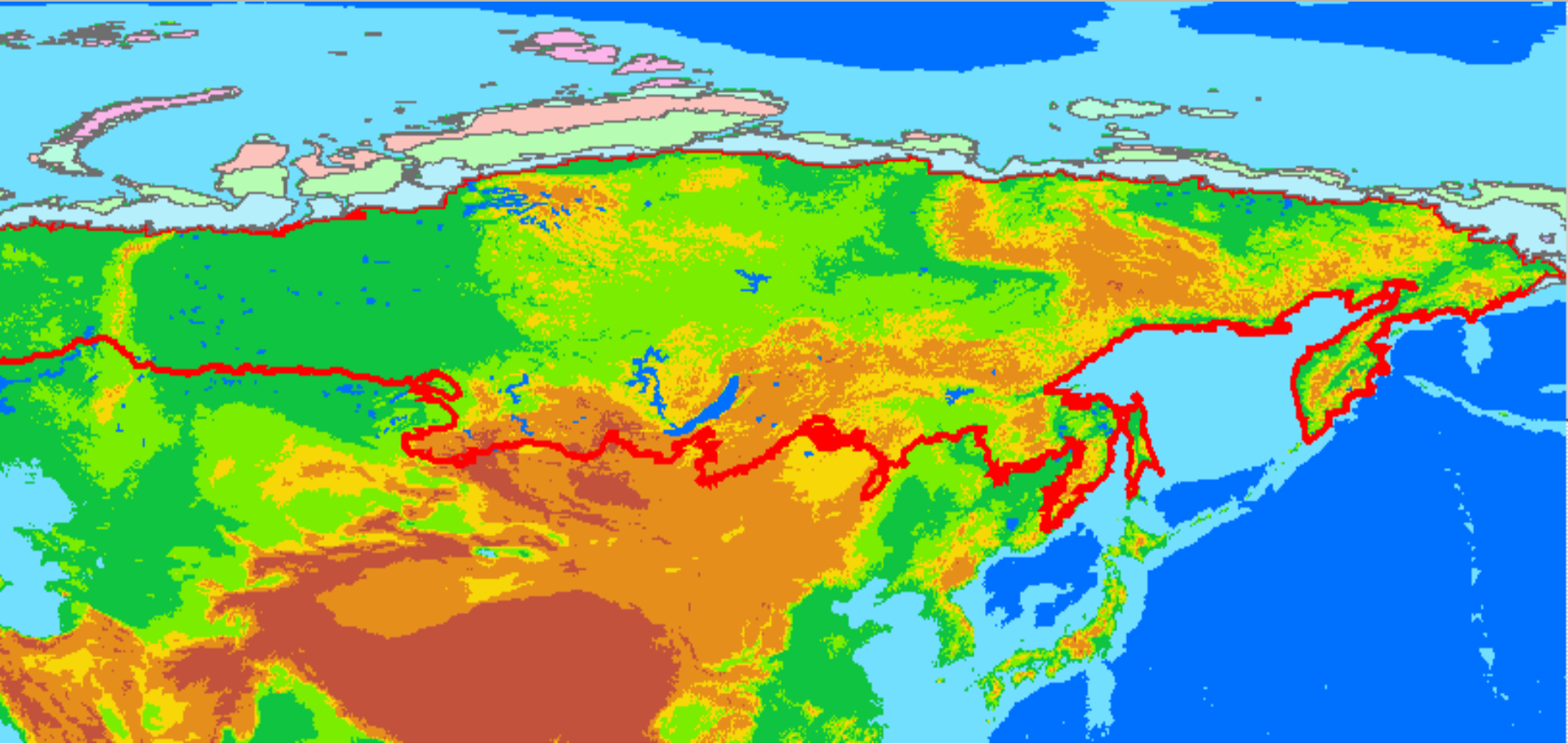


**Thank You for Your Attention!**

---

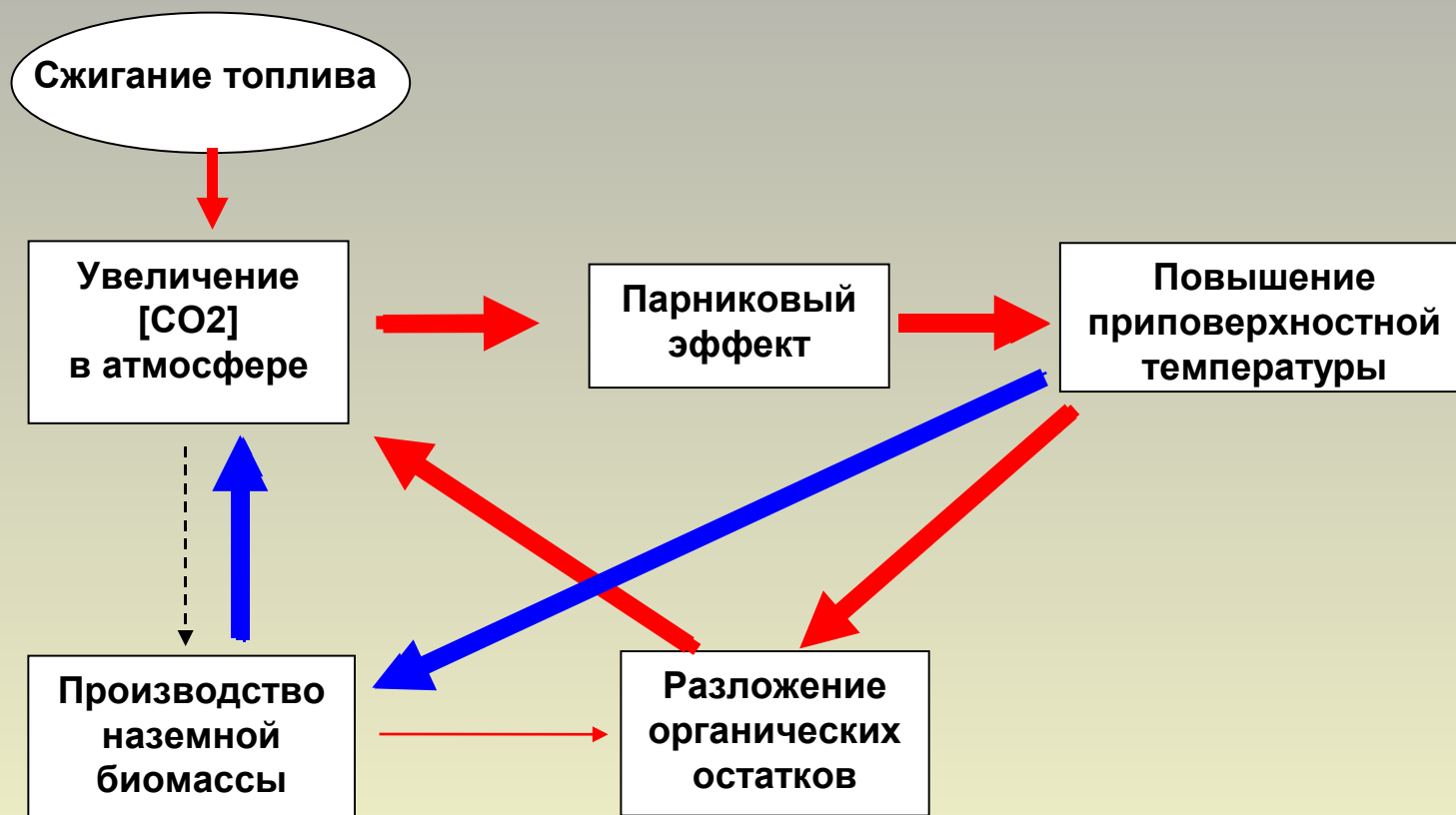


# Границы бореального биома на территории Северной Азии





# Схема взаимодействий между процессами, рассмотренными в модели



- ← - положительный эффект;
- ← - отрицательный эффект;
- ← - - - неопределенный эффект.



# Верификация математической модели распределения углерода в атмосфере по данным высотной мачты



## Научная обсерватория «Станция высотной мачты ZOTTO»



# Станция высотной мачты





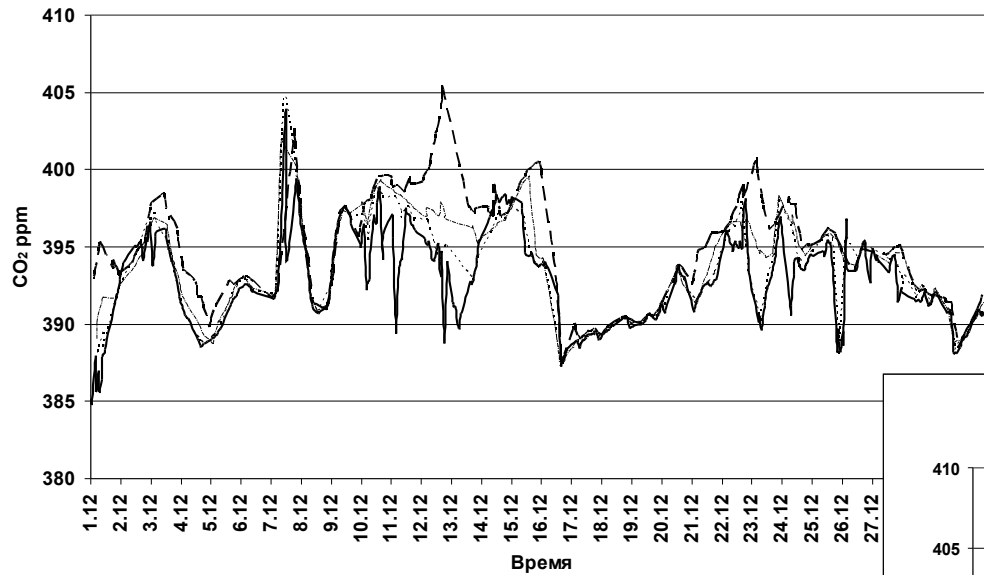
- Концентрация  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$
- Потоки вещества и энергии (eddy covariance)
- Метеорологические параметры
- Аэрозольный состав
- Отбор проб воздуха для изотопного анализа ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ )



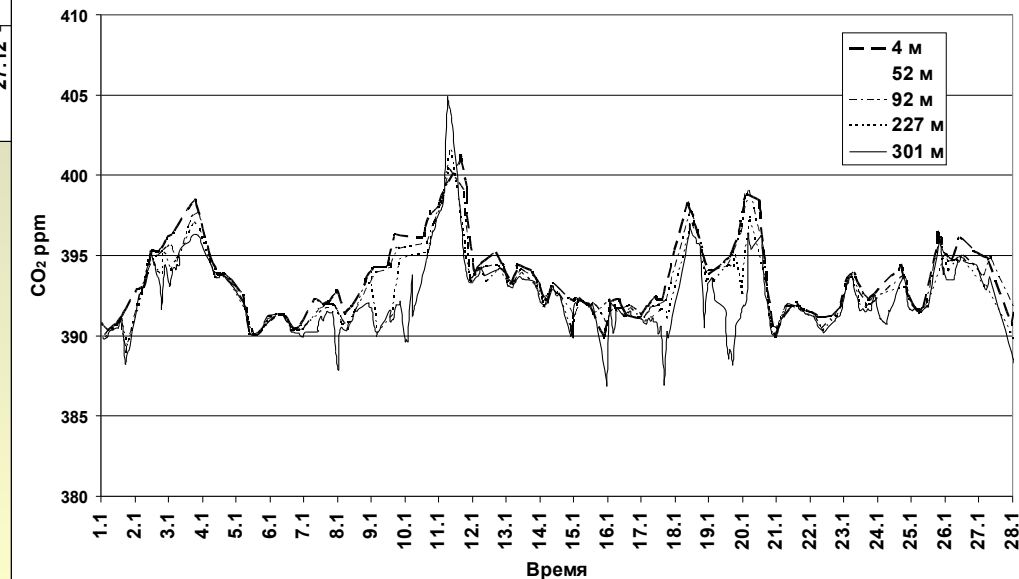
# Концентрация CO<sub>2</sub>



Концентрация CO<sub>2</sub> в декабре 2006 г.



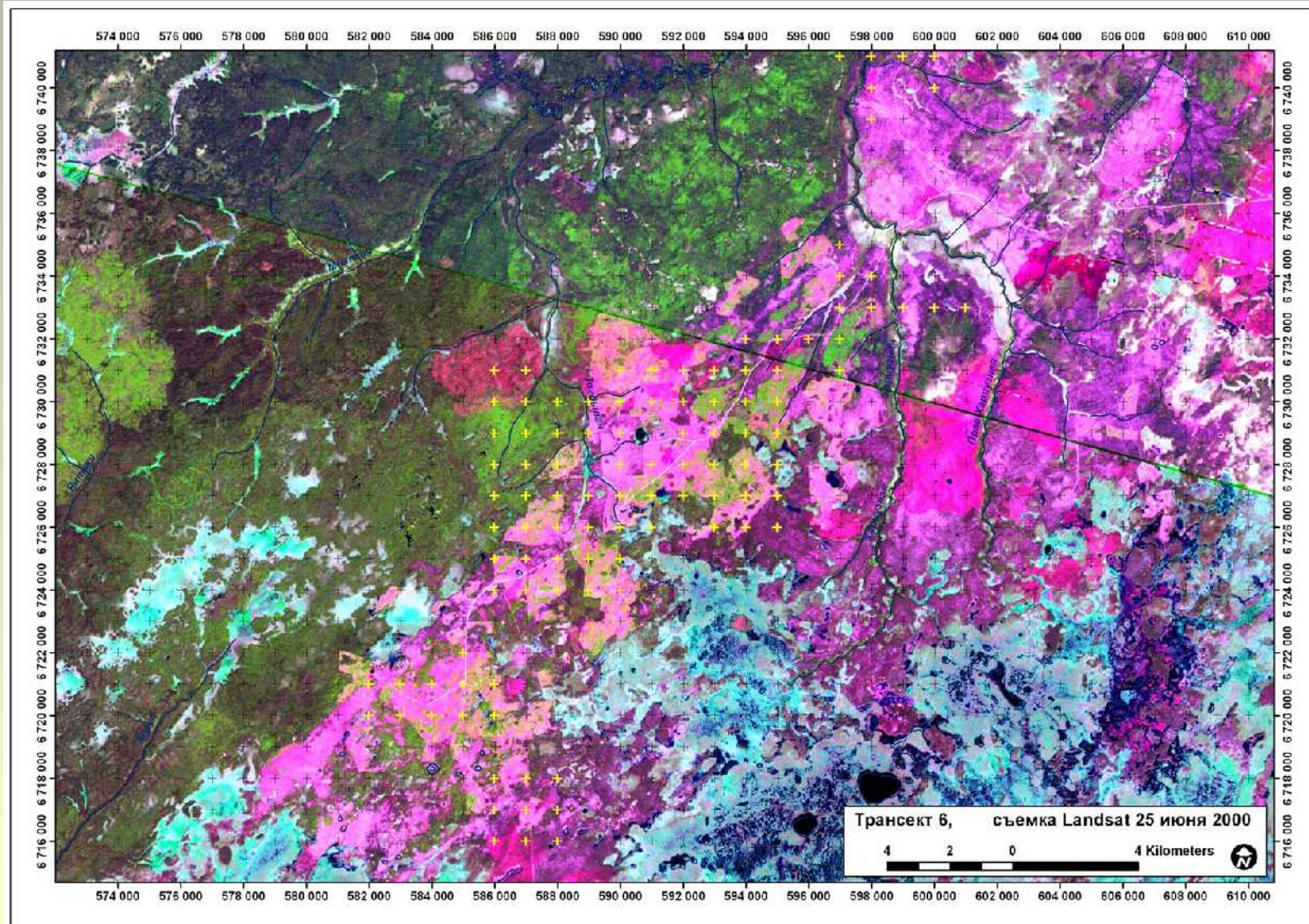
Концентрация CO<sub>2</sub> в январе 2007 г.





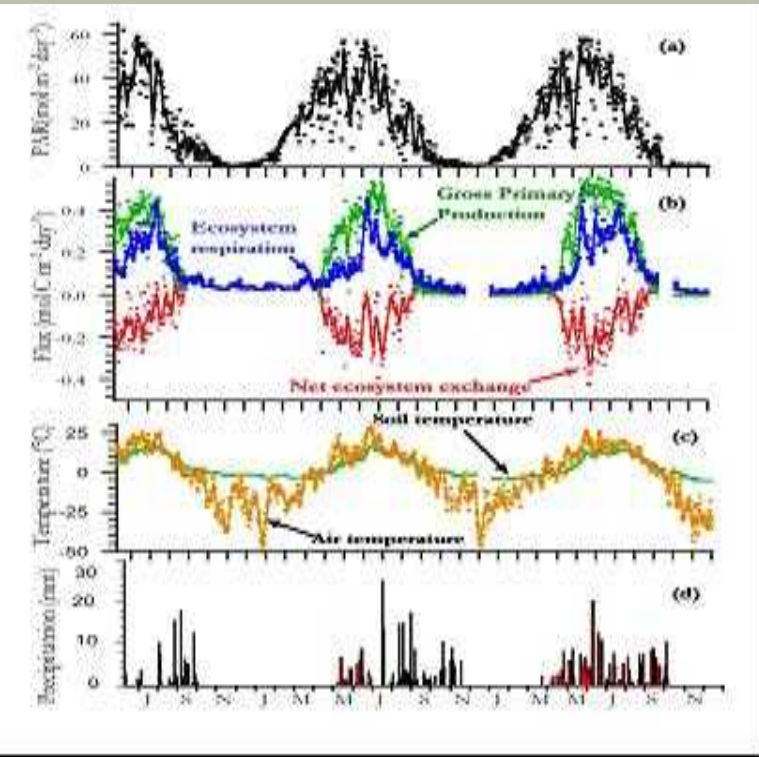


# Верификация ДДЗ (закладка пробных площадей)





# Потоки , расчет NPP



Carbon fluxes

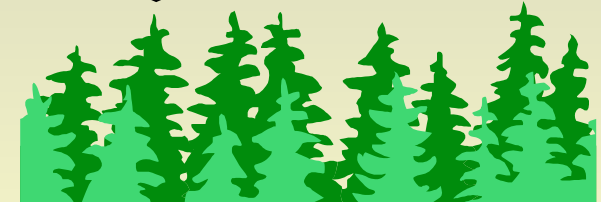
$13 \text{ mol C/m}^2/\text{year} =$

uptake

49

emission

-36



MPI-BGC

