

Верификация математической модели ценоза бореальных лесов Восточной Сибири.

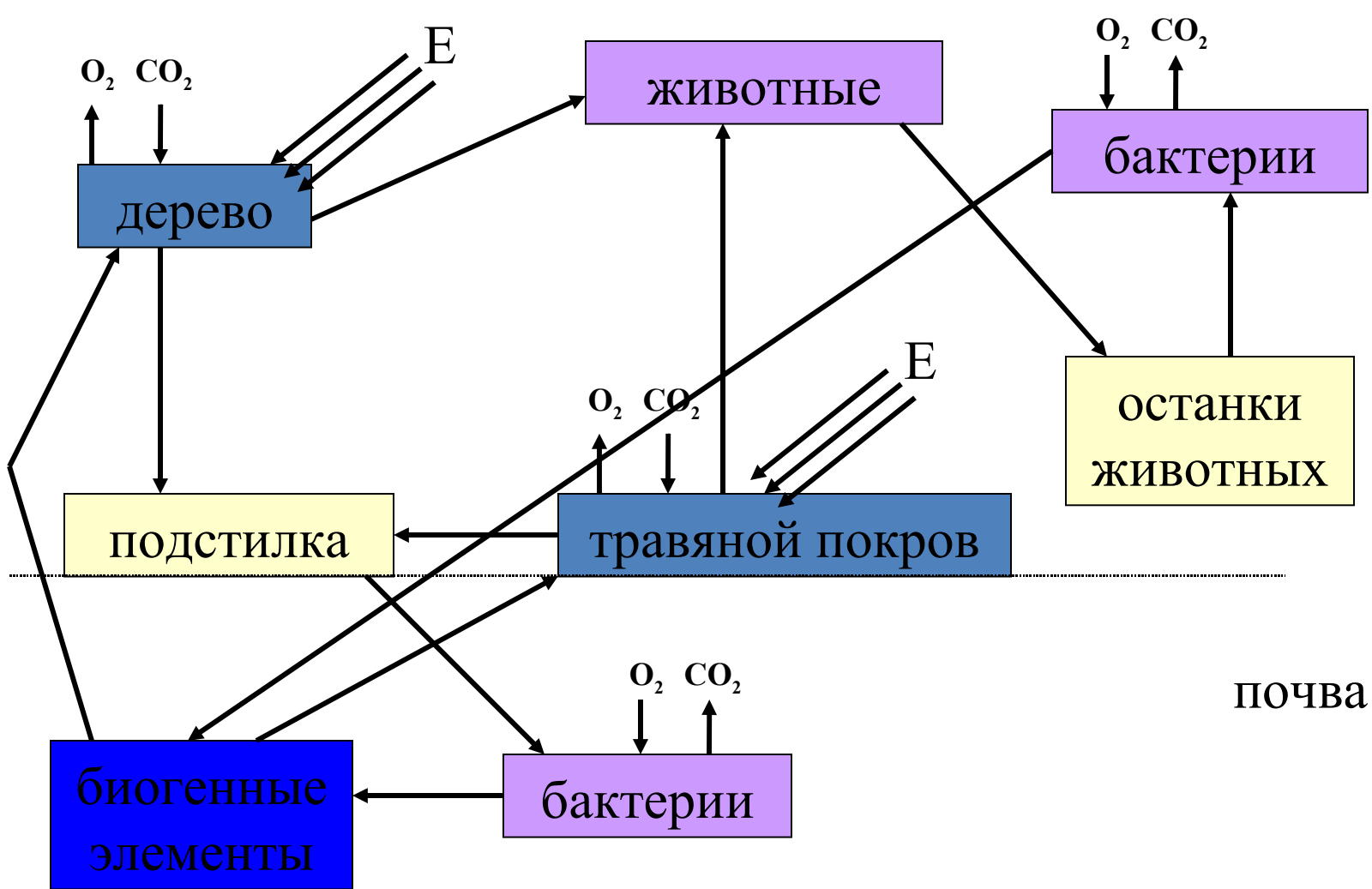
**Бархатов Ю.В., Дегерменджи А.Г., Ведрова
Э.Ф., Щемель А.Л.**

Задачи моделирования бореальных лесов Сибири:

-определение углеродного баланса в экосистеме Северной Евразии. Возможность расширения модели на экосистемы соответствующей группы (Евразия, Северная Америка).

-изучение направленности и интенсивности круговоротов лесных экосистем в меняющемся климате, количественная оценка круговоротов с определением, какие из них и в каких условиях становятся источниками или остаются аккумуляторами тепличных газов

-оценка буферной роли природных экосистем по основным биогенным элементам для территорий Сибири и способность поглощения углерода сибирскими лесами и болотами.



Блок-схема математической модели ценоза бореального леса Каждый из блоков модели в свою очередь может представлять собой сложную структуру – субмодель.

Используются дифференциальные уравнения вида

$$\frac{dX_n}{dt} = F(X_1, \dots, X_n, \dots, X_m)$$

где - X_n одна из переменных экосистемы

Зеленая фитомасса

$$\frac{dX_1}{dt} = X_1(\mu_{X_1} - \sigma_{X_1}) - \frac{\mu_{A_1} A}{Y_{X_1}}$$

$$\mu_{X_1} = \begin{cases} R(at^2 + bt + c) \cdot \frac{1}{1 - K_T (|T - T_{opt}|)} \cdot \frac{1}{1 - K_W (|W - W_{opt}|)} \cdot \frac{1}{1 - K_E (|E - E_{opt}|)} \\ 0 \end{cases}$$

t – время, прошедшее с начала вегетативного сезона, T – температура, W – влажность, E - освещенность

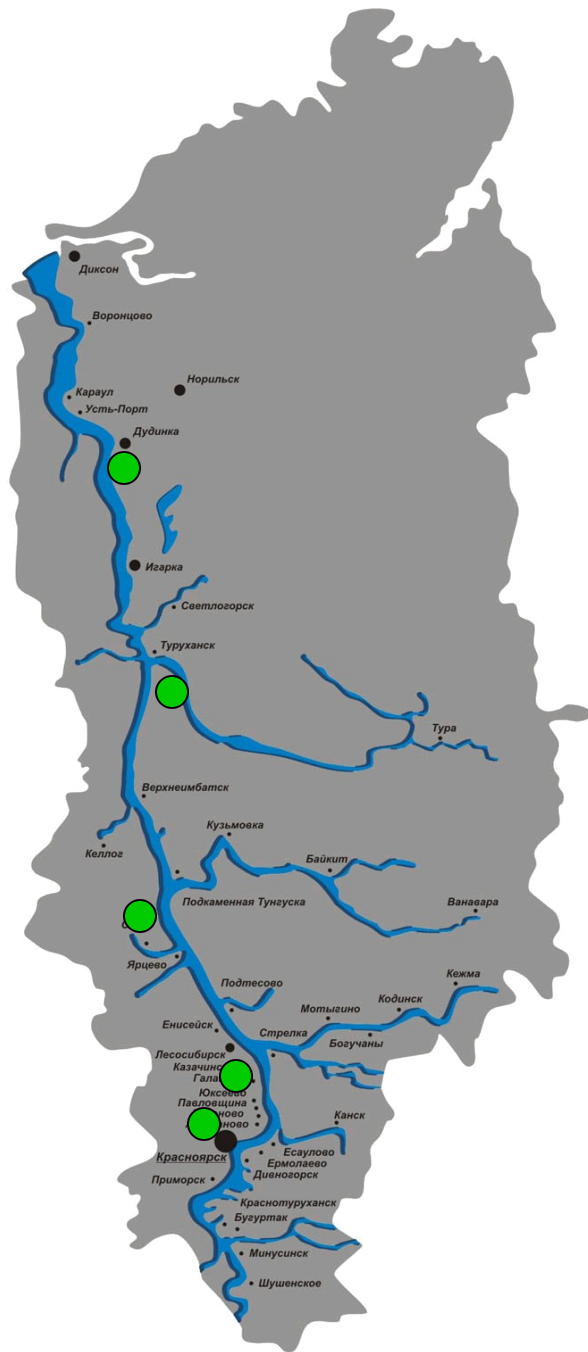
Настройка модели
для конкретных участков леса
для подсчета совокупного
баланса углерода (задача 2009
года)

Используемые параметры из базы данных по материалам, полученным в ИЛ СО РАН

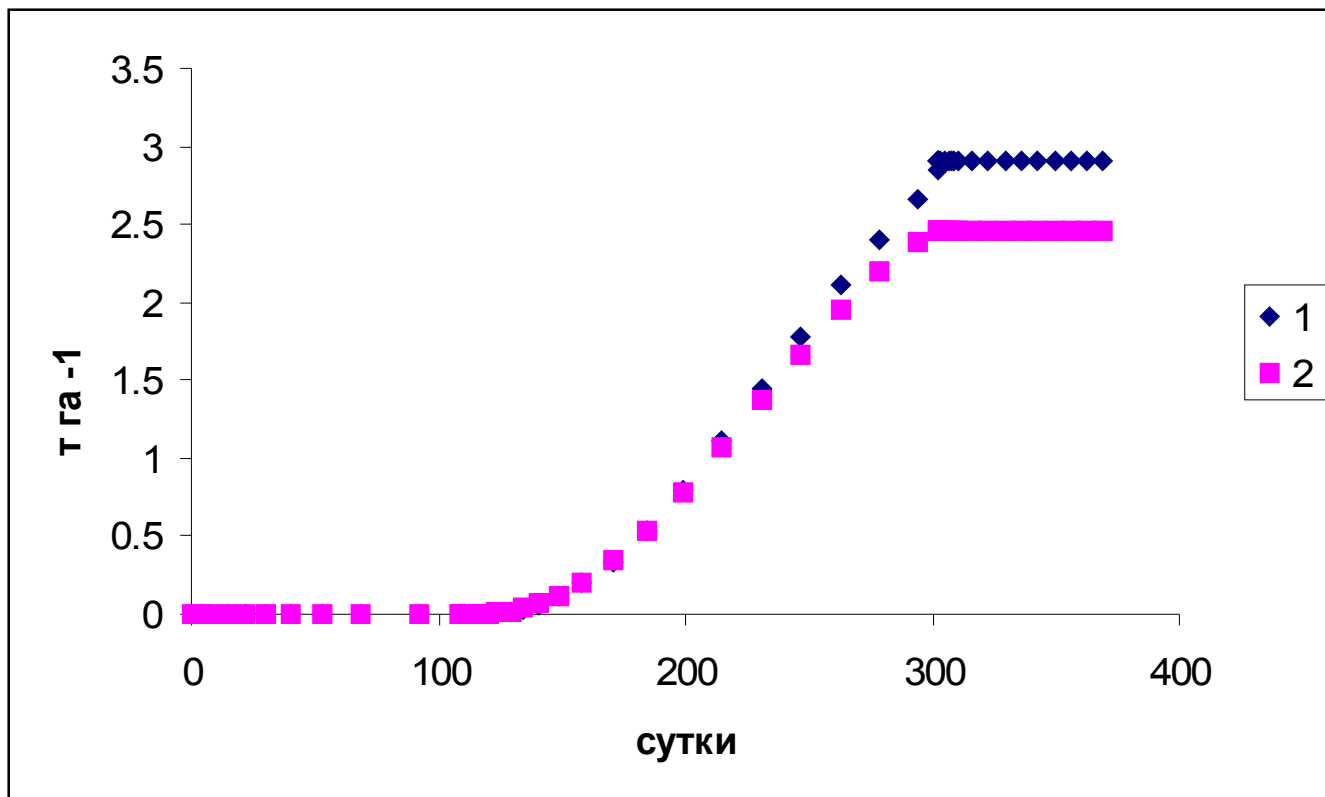
- Состав пород древостоя северной средней и южной тайги.
- Данные по запасу и структуре органического вещества биомассы древостоя
- Данные полевых экспериментов по изменению содержания углерода в гумусе
- Данные полевых экспериментов по интенсивности выхода CO_2 при разложении подстилок

Используемые параметры из базы данных метеорологической службы (свободный доступ)

Годовая и суточная динамика температуры, освещенности, влажности за период 1999-2009 годов.



Районы, для
которых
проводилась
верификация

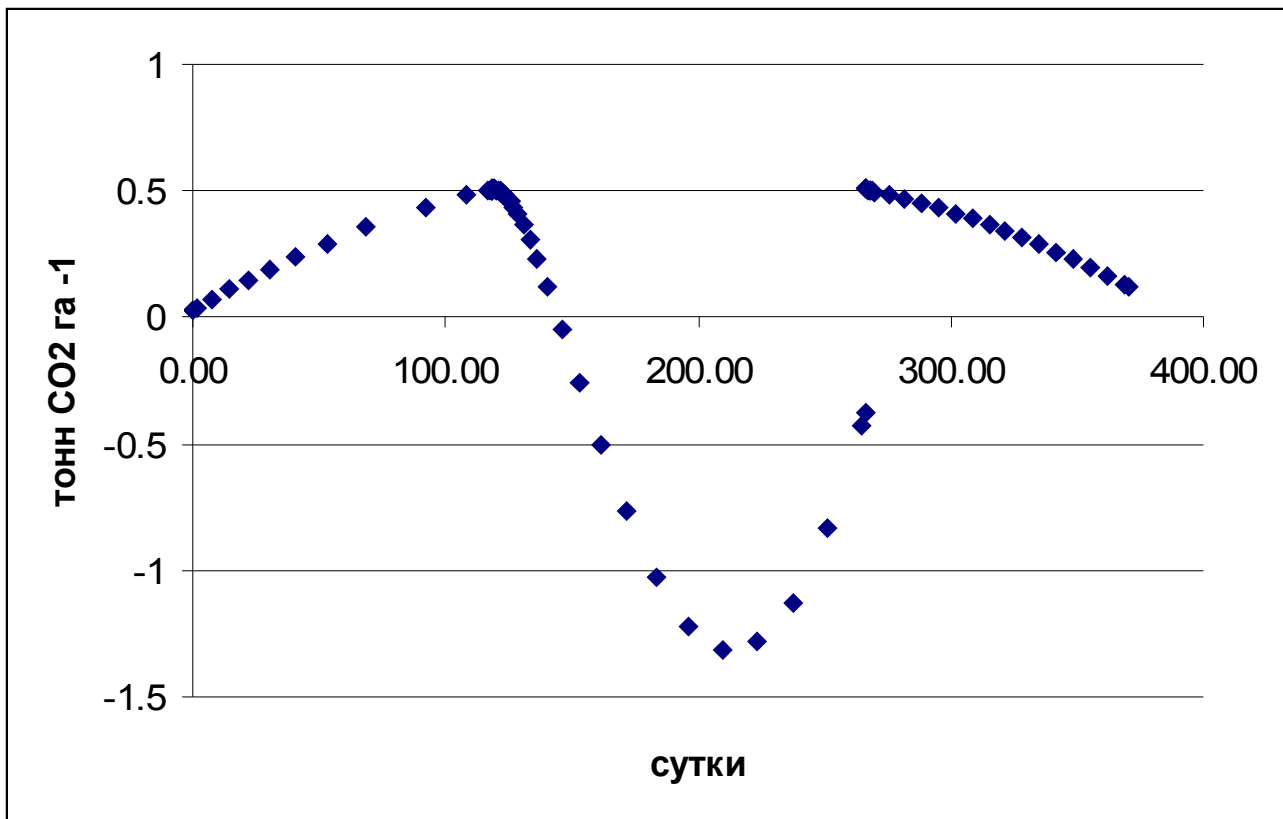


Пример модельного расчета

Динамика прироста общей фитомассы древостоя сосны за год.

1 - 56° с.ш. 92° в.д.

2 - 60° с.ш. 89° в.д.



Пример модельного расчета

Баланс CO₂ в системе бореального леса в пункте 65° с.ш. 89 ° в.д.. Динамика за год.

Выводы

- Модель бореального леса настроена для параметров температуры, освещенности и влажности для пяти экспериментальных точек по данным ИЛ СО РАН.
- Для этих точек рассчитана динамика баланса CO_2 в системе.

Верифицированная модель способна

- Рассчитывать изменения фитомассы древостоя и запасов углерода почвы при возможных будущих изменениях температуры, влажности и освещенности
- Рассчитывать суточный и годовой баланс эмиссии и стока CO₂

Дальнейшие задачи

- Использовать верифицированную модель для расчета динамики CO₂ в районе станции высотной мачты (Зотино)
- Сравнить данные по балансу CO₂ с моделью атмосферного переноса, разработанной в ИВМ СО РАН, провести согласование моделей.

**Корректировка значений чистой
первичной продукции
рассчитанной по модели
GloPEM с использованием
наземных данных**

Институт биофизики СО РАН

Шевырногов А.П., Чернецкий М.Ю.,
Ларько А.А., Овчинникова Н.Ф.

Задачи:

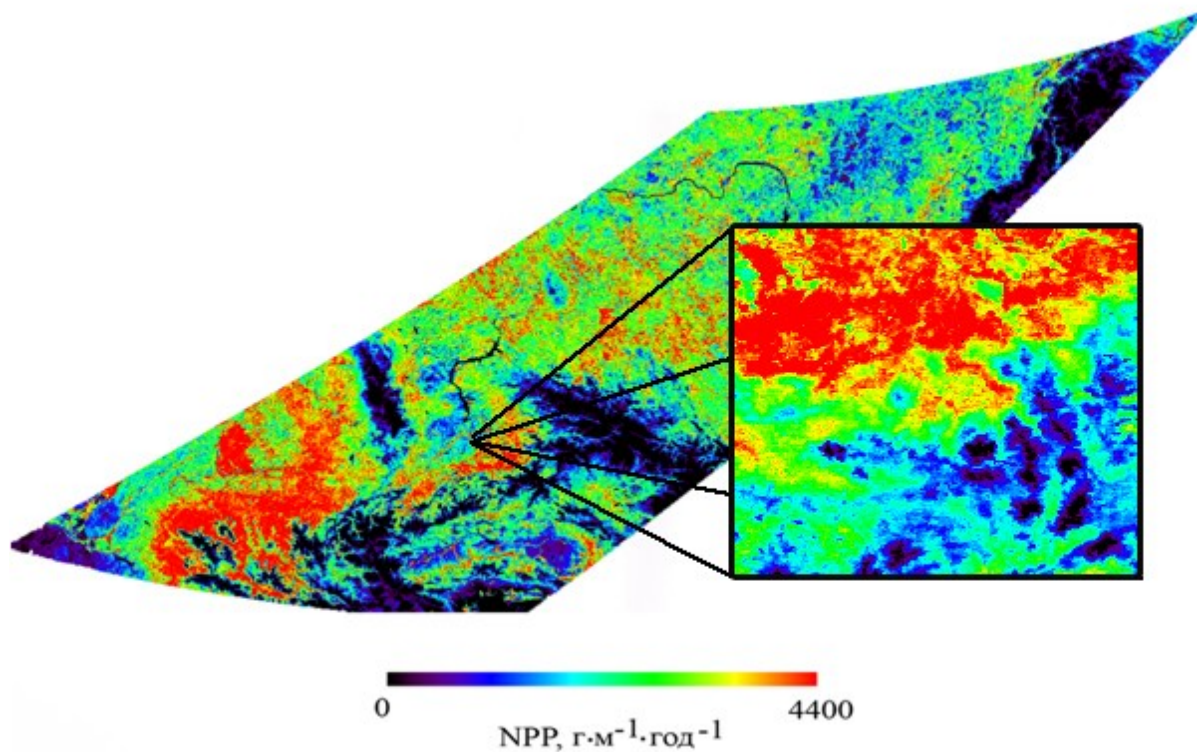
1

Корректировка параметров модели GлоPEM для уточнения оценок чистой первичной продукции растений Восточной Сибири на основе полевых данных, предоставляемых Институтом леса СО РАН

2

Подготовка базы расчетных данных по оценке чистой первичной продукции лесов Средней Сибири

Объект исследования

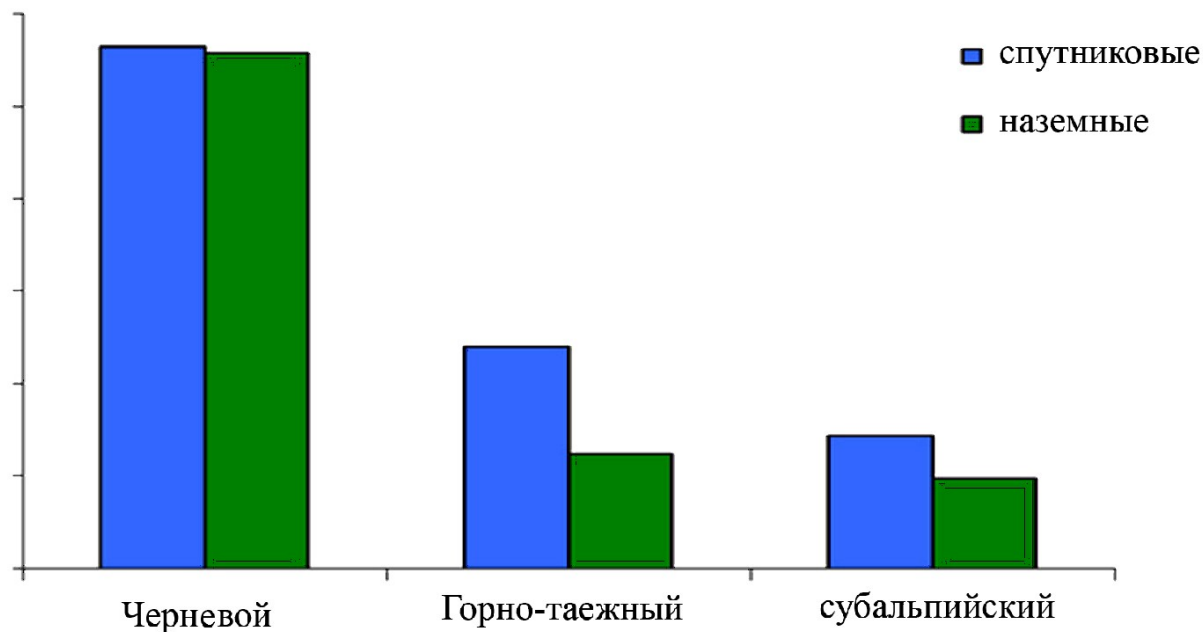


Объекты исследования – территории юга Красноярского края, предгорье Западного Саяна - постоянные пробные площади ИЛ СО РАН (наблюдения с 1968г).

Территория характеризуется четко выраженной поясностью наблюдаемых лесных экосистем. На небольшой по площади территории с ростом высоты над уровнем моря наблюдаются три различные экосистемы

Пространственное распределение значений ЧПП

Сравнение значений ЧПП, рассчитанных по наземным и спутниковым данным



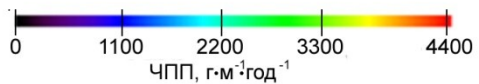
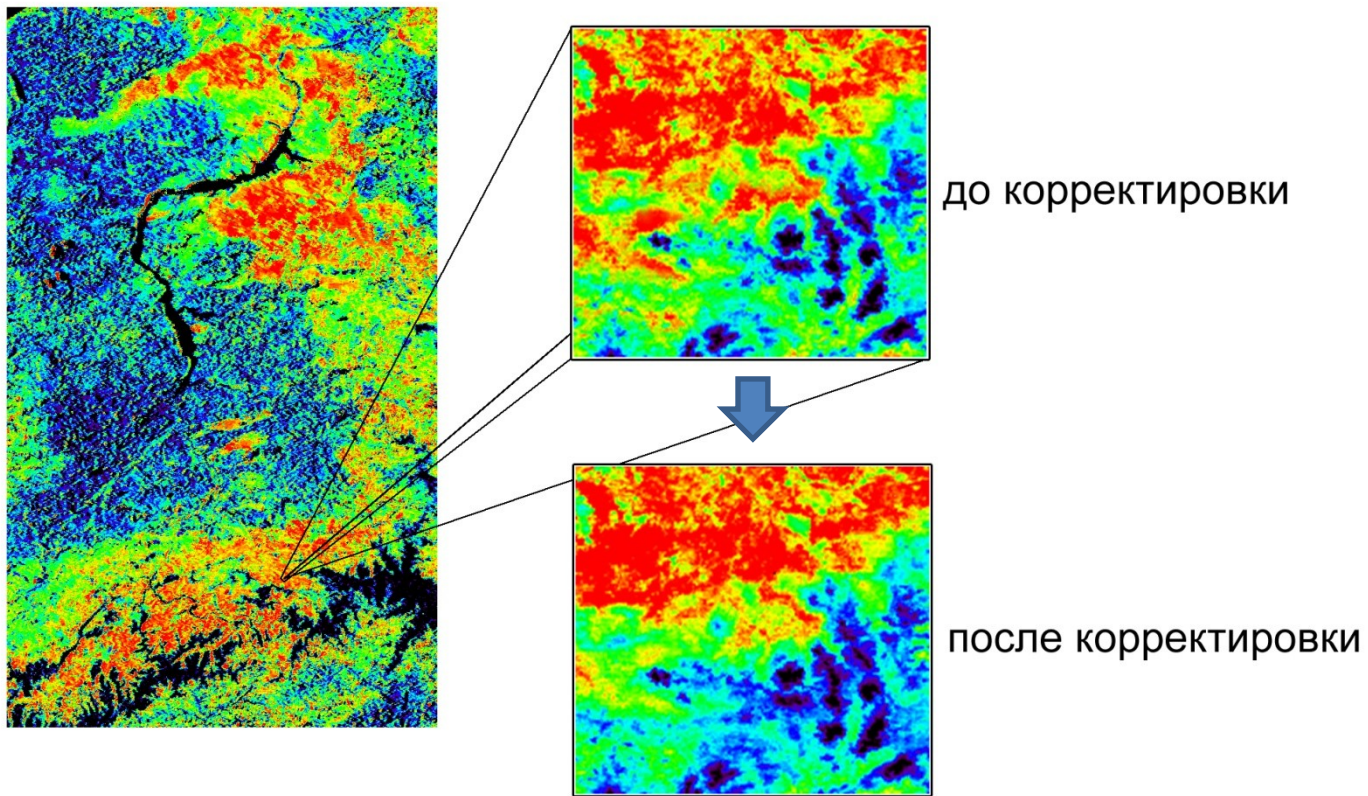
- Черневой пояс, высота над уровнем моря до 500 м – тип леса: кедровник крупнотравно-папортниковый. Интенсивные вырубки последних 50-ти лет привели к формированию на местах вырубок гетерогенных по составу насаждений – пихтовых, березовых, осиновых.
- Горно-таежный, 500-1000 м, - кедровник черничный
- Субальпийский, 1000-1500 м – кедровник чернично-зеленомошный

Сравнение скорректированных и нескорректированных значений ЧПП по всей исследуемой территории и по пробным площадям



- Значения ЧПП рассчитанные по спутниковым данным с учетом наземной привязки, на пробных площадях
- Значения ЧПП рассчитанные по спутниковым данным без учета наземной привязки, по всей территории
- Значения ЧПП рассчитанные по спутниковым данным с учетом наземной привязки, по всей территории

Сравнение изображений исследуемого региона до и после коррекции



Описание данных

1. Глобальные данные оценки ЧПП по модели GloPEM с использованием спутника NOAA/AVHRR. Пространственное разрешение 0,05 градуса (≈ 8 км). Время измерений с 1981 по 2000 гг.
2. Рассчитанные локальные данные оценки ЧПП по модели GloPEM с использованием спутника MODIS/Terra. Пространственное разрешение 500 м. Время измерений с 2000 по 2007 гг.

Схема пространственного покрытия расчетными данными ЧПП (MODIS/Terra)

координаты левого верхнего угла
 $70^{\circ} 1' \text{ с.ш.}, 110^{\circ} 30' \text{ в.д.}$, правого
верхнего $70^{\circ} 1' \text{ с.ш.}, 123^{\circ} 30' \text{ в.д.}$,
левого нижнего угла $45^{\circ} 35' \text{ с.ш.},$
 $105^{\circ} 30' \text{ в.д.}$, правого нижнего 45°
 $35' \text{ с.ш.}, 113^{\circ} 30' \text{ в.д.}$.



Global Production Efficiency Model (GLO-PEM)

Модель генерирует глобальные карты чистой первичной продукции и другие глобальные переменные.

Модель развивается на основе использования дистанционных данных по спектрам отражения поверхности и термического излучения с целью контроля чистой и валовой первичной продукции в глобальном масштабе.

Подход уникален в том, что используются спутниковые данные, как для измерения поглощения ФАР, так и для измерения переменных которые влияют на утилизацию ФАР в первичной продукции. Использование спутниковых измерений дает возможность получения глобальных, многократных, пространственно непрерывных данных о действительном состоянии вегетации.

Так как вся информация определяется со спутников, появляется возможность быстрого реагирования на реальные явления, такие как Эль Ниньо, вулканические извержения и другие формы глобальных изменений.

Основные компоненты модельного подхода

- Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) изображения с 8 км разрешением обеспечивают глобальное покрытие с шагом в 10 дней.
- Величина падающей ФАР, определяемая с **Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS)**
- Отражательная способность поверхности в видимой и инфракрасной области спектра
- Минимальная величина отражения за год для учета эффекта зенитного угла солнца и облачного покрытия
- Радиационная температура поверхности и влажность в атмосферном столбе
- Индекс влажности почвы и др.

Основные результаты

- Модель предсказывает годовые глобальные потоки чистой первичной продукции в 47-60 Гт С, в зависимости от годовых условий, с 70% наземной продукции в диапазоне широт от 30° N до 30° S.
- Зональные определения чистой экосистемной продукции значимо коррелируют с сезонными изменениями атмосферной CO₂.
- С 1985 по 1988 гг северная среднеширотная зона (между 30 и 60 N) являлась основной, где прогрессивно возрастала первичная продукция.
- Среднегодовое возрастание первичной продукции в северной лесной зоне было порядка +0.4 Гт С в год.
- Глобальные потоки продукции 1983-1984 гг ассоциируются с Эль Ниньо и затем началось восстановление нормальной динамики глобальной наземной продукции с 1985 г и закончилось в 1987 г.
- Тропические сухие леса и саванны являются важным источником эмиссии азота. Модель предсказывает годовое соотношение NO₂ и NO в 1.2 во влажных тропических лесах и уменьшение его до 0.6 в сухих саваннах.
- Модель предсказывает глобальное чистое потребление метана в почвах в 17-23 Tg в год.