



ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной метеорологии»

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Подготовила: Т. А. Найдина

Руководитель: А. Д. Клещенко,
д. г. н., профессор

Обнинск, 2010

Актуальность темы

1. За два последних десятилетия наземные наблюдения значительно пополнились спутниковыми данными в виде вегетационных индексов (NDVI).
2. Существует возможность оперативного получения спутниковых данных каждую декаду для использования в прогностических моделях.
3. Вычисление многих параметров в динамических моделях основано на нормах, полученных до 1985 г.

Использование спутниковых данных позволит:

1. Увеличить количество измеряемых параметров в динамических моделях прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур.
2. Заменить теоретические представления о механизме интенсивности фотосинтеза в вегетационный период конкретными наблюденными данными.
3. Адаптировать модель к современным условиям: к новым сортам и приемам возделывания с/х культур, к почвенно-климатическим условиям.

Обоснование выбора NDVI

- 1) Спутник MODIS имеет высокое пространственное разрешение (до 250 м)
- 2) Получение и обработка NDVI осуществляется Институтом космических исследований РАН (ИКИ) на единой методологической основе
- 3) Наличие непрерывного десятилетнего ряда наблюдений декадных среднеобластных значений NDVI
- 4) Возможность получения среднеобластного NDVI в оперативном режиме для использования в прогностических моделях



Обзор существующих методов использования NDVI для прогнозов урожая

В настоящее время для прогнозов урожая NDVI используется:

- **В регрессионных моделях оценки состояния урожая**
(Клещенко, Вирченко, Савицкая, Терехов, Антонов, Сладких, Савин, Huete и другие)
- **Для оценки урожая по году-аналогу с помощью метода:**
 - “невязки”
 - “вегетационного сезона”
 - “периода роста”
 - “максимума NDVI”(Толпин, Барталев, Матвеев, Лупян)
- **Для коррекции моделей биопродуктивности:**
 - EPIC по спутниковой оценке листового индекса яровой пшеницы в Западной Сибири (Брыксин, 2009 г.)
 - путем расчета с помощью NDVI по уравнению регрессии высоты и густоты растений, сухой и зеленой биомассы яровой пшеницы для конкретных полей в Алтайском крае (Евтюшкин, Ушакова, Рычкова, 2002 г.)
- ? **Для расчета фотосинтеза в динамических моделях прогнозирования урожая**

Цель работы

**Оценка возможности
использования спутниковых данных
в динамических моделях
прогнозирования урожайности
сельскохозяйственных культур**

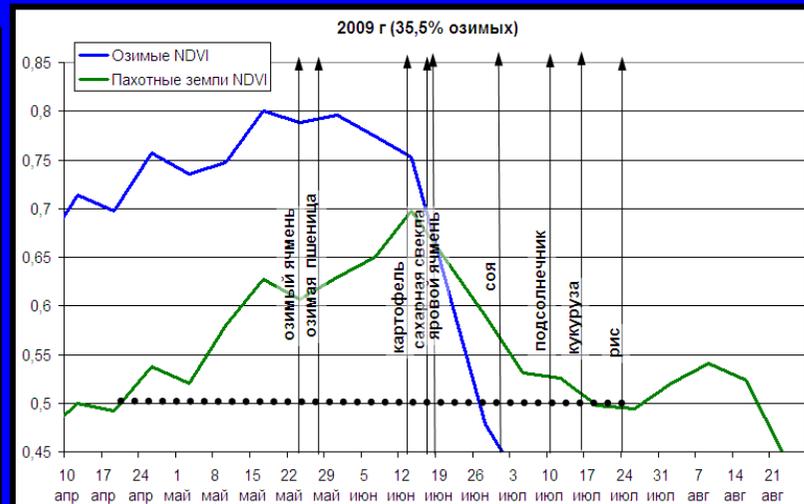
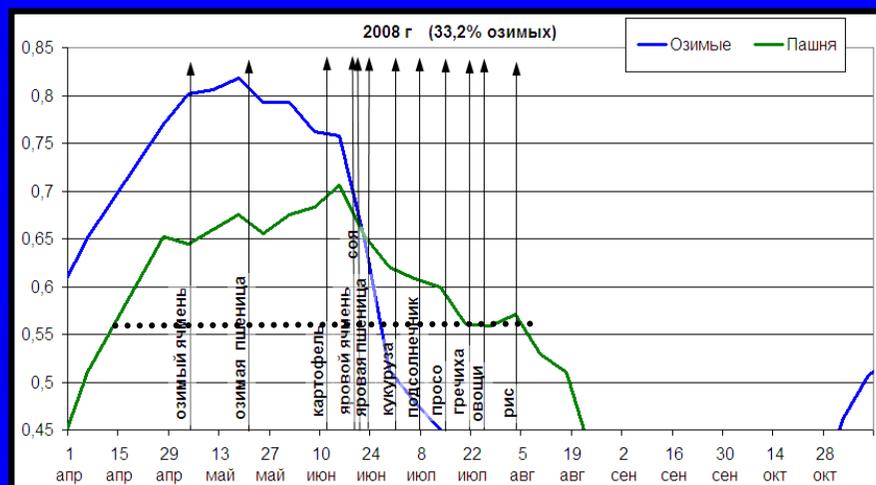
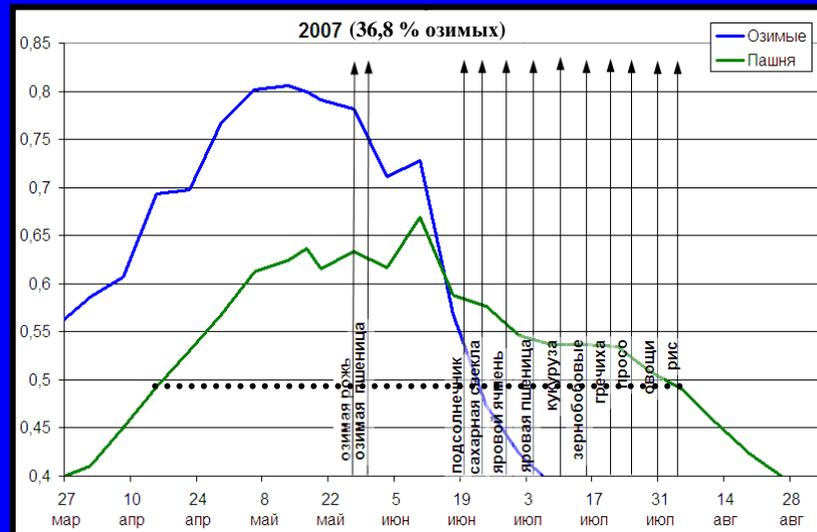
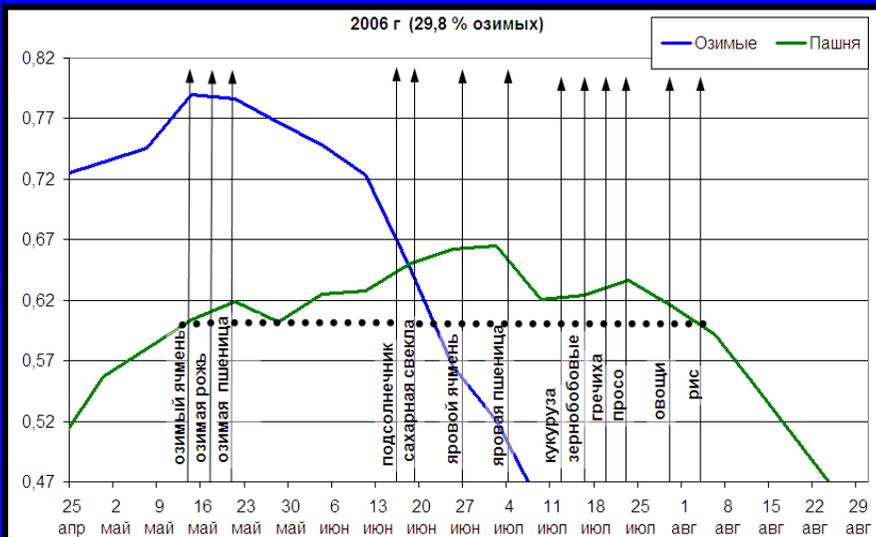


Задачи

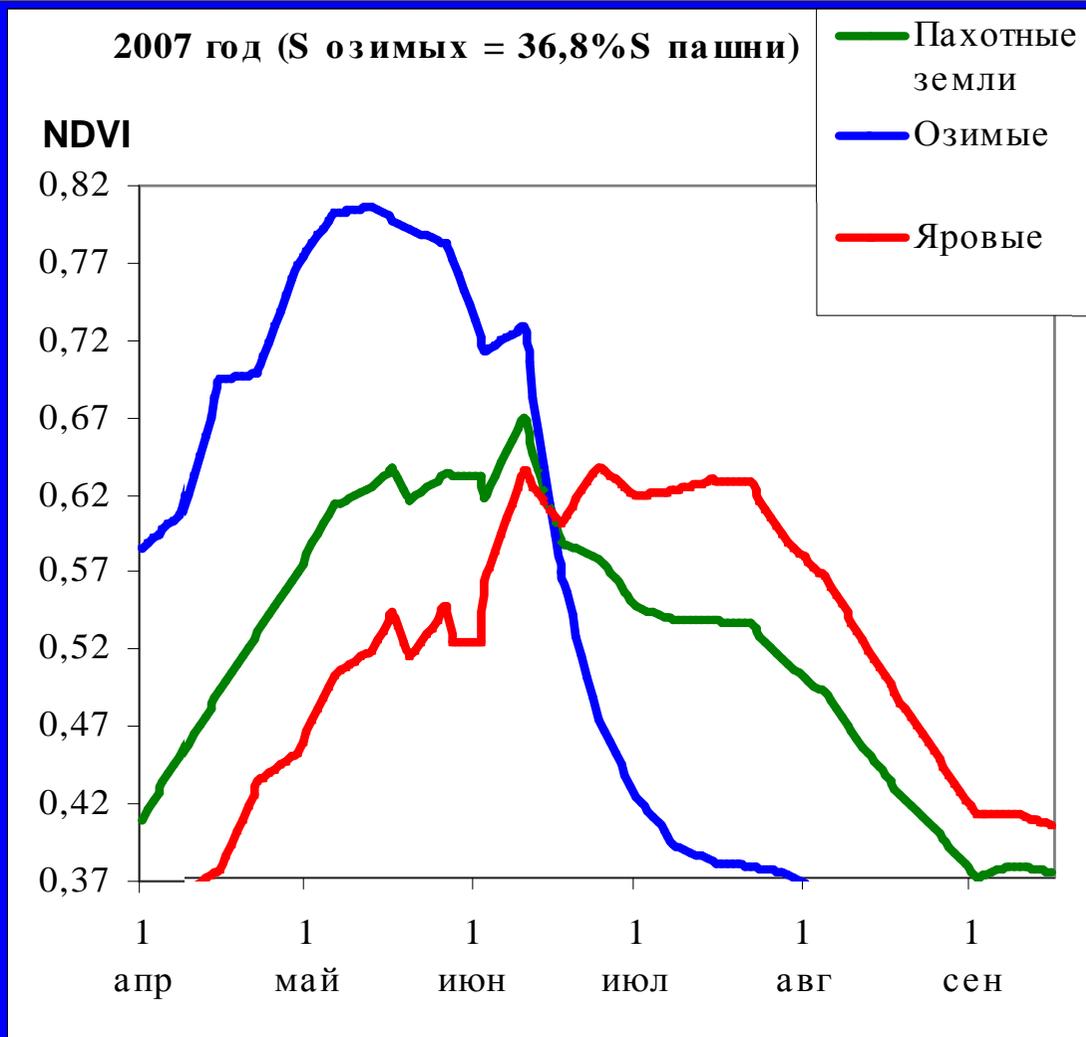
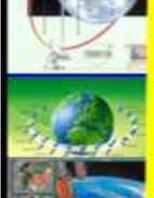
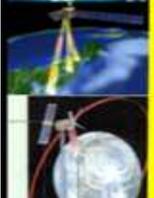
- Исследовать взаимосвязь наземных и спутниковых данных
- Рассмотреть возможность использования NDVI внутри динамической модели
- Сравнить результаты работы динамической модели с использованием и без использования NDVI

Исследование взаимосвязи наземных и спутниковых данных

Взаимосвязь сезонного хода NDVI с датами наличия наибольшей площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур Краснодарского края

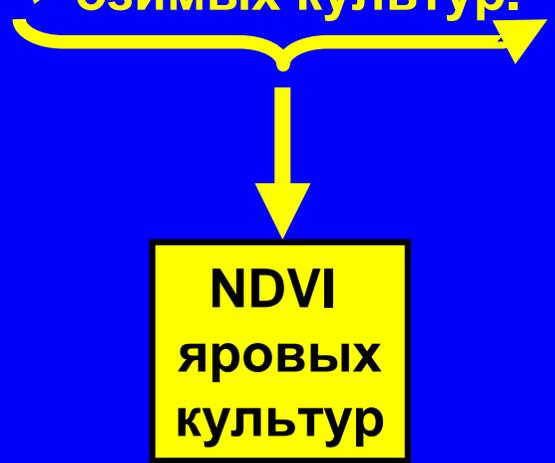


Исследование взаимосвязи наземных и спутниковых данных



Данные получены со спутника MODIS в виде вегетационных индексов:

- ✓ пахотных земель,
- ✓ озимых культур.



$$NDVI_{\text{яровых}} = \frac{NDVI_{\text{пашни}} - NDVI_{\text{озимых}} \cdot S}{1 - S}$$

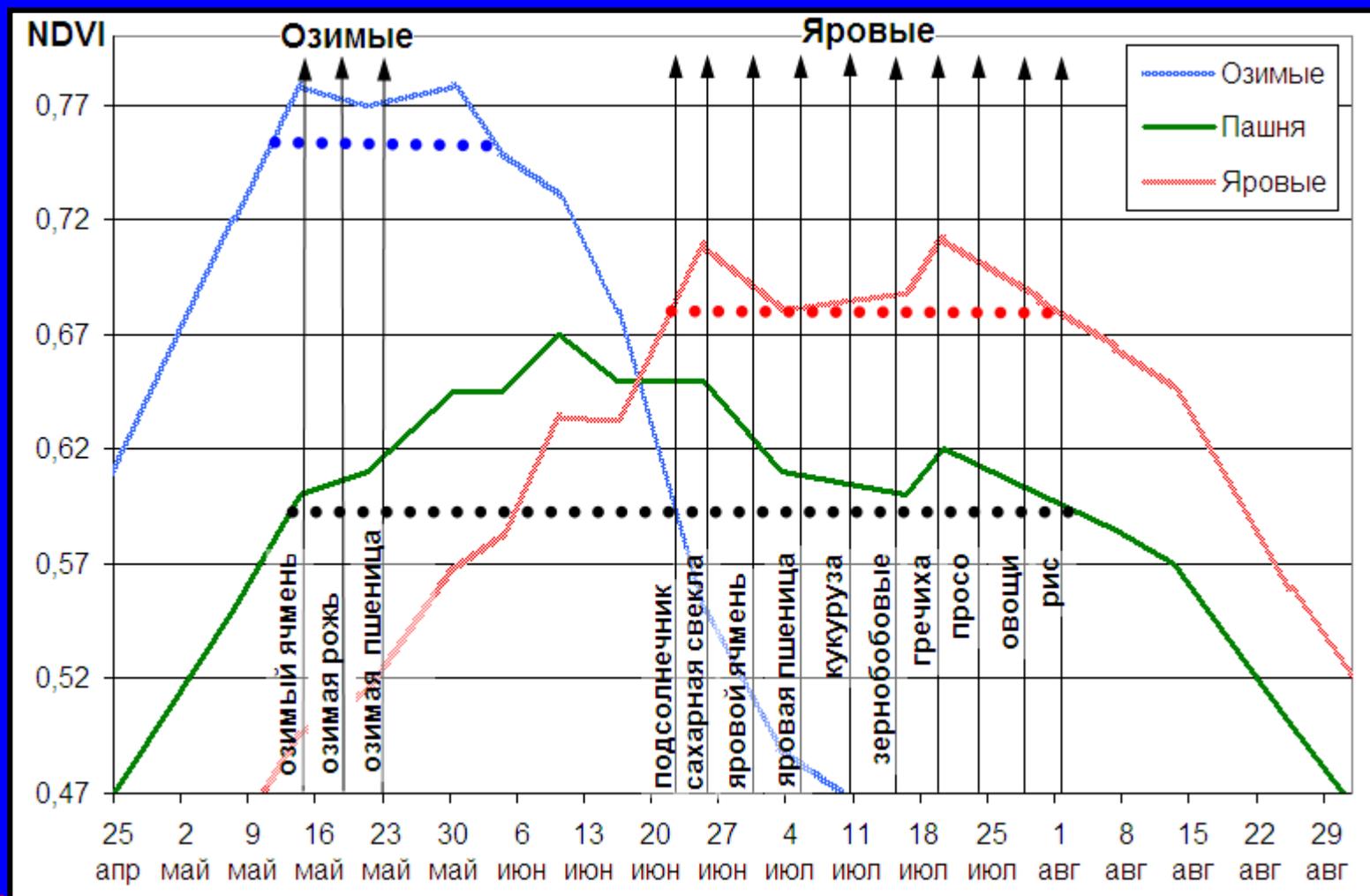
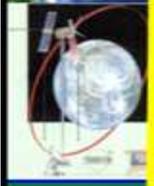
S – доля площади, занимаемой озимыми культурами, в площади всех пахотных земель для конкретного года



Исследование взаимосвязи наземных и спутниковых данных



Связь NDVI с датами наступления фазы «колошение/цветение» с/х культур



! Величина NDVI пахотных земель отражает сезонный ход фотосинтеза сельскохозяйственных культур

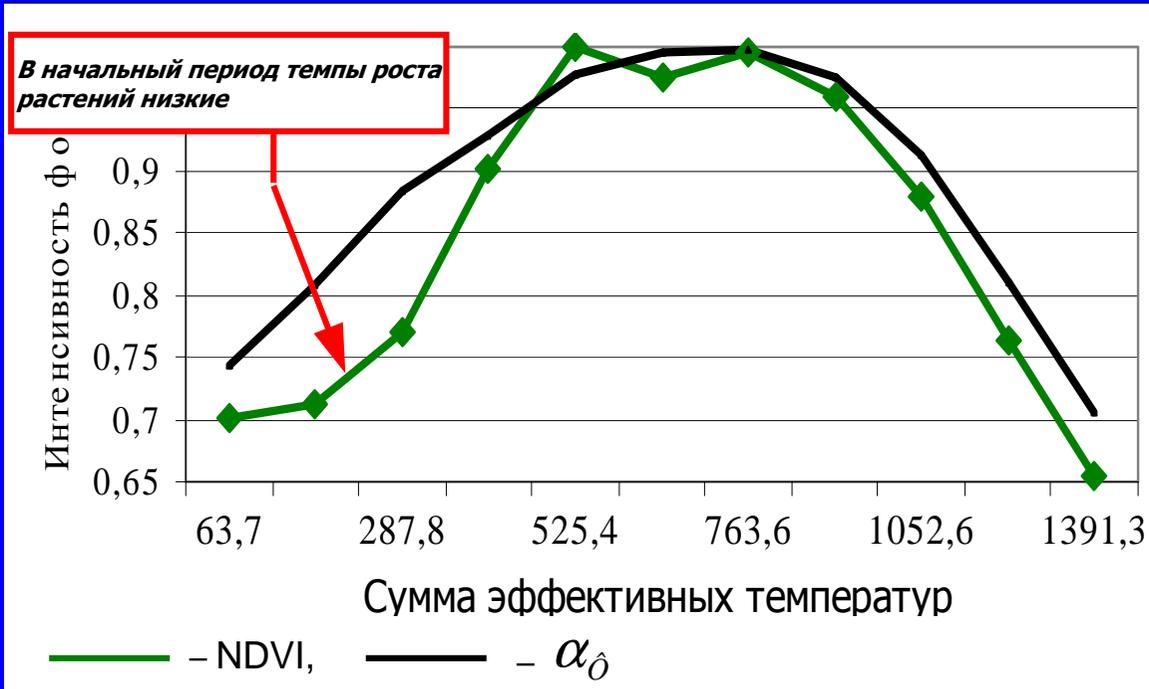
Использование NDVI в динамической модели





Использование NDVI в динамической модели

Расчет интенсивности фотосинтеза



В базовой модели:

$$\alpha_{\Phi}^j = e^{-a \left(\frac{TS_2 - \sum t_{l1}}{10} \right)^2}$$

где

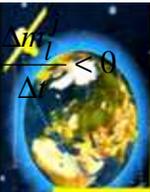
$$a = \frac{-100 \ln \alpha_{\Phi 0}}{\left(\sum t_{l1} \right)^2}$$

➡ Значения NDVI близки к онтогенетической кривой, используемой в существующей динамической модели

Преимущества использования NDVI для расчета фотосинтеза:

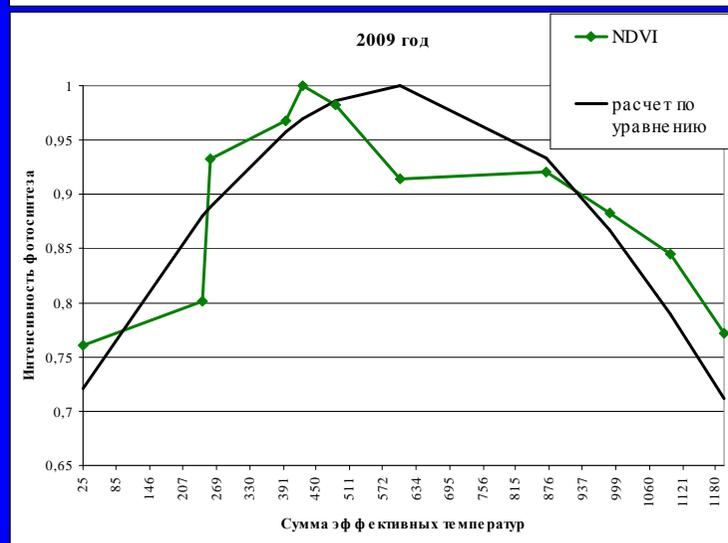
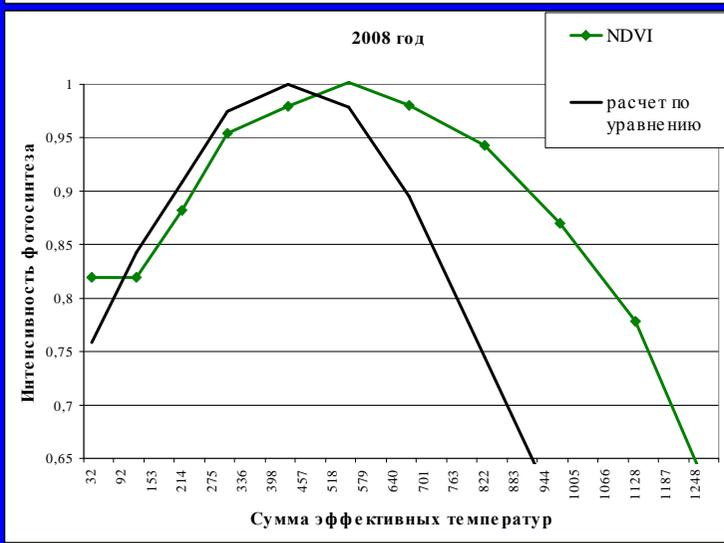
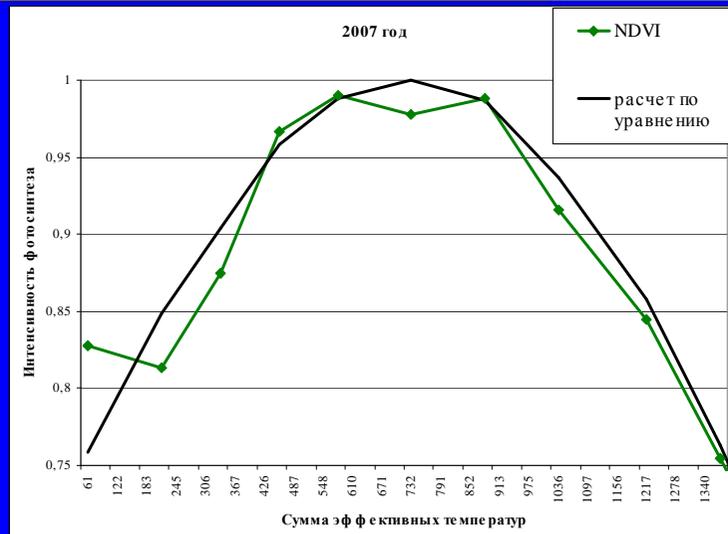
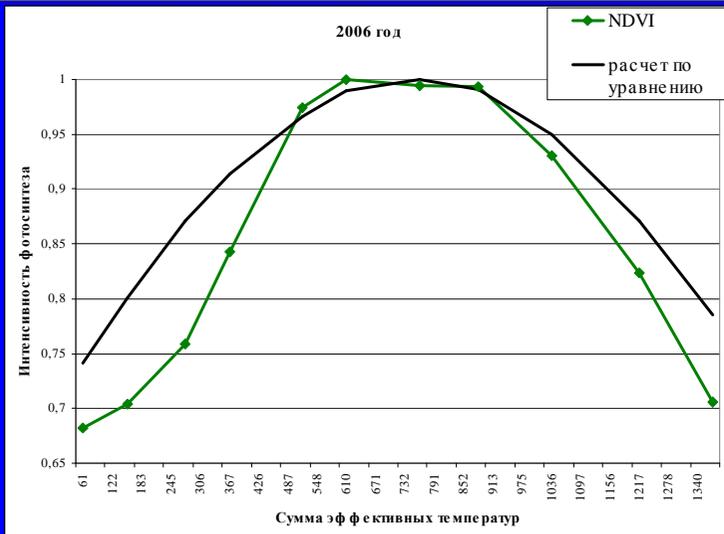
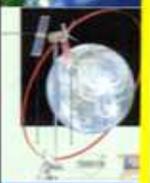
- 1) Ход NDVI лучше отражает важнейшую закономерность роста растений: в начальный период темпы роста, а значит и интенсивность фотосинтеза, низкие.





Использование NDVI в динамической модели

Расчет интенсивности фотосинтеза



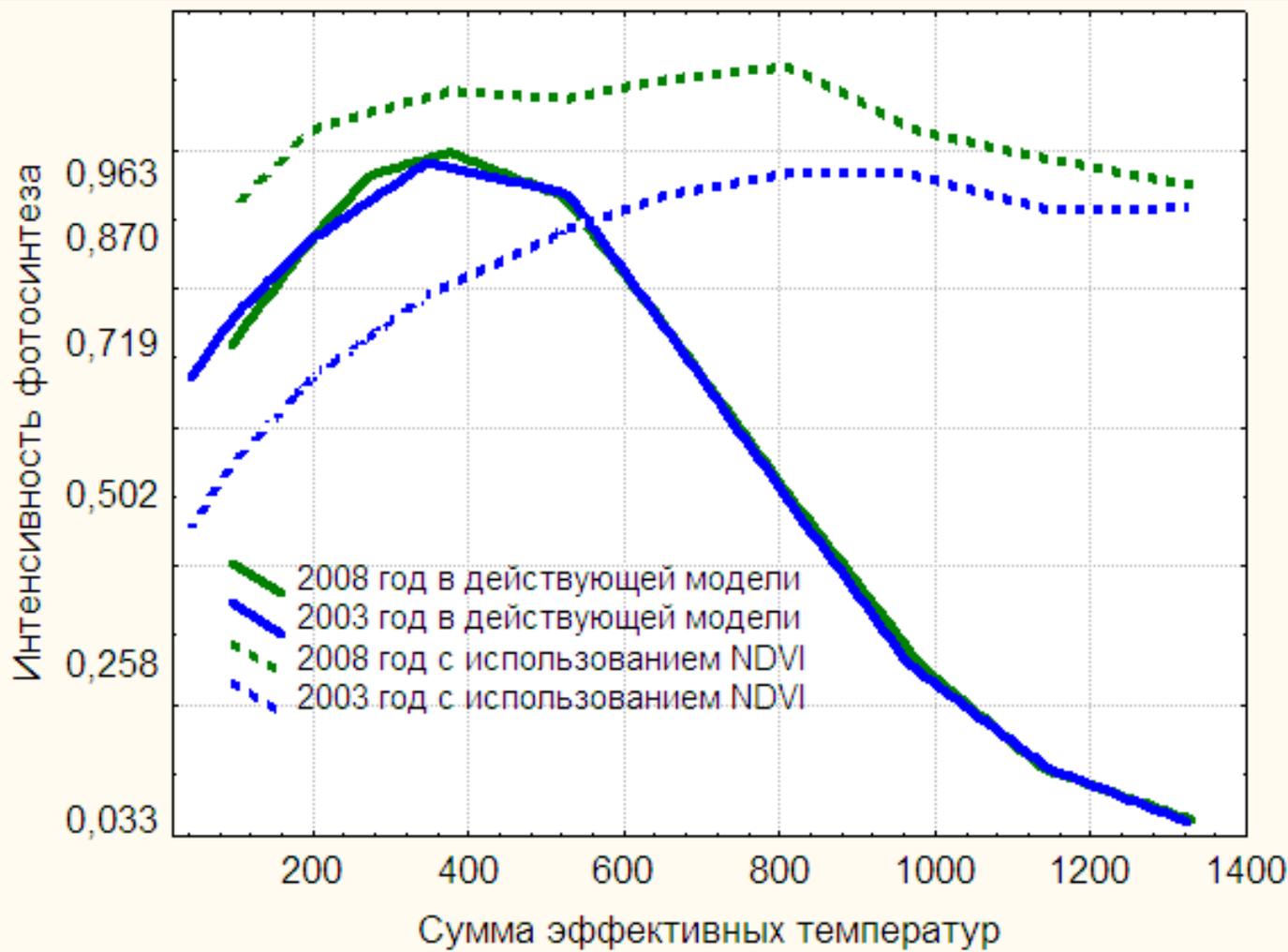
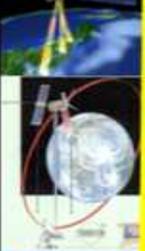
Преимущества использования NDVI для расчета фотосинтеза:

2) NDVI – это измеренные данные, а не снятые с трендовой кривой.



Использование NDVI в динамической модели

Результаты использования в действующей модели

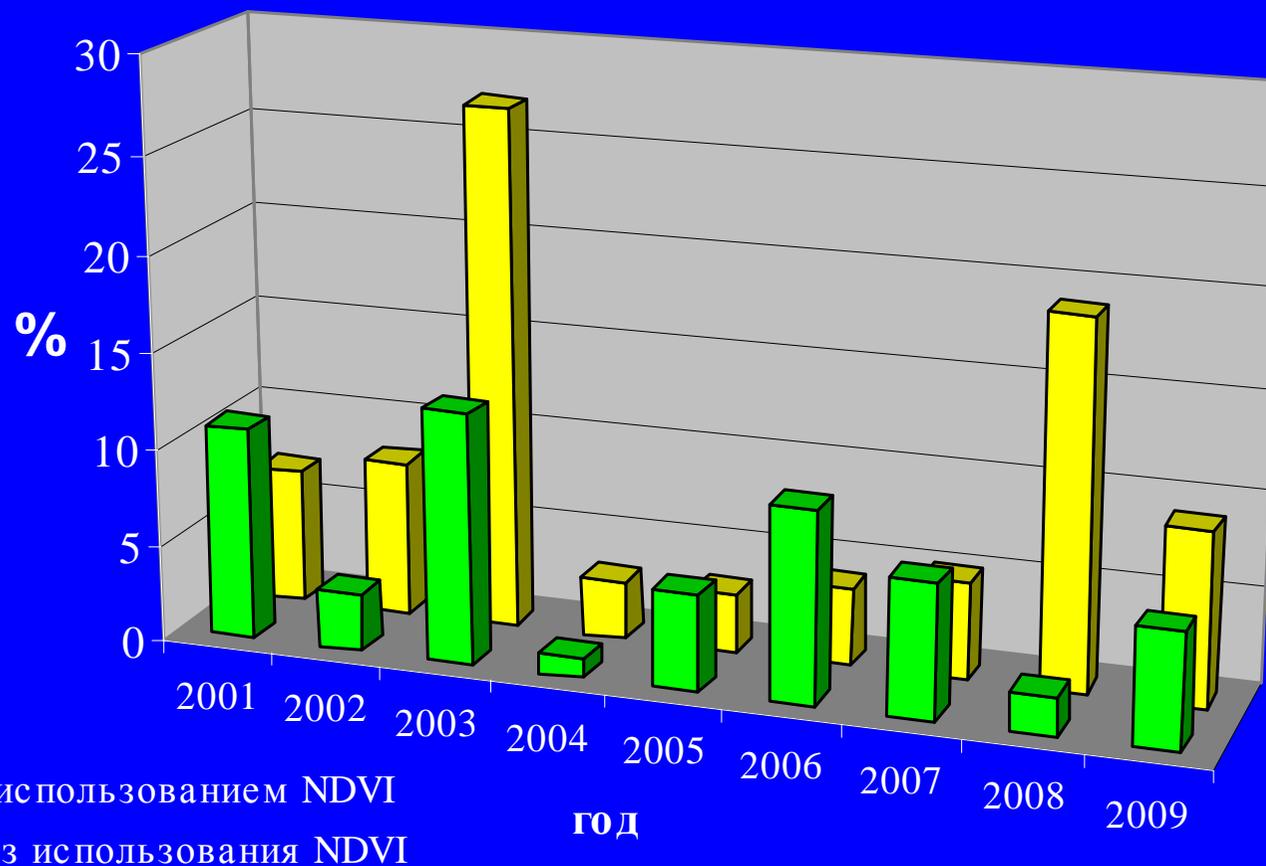


Преимущества использования NDVI для расчета фотосинтеза:

- 3) При использовании в действующей модели, NDVI позволяет лучше отслеживать экстремальные по урожайности годы.

Результаты

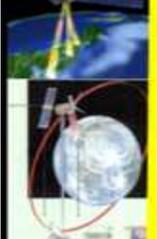
Отклонение расчетного значения урожайности от фактического



1. При использовании NDVI отклонение урожайности от фактического значения не превышает 13 %.
2. Среднее отклонение от факта за 2001 – 2009 гг. в действующей модели составляет 9 %, а при использовании спутниковой информации для расчета фотосинтеза – 6 %.
3. В экстремальные по урожайности годы результаты расчетов с использованием NDVI показали более высокую оправдываемость.

Выводы

- ✓ Величина NDVI достаточно адекватно отражает сезонный ход фотосинтеза всех сельскохозяйственных культур
- ✓ Ход NDVI хорошо согласуется с кривой интенсивности фотосинтеза
- ✓ Использование NDVI в блоке расчета фотосинтеза в действующей модели прогнозирования урожайности яровой пшеницы дало обнадеживающие результаты
- ✓ Замена теоретической кривой «сезонного хода фотосинтеза» на наблюдаемые значения вегетационного индекса, получаемого в оперативном режиме со спутника не только не ухудшили оправдываемость прогнозов в «средние» годы, но и ликвидировали плохую оправдываемость в годы с экстремальными условиями



Перспективы дальнейших исследований

- Включение NDVI в действующие модели при их усовершенствовании для нахождения интенсивности фотосинтеза
- Использование NDVI во вновь создаваемых динамических моделях прогнозирования урожая с/х культур
- Расчет листового индекса через NDVI и применение такого расчета в динамических моделях прогнозирования урожая

Вопросы

Спасибо за внимание

