



**Разработка мало затратной высокоточной технологии планирования ведения лесного хозяйства основанной на «облачной» обработке мульти-угловой гиперспектральной съемки с беспилотных летательных аппаратов и долгосрочном прогнозировании лесного сектора (Тайга 5D)**



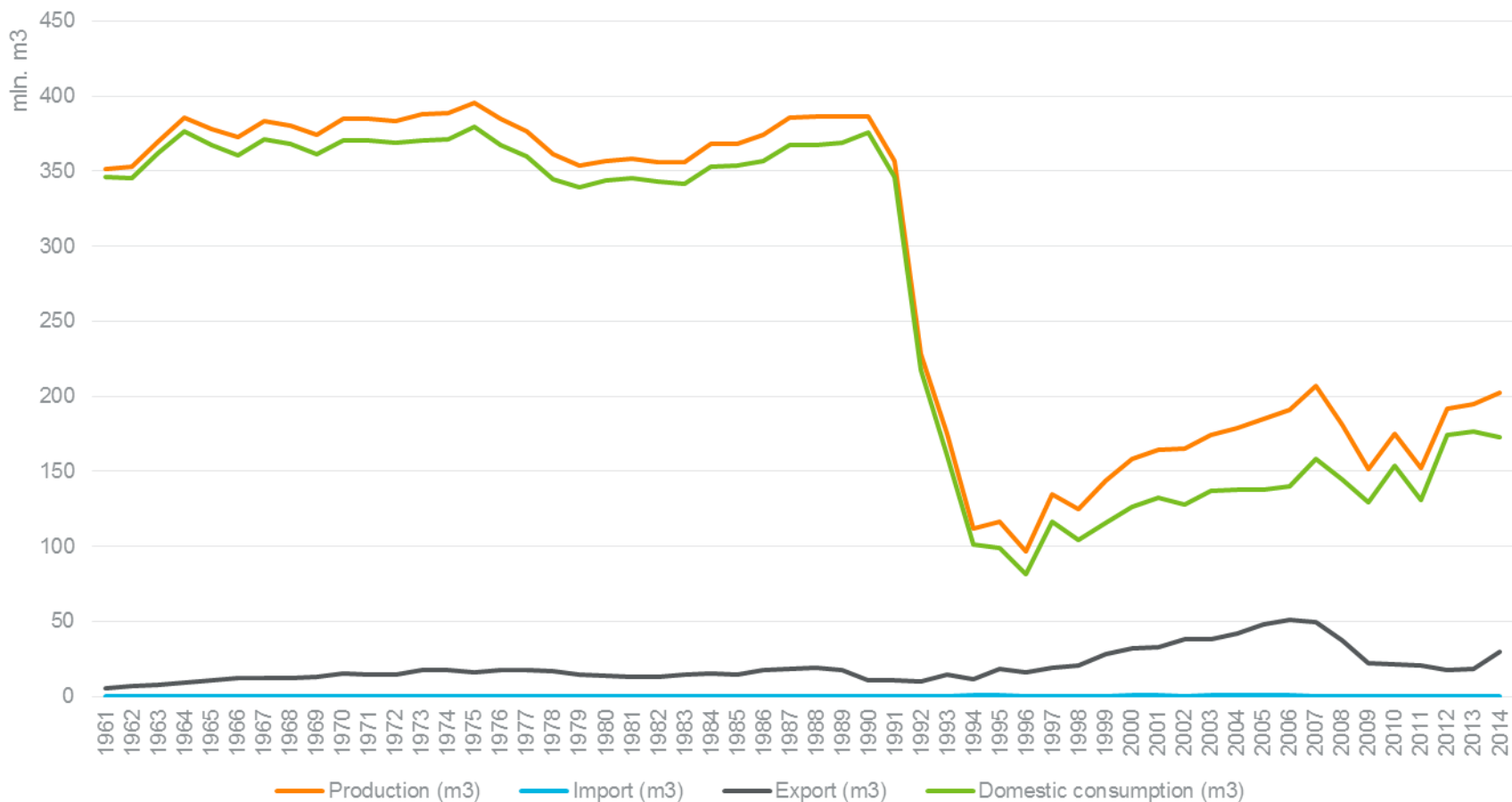
СЫКТЫВКАРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПИТИРИМА СОРОКИНА



**Е.В. Лопатин, Т. Карьялайнен**

# Что происходит в лесной промышленности России?

Заготовка древесины, переработка, импорт и экспорт из СССР и России



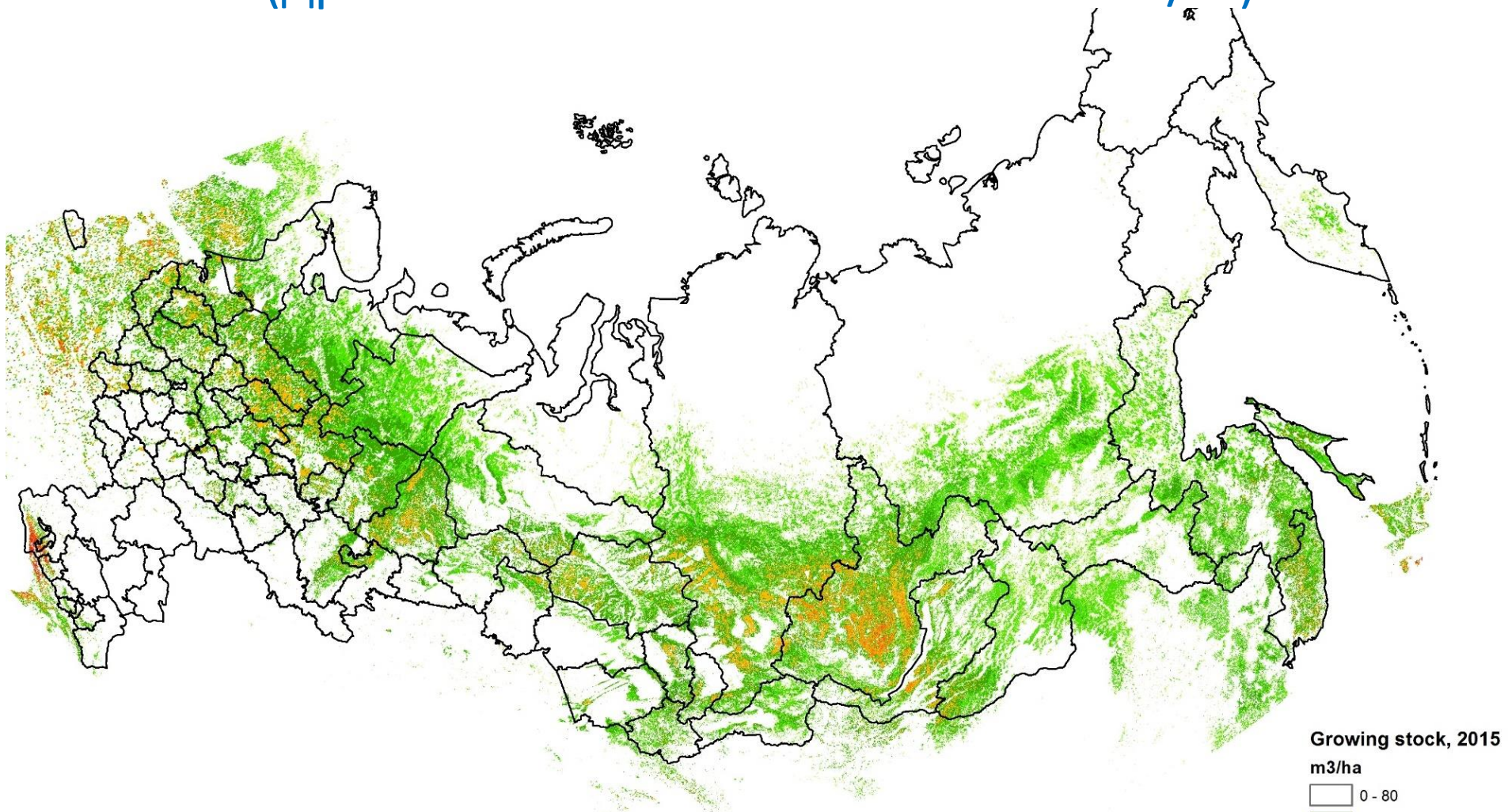
Максимальный объем заготовки был 490 млн. м<sup>3</sup>

Заготовка в 2014 г. 202 млн. м<sup>3</sup>

Почему резко упали объемы заготовки после 1990х годов?



# Запасы древесины в 2015 г. (древостои с запасом больше 80 м3/га)



Growing stock, 2015

m<sup>3</sup>/ha

0 - 80

80 - 100

100 - 150

150 - 200

200 - 250

250 - 300

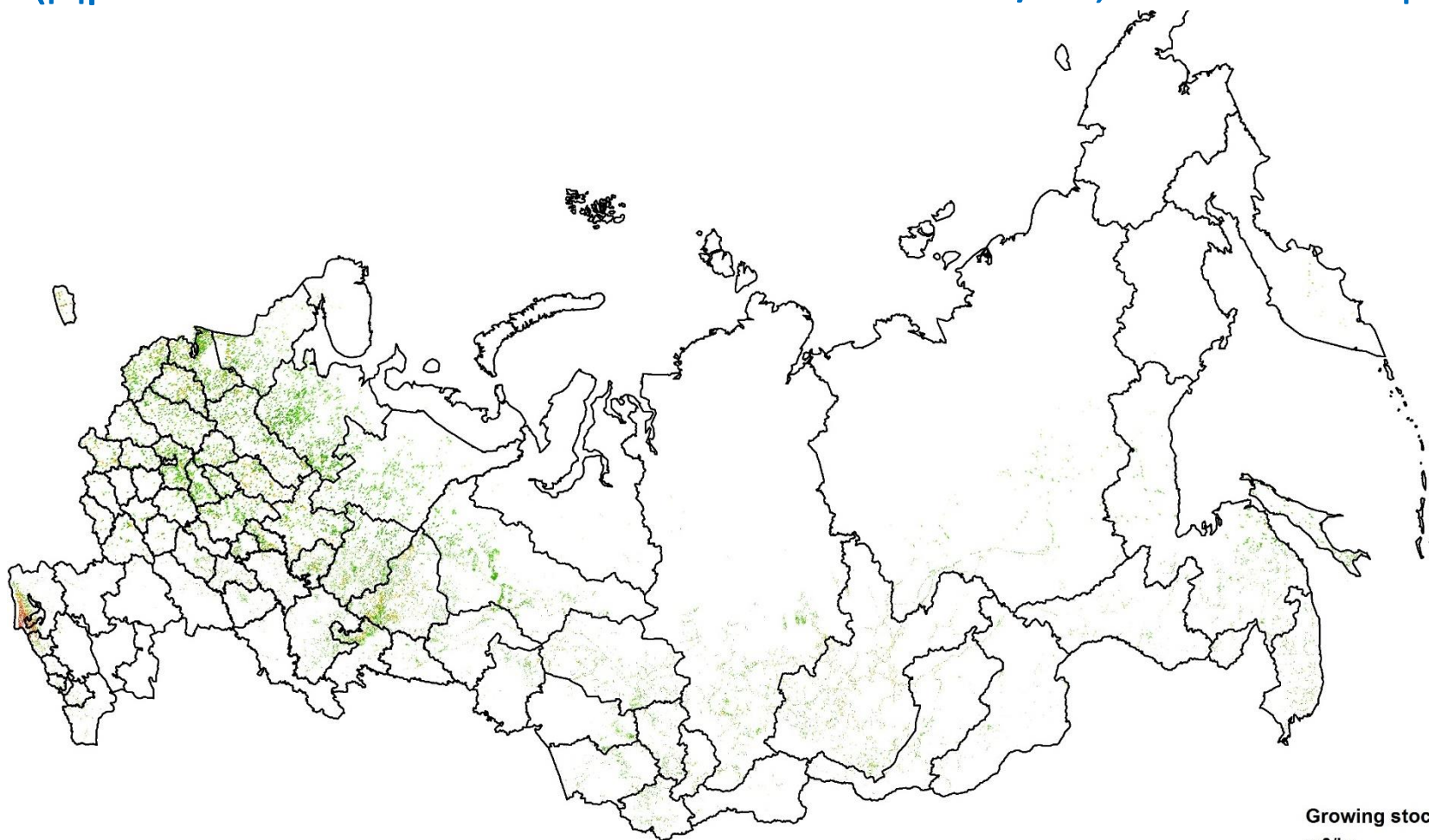
300 - 350





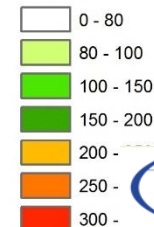
# Доступные запасы древесины в 2015 г.

(древостои с запасом больше 80 м<sup>3</sup>/га, 1000 м от дорог)



Growing stock, 2015

m<sup>3</sup>/ha



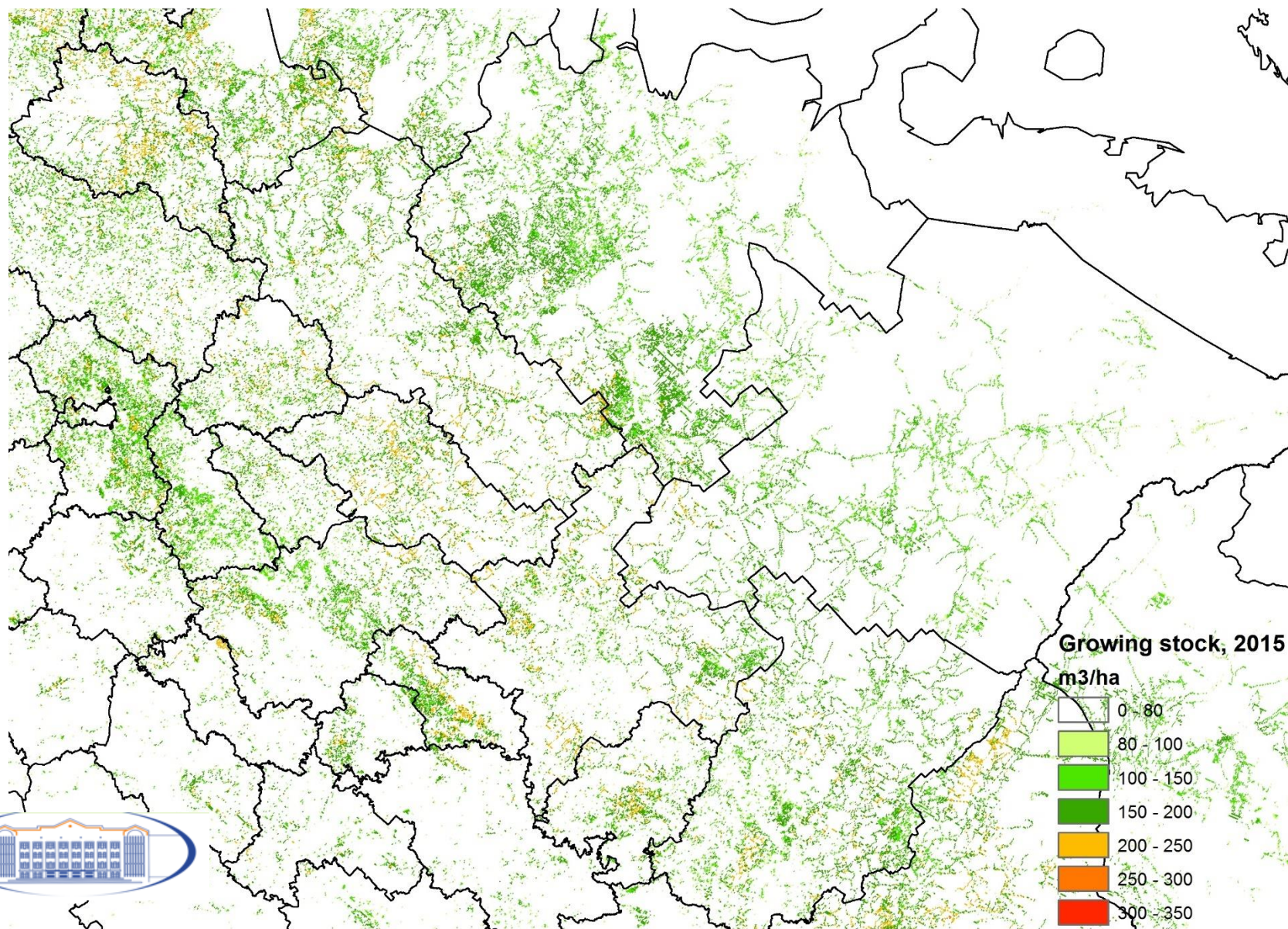
Большая часть существующих лесных ресурсов не доступна по существующей транспортной сети





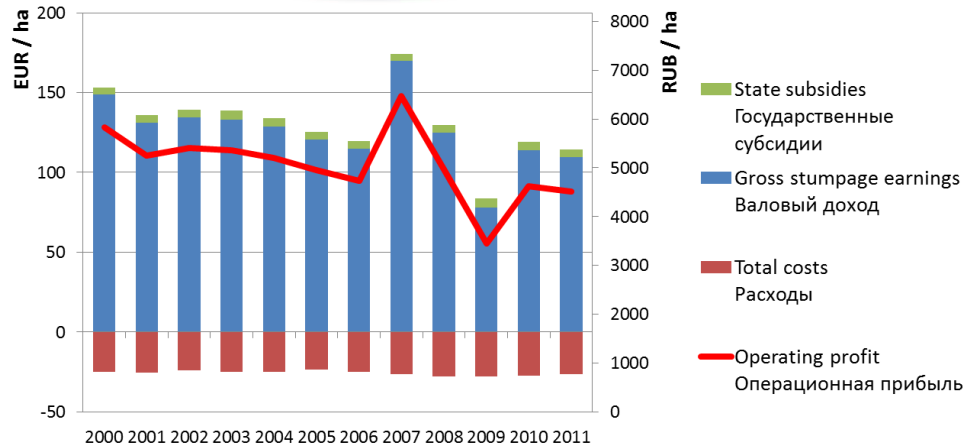
# Доступные запасы древесины в 2015 г.

(древостой с запасом больше 80 м<sup>3</sup>/га, 1000 м от дорог)



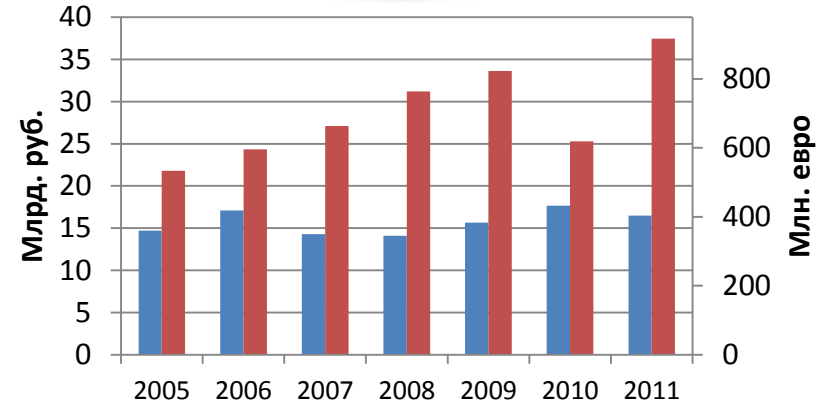
# Рентабельность лесного хозяйства

## ФИНЛЯНДИЯ



- Непромышленное частное лесное хозяйство прибыльное в Финляндии
- Основанное на интенсивном и устойчивом лесном хозяйстве

## РОССИЯ



- Income from forest use / Доход от лесопользования
- Total costs of forestry / Расходы лесного хозяйства

- К сожалению на федеральном уровне лесное хозяйство всё более убыточно
- Рентабельность на региональном уровне сильно зависит от субвенций



# Сколько можно заработать на интенсивном лесном хозяйстве?

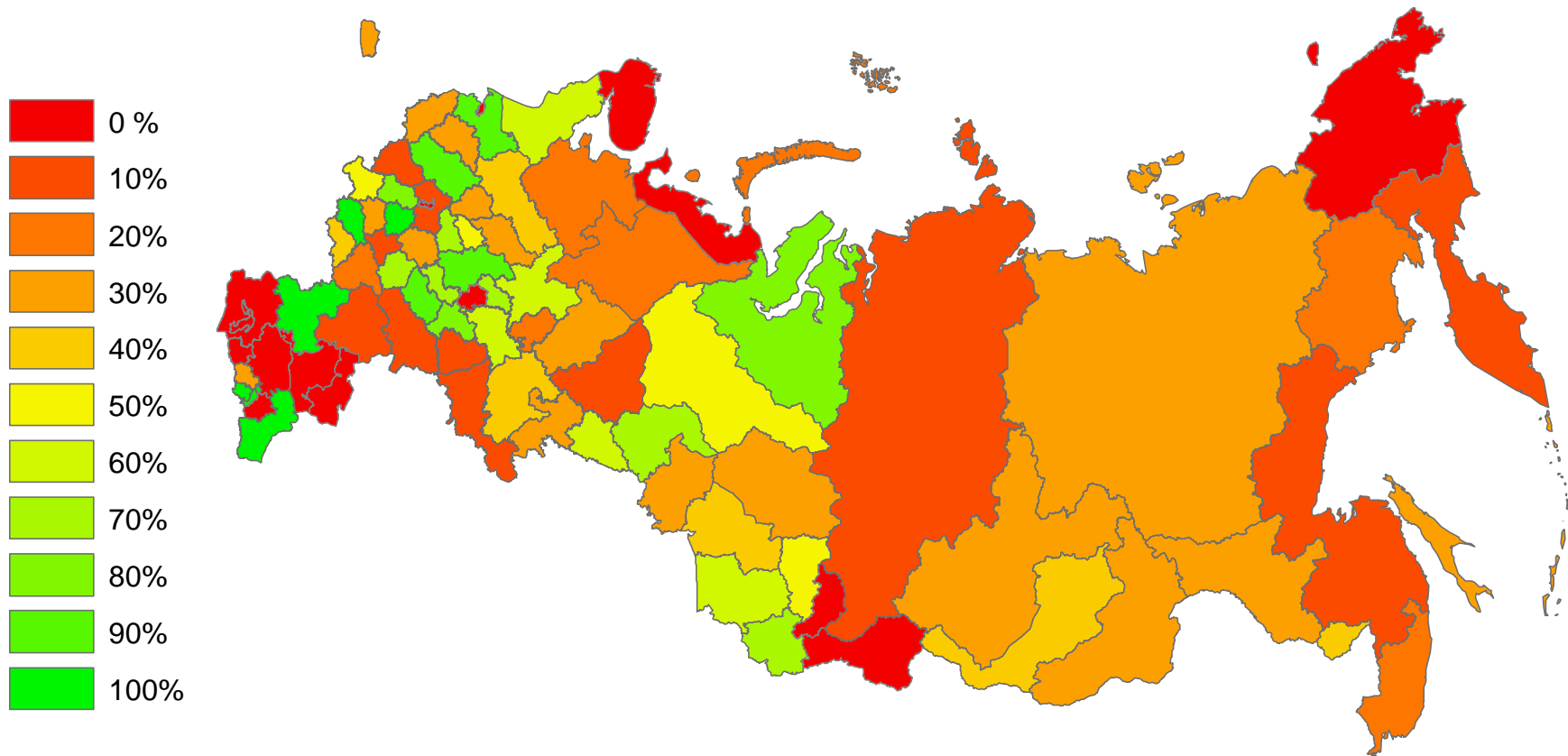
## КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ



# Информация о лесах

## устарела на 93% территории

Площадь лесов с актуальными данными, %



На **83%** территории Республики Коми возраст материалов лесостроительства превышает 10 лет





# ЧТО НЕОБХОДИМО?

**1. Принципиально новый метод инвентаризации лесов**

2. Технология долгосрочного прогнозирования спроса на древесину

3. Технология интегрирующая данные о существующих ресурсах и потребностях в древесине

4. Технология оптимизации вариантов ведения лесного хозяйства



# КАК ЭТО СДЕЛАТЬ?



1. Гиперспектральная мультяуголовая съемка лесов с беспилотника
2. Объединение данных съемки с космической съемки
3. Глобальная торговая модель прогнозирования лесного сектора на основе EFI-GTM
4. Программный продукт планирования ведения интенсивного лесного хозяйства



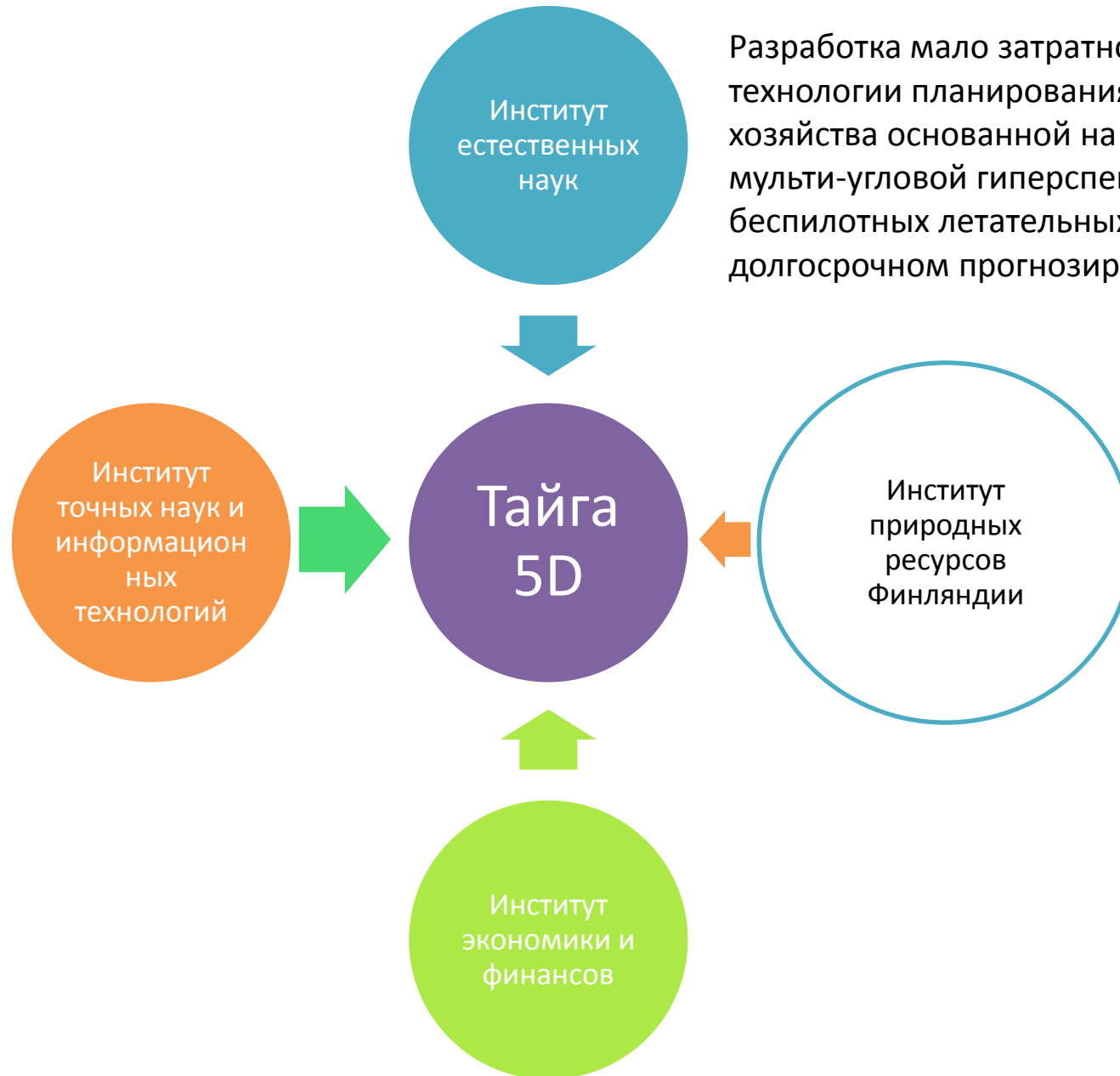
# ПРОЕКТ

- **Цель** совместных научных исследований - разработать новую экономически эффективную технологию получения высокоточной информации о лесных ресурсах и использования этой информации для повышения эффективности ведения лесного бизнеса
- **Источник финансирования:** Программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»
- Срок реализации: 2015 – 2016
- Бюджет: 32,87 млн. рублей
- Вклад Министерства образования и науки: 12,87 млн. рублей, по государственному контракту от «11» ноября 2015 г. № 14.586.21.0020
- Вклад Института природных ресурсов Финляндии: 20 млн. рублей
- Руководитель проекта – Лопатин Е.В.



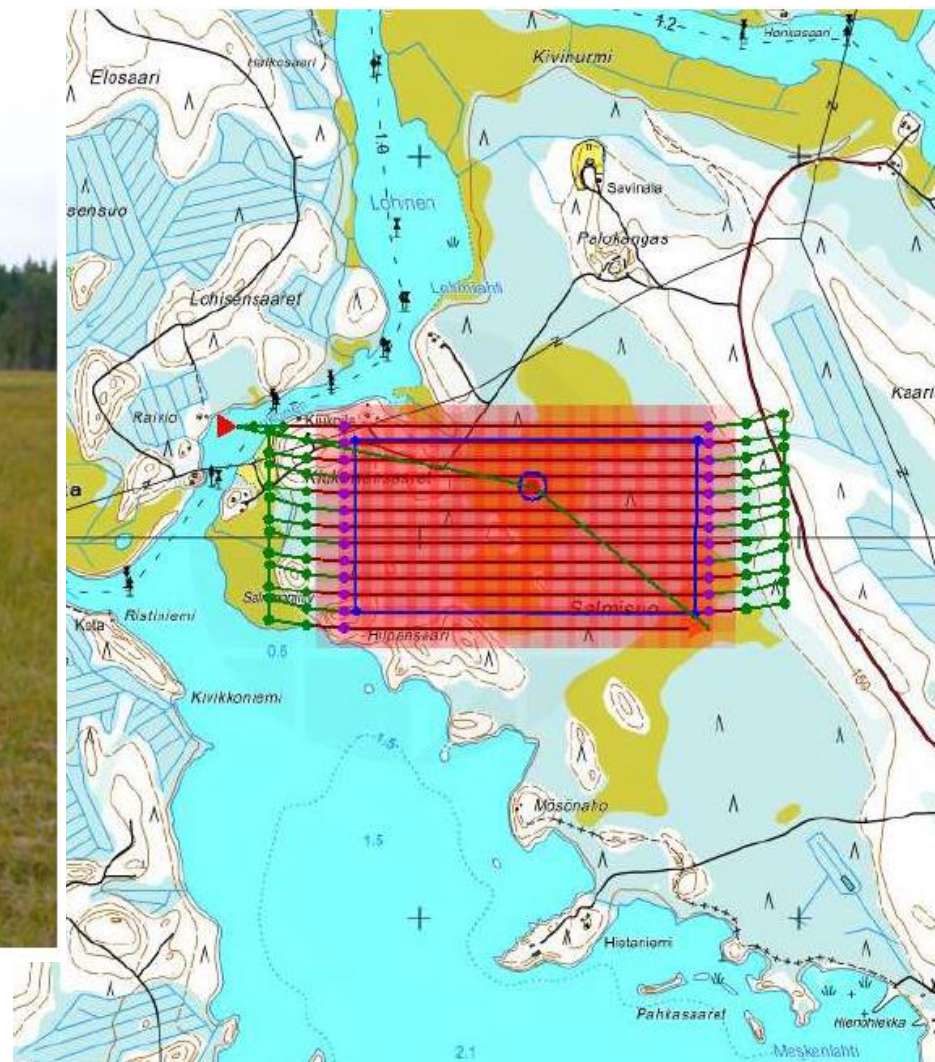


# Междисциплинарный международный научный проект

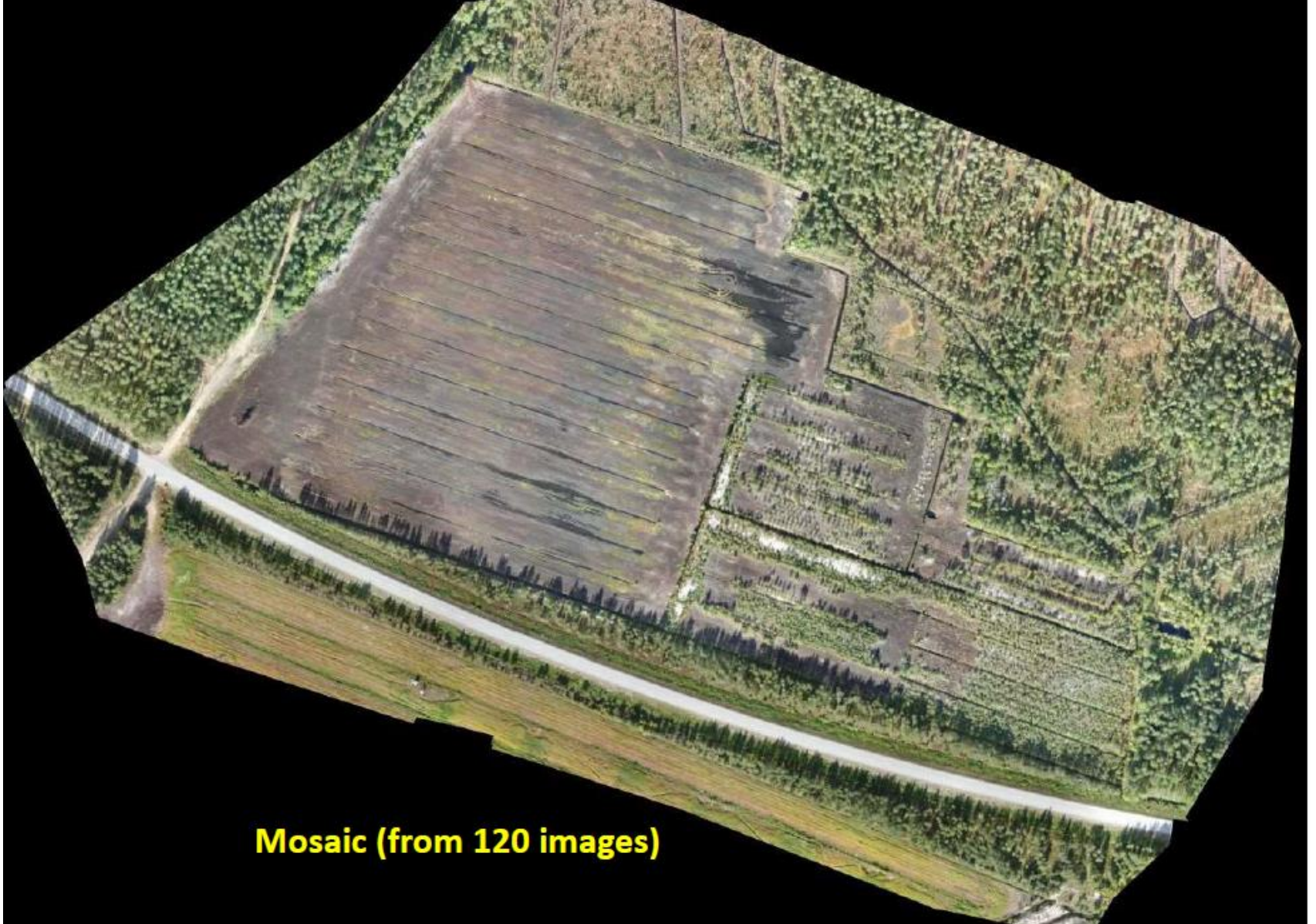


Разработка мало затратной высокоточной технологии планирования ведения лесного хозяйства основанной на «облачной» обработке мульти-угловой гиперспектральной съемки с беспилотных летательных аппаратов и долгосрочном прогнозировании лесного сектора









**Mosaic (from 120 images)**





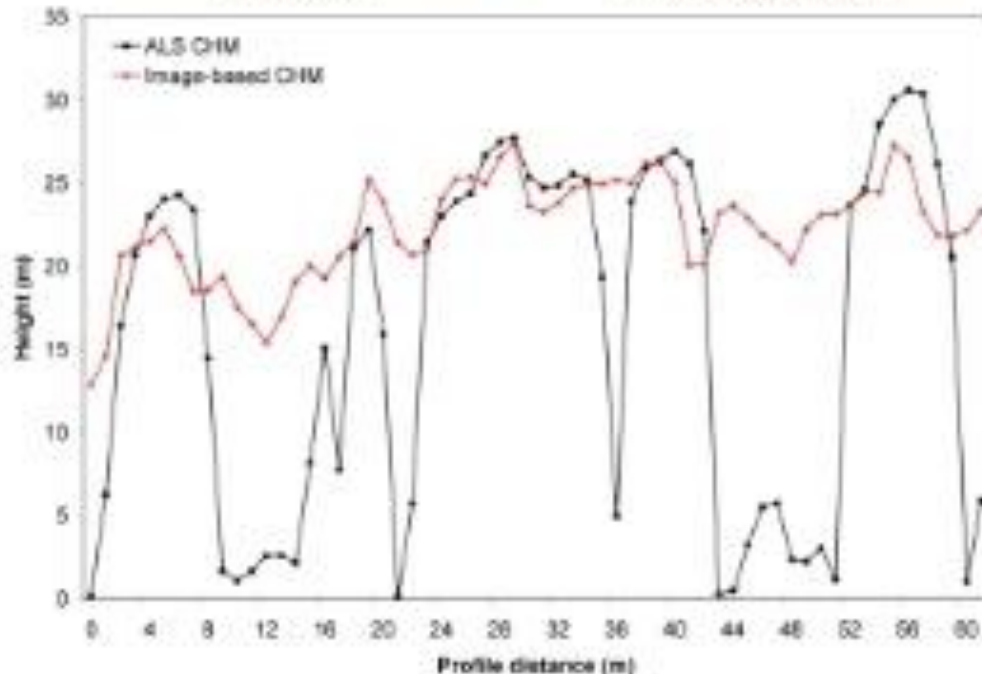
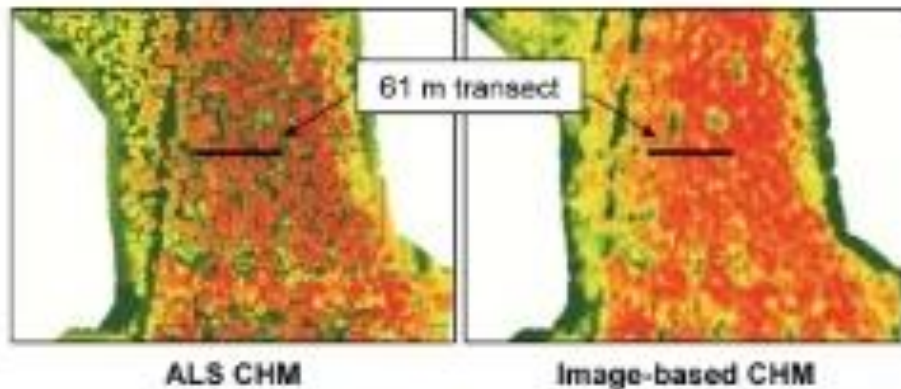
Красивые снимки.... НО





.... 3D модели низкого качества

# Первый опыт применения был не совсем удачный....



Источник: Järnstedt, J.; Pekkarinen, A.; Tuominen, S.; Ginzler, C.; Holopainen, M.; Viitala, R. Forest variable estimation using a high-resolution digital surface model. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. 2012, 74, 78–84.

Причины низкого качества облака точек:

- Низкое разрешение снимков (25 см. на пиксель)
- Малое перекрытие
- Съемка под 2-4 разными углами
- Данные в видимом диапазоне
- Не было возможности варьировать технологию проведения съемки в зависимости от структуры снимаемых объектов



# Появились еовые технические ВОЗМОЖНОСТИ...



- Стоимость беспилотников постоянно снижается
- Возможности получения снимков сверхвысокого разрешения (1 см на пиксель/точность привязки 2-4 см)
- Возможности управления углами съемки
- Профессиональные системы могут находиться в воздухе до 3 часов = 1 лесничество СЗ РФ можно снять за 2-3 полета
- Отсутствует:
  - Методика
  - Программное обеспечение для автоматизации процесса
  - Интеграция в процесс производства лесостроительных материалов в соответствии с ЛУ Инструкцией







# Материал и методика

## Тестовые полигоны

1. Окрестности г. Сыктывкара – 30 га, съемка 1 раз в недели, деревья измерены с точностью 2 см – X,Y,Z, H,D, D кроны
2. 1000 га = 1 квартал в аренде Монди (Коми)
3. Тестовые участки в аренде Группы Илим (Архангельская область, Братск)
4. Тестовое лесничество в Коми, 100 тыс. га
5. Тестовые участки в Финляндии с лазерным сканированием

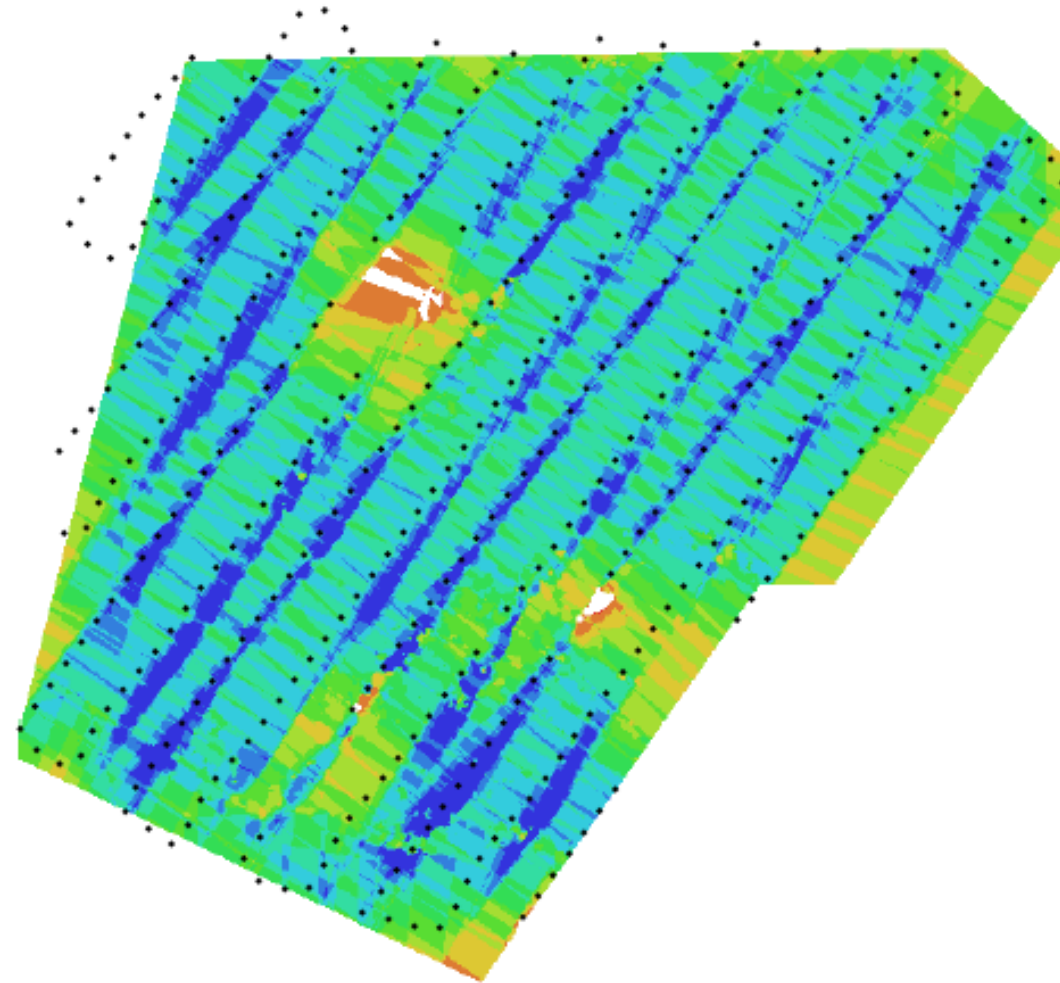


# Найденные методические решения (Апрель 2016)

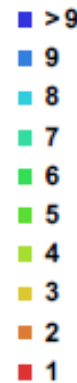
1. **Параметры съемки** (высота, углы, спектральные диапазоны) **рассчитываются** по космическим снимкам Landsat **до полета** по модели
2. Съемка в видимом и ик диапазонах, **разрешение 1 см/пкс, углы (8) и перекрытия варьируют** по спектральным характеристикам участка
3. Высокая **точность геопривязки (2-4 см)** снимков за счет высокоточного геодезического приемника на борту



# Пример результатов



200 м



- 1.8 см/пкс
- 5-8 снимков (углов)/м
- Плотность облака: 192 тчк/м<sup>2</sup>
- Точность геопривязки облака точек 4 см
- **Погрешность определения высоты деревьев (n=186):**

**+11 см**