

10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

**FORTECOM**

**iR&D  
CLUB**

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

Innopolis AI Conference for business. 17-18 августа 2023

# Применение ИИ при подготовке и реализации климатических проектов

Валиев Р.М. к.э.н.  
Профессор АВН

10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

# FORTECOM

iR&D  
CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

Уже сейчас можно использовать инструменты ИИ в борьбе с изменением климата. Речь идет об обработке большого объема данных и извлечении необходимой информации в режиме реального времени. Например, можно анализировать снимки со спутников, находить места вырубki лесов, зоны, которые подвержены затоплению, рассчитывать объемы биомассы и углеродный баланс антропогенных и природных экосистем.

## ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

### ВИЗУАЛЬНЫЕ КАРТЫ



Картирование и съемка  
3D-реконструкция  
Подсчет растений  
Нештатные и  
чрезвычайные ситуации

### ТЕРМАЛЬНЫЕ КАРТЫ



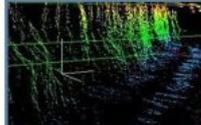
Тепловые карты  
Мониторинг животных  
Наблюдение и безопасность  
Температура воды  
Оценка водных ресурсов  
Чрезвычайные ситуации

### МУЛЬТИСПЕКТР



Состояние растений  
Качество воды  
Индекс вегетации  
Подсчет растений

### ЛИДАР



3D-моделирование  
поверхности  
Бурты и хагаты  
Неравномерности рельефа  
Оценка подтоплений  
Размер растений

### ГИПЕРСПЕКТР



Размер растений  
Качество воды  
Индекс вегетации  
Спектральные индексы  
Минеральные и  
биологические  
характеристики почвы

Расчет объема биомассы природных и антропогенных биосистем и является одной из ключевых задач, решаемых при реализации климатических проектов, реализуемых на принципах секвестрации (поглощения и консервации на длительный срок) парниковых газов.

10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

**FORTECOM**

**iR&D  
CLUB**

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

**Климатический проект** – комплекс мероприятий, направленных на сокращение выбросов парниковых газов либо увеличение их поглощения.

**Углеродная единица** - верифицированный результат реализации климатического проекта, выраженный в массе парниковых газов, эквивалентной 1 тонне углекислого газа.

**Реестр выбросов парниковых газов** - государственная информационная система, содержащая отчеты о выбросах парниковых газов.

**Верификация результатов реализации климатического проекта** - проверка и подтверждение сведений о сокращении (предотвращении) выбросов парниковых газов или об увеличении поглощения парниковых газов в результате реализации климатического проекта.

В Российской Федерации климатическая повестка регулируется Федеральным законом от 02.07.2021 N 296-ФЗ "Об ограничении выбросов парниковых газов", а также подзаконными нормативными правовыми актами.

10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

# FORTECOM

iR&D  
CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ ВАЛИДАЦИЯ, ВЕРИФИКАЦИЯ, РЕГИСТРАЦИЯ



Технологии ИИ используются во всей цепочке мероприятий, связанных с реализацией климатических проектов.

10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

# FORTECOM

iR&D  
CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

Для оценки получаемого объема углеродных единиц используются различные инструменты и методы моделирования, основанные на технологиях ИИ. В мировой практике (США и Канада, Европа, Китай) накоплен большой опыт применения прикладных калькуляторов углеродного бюджета экосистем:

- EX-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT)
- Carbon Benefits Project, разработанная в рамках Программы ООН по окружающей среде (UNEP)
- Калькуляторы на основе модели CBM-CFS3 (Лесная служба Канады, также используется Европейским Союзом в рамках проекта EU Science Hub - JRC Data Catalogue)

**Существует также отечественные методики:**

- Балансовые модели семейства РОБУЛ Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов, основанных на модели CBM-CFS3, применяются при формировании Национального кадастра антропогенных выбросов для территории России
- Модели DVGM, основанные на модели LPJ-GUESS, применяются для территории России в рамках проекта «Интегральная земельная информационная система» (ИЗИС) Международного института прикладного системного анализа IIASA

10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

# FORTECOM

iR&D  
CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

Облачная платформа моделирования развития лесов (FSOS, Канада) позволяет выполнить сценарное моделирование секвестрации CO2 при использовании различных технологий лесоустройства

## ← Scenarios comparison

Help

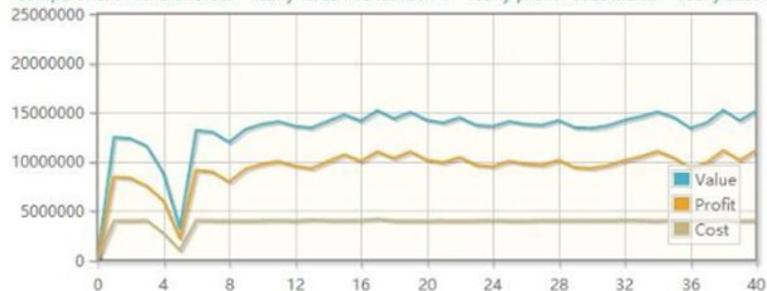
### Target achievement

Target	Harvest volume target and achievement
	Harvest area target and achievement
Distribution	Harvest profit target and achievement
	Extended treatment target and achievement
Reports	<input checked="" type="checkbox"/> Harvest cost and profit
	Extended treatment cost and profit
Carbon	Carbon in forest and wood product (Method 1)
	Carbon in forest and wood product (Method 2)
Map	Veg type targets and achievement

Main scenario: SimScenario1

### Harvest cost and profit

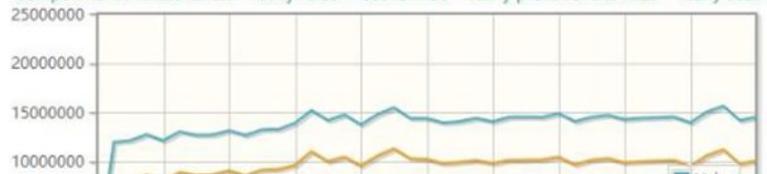
Compartment : Whole forest - Yearly value : 13469959.74 - Yearly profit : 9528488.33 - Yearly cost :



Compared scenario: OptScenario1

### Harvest cost and profit

Compartment : Whole forest - Yearly value : 13996571.53 - Yearly profit : 9754514.23 - Yearly cost :



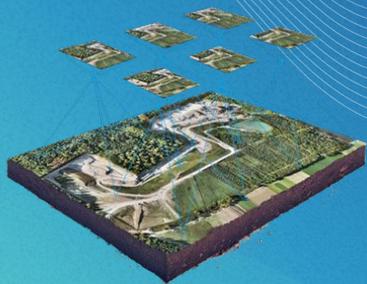
10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

# FORTECOM

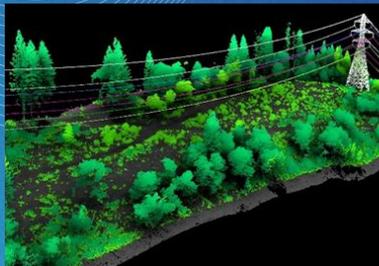
# iR&D CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

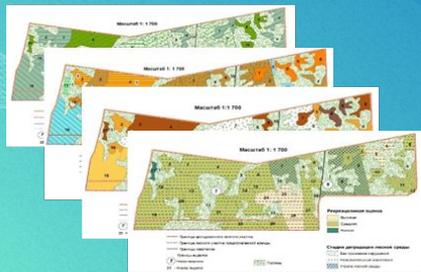
На сегодняшний день фактически «стандартом» отрасли становится обработка больших объемов данных, получаемых при помощи лидаров, мультиспектральных и гиперспектральных камер.



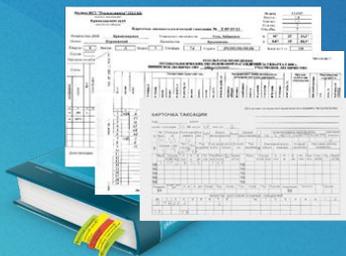
БПЛА-аэрофотосъемка



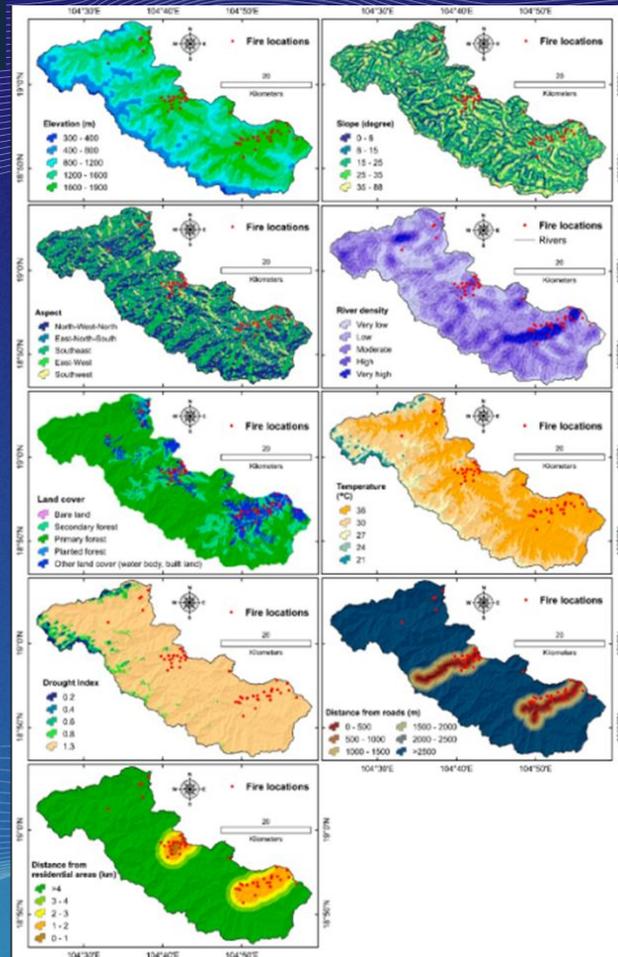
Воздушное лазерное и  
ГС-сканирование



3-D моделирование  
распределения  
биомассы экосистем



Нахождение корреляций  
«нижних» и «верхних»  
данных



10010111  
10R1E10M  
FORTECOM  
FORTECOM

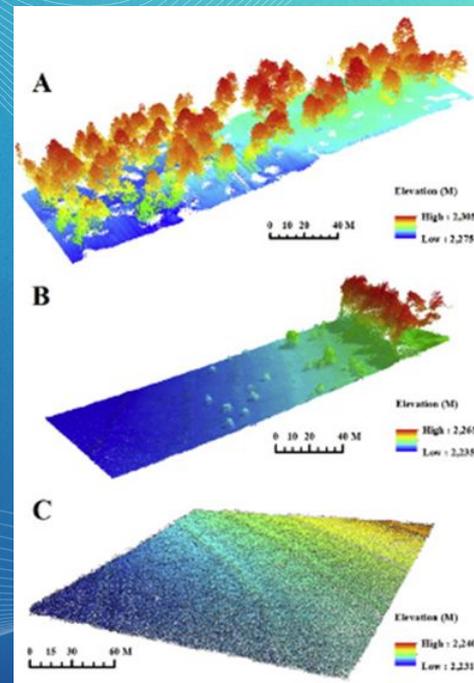
# FORTECOM

iR&D  
CLUB

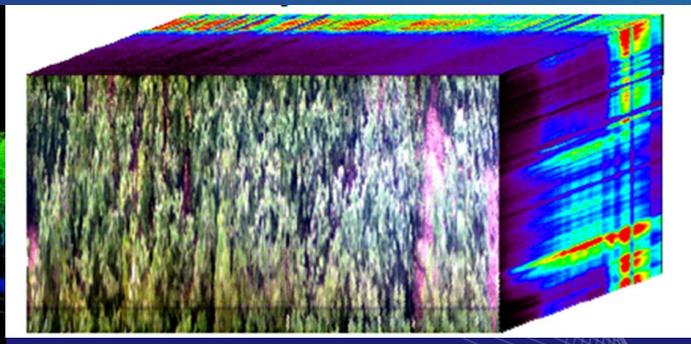
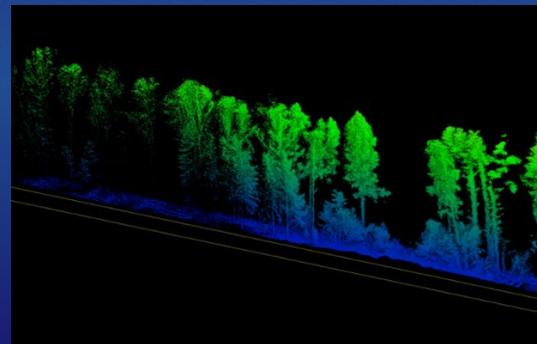
КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

Методика (предварительная) комплексного сбора и обработки гиперспектральных, RGB и лидарных данных позволяет выявлять значимые параметры для расчета биомассы:

- Породный состав
- Высота
- Диаметр ствола
- Диаметр кроны
- Высота начала кроны



Объединение гиперспектральных и лидарных данных позволяет существенно повысить точность определения указанных параметров.



10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

# FORTECOM

iR&D  
CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ



Воздушное лазерное сканирование (ВЛС, лидар) и гиперспектральная съемка выполнялись с беспилотного воздушного судна (БВС) Luftera LQ-5



Цифровая фотосъемка в видимом спектре выполнялась с беспилотного воздушного судна (БВС) Luftera LQ-4



Для выполнения ВЛС использовался мобильный лазерный сканер Luftera LS-100. Гиперспектральная съемка выполнялась при помощи гиперспектральной камеры Cubert S185. Спектральный диапазон составляет 450-950 нм, количество спектральных каналов - 125.

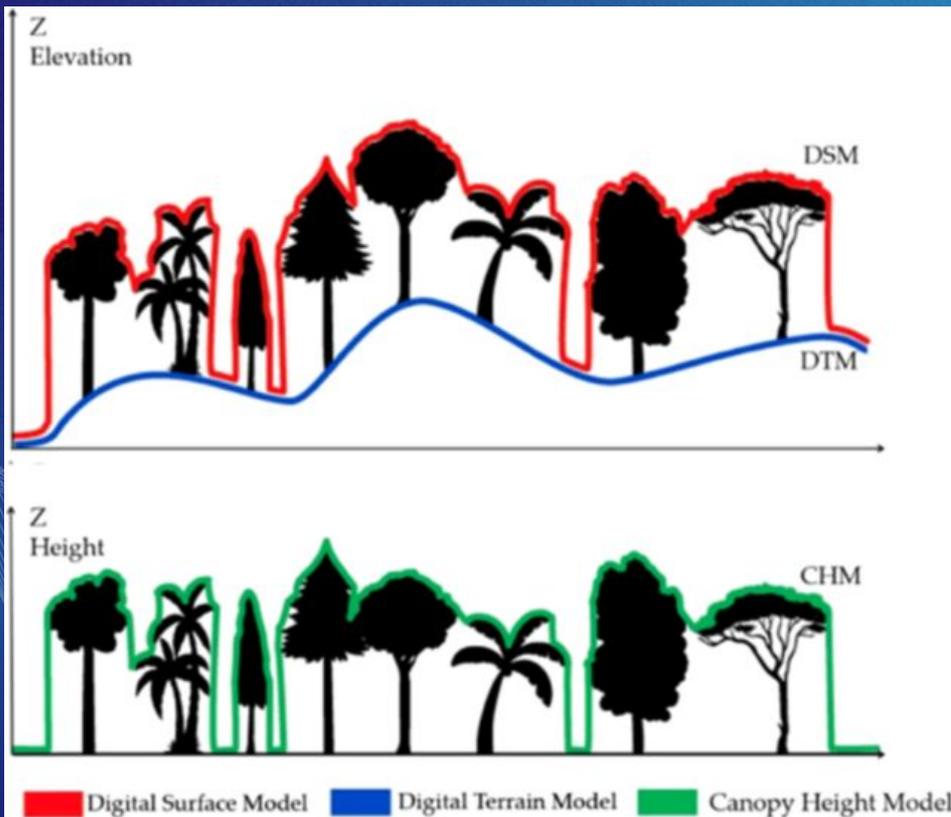
Полеты выполнялись преимущественно в спокойной атмосфере на двух высотах: 60 - 70 м и 120 – 130 м с горизонтальной скоростью не более 3 м/с и 6 м/с соответственно для обеспечения достаточного перекрытия при интервале съемки 1 кадр в секунду и минимизации смаза.

10010111  
10R1E10M  
FORTECOM  
FORTECOM

# FORTECOM

iR&D  
CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ



Последовательность выполнения операций: создание цифровой модели высот кроны; выделение отдельных деревьев и соответствующая оценка точности.

10010111  
10R1E10M  
FOR1E10M  
FORTECOM

# FORTECOM

iR&D  
CLUB

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

Формирование обучающих выборок привязывалось к данным RGB съемки, с последующей проекцией на лидарные и гиперспектральные данные.



По результатам обработки и сравнительного анализа данных наземной таксации и данных, полученных с БПЛА с достаточно высокой точностью (более 88%) определены основные параметры древостоя – породный состав, высоту, диаметр кроны, диаметр ствола и высоту начала кроны.

Это позволяет расчетным методом определить запасы биомассы и количество секвестрированного углерода биоценозом.

10010111  
10R1E10M  
FOR1ECOM  
FORTECOM

**FORTECOM**

**iR&D  
CLUB**

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

**Нам необходимо как можно больше сырых данных, хороших и разных, но самое главное, привязанных к реальной ситуации «на земле»**

10010111  
10R1E10M  
FORTECOM  
FORTECOM

**FORTECOM**

**iR&D  
CLUB**

КЛУБ ДИРЕКТОРОВ ПО НАУКЕ И  
ИННОВАЦИЯМ

Спасибо за внимание

Валиев Р.М.

[r.valiev@forte-com.ru](mailto:r.valiev@forte-com.ru)

+7 916 701 3970

<http://forte-com.ru/>

<http://irdclub.ru/>