

# Моделирование лесных ресурсов в Финляндии

Институт природных ресурсов Финляндии  
(Luke)

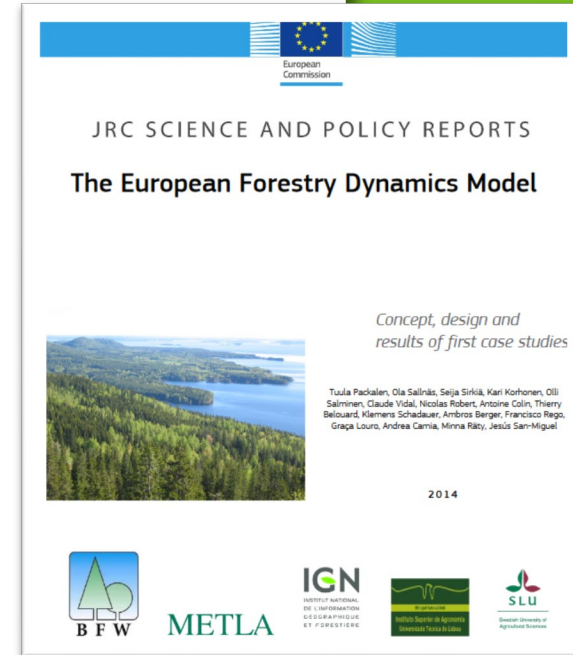
Minna Rätty

Hannu Hirvelä

# Европейская модель динамики лесного хозяйства (EFDM)

**Модель:** Модель цепочки Markov

- Зонально привязанная матричная модель
- Разработана Luke (Metla) и SLU для JRC (Объединенный исследовательский центр)
- Протестирована в нескольких Европейских странах
- Использована, например, в DIABOLO:  
<http://diabolo-project.eu/>



Packalen et al. 2014. The European Forestry Dynamics Model: Concept, Design and Results of First Case Studies; JRC Science and Policy Reports; EUR 27004;

DOI: [10.2788/153990](https://doi.org/10.2788/153990)

## Требования к данным (для Европейской динамической модели л/х EFDM)

- Зависит от желаемого уровня детализации или доступности данных: от выборочных данных кадастрового участка до статистики
- Включая:
  - **Степень:** Область леса, стратифицированная по разным типам леса
  - **Структуру:** Классифицирована по типу *объем – возраст/количество стволов*
  - **Рост:** Развитие леса – или с pairdata от двух разных кадастров или смоделировано
  - **Управление:** какие действия и когда применяются? как они влияют на классы *объем- возраст/количество стволов*
  - **Коэффициенты результативности:** преобразовать области в объемы, биомассу...

# Реализация (EFDM)

**Реализация с нуля** занимает от пары недель до нескольких месяцев работы для 1-2 человек

**Преимущество:** легко использовать после первой имплементации

**Время на модификацию сценария зависит от изменений**

- Изменение выходной переменной в сопоставлении с изменением в классификации леса
  - Первое не требует многого
  - Второе: практически все потребует модификации

# Доступность (EFDM)

Для ПК, открытый источник R функции

Оригинальные коды:

- <https://github.com/ec-jrc/efdm> (матрица объем-возраст)
- <https://github.com/ec-jrc/efdm-nea> (матрица объем-стволы)

Новая разработка, сделанная в Финляндии, R пакет:

- <https://github.com/mikkoku/efdm>
- объем-возраст-ствол в одном использовании
- Позволяет изменить показатели землепользования и тип леса
- **Возможна поддержка**

# Использование и Изменение Климата (EFDM)

Используется в качестве инструмента сценария для поддержки стратегии :

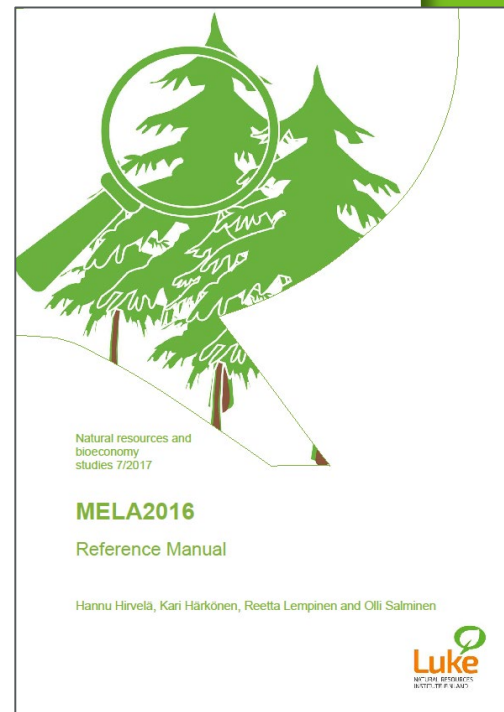
- 1) Будущие лесные ресурсы, биомасса и производство древесины
- 2) Влияние *альтернативных методов ухода за лесами* и *защита биоразнообразия* и производство древесины
- 3) Показатели, связанные с углеродом

Реализация по изменению климата зависит от пользователя. Возможны связи с др.моделями.

# MELA System (MELA)

**Модель:** Инструмент для анализа крупномасштабных сценариев в Финляндии

- Разработано Luke (Metla)
- Первая официальная версия MELA96, текущая версия MELA2016
- Основана на моделировании и оптимизации, модель, разработана для уровня дерева
- Используется при анализе на национальном и региональном уровнях в Финляндии, например, в Национальном плане учета лесного хозяйства в Финляндии (2019)



Hirvelä, H., Härkönen, K., Lempinen, R. & Salminen, O. 2017. MELA2016 Reference Manual. Natural resources and bioeconomy studies. 7/2017. 547 p. ISBN 978-952.326-1 (Online). <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-358-1>

# MELA: Моделирование и оптимизация



Насажение/  
данные ПП НИЛ  
и на уровне дерева

MELASIM моделирование насаждения  
включая модели для

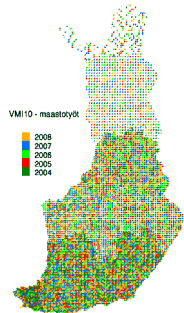
- **автоматическое** создание опций
- Природных процессов/  
государственный мониторинга
- уход и **экономика**
- **тысячи** переменных решений

MELAOPT/JLP Оптимизация

- Оптимизация на региональном  
уровне и на уровне предприятия

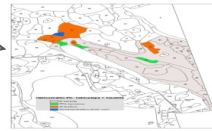
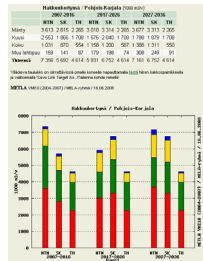
Региональный отчет и отчет  
предприятий

Отчет по месту насаждения



Опытный  
участок  
Национальная  
Инвентаризация  
леса

**Пользователь определяет:**  
Действия по управлению  
Цены, затраты  
Дисконтные ставки  
Цели для  
региона/предприятия  
И так далее.



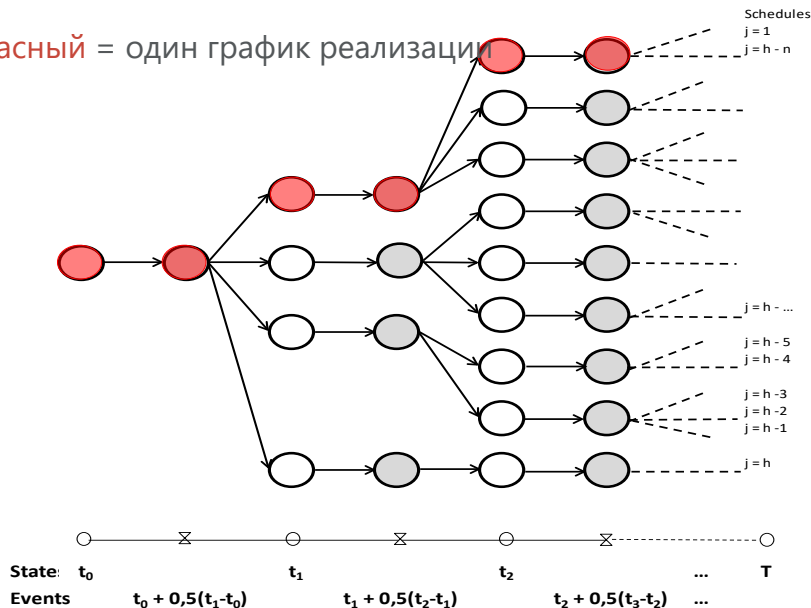


# Моделирование в системе MELA

Большое количество альтернативных графиков для каждой единицы управления

(насаждение/ пробная площади т.д.) – смоделированная схема возможных графиков

Красный = один график реализации



Мероприятия

- Контроль за молодыми насаждениями
  - Прореживание на основе количества или базальной площади
    - пиломатериалы, балансовая древесина и/или энергетическая древесина
  - Главная рубка
    - пиломатериалы, балансовая древесина и/или энергетическая древесина
  - Подготовка поверхности почвы
  - Очистка зоны регенерации
  - Регенерация сосны, ели или березы
- Удобрение
- Дренаж
  - Без обработки

# Требования к данным (MELA)

Данные о лесах описываются как совокупность единиц управления

- Единица управления
  - Лесонасаждения, пробные площади + спутниковые изображения выборочных участков и т.д.
- единица управления включает:
  - Показатели уровня насаждений (площадь, владелец, координаты, дата составления кадастра, категория землепользования, тип лесного участка, предыдущие методы ухода...)
  - Страта/ переменные показатели на уровне деревьев (количество, породы деревьев, базальная площадь, диаметр, высота, возраст...)
  - Три формата входных данных (RSD, RSU, XML)
  - RSD and RSU MELA-specific
  - XML широко используется частным сектором в Финляндии

# Реализация (MELA)

- Время реализации с нуля зависит от, например
  - Конвертации информации в формат MELA
  - Типа и деталей анализа сценария
  - Уровня экспертных знаний в области планирования л/х деятельности и оптимизации
- Нет готовых к использованию сценариев
- Стандартные процедуры MELA контролируются параметрами
  - Большинство имеют значения по умолчанию
  - Примеры определений параметров (Справочное руководство)
  - Нет графического интерфейса пользователя - определения сохраняются в текстовые файлы
- Время модификации сценария зависит от изменения
- Изменения в задаче моделирования и/или оптимизации

# Доступность (MELA)

- Приложение для ПК
  - Основано, главным образом, на исходном коде Fortran
  - Windows, Linux
- Коммерческое применение – нет открытых исходных кодов
- MELA создана только для условий Финляндии
  - Модели (рост и подобные естественные процессы, время на уход)
- Поддержка
  - MELA Справочное руководство <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-358-1>
- MENU проект (2019-2022)
  - Цель: Система с открытым исходным кодом следующего поколения

# Использование и изменение климата (MELA)

- Используется в качестве инструмента сценария для анализа крупномасштабного планирования управления, оценки возможностей лесозаготовок и поддержки процессу принятия решений
  - Будущие лесные ресурсы, биомасса и поставки древесины
  - Анализ воздействия: изменения в землепользовании, уходы и т.д.
  - Прочие продукты леса -> ягоды, покрытие травой, лишайник, ...
  - Модели биомассы -> биомасса (углерод) в растущих запасах
- Модель Yasso07 -> оценка почвенного углерода на минеральных почвах
  - Требуются надежные первоначальные значения почвенного углерода, а не стандартные значения
- Результаты расчетов содержания углерода во внешней почве
- Осуществление мер в связи с изменением климата зависит от пользователя
- **Уровень роста деревьев может быть изменен**

# Thank you!

