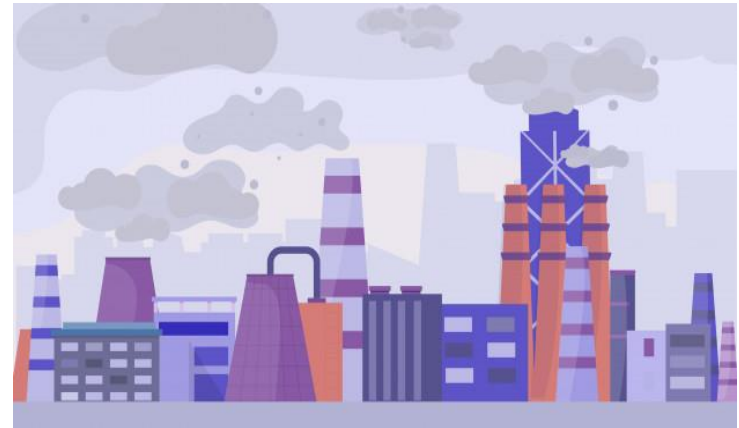


Modeling low carbon transitions: industry and transport



Igor Bashmakov
Center for Energy Efficiency - XXI

www.cenef.ru 8 (499) 120-9209

We spend our energy to save yours!



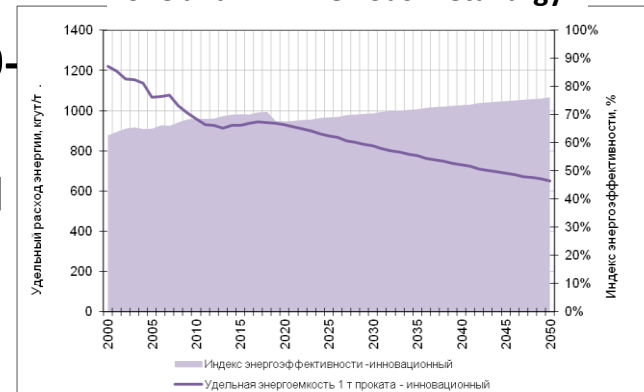
Model for industry - INDEE-moD



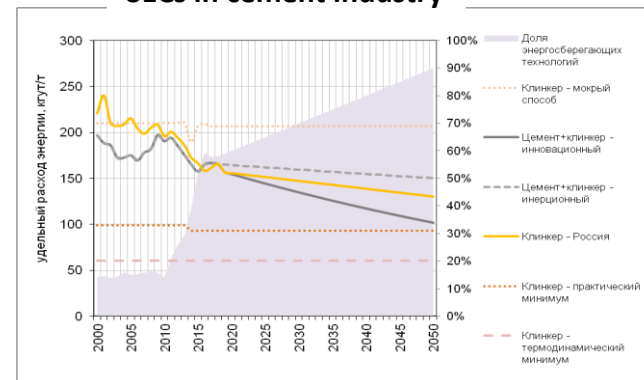
Model for industry - INDEE-MOD

- ➔ Detailed engineering simulation model. Parameters are calibrated based on data for 2000-2019
- ➔ Estimates production of energy intense industrial products and related specific energy use, as well as cross-cutting technologies depending on:
 - ➔ Interconnected evolution of technological structure for individual products
 - ➔ Selection of capacity modernization rate
 - ➔ Selection of BATs EE parameters for new capacity additions
 - ➔ Circularity of economy - rate of secondary products use (scrap, waste paper, etc.)
- ➔ Projections of new capacity commissioning are based on products demand growth and old capacity retirement rates
- ➔ Macroeconomic inputs are from ENERGYBAL-GEM-2050
- ➔ INDEE-MOD outputs (production and SECs) are inputs to ENERGYBAL-GEM-2050

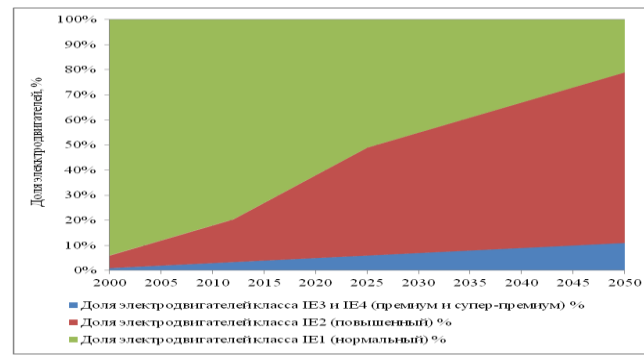
SEC and EEI in ferrous metallurgy



SECs in cement industry



Electric drivers by efficiency rating



Модель промышленности - INDEE-MOD

- ➔ **Логика моделирования: основа модели технологии, продукты или системы производства взаимосвязанных продуктов и типовое промышленное оборудование**
- ➔ **Продукты могут производиться по разным технологиям**
- ➔ **В модели ENERGYBAL-GEM-2050**
 - ➔ **Функции суммарного спроса на энергию по каждому продукту**
 - Объем производства
 - Технологический фактор
 - Загрузка производственных мощностей
 - Средняя цена на энергоресурсы, на которую влияет цена углерода
 - ГСОП
- ➔ **Функции спроса на отдельные энергоносители по каждому продукту:**
 - показатели качества энергии
 - ценовая конкуренция
- ➔ **В модели INDEE-MOD определяются:**
 - ➔ **Перечень технологий для производства продуктов**
 - ➔ **Взаимосвязанные объемы производства продукции, которые зависят от выбора технологий**
 - ➔ **Динамика удельных расходов энергии и интегральных показателей энергоэффективности**

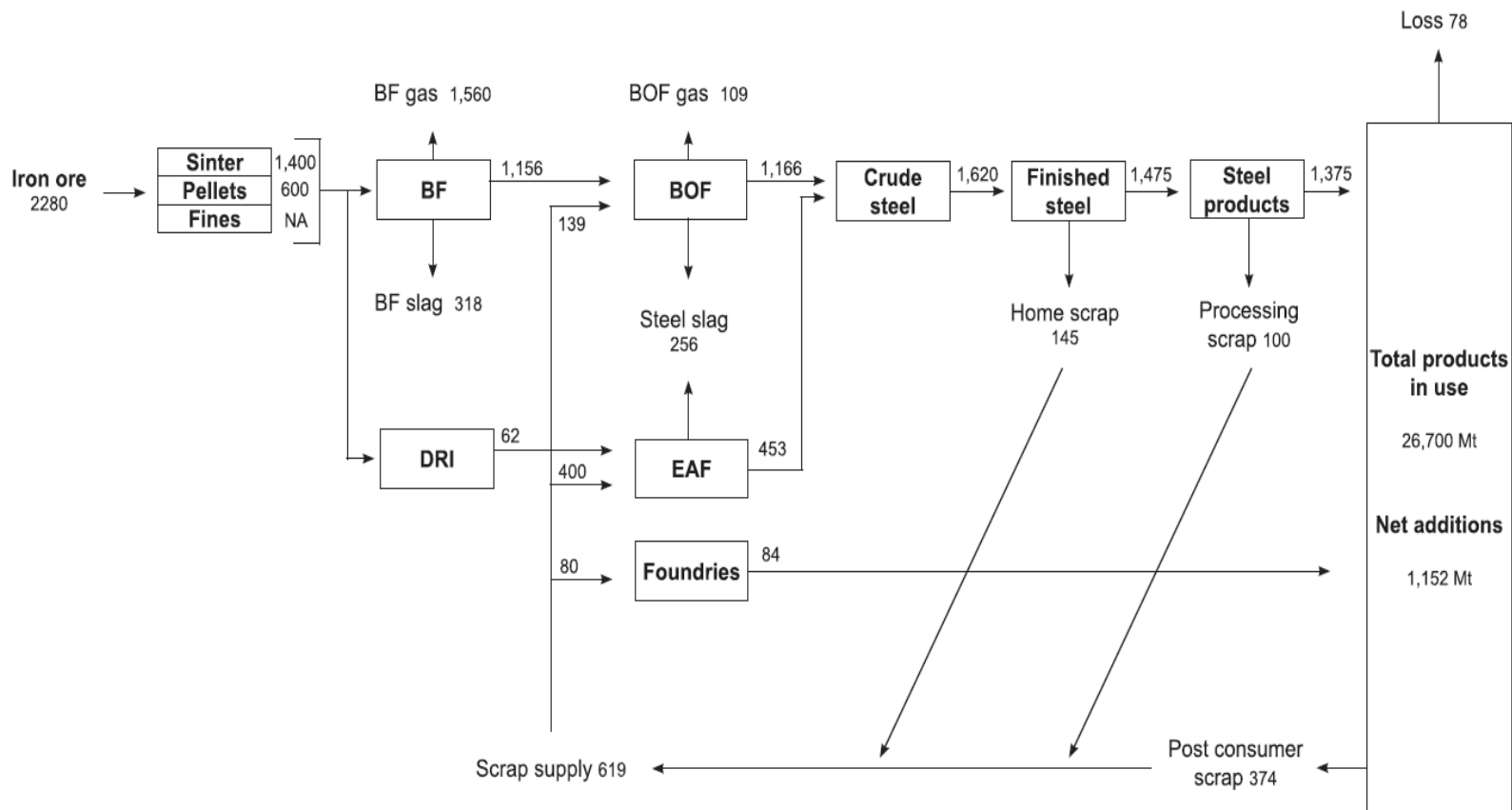


Перечень продуктов и типовых технологий

- ➔ Добыча нефти
- ➔ Добыча газа
- ➔ Добыча угля
- ➔ Первичная переработка нефти
- ➔ Переработка газа
- ➔ Руда железная товарная
- ➔ Агломерат железорудный
- ➔ Окатыши железорудные (окисленные)
- ➔ Кокс металлургический
- ➔ Чугун
- ➔ Сталь мартеновская и кислородно-конвекторная
- ➔ Электросталь
- ➔ Прокат черных металлов
- ➔ Электроферросплавы
- ➔ Горячебрикетиро-ванное и прямовосстановленное железо (ГБЖ и ПВЖ)
- ➔ Алюминий (первичный и вторичный)
- ➔ Глинозем
- ➔ Аммиак синтетический
- ➔ Минеральные удобрения
- ➔ Мочевина (карбамид)
- ➔ Каучук синтетический
- ➔ Целлюлоза
- ➔ Бумага
- ➔ Картон
- ➔ Цемент
- ➔ Клинкер
- ➔ Электродвигатели
- ➔ Системы пароснабжения
- ➔ Системы сжатого воздуха

По многим продуктам рассматриваются разные технологии их производства

Пример материальных потоков в черной металлургии



- ➔ В модели **INDEE-MOD** используются подобные схемы для взаимосвязанных производственных комплексов
- ➔ Например, потребность в коксе или чугуне определяется в зависимости от сочетания технологий производства стали
- ➔ По каждому продукту учитывается экспорт и импорт
- ➔ Учитывается использование вторичных материалов



Определение удельного расхода энергии

- По каждой технологии для каждого продукта определяются бенчмарки
 - ВАТ – наилучшая имеющаяся технология в мире
 - ВРТ – наиболее распространенная технология в мире
 - теоретический минимум
- В модели формируется баланс производственных мощностей:
 - выбытие ПМ - задается доля
 - модернизация ПМ - задается доля и возможность выбора параметров энергоэффективности – в основном - ВРТ
 - строительство новых ПМ - определяется в зависимости от роста экономики, спроса на основные конечные промышленные продукты (прокат, цемент, алюминий, удобрения и т.п.) и от изменений материального баланса отрасли. Есть возможность выбора ВАТ или ВРТ
- Значение энергоемкости в целом по продукту получается как средневзвешенное от энергоемкостей на оставшихся немодернизированных, модернизированных и новых мощностях
- В модель ENERGYBAL-GEM-2050 передаются:
- Годовые темпы снижения показателя энергоемкости продукта и взаимосвязанные объемы производства продуктов, которые используются в функциях спроса на энергию

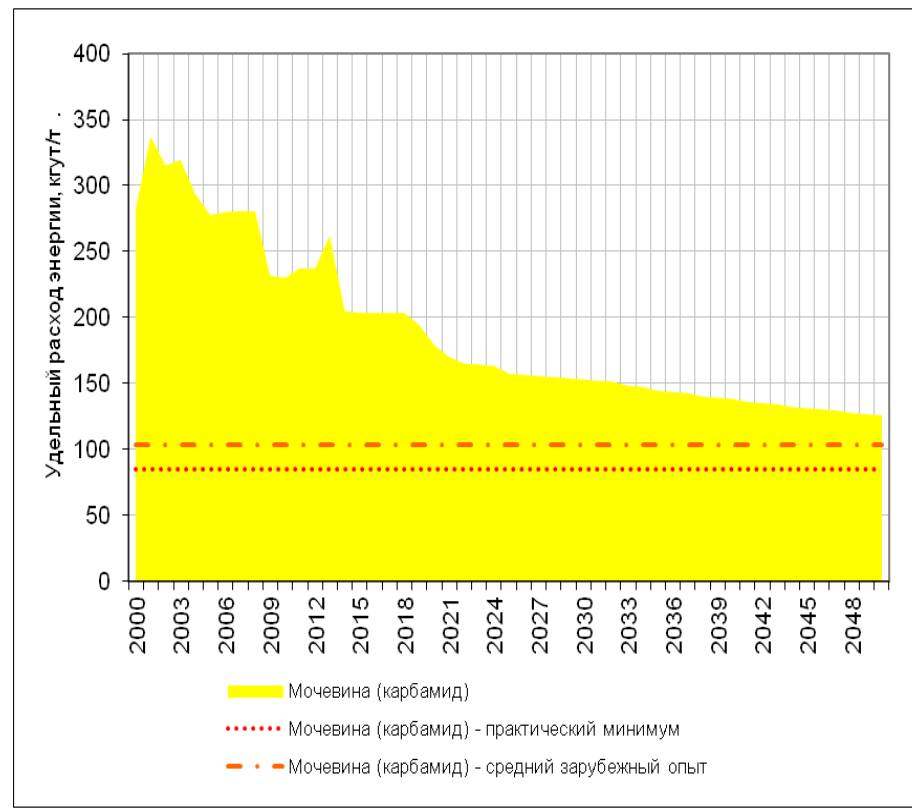


Динамика удельных расходов энергии и бенчмарки

Клинкер

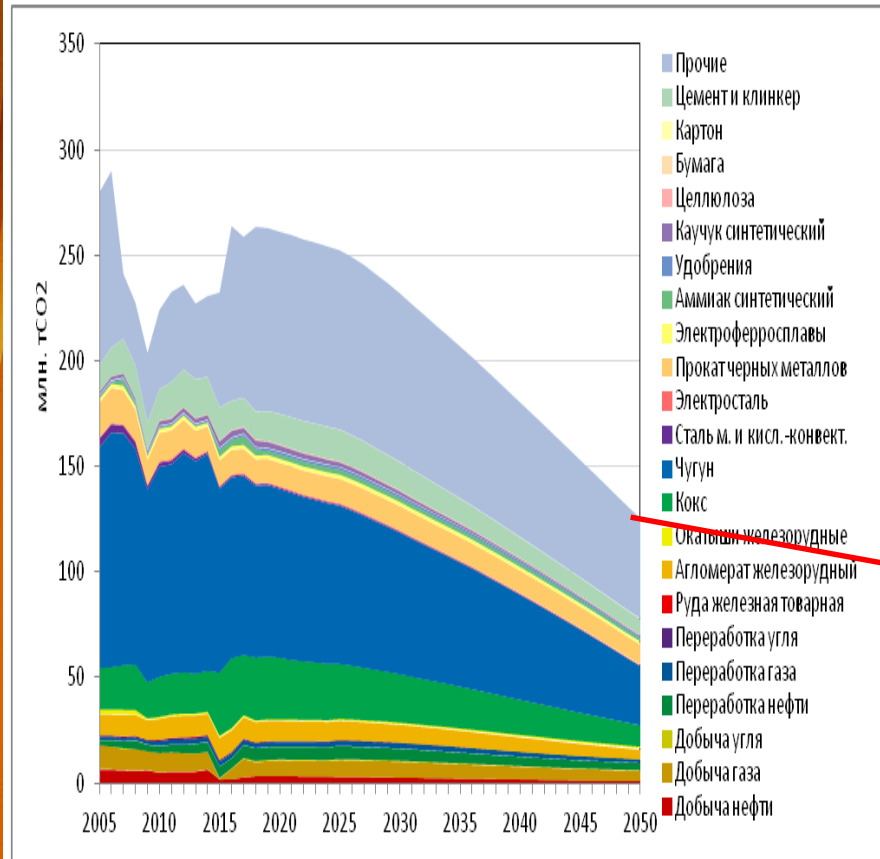


Мочевина

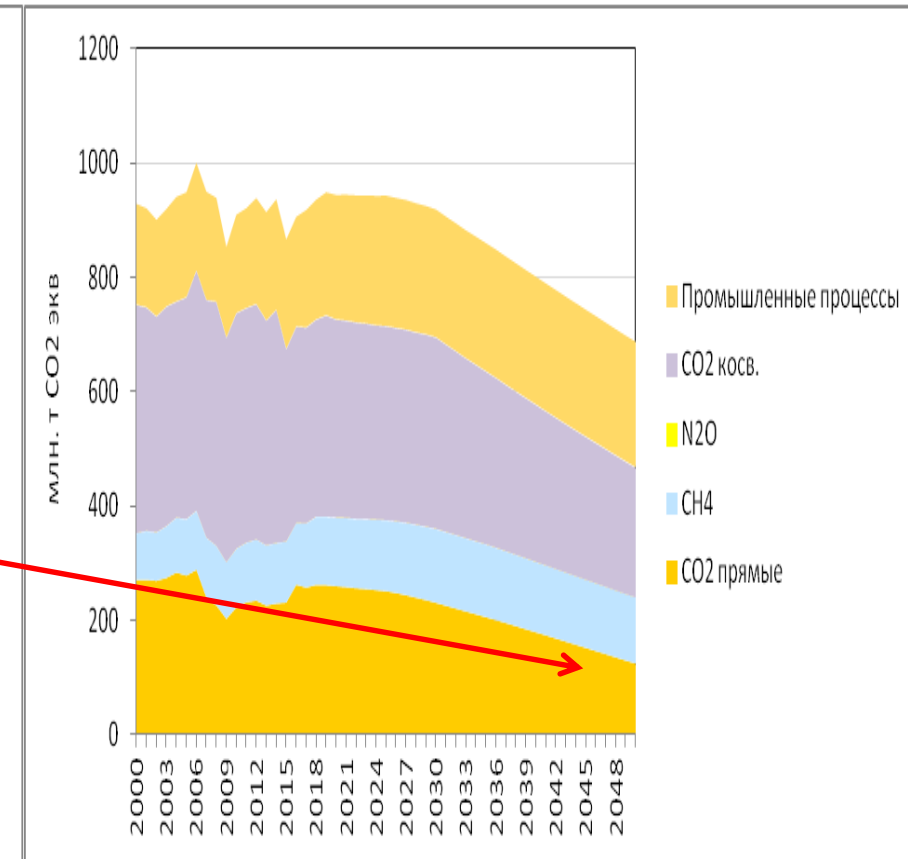


Выбросы ПГ определяются а модели ENERGYBAL-GEM-2050

Динамика прямых выбросов CO₂ в промышленности в сценарии «1,5 градуса»



Динамика прямых и косвенных выбросов всех ПГ в промышленности в сценарии «1,5 градуса»



Изменение технологической структуры позволяет снижать выбросы от промышленных процессов



Model for transport - TRANS-GHG



Model for transport - TRANS-GHG

- Detailed engineering simulation model. Parameters are calibrated based on data for 2000-2019
- Freight transport: 8 modes, including rail, oil and gas pipelines, water, trucks, air
- Passenger transport - 13 modes, including cars, buses, rail, light rail, water, air, bicycles
- Parameters modeled – freight and passenger turnover and structure, transportation infrastructure evolution, vehicle park dynamics and composition, fuel use, GHG emissions, other pollutants
- Macroeconomic inputs are from ENERGYBAL-GEM-2050 (for example freight turnover goes from INCEE-MOD to ENERGYBAL-GEM-2050 and TRANS-GHG)
- TRANS-GHG outputs are inputs to ENERGYBAL-GEM-2050



Модель транспорта TRANS-GHG

- ➔ В модели ENERGYBAL-GEM-2050 используются функции суммарного спроса на энергию по каждому из 4-х агрегированных видов транспорта
 - Транспортная работа
 - Технологический фактор
 - Загрузка производственных мощностей (трубопроводный и ж/д)
 - Средняя цена на энергоресурсы
 - ГСОП
- ➔ Функции спроса на отдельные энергоносители по каждому продукту:
 - показатели качества энергии
 - ценовая конкуренция
- ➔ В модели **TRANS-GHG** определяются:
 - ➔ Объемы транспортной работы
 - ➔ Парк транспортных средств
 - ➔ Развитие транспортной инфраструктуры (протяженность путей, число заправочных или зарядных станций и т.п.)
 - ➔ Структура грузооборота
 - ➔ Структура пассажирооборота
 - ➔ Энергоемкость по видам транспорта – технологический фактор
 - ➔ Выбросы ПГ по видам транспорта



Перечень основных видов транспорта

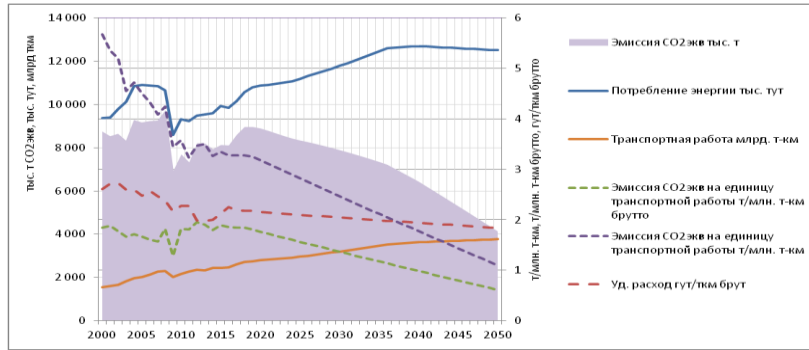
- ➔ **Автомобильный**
 - Легковые
 - Грузовые
 - Автобусы
 - Двух и трехколесные
- ➔ **Велосипедный**
- ➔ **Пешеходный**
- ➔ **Железнодорожный**
 - Электрифицированный
 - На жидком топливе
 - На прочих видах топлива
- ➔ **Городской электрический**
 - Метро
 - Легкий рельсовый
 - Троллейбусы
- ➔ **Трубопроводный**
 - Газопроводный
 - Нефтепроводный
- ➔ **Авиационный**
- ➔ **Водный**
 - Речной
 - Морской

Матрица типов автомобилей	бензин	дизель	сжатый газ	сжиженный газ	гибриды	электромобили
легковые						
в личной собственности						
такси и служебные						
грузовые						
автобусы						
2и 3-х колесные						

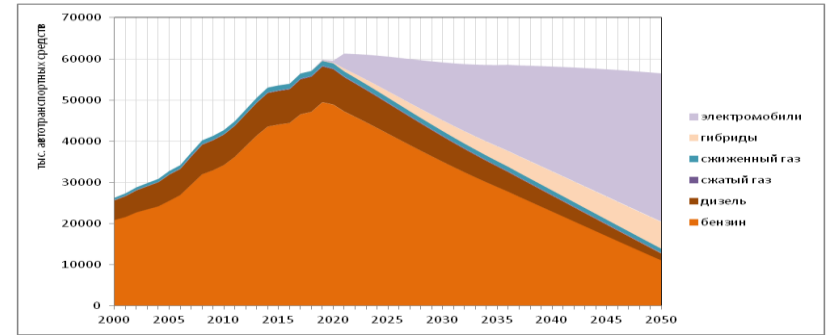


Модель выдает широкий набор показателей

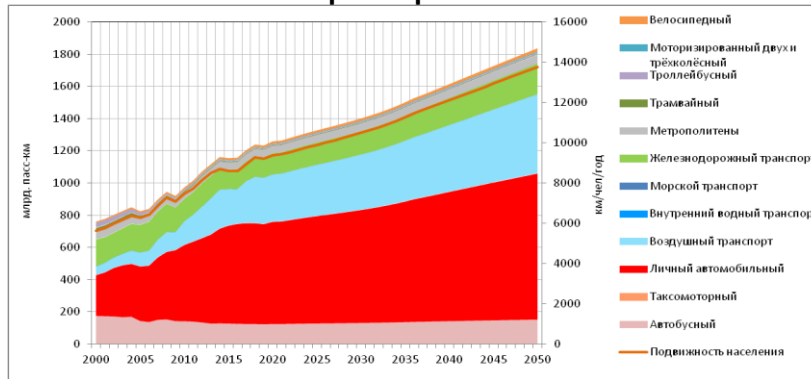
Индикаторы ж/д транспорта



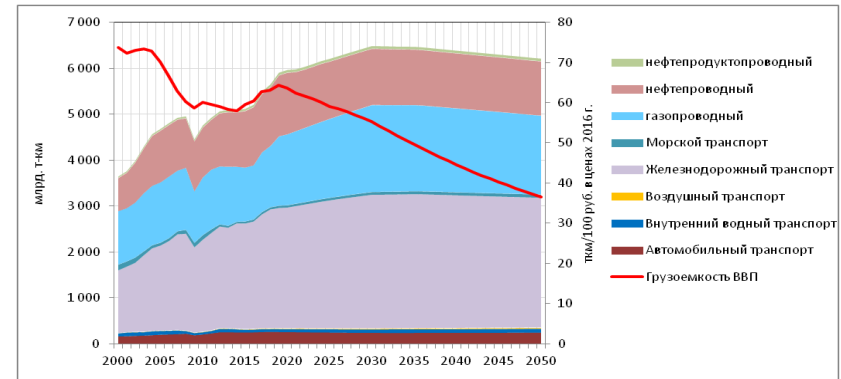
Vehicles park



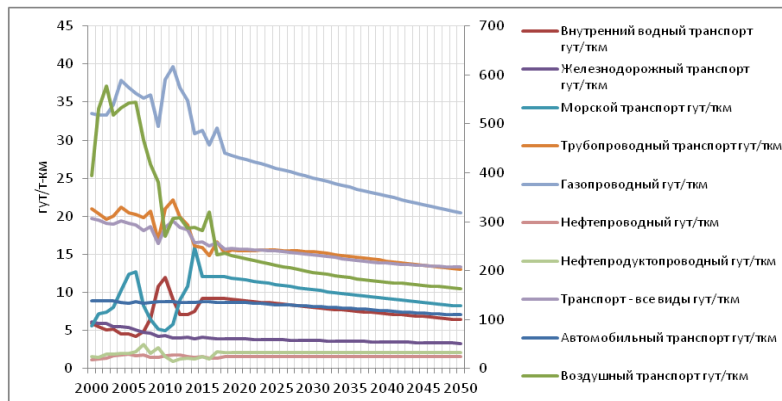
Пассажирооборот



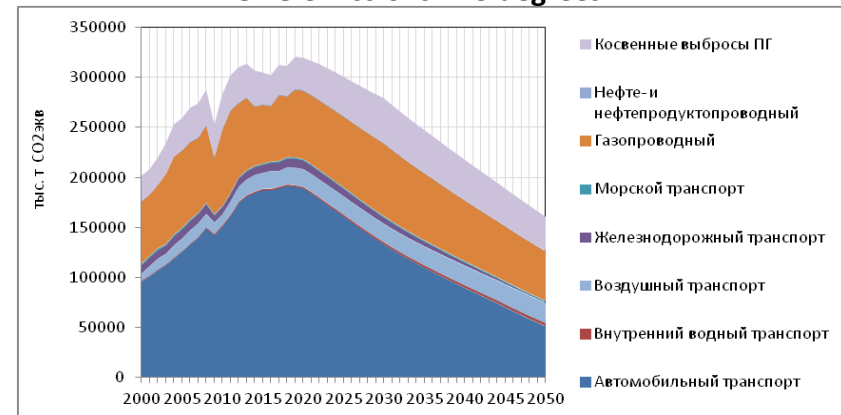
Freight turnover



Удельные расходы энергии на грузовом транспорте



GHG emissions -1.5 degrees



Чтобы разрабатывать политику низкоуглеродной трансформации экономики в отдельных секторах и вести эффективный диалог с бизнес-сообществом нужны детальные модели с выделением как продуктов, так и технологий.

Модели МОБ рассматривают агрегированные по стоимости продукты и безразмерные агрегированные технологические коэффициенты. Этого может служить первым приближением, но этого явно недостаточно.

Спасибо!

Igor Bashmakov

Center for energy efficiency -XXI

www.cenef.ru 8 (499) 120-9209

We spend our energy to save your's!

