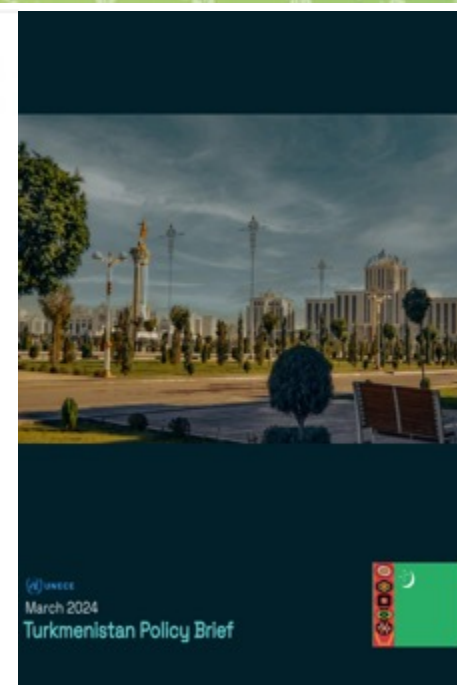
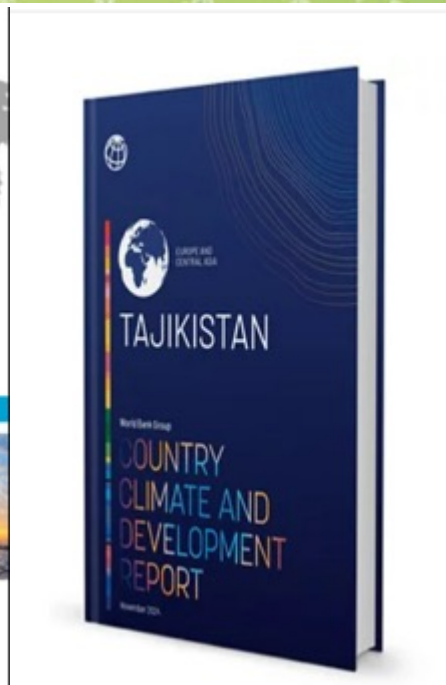


**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«НЕЙТРАЛЬНЫЙ СТАТУС, ЗАЛОГ РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.
СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИКИ И КЛИМАТА.
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ»**
г. Мары, 4 апреля 2025 г.

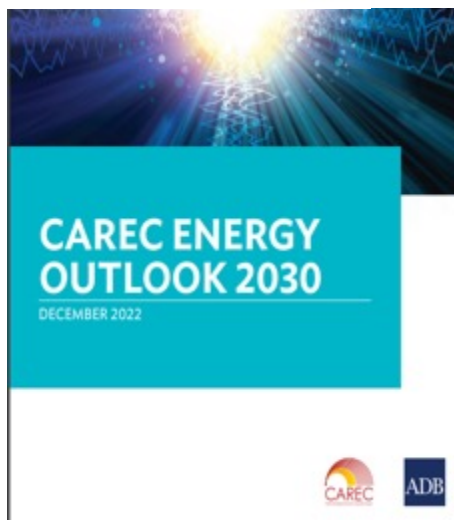
Рокко Де Мильо
Эксперт по моделированию энергетического сектора, SECCA

Энергетический анализ В СРАВНЕНИИ с принятием решений (на местном уровне)



И многое другое...

Аналитические инструменты



Отсутствие понимания

Ограниченная совместная деятельность



Учебные занятия для страновых “подразделений по моделированию”

К концу занятий слушатели будут разбираться в теоретических основах комплексного интегрированного анализа энергетики и климата, смогут критически анализировать исследования и отчеты на основе моделей и формулировать комментарии, а также смогут систематизировать данные и ключевые факторы для выполнения простых упражнений по моделированию на национальном и региональном уровнях

Рабочие направления / задачи	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Моделирование энергетических систем									
Создание местных «подразделений по моделированию»									
Вводная встреча (удаленная)									
Подготовка к учебным занятиям									
Региональный семинар/тренинг 1									
Региональный семинар/тренинг 2									
Региональный семинар/тренинг 3									
Постоянный диалог и совместная работа									

			Перед семинаром	Семинар 1	Дом.задание	Семинар 2	Дом.задание	Семинар 3	Дом.задание	Итого
Имя	Должность	Кол-во дней			до		до		до	
XYZ	Мл. страновой эксперт - X	Дом+Поле		4	5	3	5	4	4	25

Занятие 1 (сентябрь 2024 г.) - краткое резюме

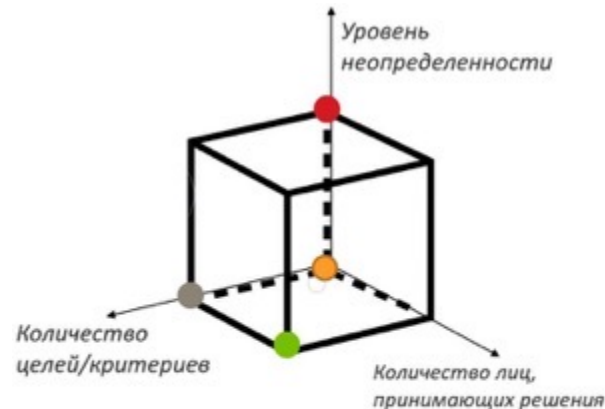
Аналитическая парадигма Отраслевой охват Временной горизонт Временное разрешение

Географический охват Наднациональные силы Ясность технологии Ясность деятельности

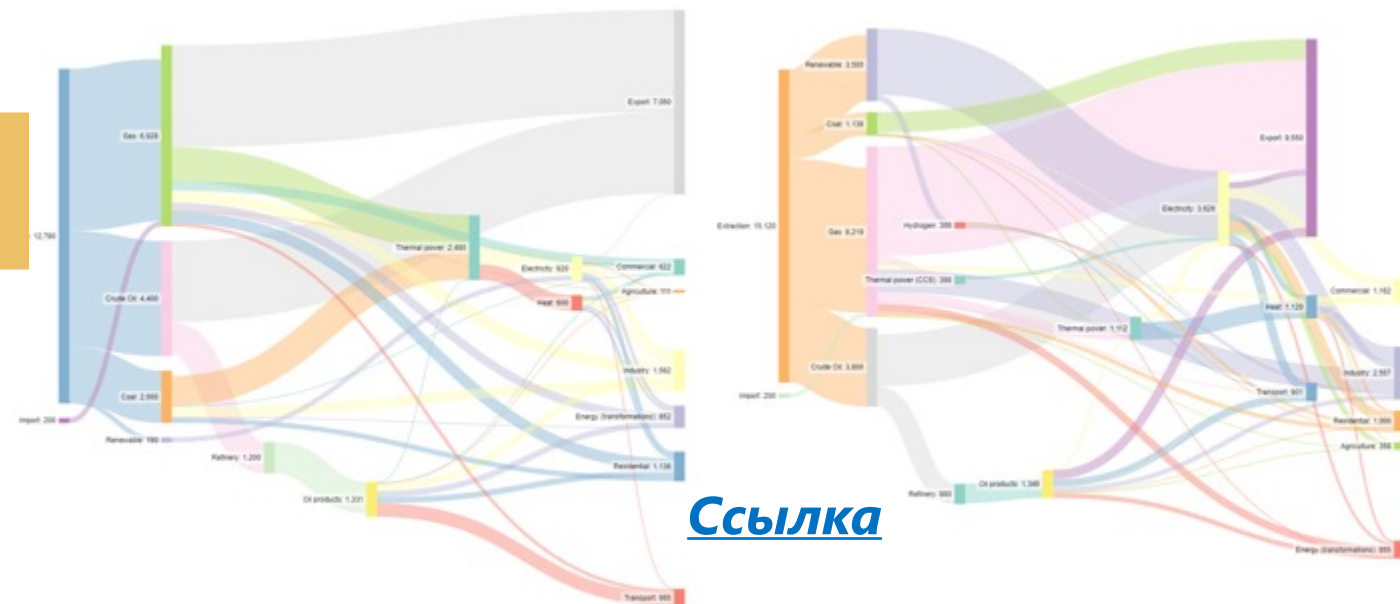
Множественные критерии/агенты Выбросы парниковых газов и воздействие на окружающую среду Микроэкономическая устойчивость Способность представлять макроэкономическую обратную связь

Способность представлять нерыночные предпочтения Способность представлять неопределенности Требования к данным Требования к вычислительным ресурсам / интеграция инструментов

Основные движущие вопросы:
- Для чего???
- Для кого???



- Математическое программирование
- Стохастическое программирование
- Многокритериальный анализ/многоцелевое программирование
- Теория игр



Технико-экономические “ключевые” данные

"Международное энергетическое агентство (2023), Документация по глобальной энергетической и климатической модели 2023 г., МЭА, г. Париж"

Задание -1 Сбор данных

- ознакомиться с энергетическими и климатическими данными/статистикой
- ознакомиться с пробелами в данных
- понять проблемы/задачи национальной системы



Funded by
the European Union



Занятие 2 (декабрь 2024 г.) - краткое резюме

Представление задания - 1 (страна)

- получить комментарии и предложения
- поделиться опытом с коллегами

Энергетическая статистика - основы и упражнения



Задача: Вычислите массу однократно заполненного автомобильного бака объемом 50 литров или сколько килограммов составляют 50 литров бензина и 50 литров дизельного топлива.

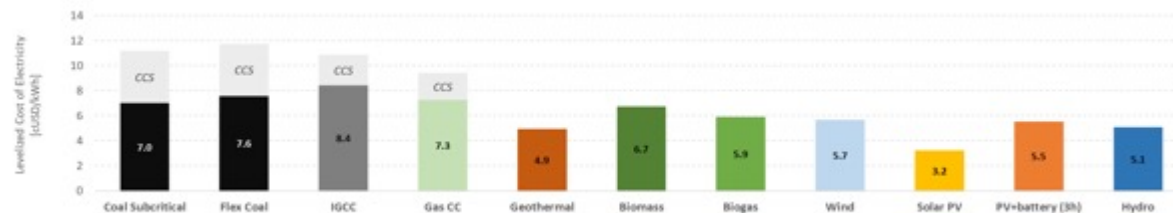
Ответ:

50 литров бензина = 50 литров * 0,724 кг/л = 37,1 кг бензина
50 литров дизельного топлива = 50 литров * 0,85 кг/л = 42,5 кг дизельного топлива

Вывод

Один и тот же объем дизельного топлива на 14,5 % тяжелее бензина.

Простой расчет приведенной стоимости электроэнергии (LCOE) (.xls)



<https://rezoning.energydata.info/>



Задание - 2 Страновая политика и меры

- ознакомиться с существующими **политиками и мерами** в области энергетики и климата
- ознакомиться с планами на будущее
- понять проблемы/задачи национальной системы
- предложить гипотетические инструменты

Занятие 3 (январь 2025 г.) - повестка дня

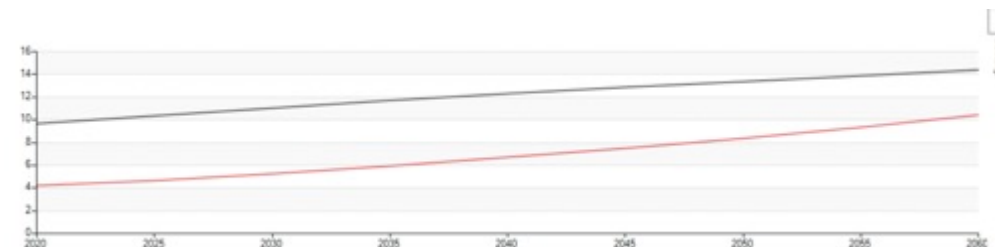
Разработка и реализация Национального плана по энергетике и климату (НПЭК) в государствах-членах ЕС (ГЧ ЕС) и Договаривающихся сторонах Энергетического сообщества (ДС ЭС)



Представление задания - 2 (страна)

- сравнить с опытом Национального плана по энергетике и климату (НПЭК)
- получить комментарии и предложения
- поделиться опытом с коллегами
- *обсудить конкретные требования к «моделированию» и «данным» для разъяснения/трансляции/изучения политик и мер*

Простой калькулятор прогнозирования спроса (.xls)



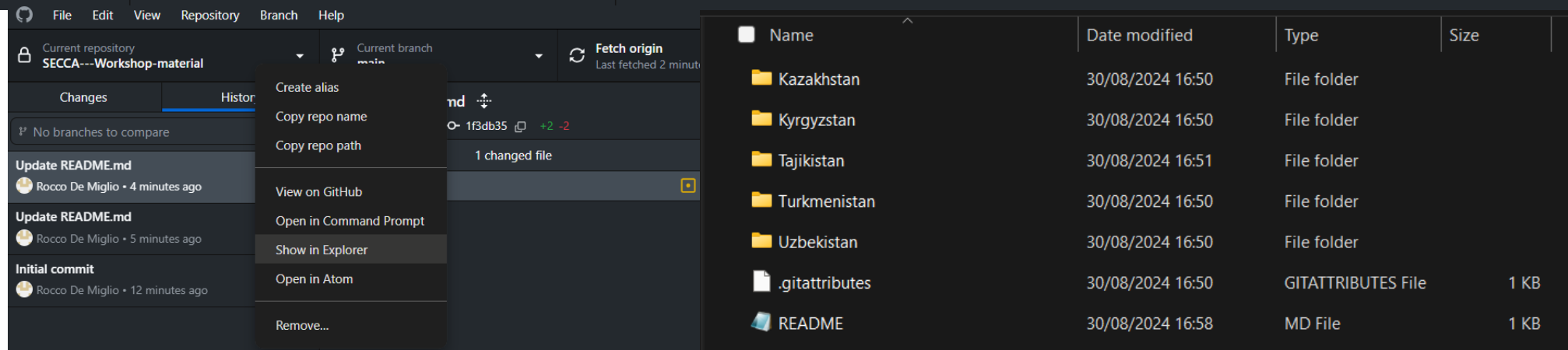
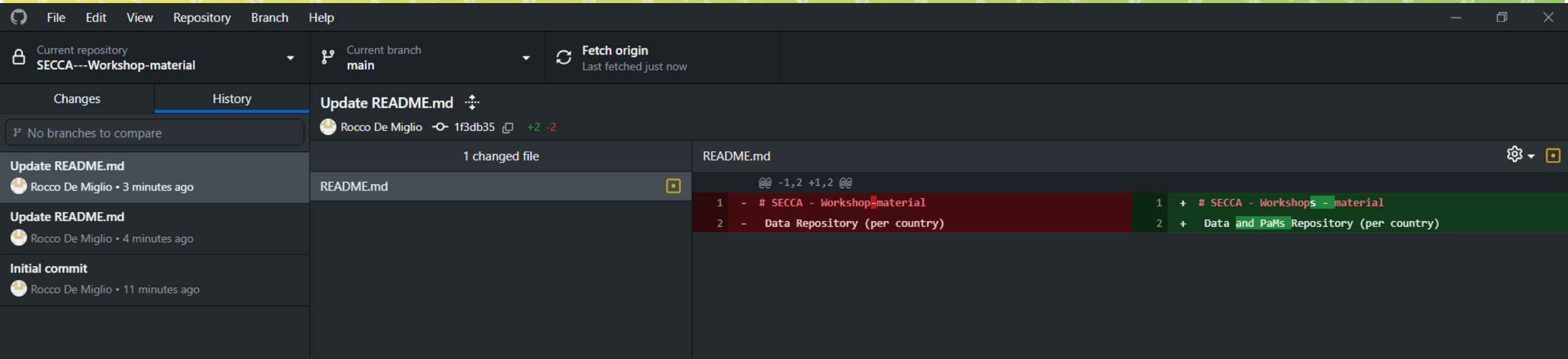
Интервалы - разбивки (.xls)

Basic settings					0.25	0.25	0.25	0.25		0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Demand/Time	R	S	F	W					N	L	M	D	A	E	
1 Residential-Water heating	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	100		0.083	0.250	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
2 Residential-Space cooling	0.5	0.50	0.25	0.00	0.00	0.00	100		0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
3 Residential-Space heating	0.25	0.00	0.23	0.42	1.00				0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
4 Residential-Lighting	0.25	0.17	0.25	0.33	1.00				0.083	0.250	0.167	0.083	0.167	0.250	1.000
5 Residential-Appliances	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
6 Residential-Cooking	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
7 Residential-Clothes washing	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.000	0.250	0.250	0.250	0.250	0.000	0.000
8 Residential-Dish washing	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.000	0.250	0.250	0.250	0.250	0.000	0.000
9 Residential-Refrigeration	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
10 Residential-Public-Water heating	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.083	0.250	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
11 Tertiary-Public-Space cooling	0.25	0.50	0.25	0.00	0.00	1.00			0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
12 Tertiary-Public-Space heating	0.25	0.00	0.23	0.42	1.00				0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
13 Tertiary-Public-Lighting	0.25	0.17	0.25	0.33	1.00				0.083	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.083
14 Tertiary-Public-Appliances	0.25	0.17	0.25	0.33	1.00				0.083	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.083
15 Tertiary-Public-Cooking	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
16 Tertiary-Public-Refrigeration	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
17 Tertiary-Service-Water heating	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.083	0.250	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
18 Tertiary-Service-Space cooling	0.25	0.50	0.25	0.00	0.00	1.00			0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
19 Tertiary-Service-Space heating	0.25	0.00	0.23	0.42	1.00				0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
20 Tertiary-Service-Lighting	0.25	0.17	0.25	0.33	1.00				0.083	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.083
21 Tertiary-Service-Appliances	0.25	0.17	0.25	0.33	1.00				0.083	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.083
22 Tertiary-Service-Cooking	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
23 Tertiary-Service-Refrigeration	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
24 Street Lighting	0.25	0.17	0.25	0.33	1.00				0.250	0.167	0.083	0.056	0.167	0.278	1.000
25 Industry	0.25	0.19	0.25	0.31	1.00				0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
26 Agriculture	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.042	0.208	0.250	0.250	0.208	0.042	0.042
27 Transport	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00				0.083	0.208	0.208	0.208	0.208	0.083	0.083

Задание - 3 Записка/краткий обзор по страновой энергетике



Страновые репозитории (проект SECCA) – Создание учетной записи на github



<https://docs.github.com/en/get-started/start-your-journey/creating-an-account-on-github>

<https://desktop.github.com/download/>



Funded by
the European Union





Funded by
the European Union

Модели энергетических систем – Классификация

Аналитическая парадигма	Отраслевой охват	Временной горизонт	Временное разрешение
Географический охват	Наднациональные силы	Ясность технологии	Ясность деятельности
Множественные критерии/агенты	Выбросы парниковых газов и воздействие на окружающую среду	Микроэкономическая устойчивость	Способность представлять макроэкономическую обратную связь
Способность представлять нерыночные предпочтения	Способность представлять неопределенности	Требования к данным	Требования к вычислительным ресурсам / интеграция инструментов

Основные движущие вопросы:

- Для чего???
- Для кого???

Модели энергетических систем – Описание



Для каждой технологии r , периода t , предыдущих периодов v , региона r и временного отрезка s

$VAR_ACT(r, v, t, p, s) \leq \text{or} =$

$AF(r, v, t, p, s) * PRC_CAPACT(r, p) * FR(r, s) * VAR_CAP(r, v, t, p)$

$$X_s = A_0 (B_K \cdot K_s^\rho + B_L \cdot L_s^\rho + B_E \cdot E_s^\rho)^{1/\rho}$$

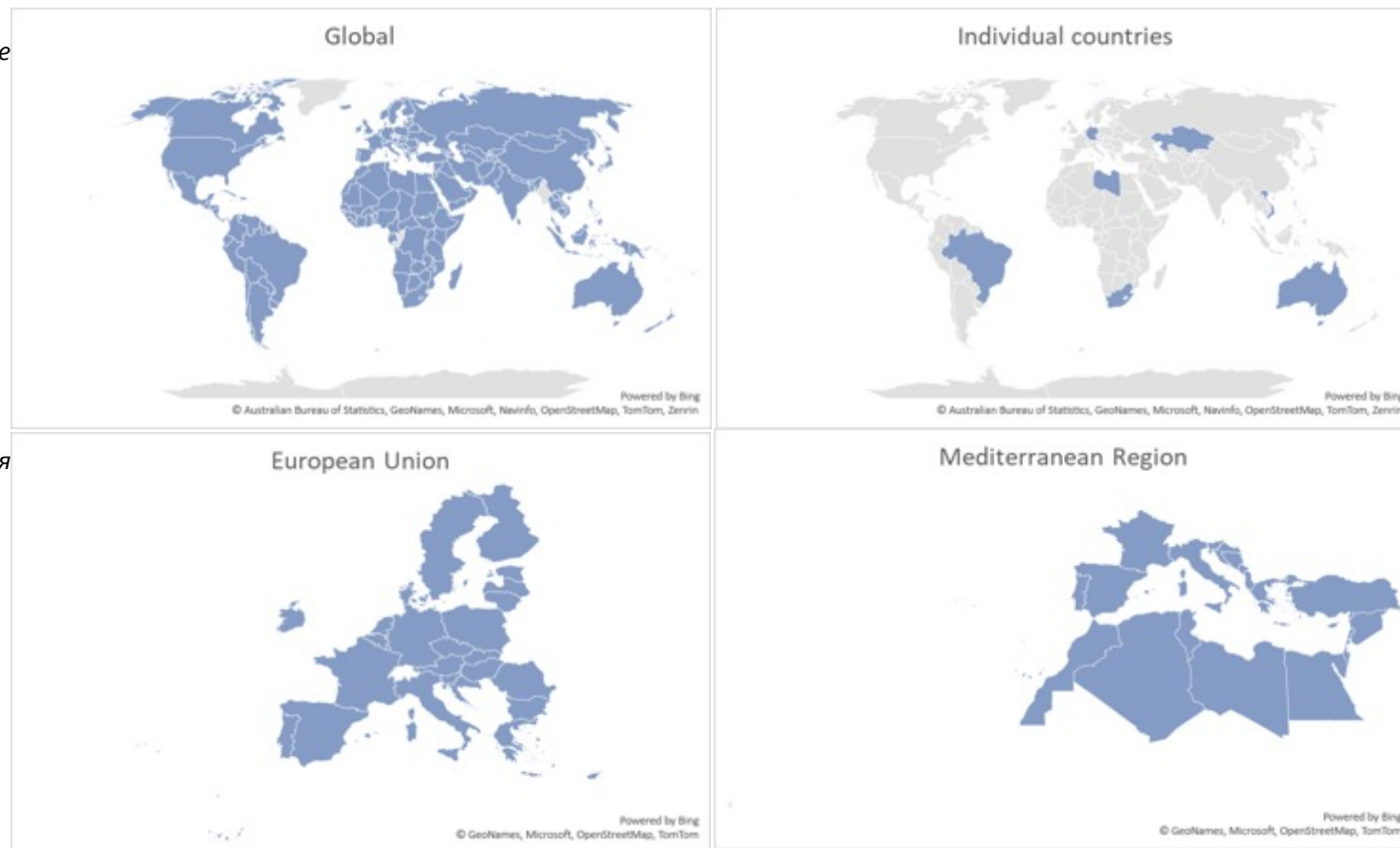
X_s is the output of sector S ,
 K_s , L_s , and E_s are the inputs of capital, labor and energy needed to produce one unit of output in sector S ,
 ρ is the elasticity of substitution parameter,
 A_0 and the B 's are scaling coefficients.



Funded by
the European Union

Модели энергетических систем – Описание

Аналитическая парадигма	Отраслевой охват	Временной горизонт	Временное разрешение
Географический охват	Наднациональные силы	Ясность технологии	Ясность деятельности
Множественные критерии/агенты	Выбросы парниковых газов и воздействие на окружающую среду	Микро-экономическая устойчивость	Способность представлять макроэкономическую обратную связь
Способность представлять нерыночные предпочтения	Способность представлять неопределенности	Требования к данным	Требования к вычислительным ресурсам / интеграция инструментов



Национальный / внутринациональный /
наднациональный
Один узел / Множество узлов



Funded by
the European Union

Модели энергетических систем – Описание



KINESYS-TJ

Модель глобальной энергетической системы, основанная на генераторе моделей TIMES. Все страны Центральной Азии и ключевые соседние страны представлены на страновом уровне. Остальные страны сгруппированы в модельные регионы (например, Европа, Америка, ...).



TIMES-CAC

Модель многорегиональной энергетической системы
Азербайджан, Казахстан, Туркменистан, Узбекистан +
(Таджикистан и Кыргызстан, неявно)

https://github.com/RDMgit77/TIMES-CAC_VO_Open.git

Модели энергетических систем – Описание

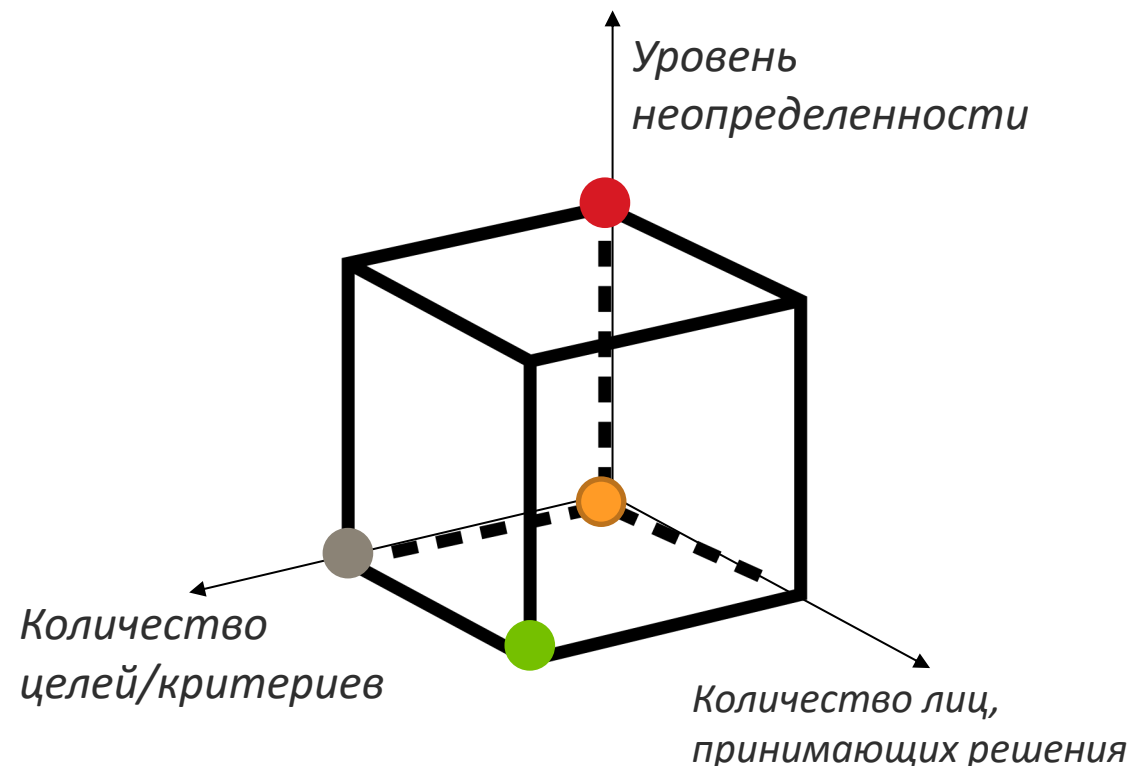
Аналитическая парадигма	Отраслевой охват	Временной горизонт	Временное разрешение
Географический охват	Наднациональные силы	Ясность технологии	Ясность деятельности
Множественные критерии/агенты	Выбросы парниковых газов и воздействие на окружающую среду	Микроэкономическая устойчивость	Способность представлять макроэкономическую обратную связь
Способность представлять нерыночные предпочтения	Способность представлять неопределенности	Требования к данным	Требования к вычислительным ресурсам / интеграция инструментов

Почему это так важно?

Множество неопределенных параметров

Глубокое влияние на прогнозы, решения, затраты

Лица, принимающие решения, не склонны к риску



- Математическое программирование
- Стохастическое программирование
- Многокритериальный анализ/многоцелевое программирование
- Теория игр

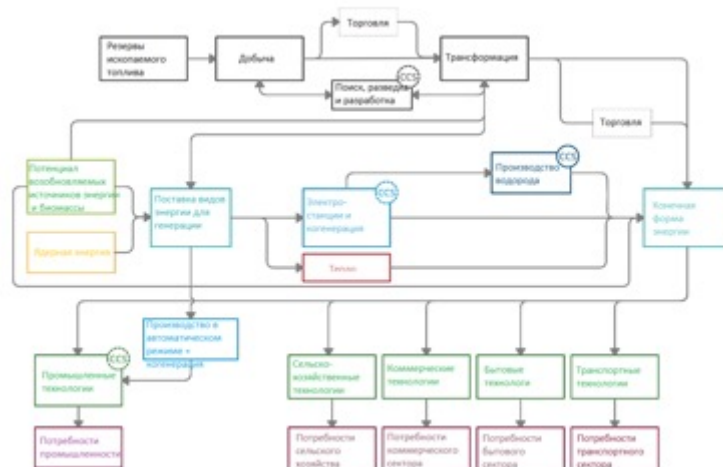
...



Funded by
the European Union

Модели энергетических систем – Описание

Аналитическая парадигма	Отраслевой охват	Временной горизонт	Временное разрешение
Географический охват	Наднациональные силы	Ясность технологии	Ясность деятельности
Множественные критерии/агенты	Выбросы парниковых газов и воздействие на окружающую среду	Микроэкономическая устойчивость	Способность представлять макроэкономическую обратную связь
Способность представлять нерыночные предпочтения	Способность представлять неопределенности	Требования к данным	Требования к вычислительным ресурсам / интеграция инструментов



Почему это важно?

Отражает возможность явного моделирования и оценки политики и мер в зависимости от технологических деталей модели.

Это позволяет проводить более тонкий анализ системы (например, декомпозицию сокращения выбросов по типам изменений).

Почему это важно?

«Целевая» политика и меры в отношении ключевых технологий и товаров.



Funded by
the European Union

Модели энергетических систем – Описание

Аналитическая парадигма

Отраслевой охват

Временной горизонт

Временное разрешение

Географический охват

Наднациональные силы

Ясность технологии

Ясность деятельности

Множественные критерии/агенты

Выбросы парниковых газов и воздействие на окружающую среду

Микроэкономическая устойчивость

Способность представлять макроэкономическую обратную связь

Способность представлять нерыночные предпочтения

Способность представлять неопределенность и

Требования к данным

Требования к вычислительным ресурсам / интеграция инструментов

Почему это важно?

Решения потребителей определяются неэкономическими факторами, такими как комфорт, время в пути, размер автомобиля и т. д.

Почему это важно?

Отражает способность представлять сложные, ограниченные финансовыми возможностями инвестиционные решения

Почему это важно?

Ограниченный бюджет потребителей

Эффект отскока

Влияние на ВВП, ВДС и т.д.



Funded by
the European Union

Модели энергетических систем – Описание

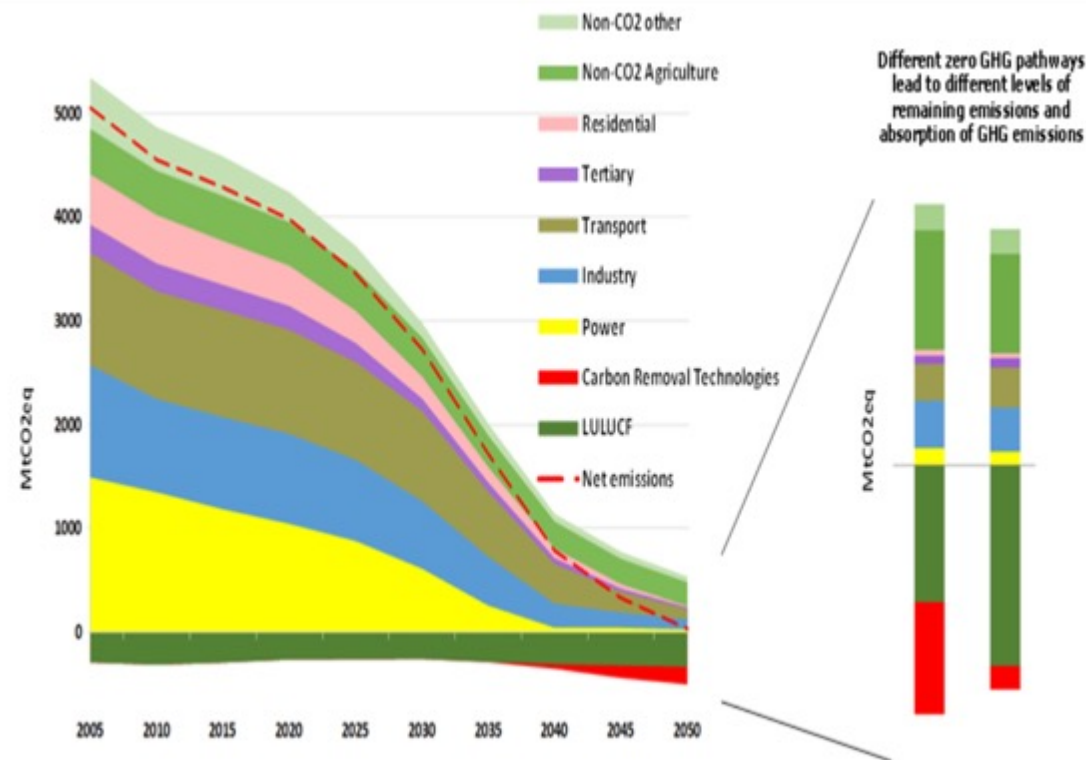
Аналитическая парадигма	Отраслевой охват	Временной горизонт	Временное разрешение
Географический охват	Наднациональные силы	Ясность технологии	Ясность деятельности
Множественные критерии/агенты	Выбросы парниковых газов и воздействие на окружающую среду	Микроэкономическая устойчивость	Способность представлять макроэкономическую обратную связь
Способность представлять нерыночные предпочтения	Способность представлять неопределенности	Требования к данным	Требования к вычислительным ресурсам / интеграция инструментов

Почему это важно?

Цели по декарбонизации (движущие силы многих технологических изменений)

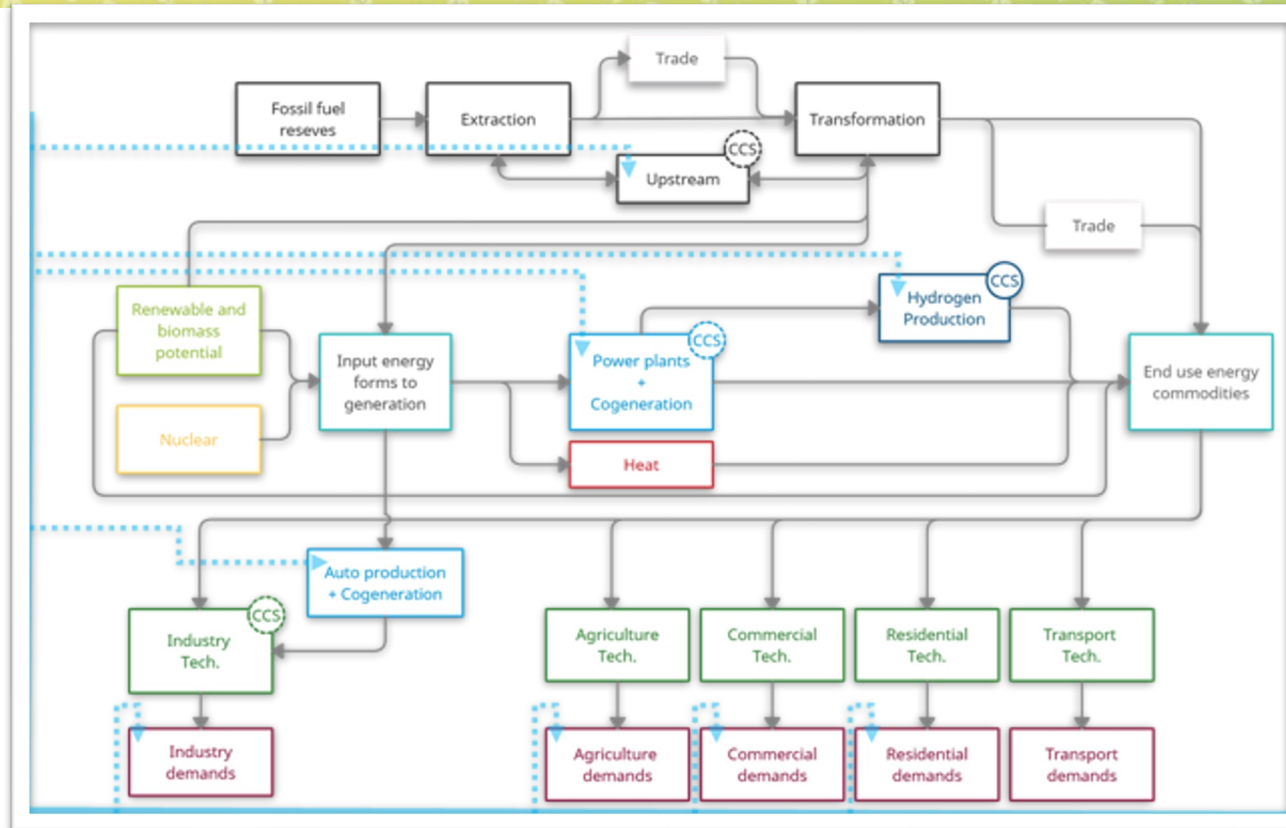
Водопользование: добыча ресурсов, выращивание энергетических культур, гидроэнергетика, тепловые электростанции

Уязвимость к изменению климата / землепользование (конкуренция)



Funded by
the European Union

Интеграция с другими измерениями – вода



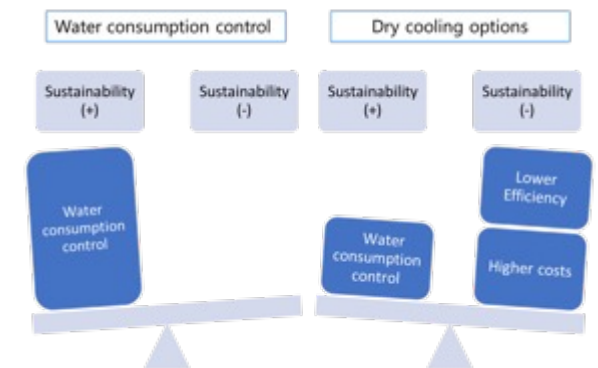
ЕСЛИ/КАК интегрировать ограничения «водозабора» и «водопотребления» в анализ энергосистемы: ОТКРЫТАЯ тема для обсуждения.

«Интеграция» может быть ограничена только энергетическим сектором или распространяться на другие критические технологии энергетической цепи (H2, CCS, биотопливо и т.д.).

- Могут быть *неявно* учтены «ограничения» по воде (изменение сюжетных линий / детерминированных параметров, таких как факторы доступности, кривые снабжения, собственное потребление и т.д., для каждого сценария «вода и энергия»).

→ «Связывание» моделей.

- «Ограничения» по воде могут быть (в некоторой степени) *явно* учтены, чтобы «эндогенизировать» критерий воды в процессе оптимизации (*обратите внимание, что варианты сухого охлаждения более экономны по расходу воды, но в целом менее экономны по расходу энергии - компромисс*).



Необходимо оценить границы интеграции и другие плюсы и минусы (сложность вычислений).



Funded by
the European Union

Модели энергетических систем – Описание

Стандартные выходные данные

Траектория выбросов парниковых газов: по секторам (транспорт, промышленность, жилищный, коммерческий, сельское хозяйство, производство электроэнергии, добыча/переработка нефти и газа), по видам топлива (дизельное топливо, природный газ, бурый уголь и т.д.), а также расчет основных показателей (углеродоемкость на единицу энергии, энергоёмкость и т.д.).

Конечное потребление энергии и первичное энергоснабжение. По энергоносителям (электроэнергия, бурый уголь, природный газ, дизельное топливо, бензин, тяжёлое дизельное топливо и т.д.) и по отраслям (транспорт, промышленность, жилищный, коммерческий, сельское хозяйство).

Сочетание технологий и их эволюция с течением времени. Установленные мощности в зависимости от типа технологии и вида топлива в энергетическом секторе, мощности технологий в секторах спроса (промышленность, жилые/коммерческие здания, транспорт). Изменения в использовании технологий с течением времени.

Инвестиционные затраты (и другие компоненты затрат). За год периода времени, по типам технологий и секторам (анализ последствий разбивки между государственными и частными инвестициями).

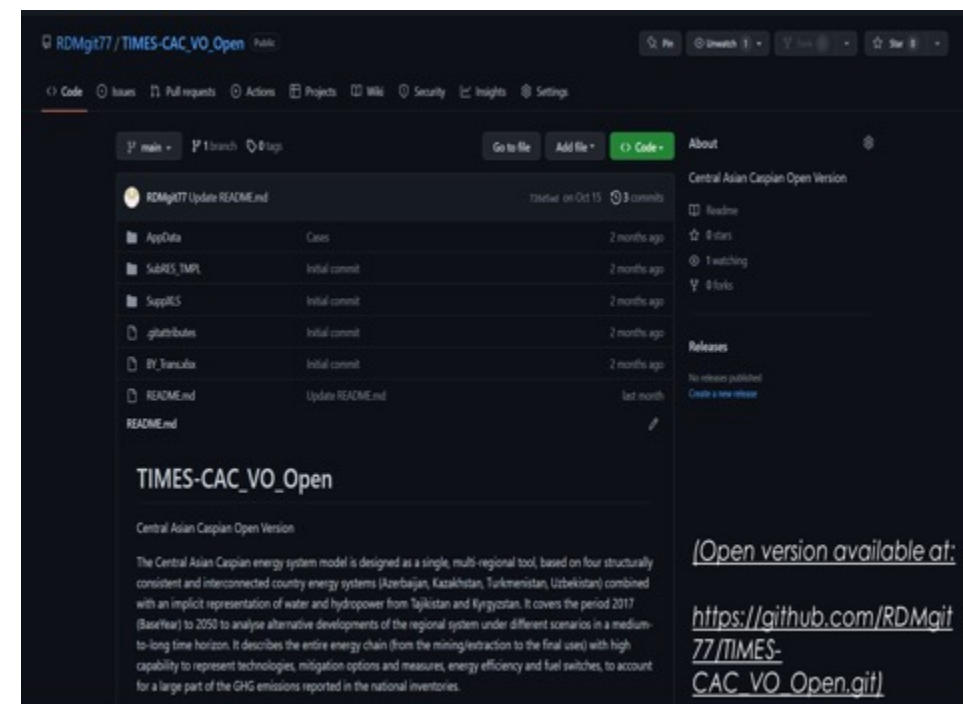
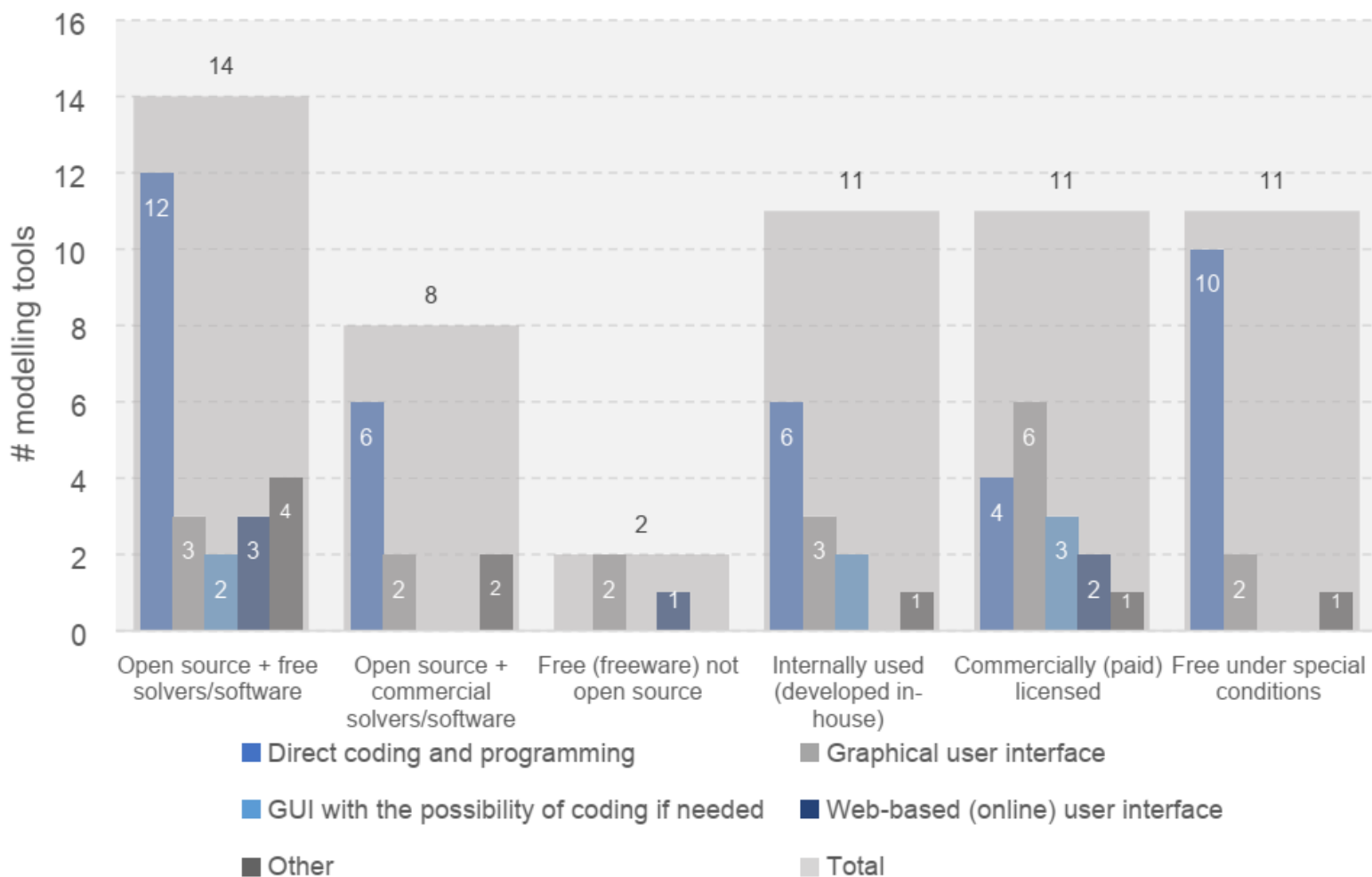
Предельные цены. Предельные цены на энергоносители (электроэнергия, бурый уголь, природный газ, дизельное топливо, бензин, тяжёлое дизельное топливо и т.д.) и по секторам (транспорт, промышленность, жилищный, коммерческий, сельское хозяйство).

Производство/спрос на электроэнергию в сети и импорт/экспорт: годовой спрос в разбивке по секторам (транспорт, здания, промышленность, сельское хозяйство), включая дополнительный спрос в результате электрификации транспорта, систем отопления и охлаждения, а также электрификации промышленности.

Ключевые показатели эффективности (КПЭ). Несколько дополнительных показателей (в зависимости от типа анализа и детализации представления).



Модели энергетических систем – Описание



https://github.com/RDMgit77/TIMES-CAC_VO_Open.git



Funded by
the European Union

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116731>



Открытый исходный код и открытые данные в энергетическом моделировании

openmod

Search

powered by energypedic

Navigation

Main page

Models

Model implementations

Data

Grid data

Learning materials

Open Licenses

Journals

Eprints

Events

Berlin Workshop

Glossary

Openmod user list

Page

Discussion

https://wiki.openmod-initiative.org/wiki/Open_model_implementations

Open model implementations

Actions

Contents [hide]

1 Introduction

2 Global

2.1 PLEXOS-World

3 Africa

3.1 Africa-wide

3.1.1 CCG Starter Kits for African Countries

3.1.2 PyPSA meets Africa (initiative, no model yet)

3.2 West African Power Pool (WAPP) Dispa-SET

3.3 South African Power Pool (SAPP) Dispa-SET

3.4 South Africa

3.4.1 SA-Calliope

3.4.2 PyPSA-ZA

3.5 Kenya

3.5.1 Calliope-Kenya

4 Asia

4.1 China

4.1.1 China-Calliope

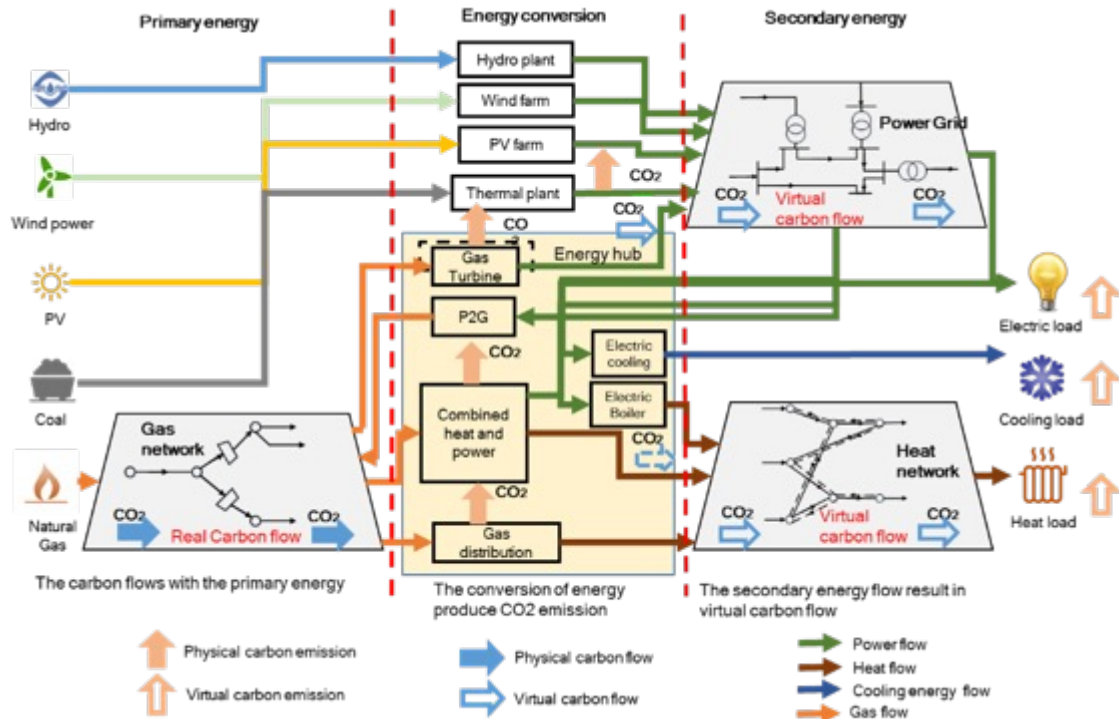
4.1.2 PyPSA-China

4.1.3 SWITCH-China

<https://openenergy-platform.org/factsheets/frameworks/>

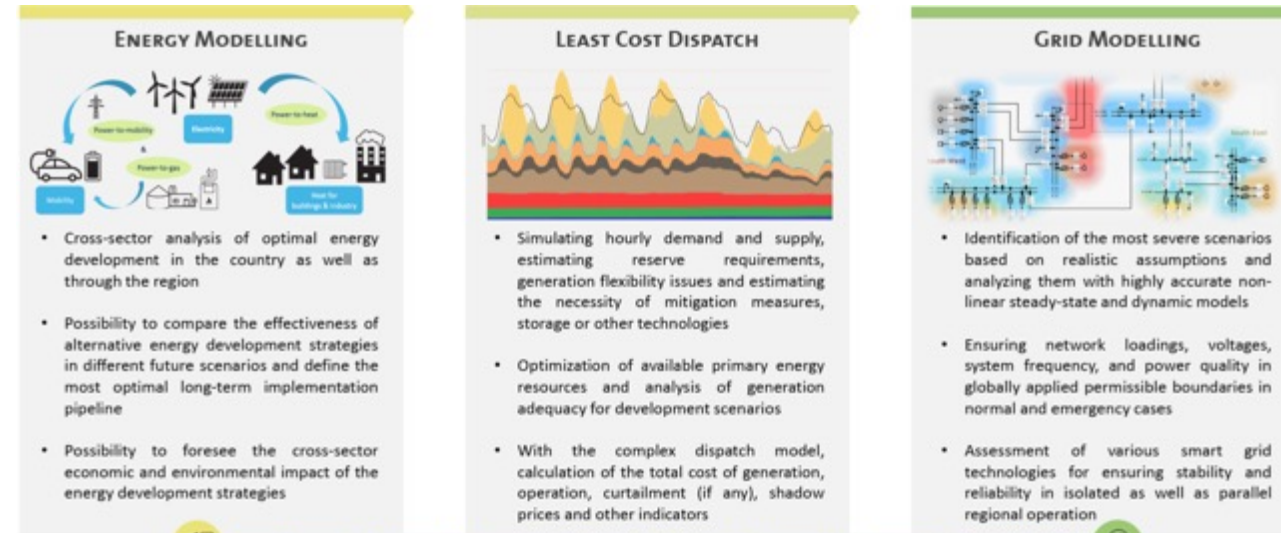
MESSAGEix Integrated Assessment Model and the ix modeling platform	false	Apache license 2.0
Model Order Reduction for Gas and Energy Networks	false	Согласно этой лицензии, пользователи могут:
Mosaik	false	Использовать код в коммерческих целях:
OMEGA/pes	false	Компании могут включать лицензионный код в собственное программное обеспечение, которое они затем продают клиентам.
Open Electricity Grid Optimization	false	MIT
Open Energy Modelling Framework (oemof-solph)	false	MIT
Potsdam Integrated Assessment Modeling Framework (PIAM)	false	GNU Lesser General Public License v3.0
Python for Power System Analysis toolbox (PyPSA)	false	Unknown
Renewable Energy Mix	false	Unknown
SecMOD	false	MIT
SPINE Toolbox	false	Unknown
The Integrated MARKAL-EFOM System (TIMES) Model Generator	false	GNU General Public License family

Интеграция энергетических систем (взаимодополняемость)



<http://www.ningzhang.net/MES.html>

- Проблемы с местоположением (пространственное решение)
- “Watergy” (разрешение пространства и потока)
- Экономическая структура (общее равновесие)
- Энергетическая система (пространственное и временное разрешение)





Funded by
the European Union

Теория принятия решений

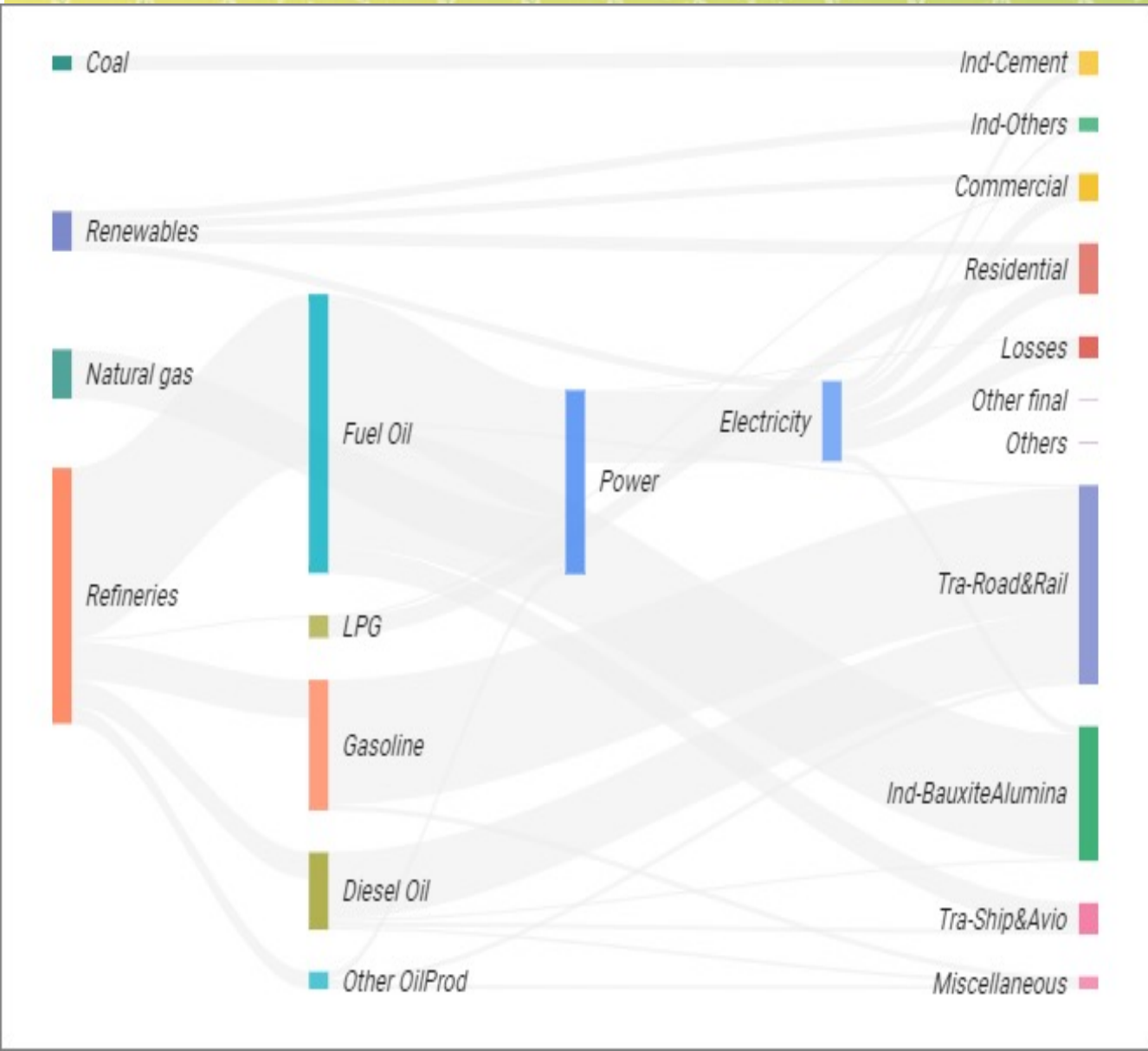
Теория принятия решений – это совокупность количественных методов, используемых для обоснования принятия решений на индивидуальном и популяционном уровнях.

Задействованные дисциплины: анализ рисков, анализ затрат и выгод и экономической эффективности, оптимизация/ имитационное моделирование, а также поведенческая теория принятия решений, микроэкономика, статистический анализ, когнитивная и социальная психология, информатика и наука о данных, ...

Исследование операций (область математики) фокусируется на практических приложениях, оно пересекается с другими дисциплинами, включая организацию производства и оперативное управление.

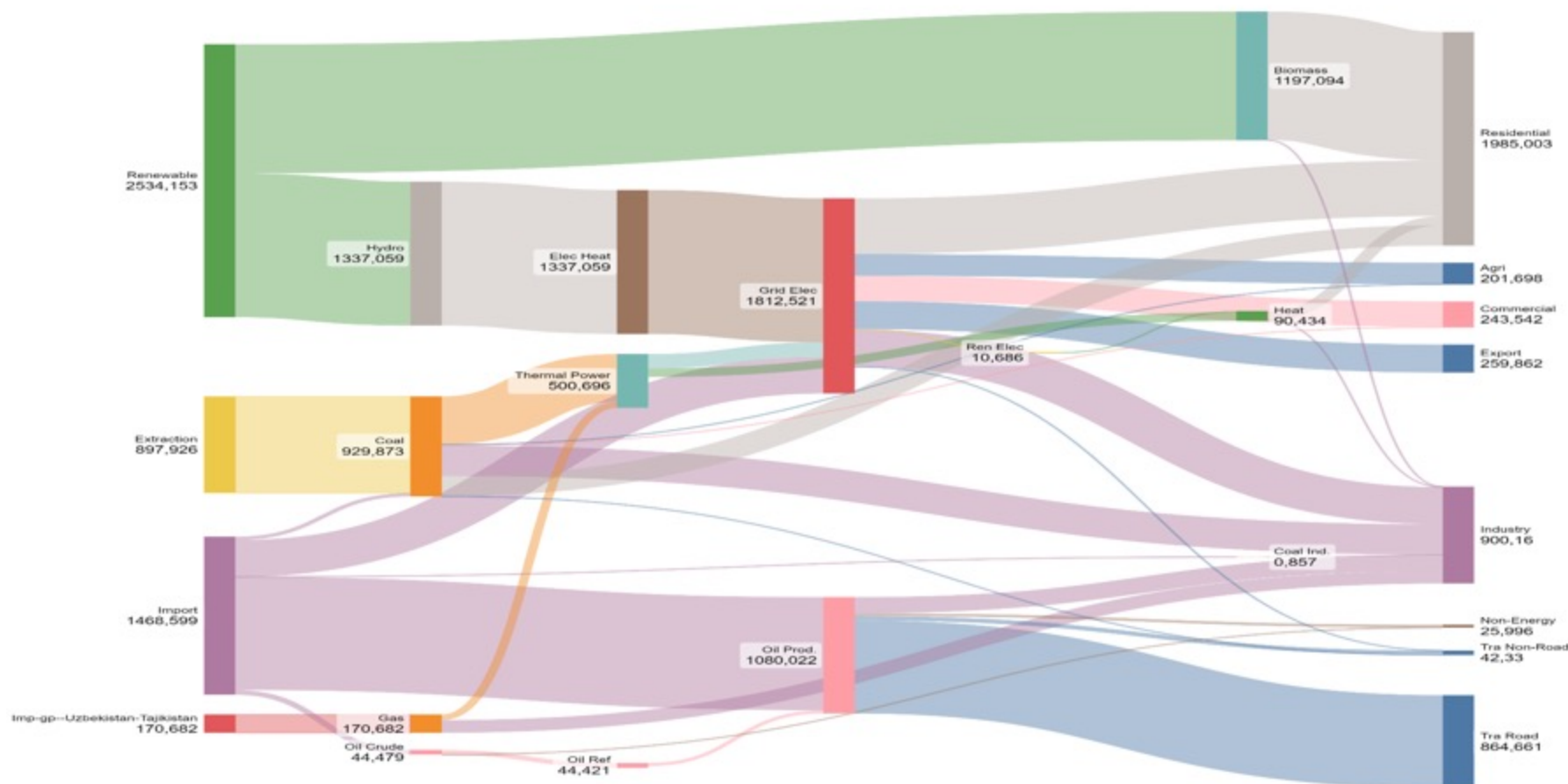
Нормативные модели рекомендуют людям, как им следует делать «**выбор**», или описательные модели, изображающие, как они на самом деле делают «**выбор**».

В чем заключается трудность?



Основные вопросы	Возможные действия
Преобладание нефтепродуктов в системе	Диверсификация ассортимента
Зависимость от импорта (сырьевые и вторичные товары)	Снижение воздействия (финансового и снабженческого)
Низкая доля возобновляемых источников энергии в общем объеме поставок первичной энергии (вклад возобновляемых источников энергии в производство электроэнергии составляет около 10%)	Использование внутренних возобновляемых ресурсов
Транспорт и промышленность являются основными секторами энергопотребления	Отраслевые преобразования и передовые технологии
Значительные потери электроэнергии на НИОКР (даже превышающие потребление электроэнергии домашними хозяйствами)	Реконструкция сети и децентрализованная генерация электроэнергии
Использование твердой биомассы для приготовления пищи (угольные печи)	Обеспечение доступной и устойчивой энергетики для всех и улучшение качества воздуха

Пример: Диаграмма Сэнки – 2019 (тыс. т н.э.) – Таджикистан



[Ссылка](#)



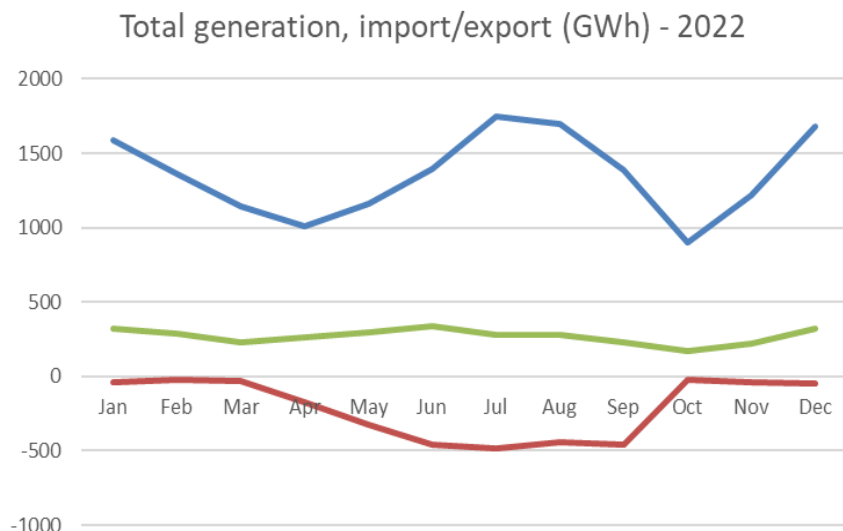
Funded by
the European Union

Пример: Диаграмма Сэнки – 2019 (тыс. т н.э.) – Таджикистан

Table 2.1 - Targets for coal production in Tajikistan until 2040 (compilation of data from various strategic documents) and actual coal production in 2015 and 2020, million tonnes

Source	2015	2020	2025	2030	2040
National Development Strategy of the Republic of Tajikistan, Industrial Scenario, 2016	1.0 (fact)	4.1 (target)	6.9 (target)	10.4 (target)	-
National Development Strategy of the Republic of Tajikistan, Industrial-Innovative Scenario, 2016	1.0 (fact)	5.3 (target)	10.3 (target)	15.1 (target)	-
Concept for the development of the coal industry, 2019	-	-	-	10.4 (target)	15.0 (target)
Accelerated Industrialisation Programme of the Republic of Tajikistan 2020-2025, 2020	-	2.1 (target)	2.4 (target)	-	-
National statistics	1.0 (fact)	2.0 (fact)	-	-	-

Sources: National Development Strategy of the Republic of Tajikistan until 2030, Tajikistan Coal Sector Development Concept until 2040, Accelerated Industrialisation Programme of the Republic of Tajikistan 2020-2025, data provided by the national consultant



Domestic Gas Supply by Source in Tajikistan, 1990-2022

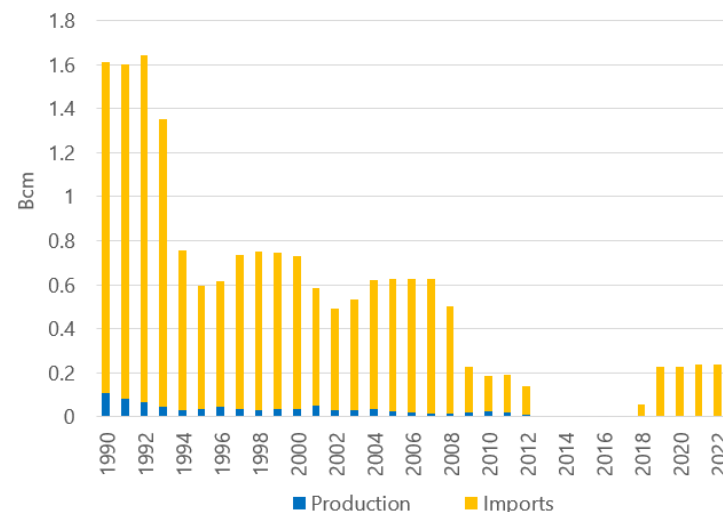
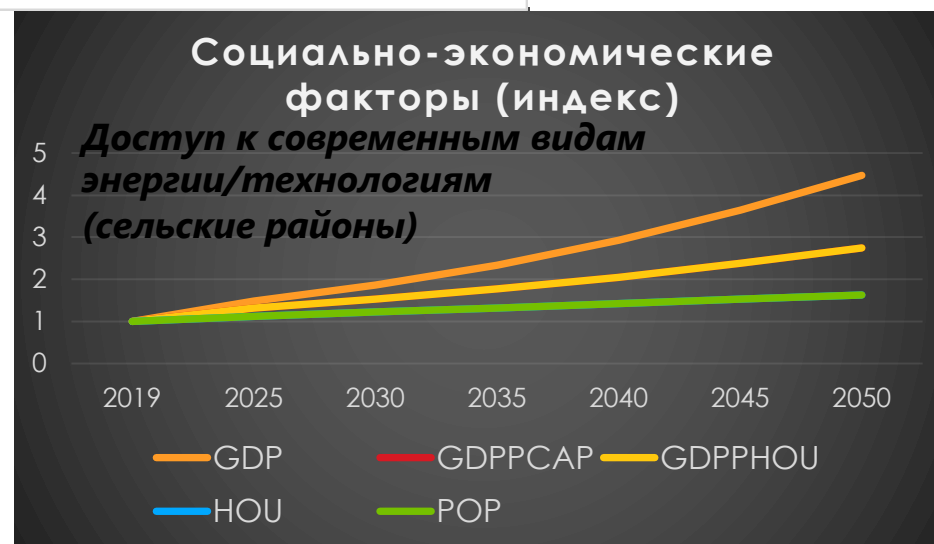
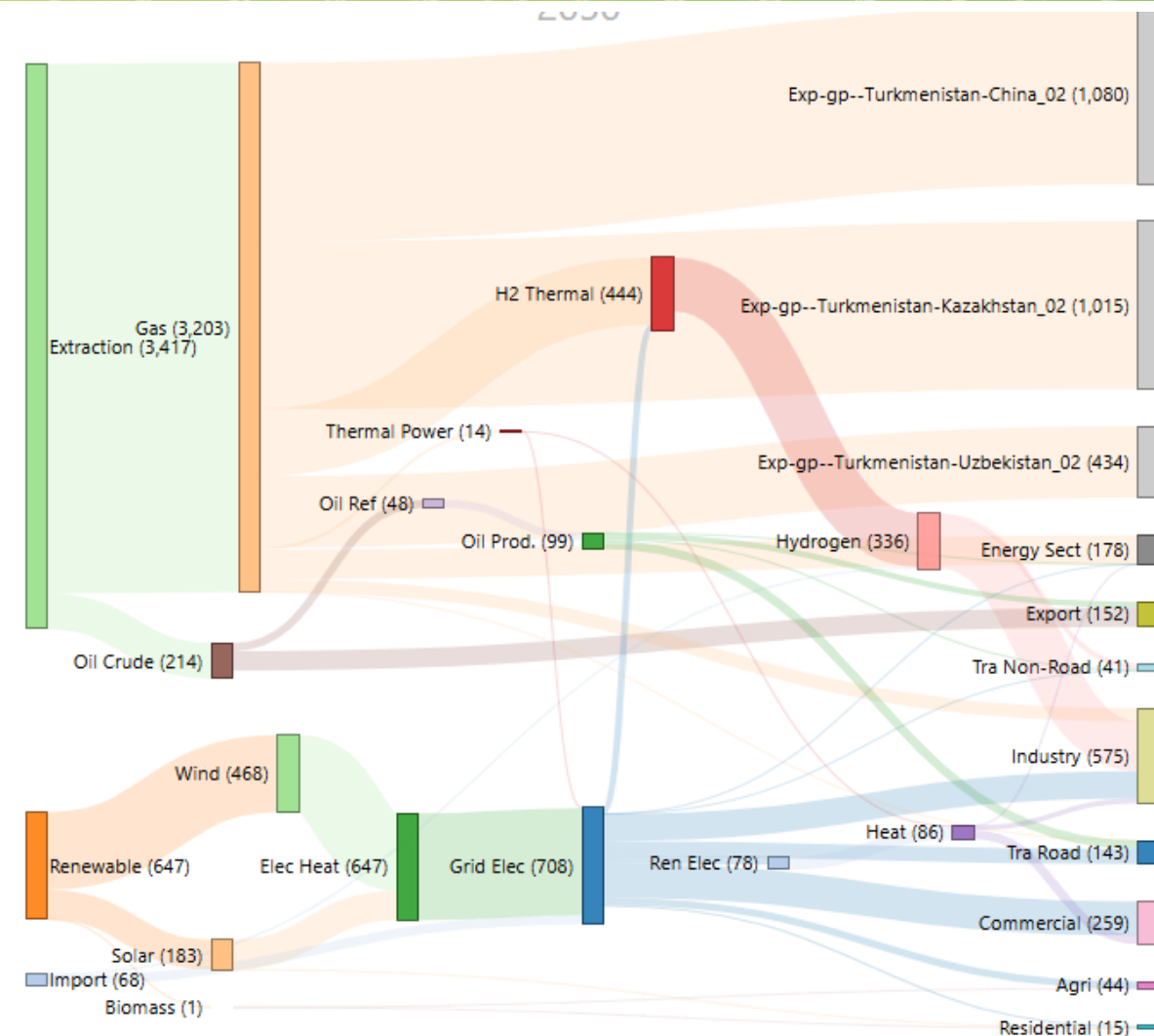
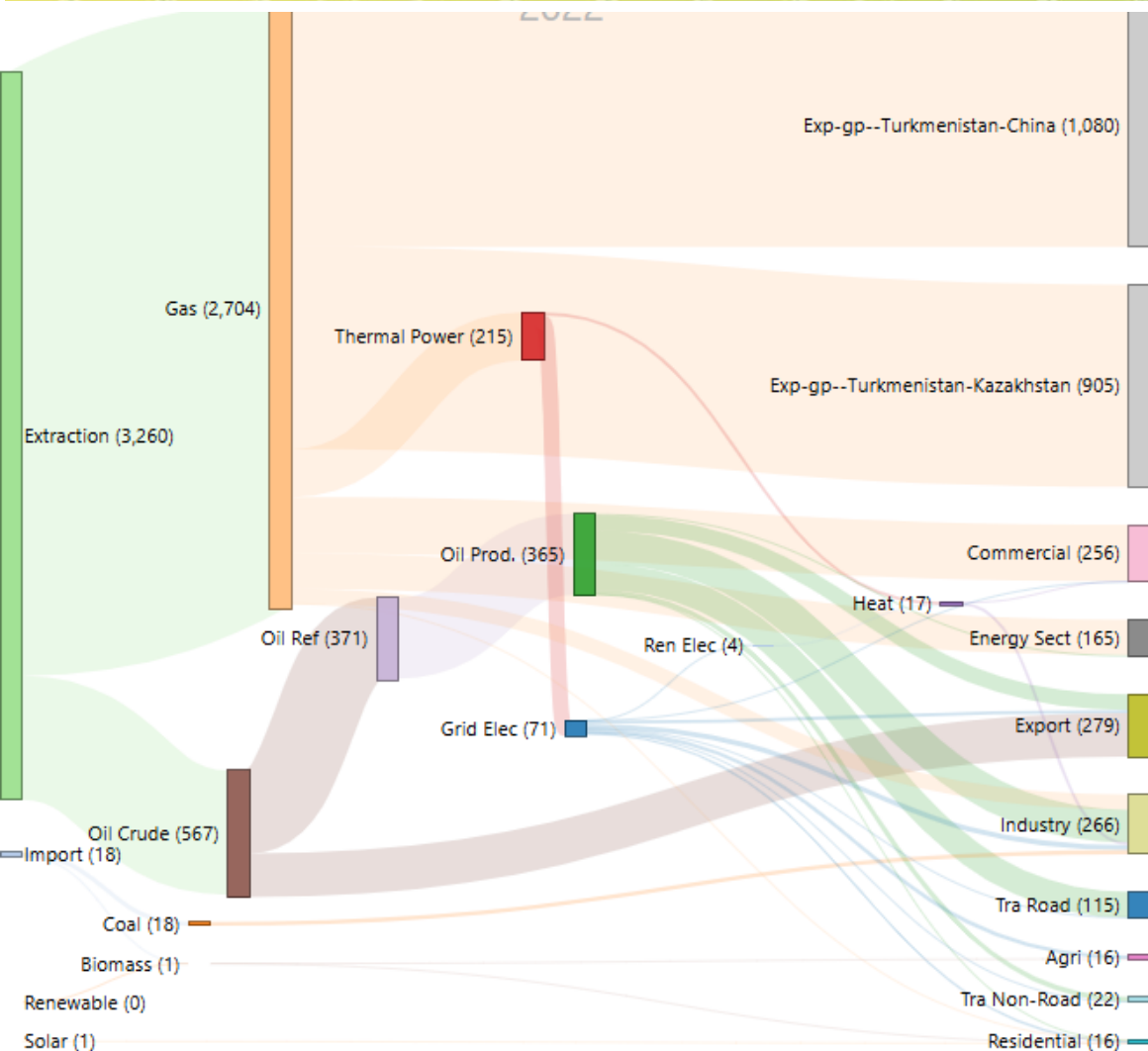


Figure 3: GHG Emissions of the Republic of Tajikistan by scenario



Funded by
the European Union

Пример: Диаграмма Сэнки – 2021-2050 – Туркменистане



Энергетические сценарии в сравнении с лицами, принимающими решения

Трудность: разрыв между
«теорией и практикой»

Цель: поделиться некоторыми
элементами/опытом для дальнейшего
рассмотрения и обсуждения

Послание: Отсутствие
(стандартной/уникальной) методологии
разработки сценариев на основе
моделей *KPOME*
некоторых «слабых» практик



Funded by
the European Union

Поддержка принятия решений на основе моделей

Что мы делаем

Исследования

~~Предположения~~

Что мы получаем

Аналитические
сведения

~~Прогнозы~~

К чему мы стремимся

Знания

~~"Истина"~~

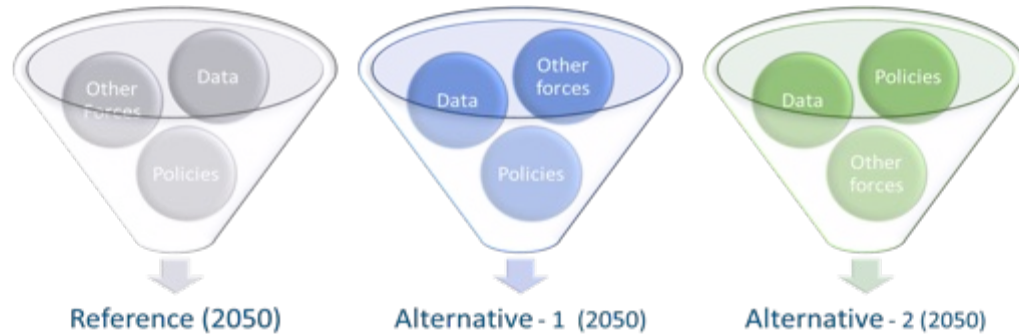


Funded by
the European Union

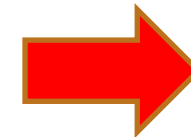
Моделирование при разработке политики – ключевое слово: интеграция

Почему лица, принимающие решения, нуждаются в моделях или используют их?

- Отражение и интерпретация сложного реального мира в понятной (полезной для конкретной сферы применения) форме.
- Структурированная организация большого количества данных и информации (принятие решений на основе фактических данных и данных).
- Коллективное изучение различных предположений и вариантов в рамках одной и той же (последовательной) структуры и компромиссов.

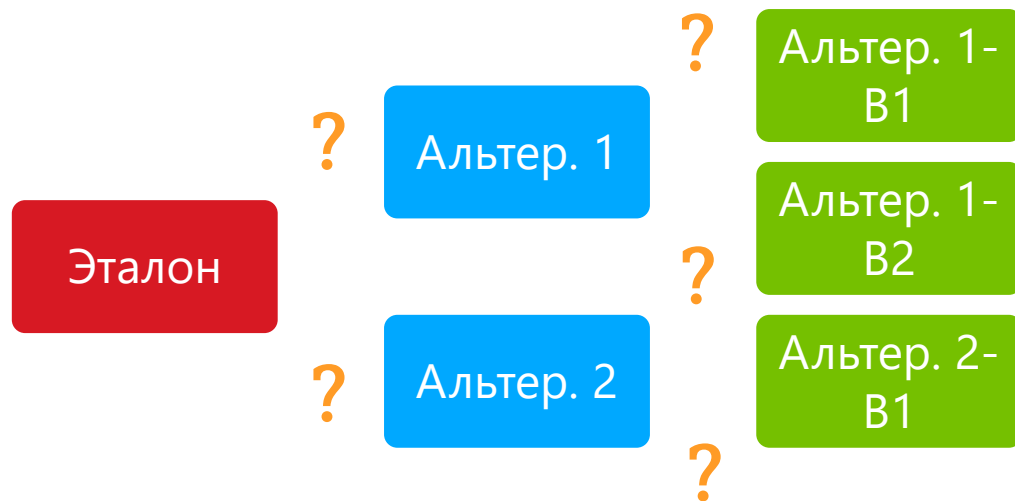


Множественные исследования: обучение путем изучения / обучение путем сравнения



«надежная» стратегия

Сценарии изменения климата и энергетики на основе моделей



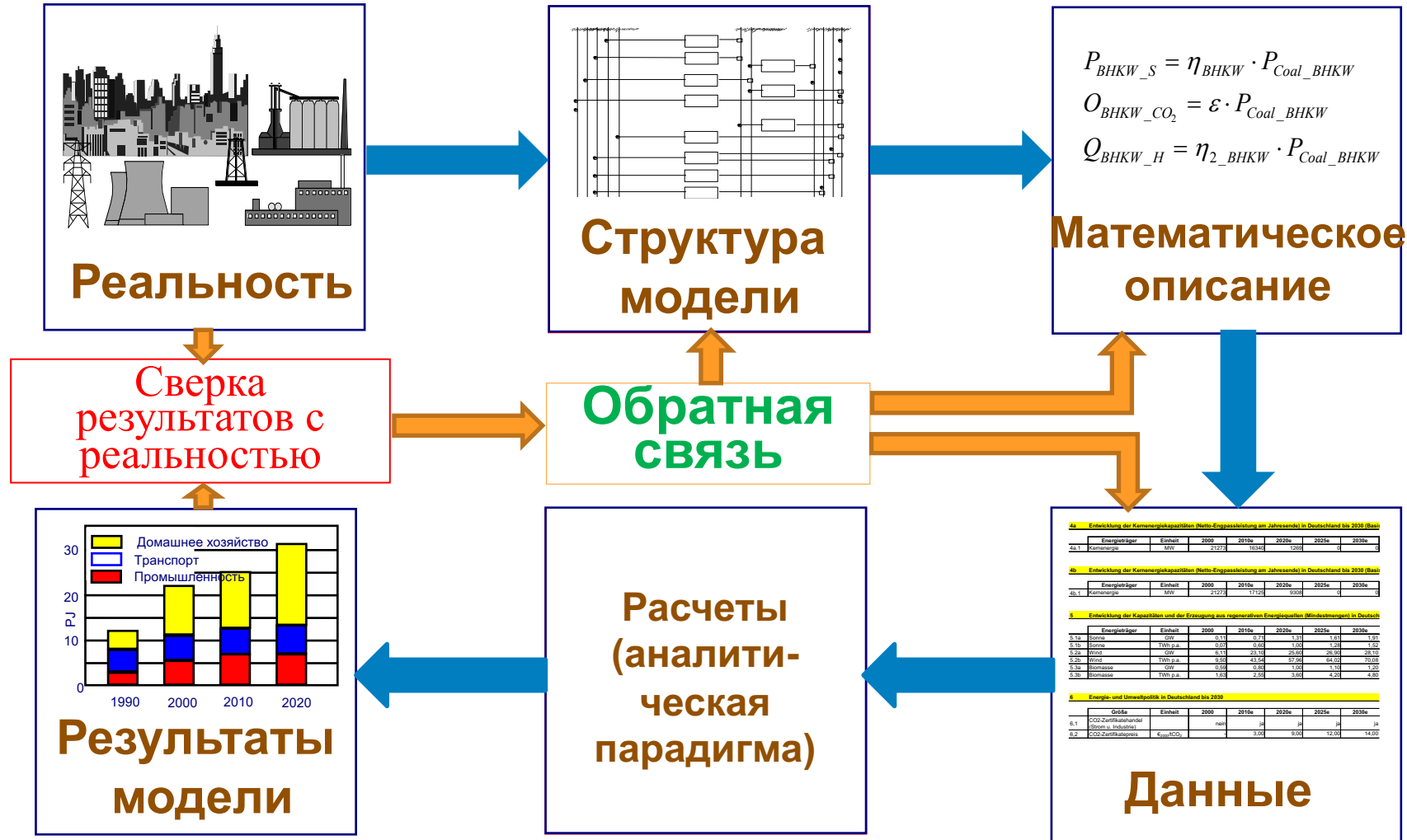
Энергетические сценарии служат **точками сравнения** для оценки чувствительности и множественных результатов

Множественные исследования: обучение путем изучения / обучение путем сравнения

- Комплексный анализ: основан на целостном подходе, который **одновременно** рассматривает как можно больше точек зрения или аспектов динамики энергетики и климата и принимает во внимание сквозной характер и **взаимодействие** между этими аспектами.

В контексте этого анализа мы можем более конкретно остановиться на пяти аспектах Энергетического союза (*Декарбонизация, Энергоэффективность, Энергетическая безопасность, Внутренний энергетический рынок, Исследования, инновации и конкурентоспособность*).

Моделирование энергетической системы – итерационный процесс



Не только моделирование

Комплексный анализ энергетики и климата

- Анализ данных и статистика
- Оценка технологии
- Экономический анализ
- Разработка политики (и моделирование)
- Анализ результатов, ключевых показателей эффективности и визуализация
- Анализ неопределенности
- Сравнение с другими исследованиями
- ...

Совместная оценка потребностей/приоритетов в рамках данного технического содействия
(на уровне страны и региона)



Funded by
the European Union

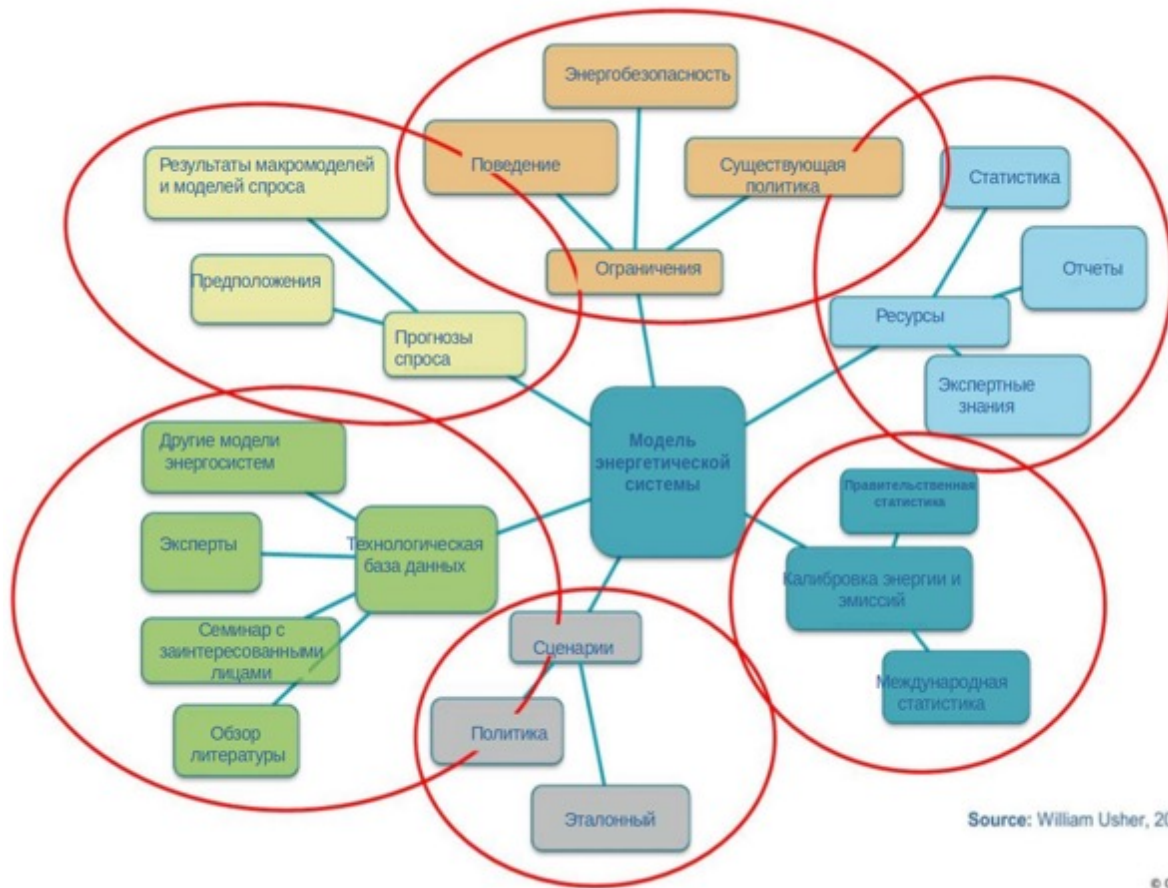
Моделирование – это не только «моделирование»

Существует множество способов, подходов и методов (моделирования) для изучения эволюции ключевых показателей эффективности в области энергетики и климата с течением времени. Но, несмотря на различия, все они опираются на несколько фундаментальных основ и принципов, таких как:

- *понимание и интерпретация сложности систем реального мира;*
- *сбор, понимание, систематизация и использование данных (количественный анализ);*
- *анализ политических инструментов, позволяющих повернуть систему к желаемому состоянию.*



Математическое описание – Основные исходные данные



Технологическая база данных

- Данные по конкретным технологиям в жилищном секторе, в сфере услуг (существующие и новые)
- Данные по конкретным технологиям в промышленности и транспортном секторе, сельском хозяйстве (существующие и новые)
- Данные по конкретным технологиям в энергетическом секторе (новые)

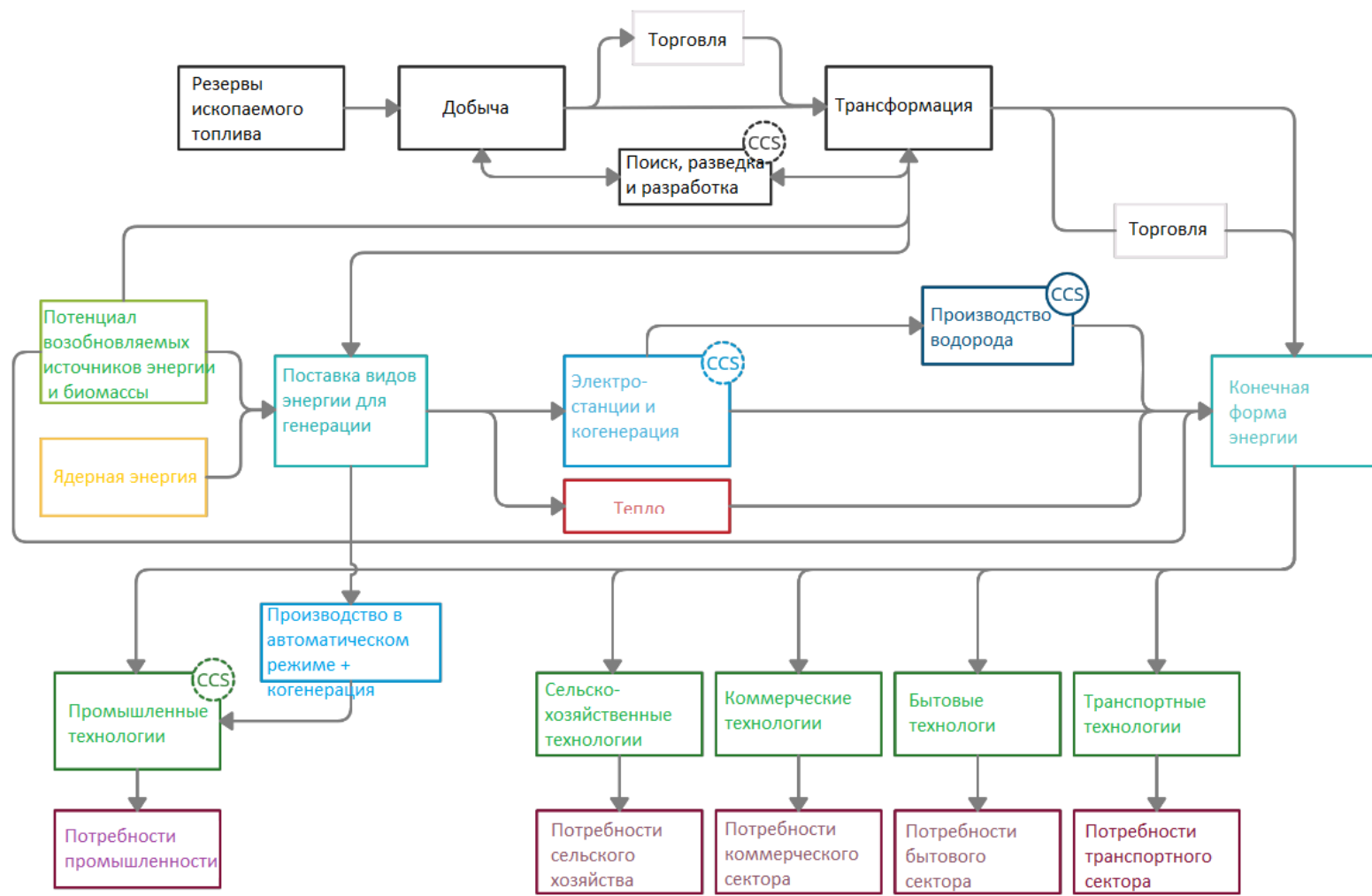
Ресурсы

- Потенциал ВИЭ / полезных ископаемых (ветер, солнце, биомасса,...)

Политика и меры, а также другие факторы

- Подлежит обсуждению

Эталонная энергетическая система – ВИЭ – Примеры (2)

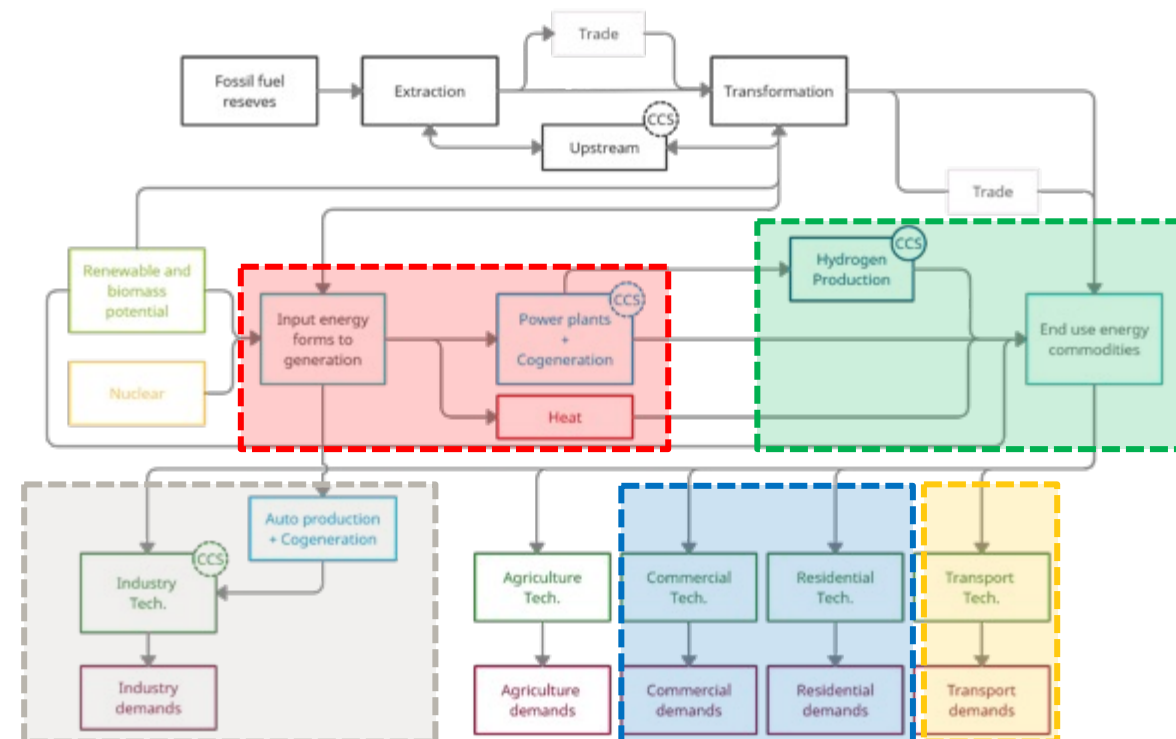
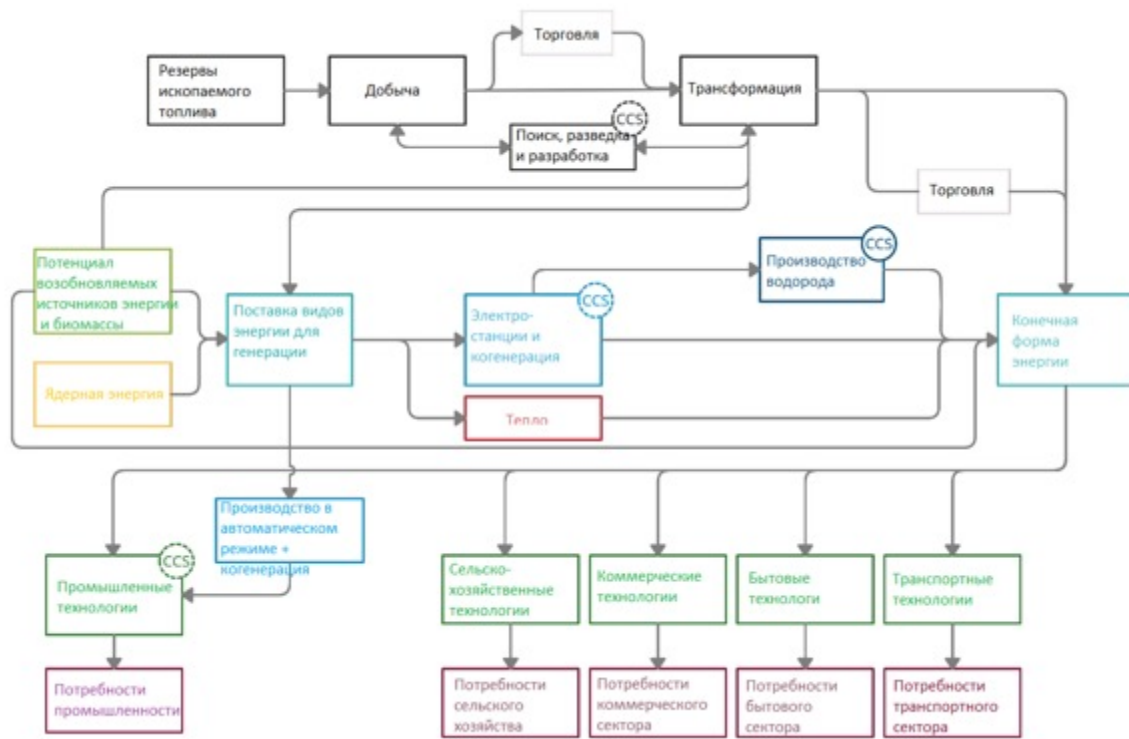


Задание: трансформируйте критическую проблему принятия решений в вашей стране в схему ВИЭ



Funded by
the European Union

Моделирование энергетических систем: Система ≠ совокупность частей



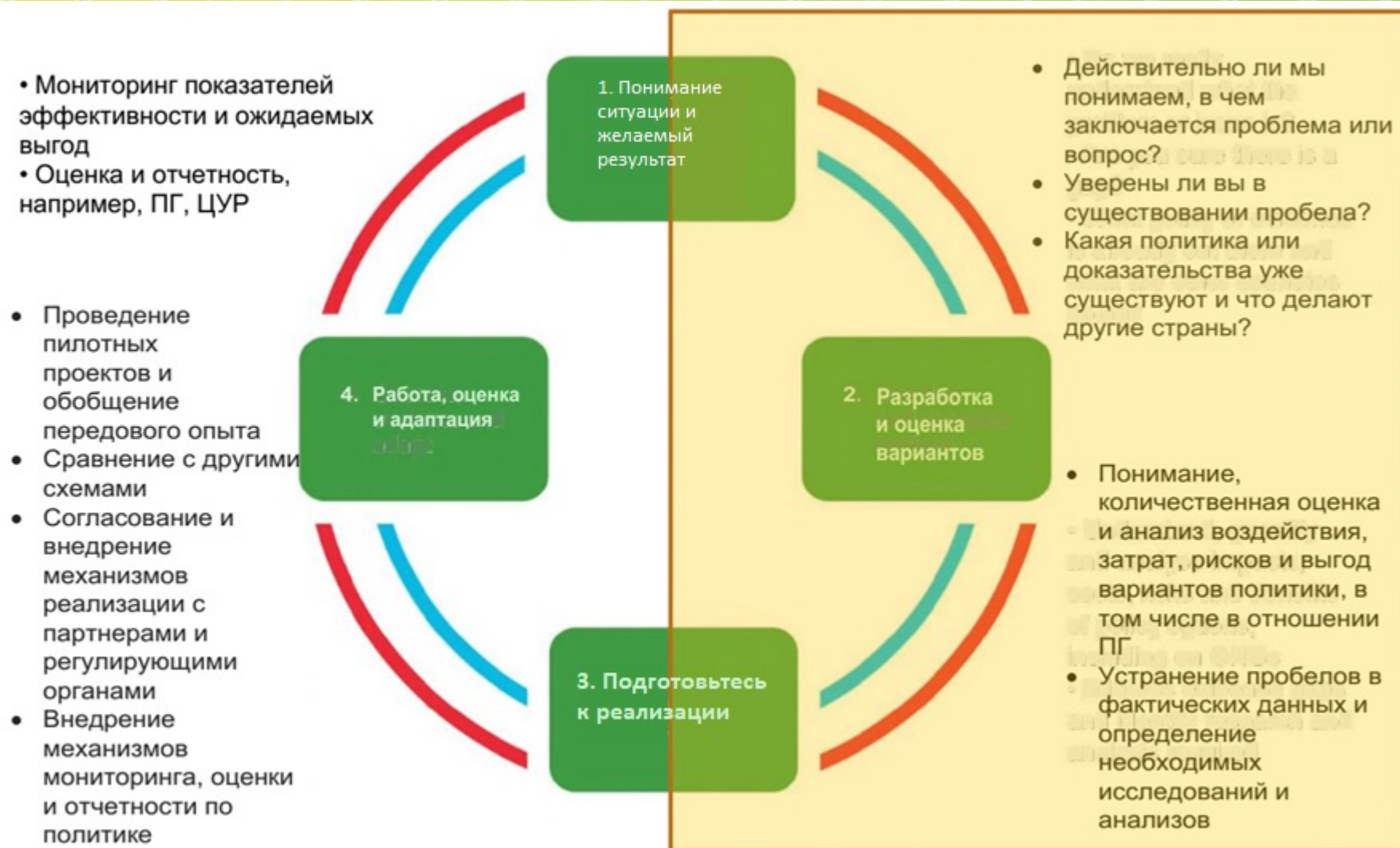
Системный анализ (оптимизация)

Потоки энергии и связанные с энергией выбросы по услугам/секторам и по всей системе. Цели/меры могут быть проанализированы по услугам и/или секторам и/или системам.

Существующий анализ по конкретным секторам (выделены)

Потоки и выбросы энергии на каждом отдельном отраслевом уровне. Потоки между подсекторами/внутри подсекторов отсутствуют.

Цикл разработки/реализации политики



Для того чтобы иметь возможность должным образом оценить эти стратегические цели и приступить к процессу разработки политики, лицо, принимающее решения, должно задействовать целый ряд навыков и знаний.

Разработка политики требует участия представителей всех аналитических профессий (статистиков, экономистов, исследователей операционной деятельности и социальных проблем), инженеров, технических специалистов в области энергетики и консультантов по вопросам политики.





Funded by
the European Union

Моделирование при разработке политики

Изучение влияния различных факторов

Наднациональные элементы

- Международные цены на ископаемое топливо
- Поведение других игроков
- Технологические затраты
- Международные стандарты
-

Национальные элементы

- Структура социально-экономического сектора
- Потребности в энергетических услугах
- Внутренние энергетические ресурсы
- Другие факторы и ограничения (например, технологии, рынок и т.д.)
- - ...

Национальные цели и политики

- Целевые показатели (общие, отраслевые и т.д.)
- Меры (товар, технология и т.д.)
- ...

Неопределенности

-

Управляемость (лица, принимающие решения)

+



Funded by
the European Union

Моделирование при разработке политики

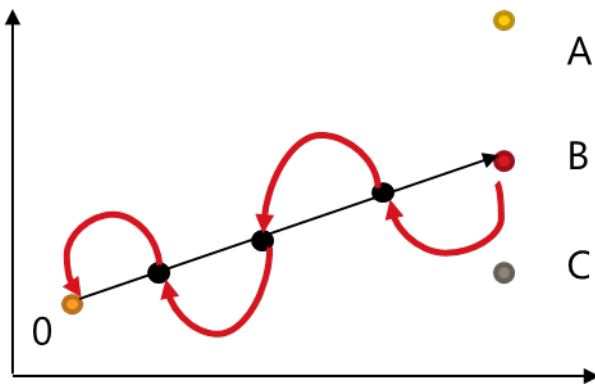
Национальные цели и целевые показатели*

1 (Что?)

Включить “целевые показатели”, которые должны быть достигнуты в сценариях

(например, целевой показатель ЭЭ, целевой показатель ВИЭ или целевой показатель выбросов и т.д.)

* **Целевые показатели** определяют конкретные количественные “пороговые значения”, которые должны быть достигнуты



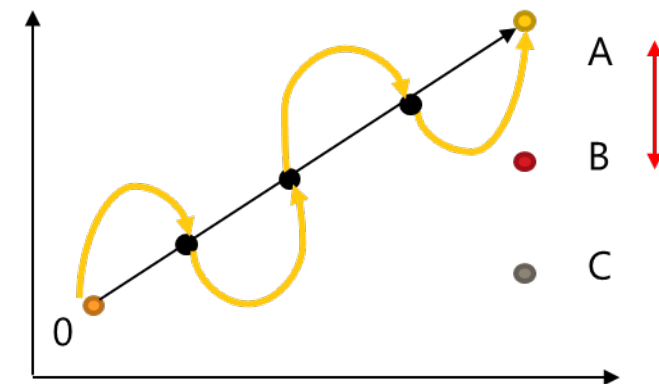
Политики и меры*

2 (Как?)

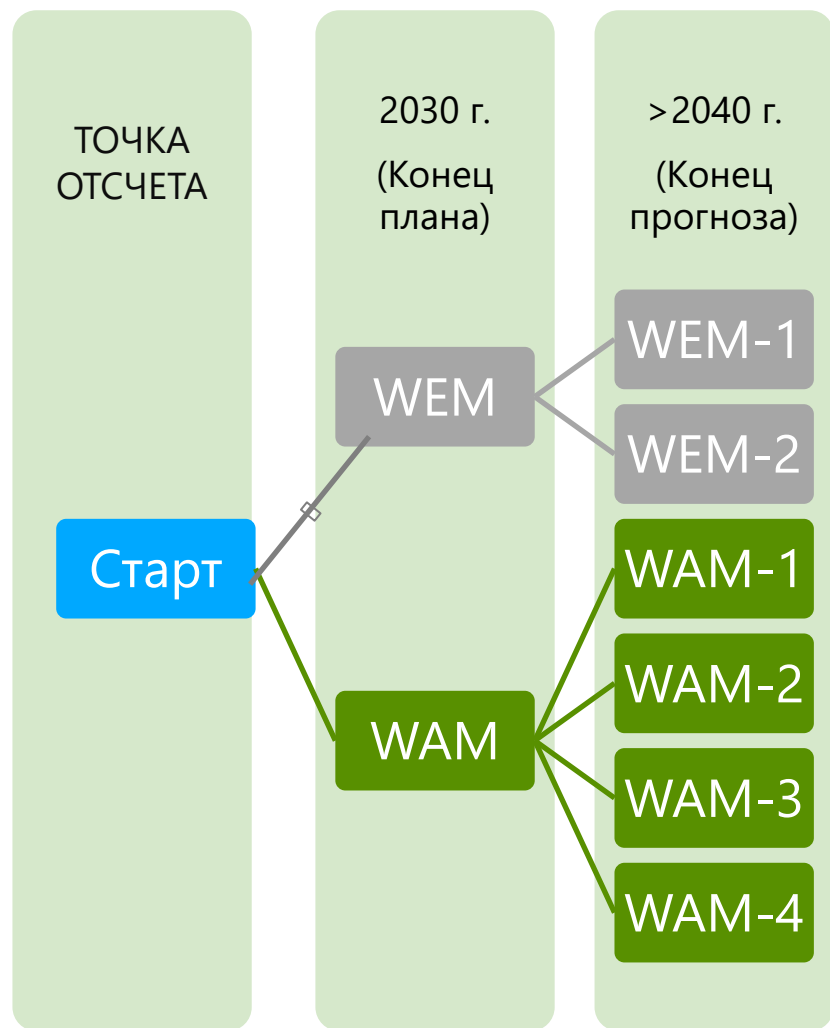
Включить набор политических “механизмов”

(например, налог на выбросы CO₂, льготные тарифы, стандарты и т.д.) и изучить влияние на показатели, связанные с энергетикой и окружающей средой

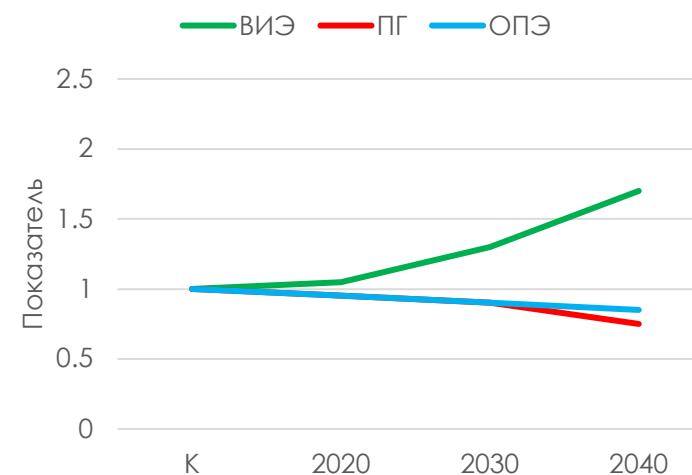
* **Меры** являются инструментами реализации политик



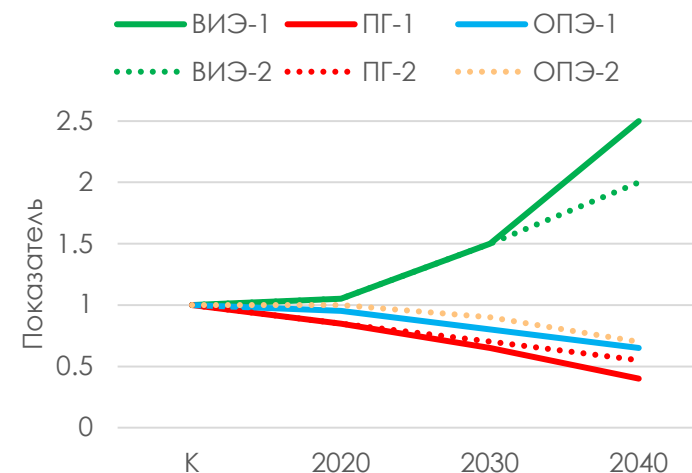
Стратегический анализ на основе моделей (EU-NECP)



“Перспективы” WEM до
> 2040 года



“Перспективы” WAM до
> 2040 года



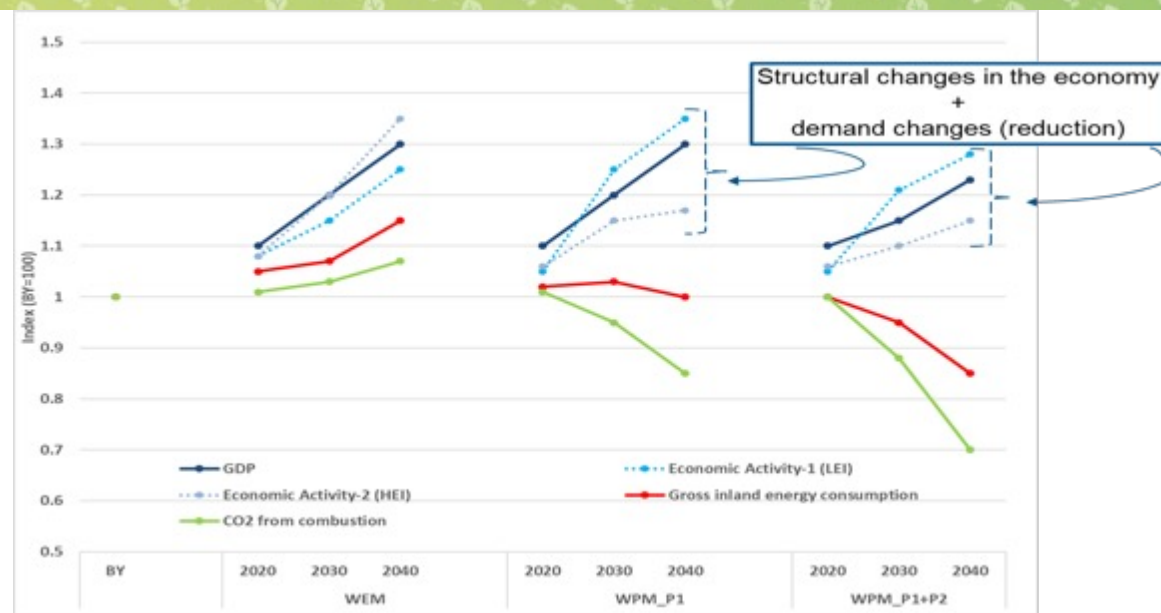
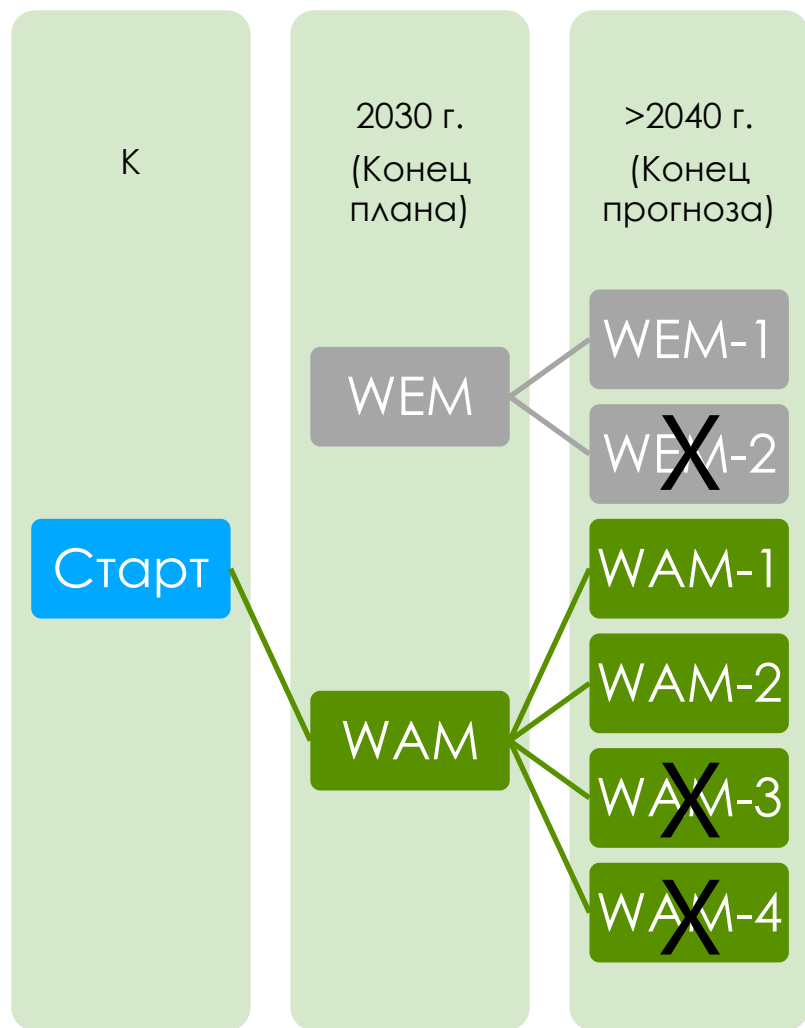
Funded by
the European Union

WEM – с существующими мерами
WAM – с дополнительными мерами

ВИЭ – возобновляемые источники энергии
ПГ – парниковые газы
ОПЭ – общее потребление энергии

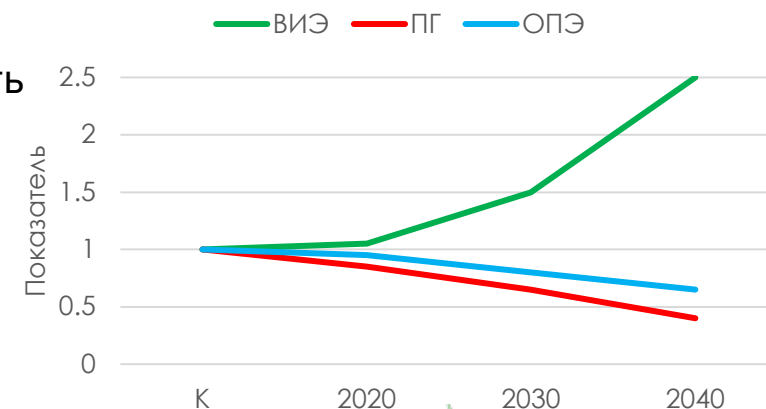


Стратегический анализ на основе моделей (EU-NECP)



Многочисленные исследования / непрерывный синтаксический анализ
“дерева исследований” до тех пор,
пока не будет найден “надежный” путь

«Надежный прогноз»
WAM на период до 2040
года (по нескольким
критериям)



Funded by
the European Union

WEM – с существующими мерами
WAM – с дополнительными мерами

ВИЭ – возобновляемые источники энергии
ПГ – парниковые газы
ОПЭ – общее потребление энергии



Структура моделирования для анализа энергетики и климата – пример

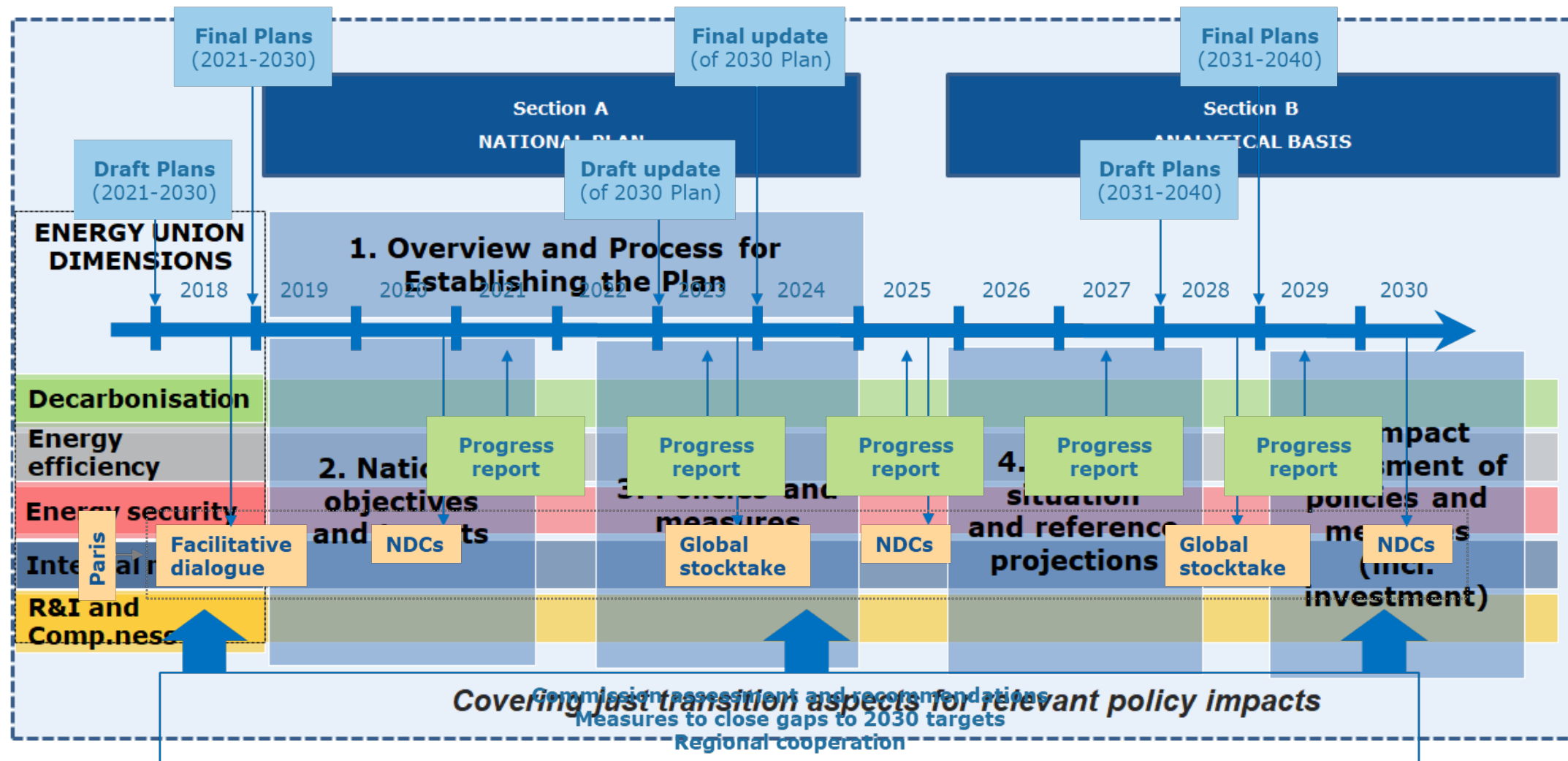
Количественная оценка сценариев, основанная на модели, помогает Европейской комиссии в оценке воздействия и анализе вариантов «политики»

Инструменты связаны друг с другом для обеспечения согласованности («интеграции»)



https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/economic-analysis/modelling-tools-eu-analysis_en

Стратегический анализ на основе моделей (EU-NECP)



Funded by
the European Union

Определение улучшений в области энергоэффективности – индикаторы

Потребление **МЕНЬШЕГО** (-) количества энергии для предоставления **ТАКОЙ ЖЕ** (=) услуги

Потребление **ТАКОГО ЖЕ** (=) количества энергии для предоставления **БОЛЬШЕГО** объема коммунальных услуг

Потребление **МЕНЬШЕГО** (-) количества энергии из-за необходимости **ИЗМЕНЕНИЯ** ($\neq$) объема коммунальных услуг

Потребление **МЕНЬШЕГО** (-) количества энергии и предоставление **МЕНЬШЕГО** (-) количества услуг

Является ли все вышеперечисленное
повышением
уровня энергоэффективности?

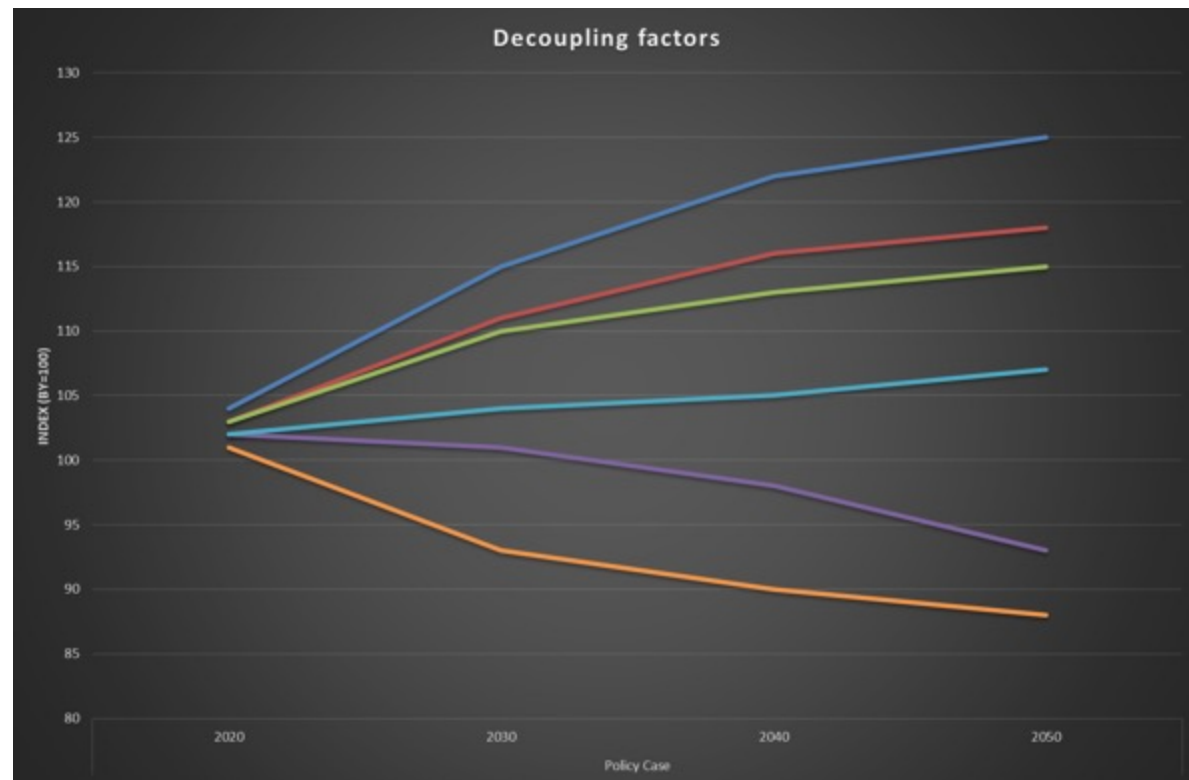


Общий показатель энергоэффективности: $\frac{\text{Energy Consumption (t)}}{\text{Activity (t)}}$

Общий показатель энергоэффективности:
 $\text{Energy consumption (x,t)} - \text{Energy consumption (B,t)}$

«Разъединение переменных» — это когда две переменные перестают двигаться вместе:

- корреляция между ними остается положительной (относительной)
- корреляция между ними становится нулевой или отрицательной (абсолютной)



Funded by
the European Union

Принцип «энергоэффективность прежде всего» на уровне ЕС

Статья 2(18) Регламента об управлении Энергетическим союзом и борьбе с изменением климата

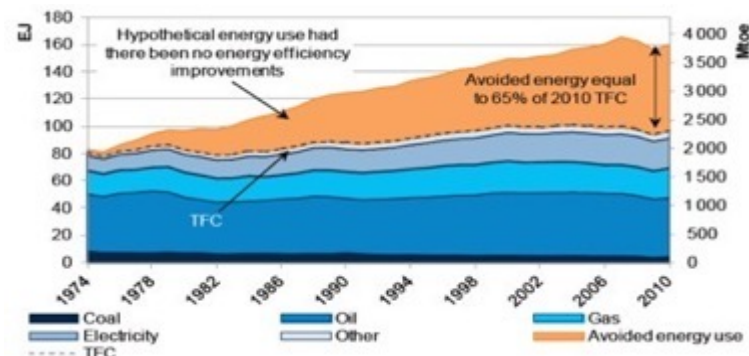
Принцип «энергоэффективность прежде всего» - это руководящий принцип в управлении изменением климата и энергетикой в ЕС и за его пределами, который, полностью учитывая надежность поставок и рыночную интеграцию, гарантирует, что страны производят только необходимое количество энергии и что на пути к достижению климатических целей они не допускают инвестиций в бесхозные активы.

Этот принцип должен учитываться в комплексных национальных планах по энергетике и климату (NECP) государств-членов.

Согласно этому принципу энергоэффективность рассматривается **приоритетным источником энергии**, то есть необходимо «сохранить энергию прежде чем производить ее».

Принцип рассматривает эффективность «комплексной энергетической системы» (в ее целостности) и подразумевает продвижение наиболее эффективных решений для достижения климатической нейтральности по всей цепочке создания стоимости (от производства энергии, транспорта до конечного потребления) для того, чтобы достигнуть энергоэффективности как в потреблении первичной, так и конечной энергии.

Согласно принципу необходимо отдать предпочтение прежде всего рентабельным решениям на стороне спроса, а не инвестициям в энергетическую инфраструктуру.



Общая цель энергоэффективности – пересмотр Директивы ЕС по энергоэффективности

ЕС поставил перед собой амбициозные цели по энергоэффективности на 2020 и 2030 годы – сократить потребление **первичной** и **конечной** энергии в рамках целей по декарбонизации до 2050 года.

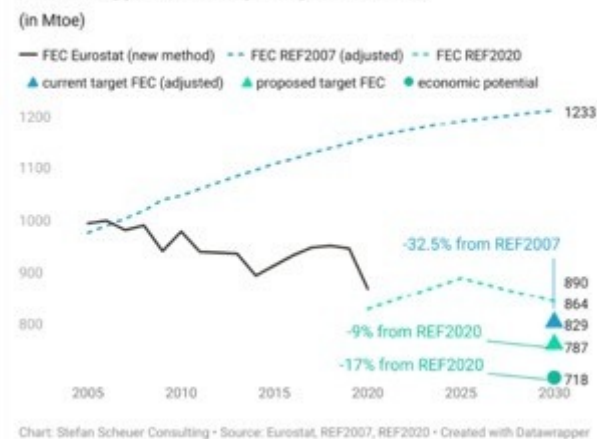
Исходный сценарий (2018 г.): основная цель ЕС по энергоэффективности на 2030 год – не менее 32,5% (по сравнению с прогнозами ожидаемого энергопотребления в 2030 году).

Цель 32,5% - к 2030 году потребление конечной энергии составит 956 млн т н.э. и/или потребление первичной энергии составит 1 273 млн т н.э.

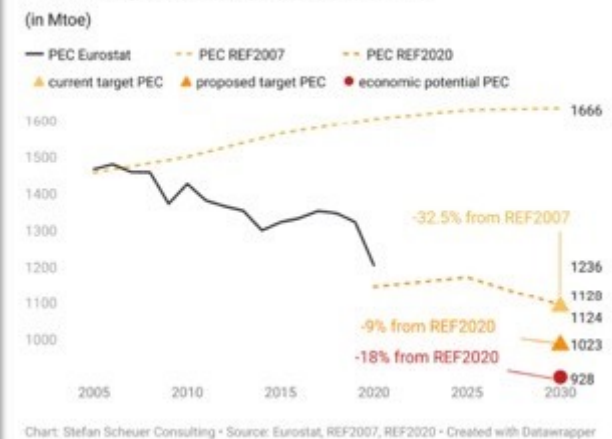
Последние данные (2022, в рамках плана REPowerEU)

	Анализ моделирования для пересмотра EED	Анализ сетевого моделирования	
	Полный пакет 9% ЭЭ/40% ВИЭ	REPowerEU 13% ЭЭ/45% ВИЭ	REPowerEU 19% ЭЭ/45% ВИЭ
Потребление энергии			
Цель ЕС по потреб. конеч.энерг. относительно сценария REF2020	9%	13%	19%
Потребление конечной энергии (млн т.н.э.)	787	751	701
Цель ЕС по потреб. первич.энерг. относительно сценария REF2020	8%	10%	13%
Потребление первичной энергии (млн т.н.э.)	1,033	1,006	979

EU energy efficiency target for FEC



EU energy efficiency target for PEC



Анализ на основе моделей

Целевые значения: «абсолютные числа»

Понимание энергоэффективности – ориентировочные шаги

- Понимание того, как энергия используется в системе/секторах

Помимо энергетического баланса нужна информация о конечном потреблении.

- Определение методологии/обоснования оценки

- Сбор информации (статистика/опросы/измерения/базы данных,..)
Отбор и оценка альтернативы (ключевым моментом является четкость технологии)

- Изучение и проектировка энергетических переменных («триггеры» ЭЭ и другие факторы): моделирование

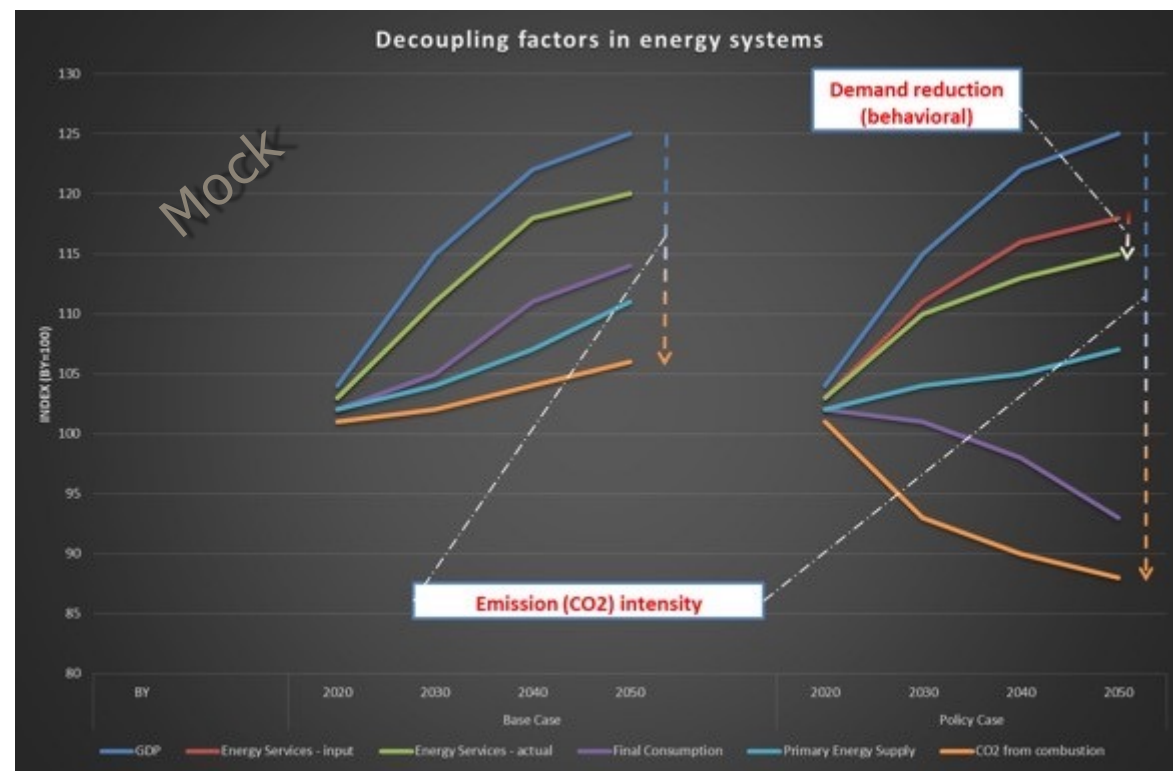
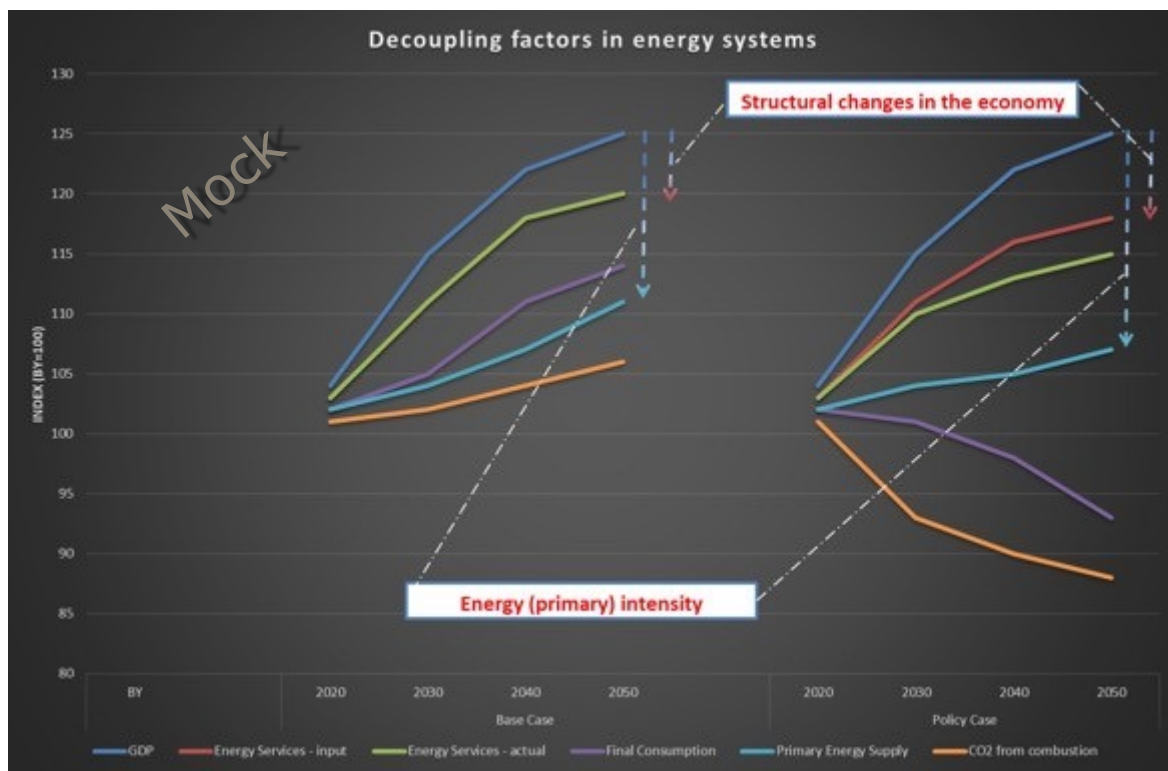


Funded by
the European Union



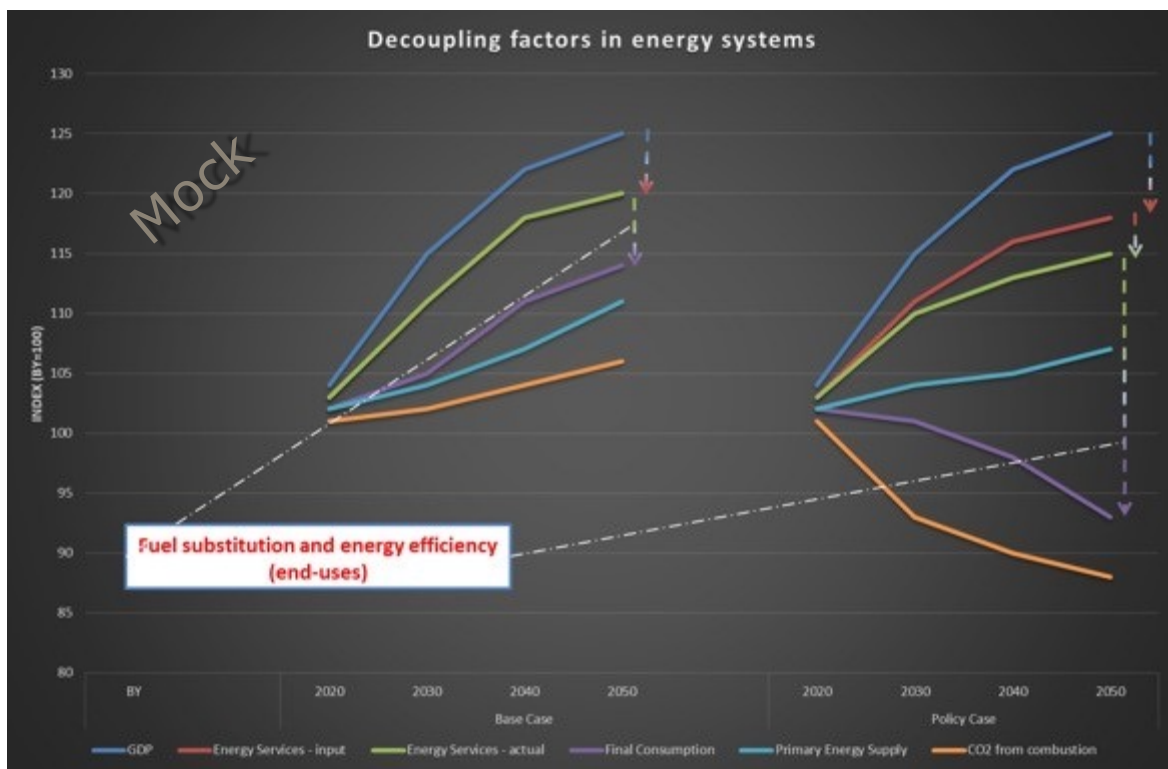
Раскрытие и понимание показателей энергоэффективности

Важность отделения понятий «повышения эффективности» от «структурных изменений» экономики и поведенческих изменений



Ожидается, что экономика и население Узбекистана будут расти высокими темпами, более 4% и 1,5% соответственно. В связи с этим существует проблема неудовлетворенного спроса!

Раскрытие и понимание показателей энергоэффективности



Примеры:

Конечное
энергопотребление
на душу населения
(т.н.э./на душу
населения)

Энергопотребление
для отопления
жилых помещений
(на кв. м)

Энергоемкость
пассажирского
транспорта (на пасс-
км)

Конечное
энергопотребление
на домохозяйство
(т.н.э./домохозяйство)

Энергопотребление
для отопления
прочих помещений
(на кв. м)

Энергоемкость
грузового
транспорта (на т-км)

Конечное
энергопотребление на
добавленную стоимость
в расчете на сектор
(т.н.э./млн долл. США)

Энергопотребление
для бытового
освещения (на жилое
помещение)

Энергопотребление
для производства
цемента (т.н.э./т)

Электрические
автомобили vs.
Автомобили на
биотопливе (по цепочке)

Энергопотребление
для общественного
освещения (за номер)

Энергопотребление
для производства
чугуна и стали
(т.н.э./т)

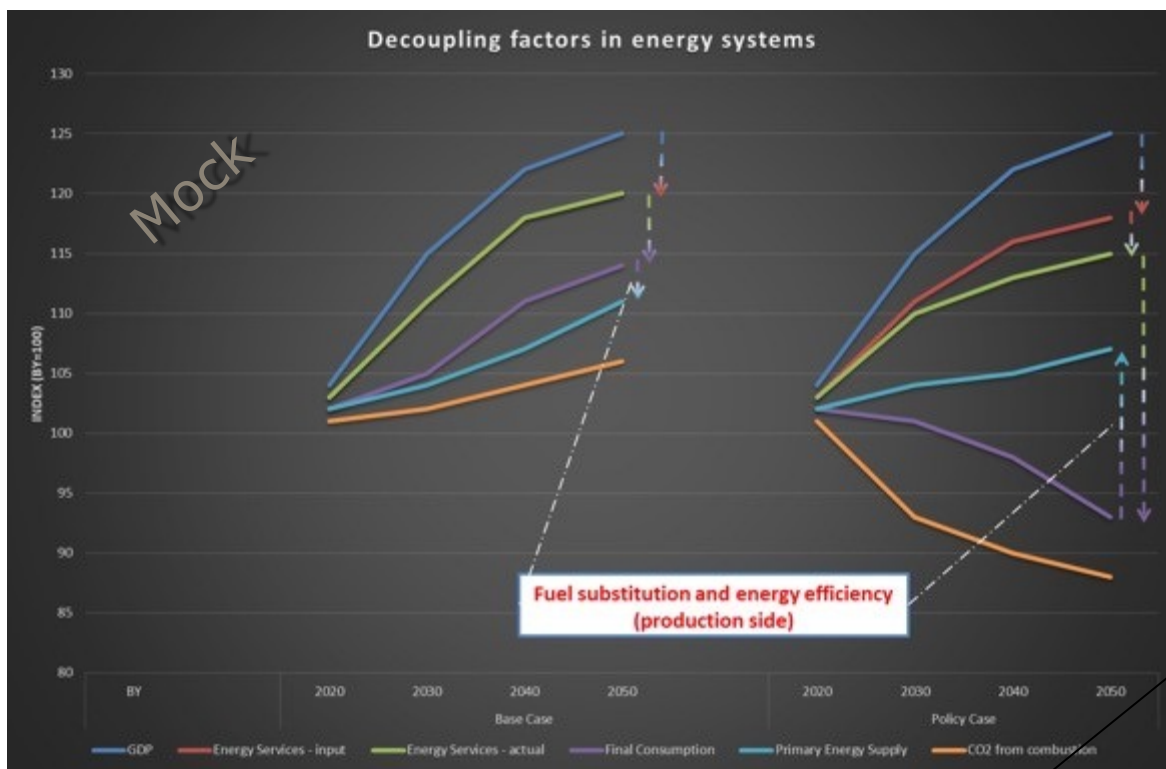
*Необходимо внимательно рассматривать
относительные показатели!*



Funded by
the European Union



Раскрытие и понимание показателей энергоэффективности



Примеры:

Поставка первичной энергии на душу населения (т.н.э./на душу населения)

Эффективность производства тепловой электроэнергии

Выбросы CO₂ в энергетическом секторе на единицу произведенной электроэнергии (кгCO₂/кВтч)

Энергоемкость первичной энергии (т.н.э./тыс. долл. США)

Эффективность передачи и распределения электроэнергии

Интенсивность выбросов CO₂ на единицу поставок первичной энергии (кг CO₂ от источников энергии / долл. США ВВП)

Соотношение первичной энергии к конечной
(т.н.э./ т.н.э.)
Наилучшее = 1

Эффективность распределения централизованного теплоснабжения

Углеродоемкость на добавленную стоимость (кгCO₂/долл.)

Электрические автомобили vs. автомобили на биотопливе (по цепочке)

Средний коэффициент мощности традиционных электростанций

H₂ vs. электричество в промышленности (по цепочке)

$1,4 < U_3 < 1,55$
 $K_3 > 1,65$
ЕС (в среднем): 1,35

Необходимо внимательно рассматривать относительные показатели!

Отдельные показатели могут вести к неверным выводам!



Funded by
the European Union



Стратегический анализ на основе моделей (EU-NECP)

ОБЩИЕ РАМКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПЛАНОВ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И КЛИМАТУ

РАЗДЕЛ А: НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПЛАН

1. ОБЗОР И ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ ПЛАНА
2. НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЦЕЛИ И ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
3. ПОЛИТИКИ И МЕРЫ

РАЗДЕЛ В: АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОСНОВА

4. ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ И ПРОГНОЗЫ С УЧЕТОМ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОЛИТИК И МЕР
5. *ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ ПОЛИТИК И МЕР*

Список параметров и переменных, НЭБ, ключевые показатели

Стратегический анализ на основе моделей (EU-NECP)

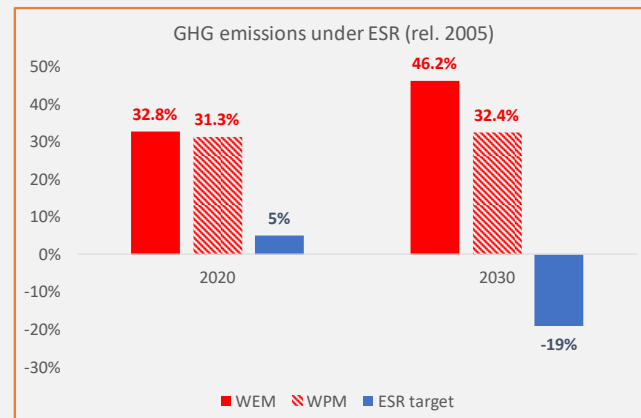
Sensitivity name

Central

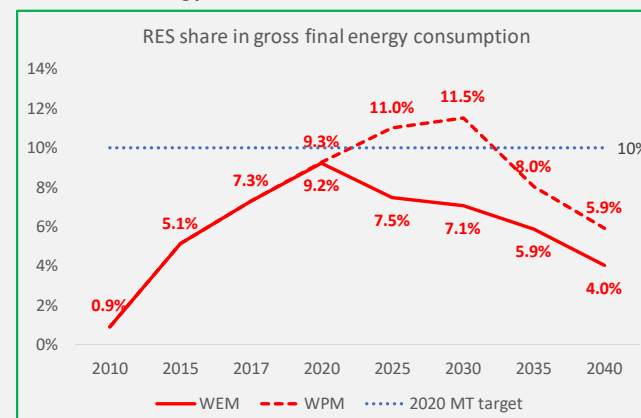
EffSens

ElecSens

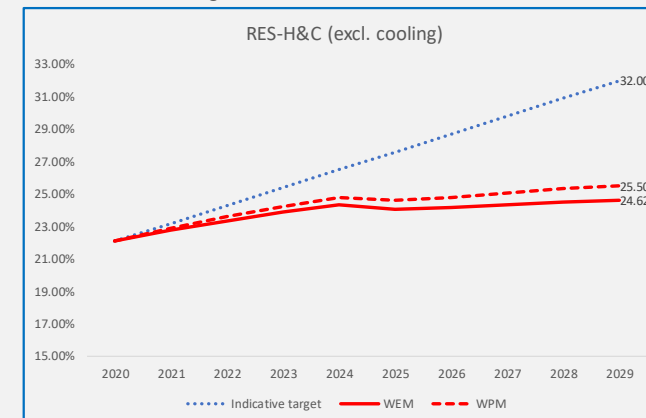
Decarbonisation



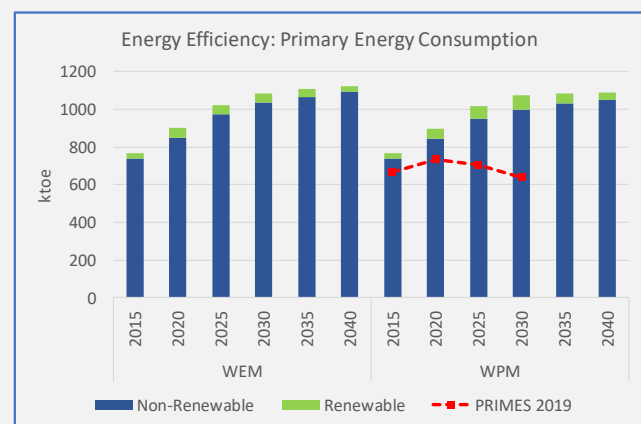
Renewable Energy Share



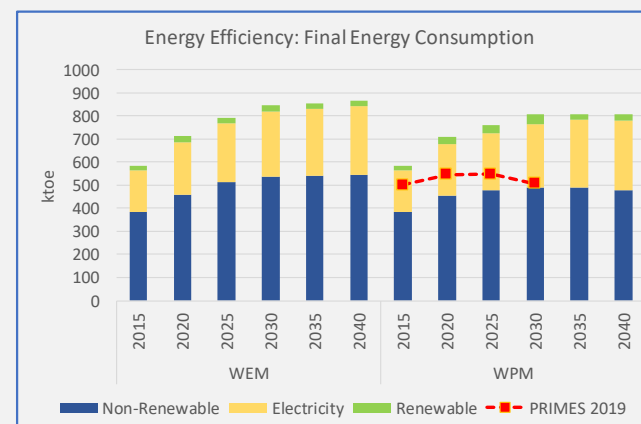
Renewable Heating



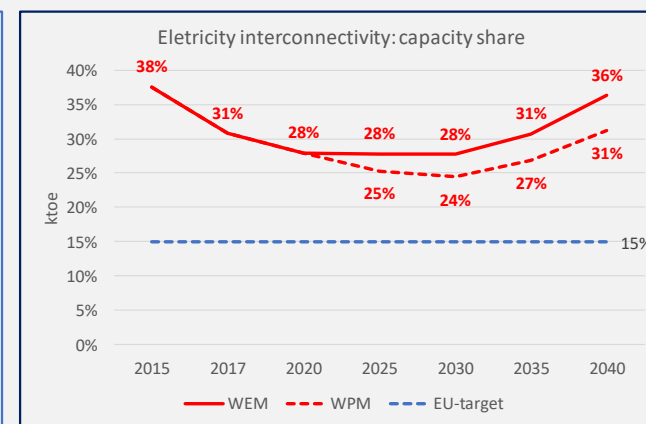
Energy Efficiency (1)



Energy Efficiency (2)



Electricity interconnectivity



Funded by
the European Union

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en

