

## Семинар-тренинг для стран Евразии, Центральной Азии и Кавказа: Глубокое погружение в отслеживание обязательств по смягчению последствий ОНУВ в рамках Парижского соглашения

Презентация: Вспомогательные инструменты  
для разработки прогнозов выбросов  
парниковых газов в масштабах всей экономики  
(GASMO и LEAP) и связывание таблиц и  
программного обеспечения

Аймгуль Керимрей

Специалист по смягчению последствий  
Копенгагенский Климатический Центр UNEP

# Содержание

Обзор вспомогательных инструментов для разработки прогнозов выбросов парниковых газов в масштабах всей экономики

LEAP модель

модель GАСМО

# Прогнозы выбросов парниковых газов

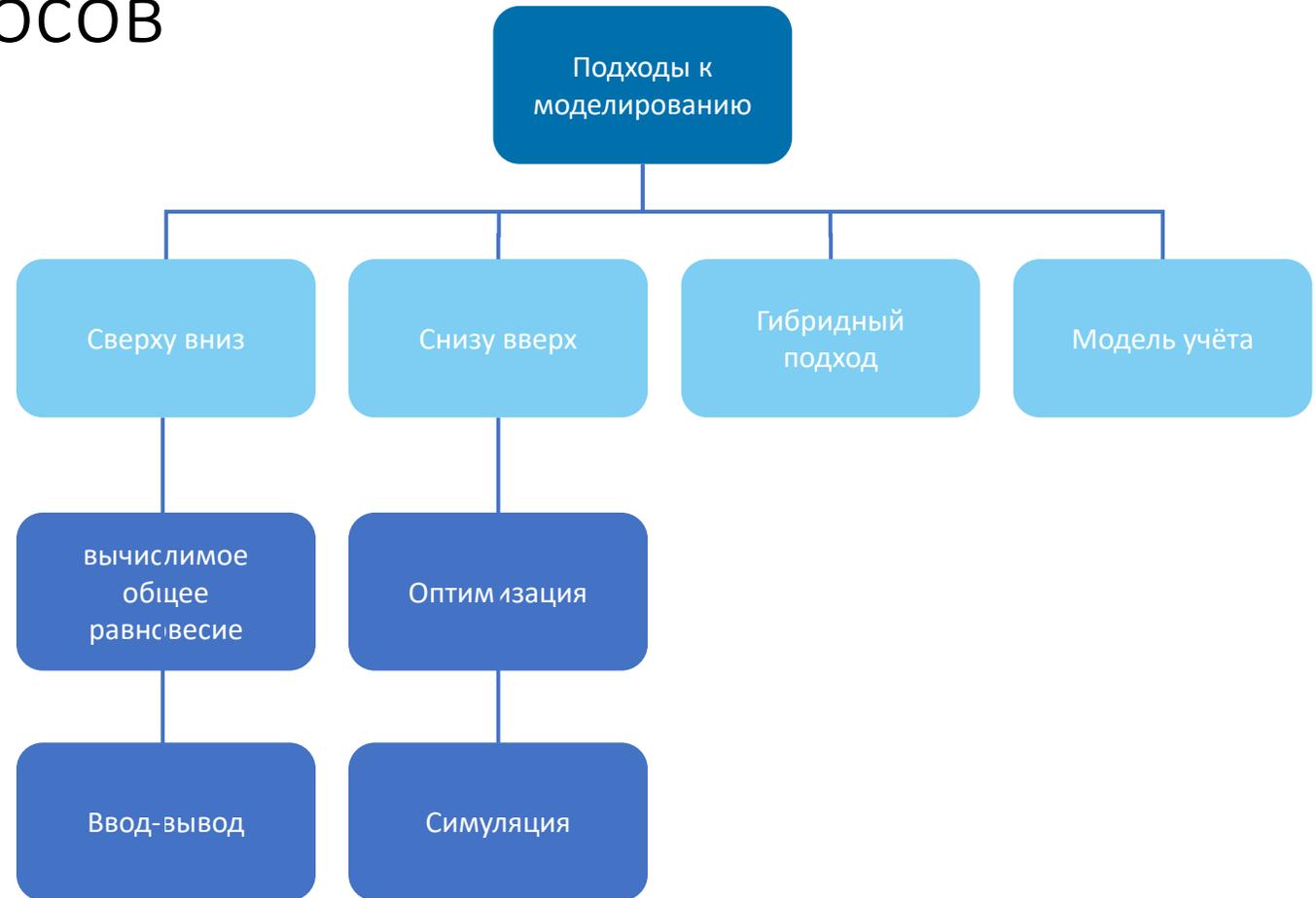
- **Прогнозы выбросов парниковых газов** представляют собой оценку будущих выбросов парниковых газов в стране на основе набора допущений.

Понимание будущих выбросов парниковых газов может помочь стране:

- определить цель по сокращению выбросов парниковых газов
- проверить, находятся ли они на пути к достижению существующей цели
- оценить влияние определенных мер по смягчению последствий
- помочь спланировать меры по смягчению последствий в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

# Инструменты для прогнозирования выбросов парниковых газов

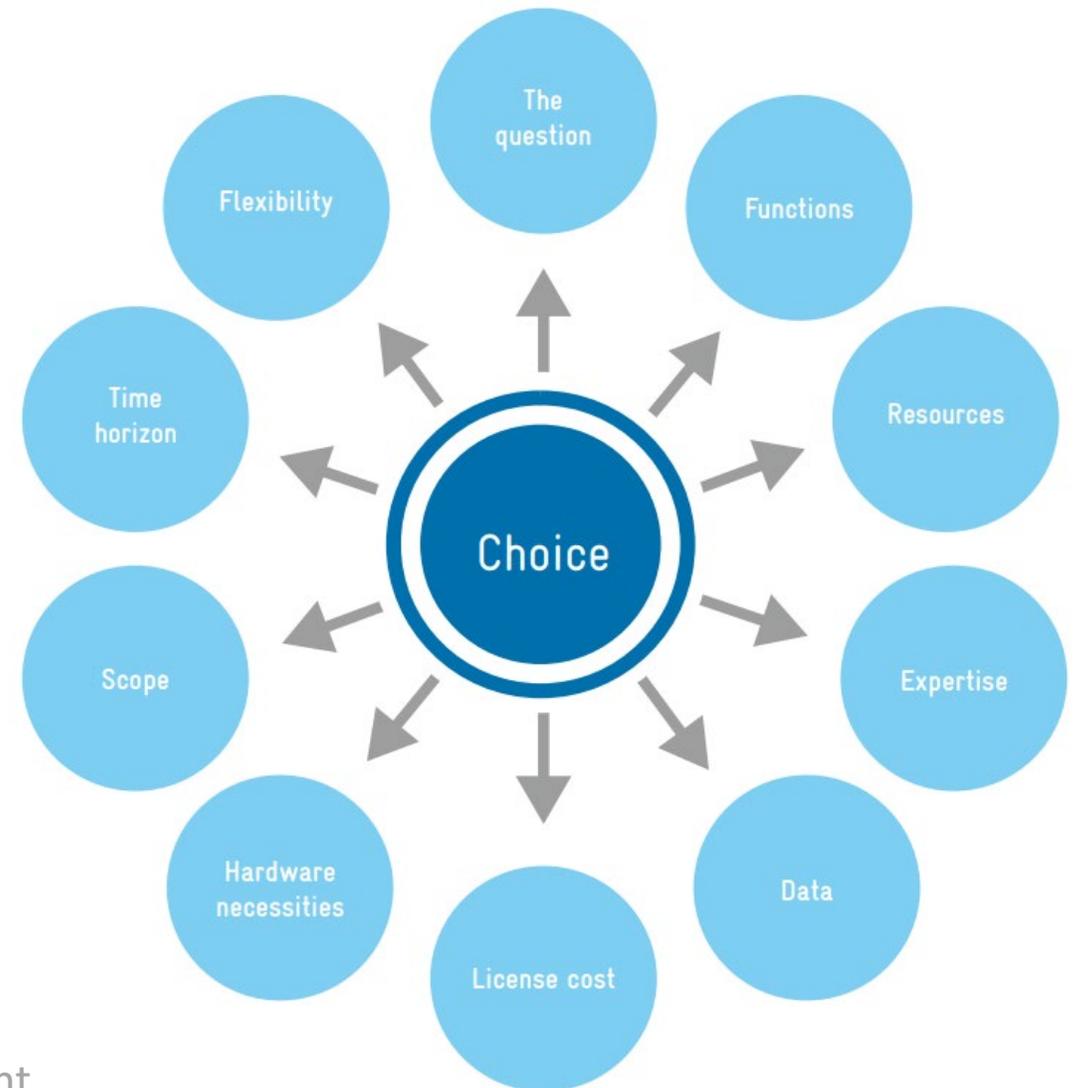
- **Модели «сверху-вниз»** оценивают систему по совокупным экономическим показателям.
- **Восходящие модели** рассматривают технологические варианты или политики смягчения последствий изменения климата для конкретных проектов.



Источник: Партнерство по прозрачности в Парижском соглашении.

# Выбор модели

- Не существует «лучшей модели».
- При выборе модели необходимо учитывать широкий спектр факторов, касающихся того, чего пользователи стремятся достичь с помощью модели.



# Сравнение моделей

## Функциональность



	GACMO	PROSPECTS	LEAP	TIMES
<b>Coverage of emission sources</b>	High-level	Mid / High-level	More detailed, particularly for energy sector	Detailed focus on energy sector
<b>Breadth/ granularity of technology</b>	Mid breadth / limited granularity	Low-Mid	Low to high (user defined)	High
<b>Sectoral interlinkages</b>	No	Energy supply and demand	Energy and some material flows	Energy and some material flows
<b>Temporal granularity</b>	2020, 2025, 2030, 2050	Annual to 2050	Annual, unlimited timeframe. Within-year breakdown for seasonal and hourly variations.	Annual / multi-year time steps. Within-year breakdown for seasonal and hourly variations.
<b>Representation of costs</b>	Yes (limited variation over time)	No	Yes (annual variation)	Yes
<b>Optimisation functionality</b>	No	No	Within electricity supply sector	Yes, within energy system
<b>Summary</b>	Low	Low	Mid	High

# Сравнение моделей

## Доступность



ACCESSIBILITY	Platform	Excel, open-source	Excel, open-source	Windows relational database; requires licence	Windows; requires licence (for GAMS)
	User fee	Free	Free; optional use of IEA input data requires licence	Free to certain users in low & middle-income countries; fee charged for others	Fee charged for GAMS license and user tools (e.g. interface)
	User guidance	Limited	Limited	Extensive	Limited
	User community	Limited	None	Extensive	Mid
	Language options	English	English	Multiple: English, French, Spanish, Chinese, Portuguese + others under development	English
	Ease of navigation	High	Mid	High	Mid

# Сравнение моделей

## Аналитические опции



ANALYTICAL OPTIONS	Scenario building and analysis	Limited to BAU and one alternative	Facilitates multi-scenario analysis (simulation possible)	Facilitates multi-scenario analysis and simulation	Facilitates multi-scenario analysis and simulation
	Assessment of non-climate SD impacts	None	None (energy security indicators under development)	Air pollution-related impacts on health and agriculture; energy security indicators	Energy security indicators
	Analysis of carbon pricing policies	No	No	In energy sector	In energy sector
	Analysis of other policy instruments	No	Limited to simple representation of emission standards or national/sector carbon budgets	Limited to emission standards for some technologies or national/sector carbon budgets	Emission standards, carbon budgets and additional flow constraints
	Linkages to other models	Low granularity limits linkage options	Yes, soft links to sector deep-dive modules and SD impact assessments	Yes, with API (programming code), or soft-links via Excel	High granularity facilitates many options for hard and soft links
	Summary	<b>Analytical options limited to specific abatement measures</b>	<b>Facilitates multi-scenario analysis; deep-dive analysis requires links to other tools</b>	<b>Facilitates multi-scenario analysis and energy sector planning</b>	<b>Extensive analysis of energy sector and options for linking to other tools</b>

LEAP модель



# LEAP модель

- Инструмент на базе Windows для энергетического планирования и оценки снижения выбросов парниковых газов, разработанный за последние 40 лет Стокгольмским институтом окружающей среды (SEI).
- Применяется почти в 200 странах. Не менее 60 стран использовали LEAP для помощи в разработке своих ПОНУВ. > 5000 активных пользователей.
- Инструмент моделирования на основе сценариев, который исследует, как выбросы могут измениться в будущем при альтернативных условиях политики (например, базовые условия и сценарии развития с низким уровнем выбросов).
- Обычно используется в национальном масштабе, но также работает для городов, регионов и анализа нескольких стран.
- В первую очередь ориентирован на энергетический сектор
- Изучает парниковые газы, SLCP, местные выбросы загрязнителей воздуха, экономические затраты, энергетическую безопасность, потребности в ресурсах, а также тенденции в области технологий и деятельности.
- Строго соответствует Руководящим принципам инвентаризации МГЭИК.

# Как получить LEAP?

- Загрузите с веб-сайта LEAP: <https://leap.sei.org/download>.
- Имя пользователя и пароль необходимы для полной активации загруженного программного обеспечения. Предоставляется лицензированным пользователям.
- Лицензии предоставляются бесплатно некоммерческим, академическим и государственным учреждениям в странах с низким уровнем дохода и уровнем дохода ниже среднего. Доступно по низкой цене в странах с доходом выше среднего. Все остальные требуют приобретения стандартной лицензии. Простой и быстрый процесс подачи онлайн-заявки.
- Техническая поддержка от SEI через веб-сайт LEAP или по электронной почте.
- Большинству пользователей потребуется обучение: оно доступно через SEI или региональные партнерские организации.
- Посетите веб-сайт LEAP, чтобы узнать новости об обучающих семинарах.

# LEAP для анализа снижения выбросов парниковых газов

**Низкие требования** к исходным данным позволяют использовать LEAP в ситуациях, когда хороших данных не хватает, а опыт ограничен.

**Удобный для пользователя дизайн** и акцент на передаче результатов помогают сделать анализ NDC более доступным для всех: для планировщиков, лиц, принимающих решения, и других заинтересованных сторон (не только разработчиков моделей).

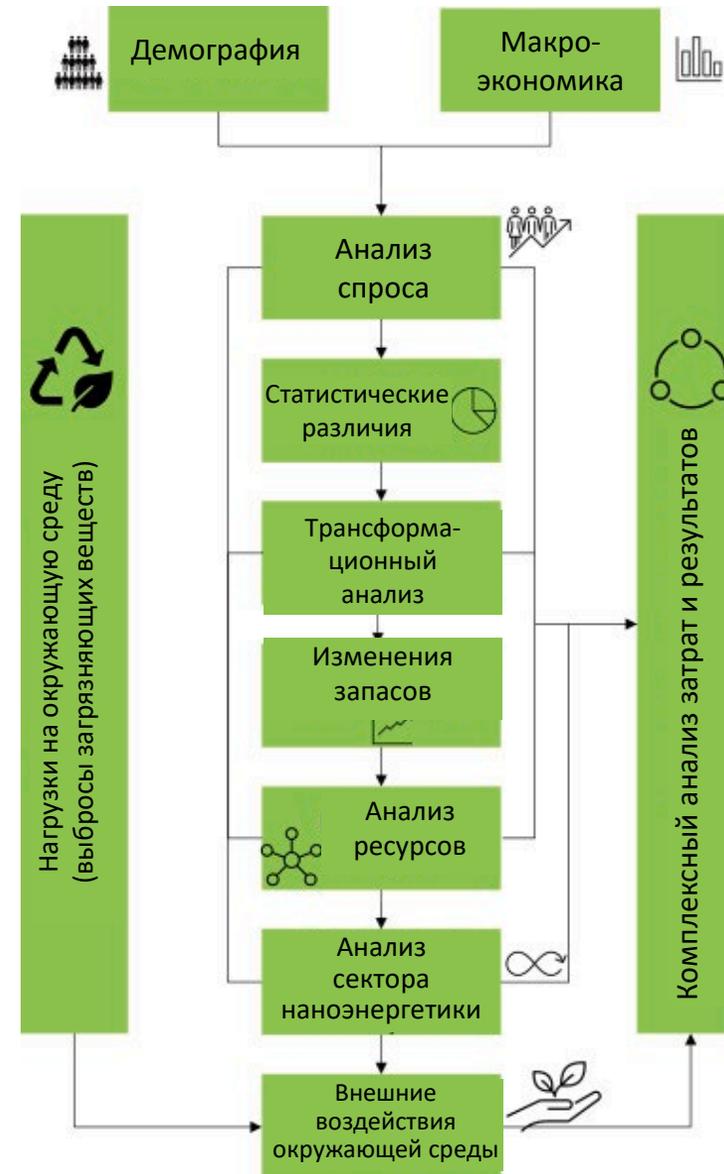
**Структура, ориентированная на спрос и конечное использование**, помогает проводить анализ смягчения последствий в рамках более широких целей развития.

**Быстрые интерактивные расчеты** побуждают пользователей использовать итеративный подход «создать и уточнить» к моделированию смягчения последствий.

Восходящий подход LEAP хорошо подходит для изучения политики в области энергетики и климата, **ориентированной на технологии**.

Связь с **Калькулятором комплексных выгод (IBC)** позволяет количественно оценить и изучить важные сопутствующие выгоды от смягчения последствий изменения климата, такие как воздействие загрязнения воздуха на здоровье.

# Структура LEAP



# Сценарии в LEAP

- Сценарии — это последовательные и правдоподобные истории о том, как система может развиваться с течением времени. Используется для анализа политики и/или чувствительности.
- *Наследование* позволяет создавать иерархии сценариев, которые наследуют значения по умолчанию от своих родительских сценариев: сводит к минимуму ввод данных и упрощает управление данными.
- *Множественное наследование* позволяет сценариям наследовать более чем один родительский сценарий. Например. объединение пакетов мер (NAMA) для создания общих интегрированных сценариев (LEDS).
- Экран *диспетчера сценариев* используется для организации сценариев и определения наследования.
- Мощные отчеты для анализа и сравнения сценариев.

# Анализ спроса в LEAP

$$E = A \times I$$

Потребность в энергии (E) = Уровень активности (A) x Энергоемкость (I).

- Иерархическая структура данных разбивает общий уровень активности (A) на более мелкие, управляемые части.
  - Например: количество городских домохозяйств, использующих эффективное электрическое освещение, разбивается путем умножения общего числа домохозяйств x доля городских жителей x доля электрифицированных домов x насыщенность освещения x доля эффективных устройств освещения.
- Сценарный анализ включает в себя описание того, как каждая часть может измениться с течением времени в каждом отдельном сценарии.
- Например: общее количество домохозяйств растет по мере роста населения, доля городского населения увеличивается из-за урбанизации, политика способствует эффективному освещению и т. д.
- Структура может быть детализированной и ориентированной на конечное использование, или очень агрегированной (например, по секторам по видам топлива).
- Детали и структура могут варьироваться от сектора к сектору.
- Выражения LEAP используются, чтобы продемонстрировать как каждая переменная изменяется с течением времени.

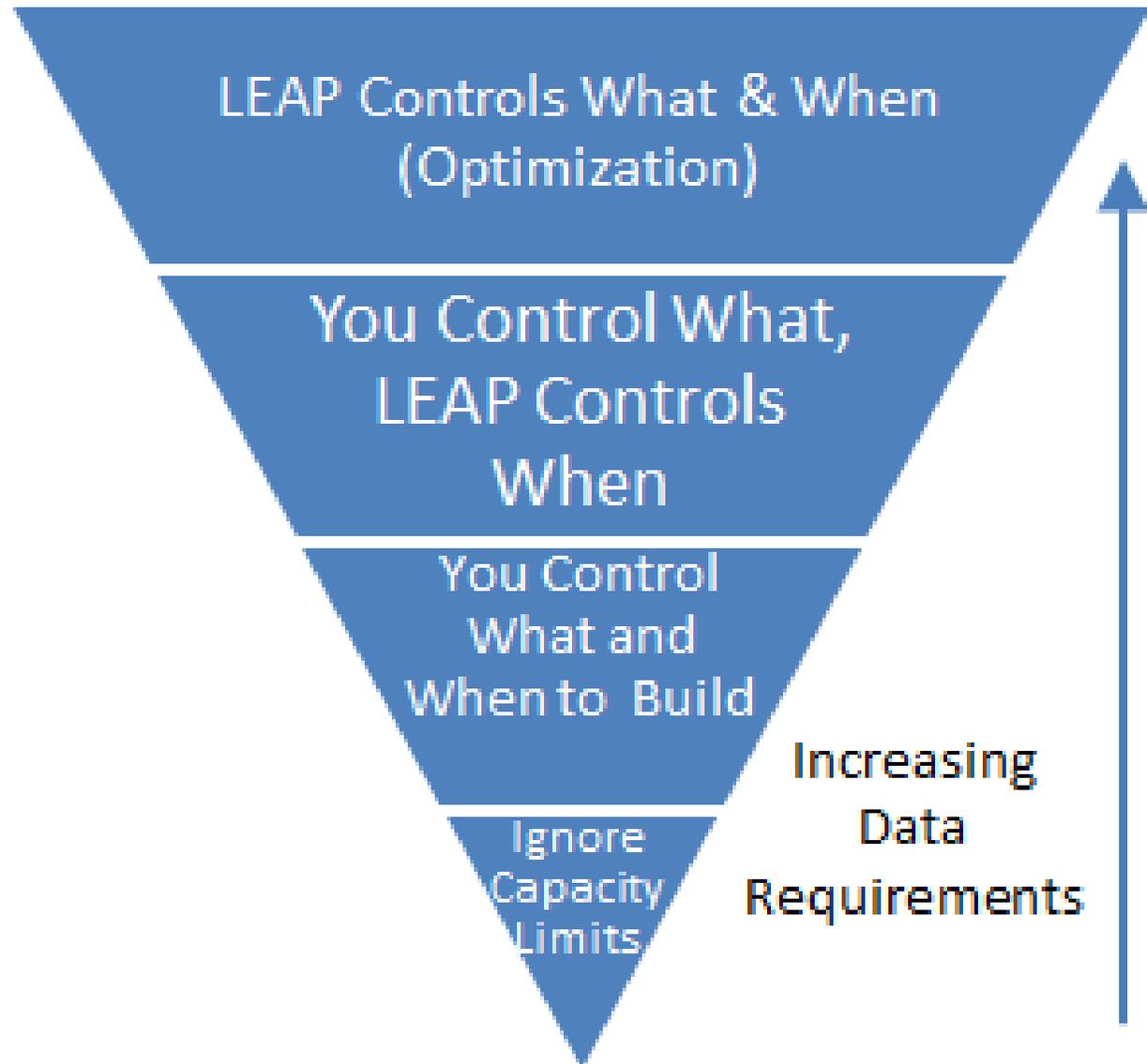
# Анализ трансформации и в LEAP

- Анализ преобразования, передачи и распределения энергии и добычи ресурсов.
- Управляемое спросом инженерное моделирование.
- Базовая иерархия: «модули» (секторы), каждый из которых содержит один или несколько «процессов». Каждый процесс может иметь одно или несколько видов исходного топлива и одно или несколько вспомогательных видов топлива.
- Позволяет моделировать как расширение мощностей, так и диспетчеризацию процессов.
- Рассчитывает импорт, экспорт и потребности в первичных ресурсах.
- Отслеживает затраты и экологические нагрузки.
- Выбор из двух общих методологий: **моделирование или оптимизация.**

# Представление электроэнергии и тепла в LEAP



# Моделирование расширения мощностей



Источник : SEI

# Объединение спроса и предложения: Энергетические балансы

- Балансы можно просматривать в виде таблицы, диаграммы или диаграммы Санки.

Energy Balance for Area "Freedonia"

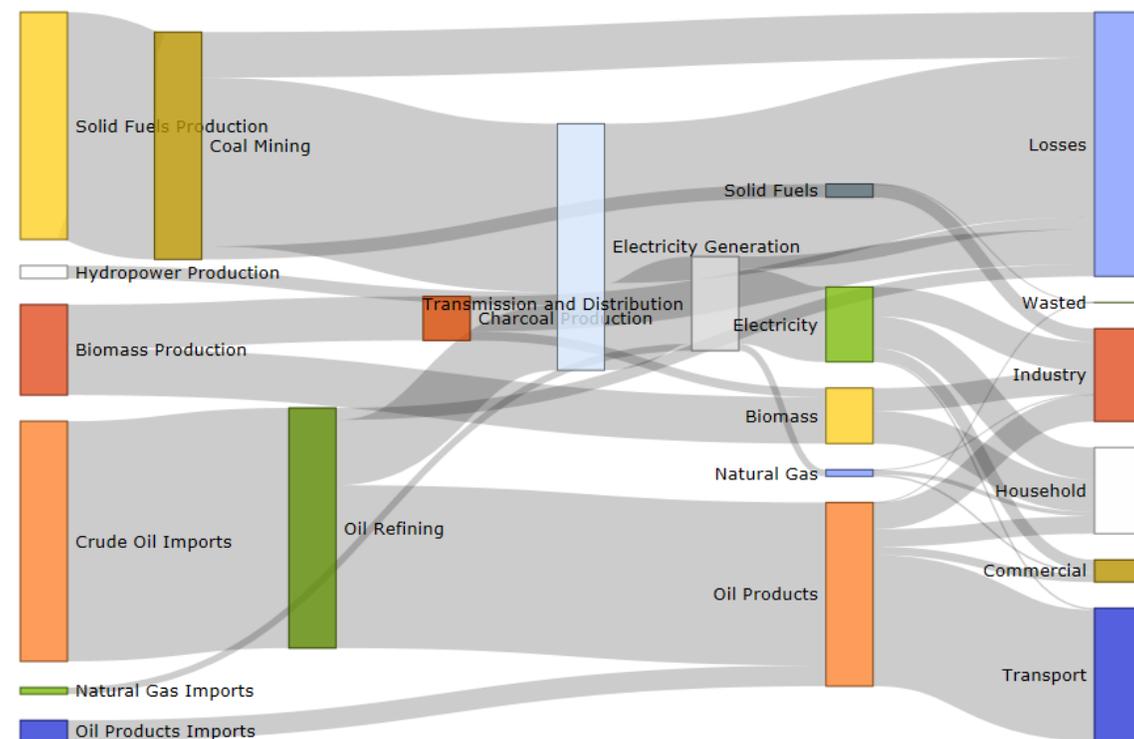
Scenario: Reference, Year: 2020, Units: Thousand Tonnes of Oil Equivalent

	Solid Fuels	Natural Gas	Crude Oil	Hydropower	Biomass	Electricity	Oil Products	Total
Production	5,685	-	-	321	2,263	-	-	8,269
Imports	-	170	6,006	-	-	-	517	6,693
Exports	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total Primary Supply</b>	<b>5,685</b>	<b>170</b>	<b>6,006</b>	<b>321</b>	<b>2,263</b>	<b>-</b>	<b>517</b>	<b>14,962</b>
Coal Mining	-1,137	-	-	-	-	-	-	-1,137
Oil Refining	-	-	-6,006	-	-	-	5,705	-300
Charcoal Production	-	-	-	-	-874	-	-	-874
Electricity Generation	-4,215	-	-	-321	-	2,182	-1,632	-3,986
Transmission and Distribution	-	-3	-	-	-	-306	-	-309
<b>Total Transformation</b>	<b>-5,352</b>	<b>-3</b>	<b>-6,006</b>	<b>-321</b>	<b>-874</b>	<b>1,877</b>	<b>4,073</b>	<b>-6,606</b>
Household	-	108	-	-	815	797	436	2,157
Industry	332	10	-	-	573	736	667	2,320
Transport	-	-	-	-	-	46	3,280	3,326
Commercial	-	49	-	-	-	297	207	554
<b>Total Demand</b>	<b>332</b>	<b>167</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,389</b>	<b>1,877</b>	<b>4,590</b>	<b>8,356</b>
Unmet Requirements	0	-	-	-	-	0	0	0

Источник : SEI

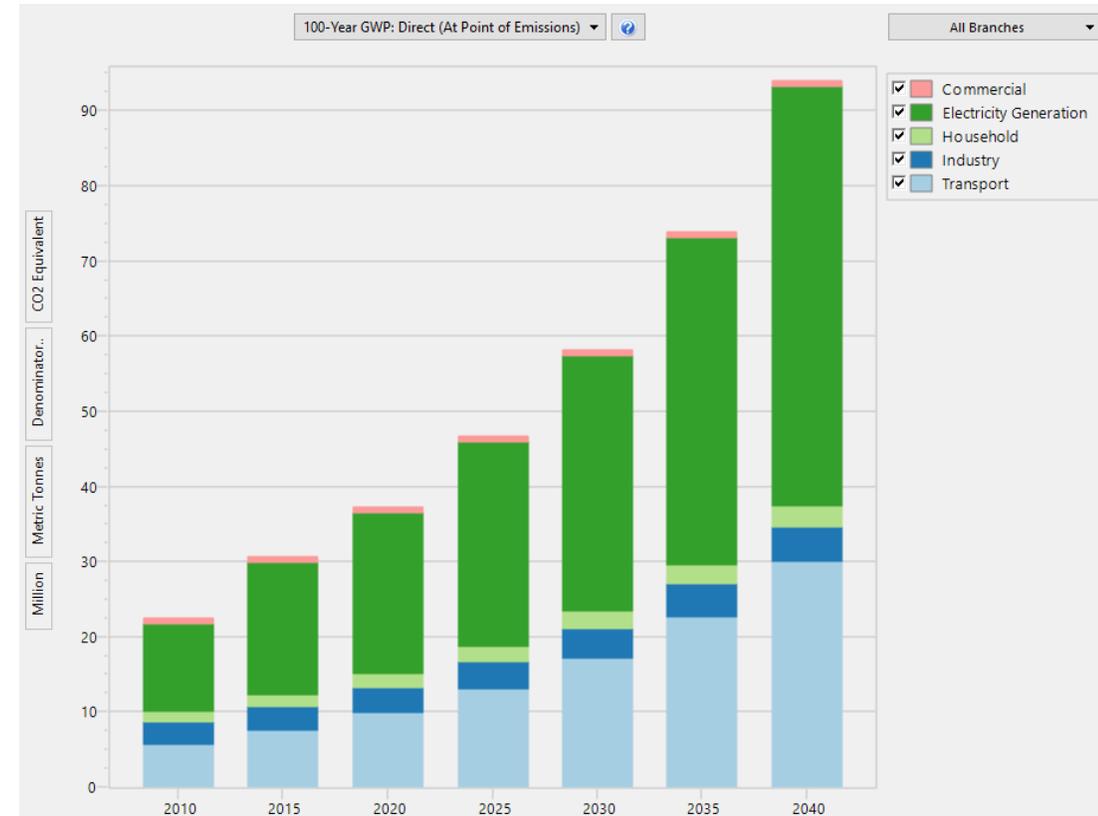
Sankey Diagram for Area "Freedonia"

Scenario: Reference, Year: 2020, Units: Thousand Tonnes of Oil Equivalent



# Анализ выбросов

- Коэффициенты выбросов для любого ПГ или местного загрязнителя воздуха можно ввести в LEAP и использовать для расчета нагрузок по выбросам.
- Они могут быть указаны в любых физических единицах и выражены в единицах потребления или производства энергии (например, кг/тонна угля) или в единицах пройденного расстояния для транспортных факторов (например, граммы на милю).
- Они также могут быть указаны с точки зрения химического состава топлива (например, серы). Это автоматически корректирует стандартные коэффициенты выбросов на основе конкретных видов топлива, используемых в каждой области.
- LEAP включает коэффициенты выбросов Уровня 1 МГЭИК по умолчанию для кадастров ПГ.
- Результаты могут быть показаны для отдельных загрязнителей или суммированы, чтобы показать общий потенциал глобального потепления (ПГП).
- Результаты могут быть отображены в терминах прямых выбросов от каждой отрасли спроса, предложения и неэнергетического сектора или распределены обратно, чтобы показать, какие потребляющие отрасли ответственны за выбросы со стороны предложения.
- В национальных моделях выбросы могут быть связаны с ИВС для расчета воздействия на здоровье человека.



# Модель GASMO

# Что такое GACMO

---

Модель GACMO = Greenhouse gas Abatement Cost Model

---

Инструмент восходящего моделирования выбросов парниковых газов на основе Excel

---

IPCC / CDM Методологии

---

Разработал Jørgen Fenhann в UNEP CCC

---

Доступно бесплатно на сайте UNEP CCC [GACMO tool - UNEP-CCC \(unepccc.org\)](http://unepccc.org)

# ГАСМО — простой инструмент

---

Инструмент должен быть в состоянии сделать **прогноз «Бизнес как обычно» (BAU)** до: 2025/2030/2035/2050.

---

**ГАСМО может сделать NDC** с уменьшением процентного сокращения выбросов парниковых газов по сравнению с BAU.

---

Инструмент должен уметь рассчитывать **сокращение выбросов парниковых газов и стоимость каждого варианта** смягчения по сравнению с технологией, используемой в базовом сценарии.

---

Инструмент должен иметь **возможность масштабировать размер опции** смягчения вверх и вниз.

---

Инструмент должен давать четкий **обзор общих усилий по смягчению последствий**: общее сокращение выбросов парниковых газов, общие инвестиции и общие годовые затраты.

---

Расчет должен быть **прозрачным и понятным**.

# Использование GACMO

---

Первая версия GACMO была разработана 25 лет назад для Зимбабве.

---

GACMO использовался несколькими странами для проведения анализа вариантов смягчения последствий выбросов ПГ для их стран, которые будут использоваться в Национальном сообщении: Колумбия, Македония, Албания, Гана, Сан-Томе и Принсипи и т. д.

---

GACMO использовался для разработки стратегий низкоуглеродного развития, например, на Мальдивах

---

Некоторые страны использовали GACMO для создания своих NDC: Например, Эритрея, Афганистан, Мальдивы, Джибути, Шри-Ланка, Мьянма и др.

---

GACMO использовался в региональных исследованиях низкого уровня выбросов углерода: «Латинская Америка с нулевым выбросом углерода, путь к чистой декарбонизации региональной экономики к середине века».

# Шаги по разработке модели GACMO

---

Модель начинается с **энергетического баланса для начального года** (например, 2015 г.) в единицах массы (тонны и м3) или в единицах энергии (кт н.э. или ГДж).

---

Прогноз BAU на 2025/2030/2035/2050 сделан с использованием **коэффициента годового роста** для каждого сектора.

---

Энергетические балансы для начального года преобразуются в балансы ПГ путем умножения на коэффициенты по умолчанию МГЭИК.

---

Лист Excel подготавливается для каждого **варианта смягчения последствий** и складывается вместе на «Основном» листе.

---

Построение **кривой доходов от смягчения последствий**.

---

Полученный **NDC** легко сравнить с другими странами.

# Требования к ВХОДНЫМ данным

- **Инвентаризация выбросов** ПГ по секторам (последний доступный год).
- **Энергетический** баланс (тот же год, что и год инвентаризации выбросов ПГ).
- **Коэффициенты выбросов** по видам топлива для секторов сжигания топлива (если имеются национальные коэффициенты выбросов).
- **Темпы роста** энергопотребления по отраслям (годовое % изменение до 2025, 2030, 2035 и 2050 гг.).
- **Меры по смягчению последствий** к 2025, 2030, 2035, 2050 гг.
- **Технико-экономические параметры технологии/вариантов смягчения последствий** (новая технология и базовая технология).
- **Ключевые допущения** (например, коэффициент выбросов в сеть, цены на энергию и т. д.).

# Варианты смягчения в GACMO

- В GACMO доступно 119 predetermined вариантов смягчения последствий.
- Пользователь может выбрать и настроить вариант смягчения последствий, применимый для страны.

Annex. Mitigation options available in the GACMO tool

Type	Reduction option	Sub-type unit
<b>Agriculture</b>	Rice crop CH4 reduction	Rice crop CH4 red.(1000 ha)
	Zero tillage	1000 ha
	Cover crops	1000 ha
	Nitrification inhibitors (1000 ha)	1000 ha
	Covering slurry stores (1 slurry store)	1 slurry store
	Fat supplementation in ruminants diets (%DM fat added)	%DM fat added
	Tobacco curing	100 t tobacco/yr
<b>Biomass energy</b>	Rice husk cogeneration plants	1 MW cogeneration
	Biomass power from biomass residues	1 MW CHP plant
	Bagasse power	100 kt sugar cane/year
<b>CCS</b>	CCS plant	1 MW
<b>Cement</b>	Clinker replacement	1000 tonnes cement/day
<b>Coal bed/mine methane</b>	Coal mine methane	10 Mm3 CMM/year
<b>EE households</b>	Efficient residential airconditioning	1000 Airconditioners
	Efficient lighting with CFLs	1000 Bulbs
	Efficient lighting with LEDs	1000 Bulbs
	Efficient lighting with LEDs replacing CFL	1000 Bulbs
	Efficient wood stoves	1000 stoves
	Efficient charcoal stoves	1000 stoves
	LPG stoves replacing wood stoves	1000 stoves
	Efficient electric stoves	1000 stoves
	Induction based cooking	1000 stoves
	New passive home	1000 new homes
	Efficient refrigerators	1000 refrigerators

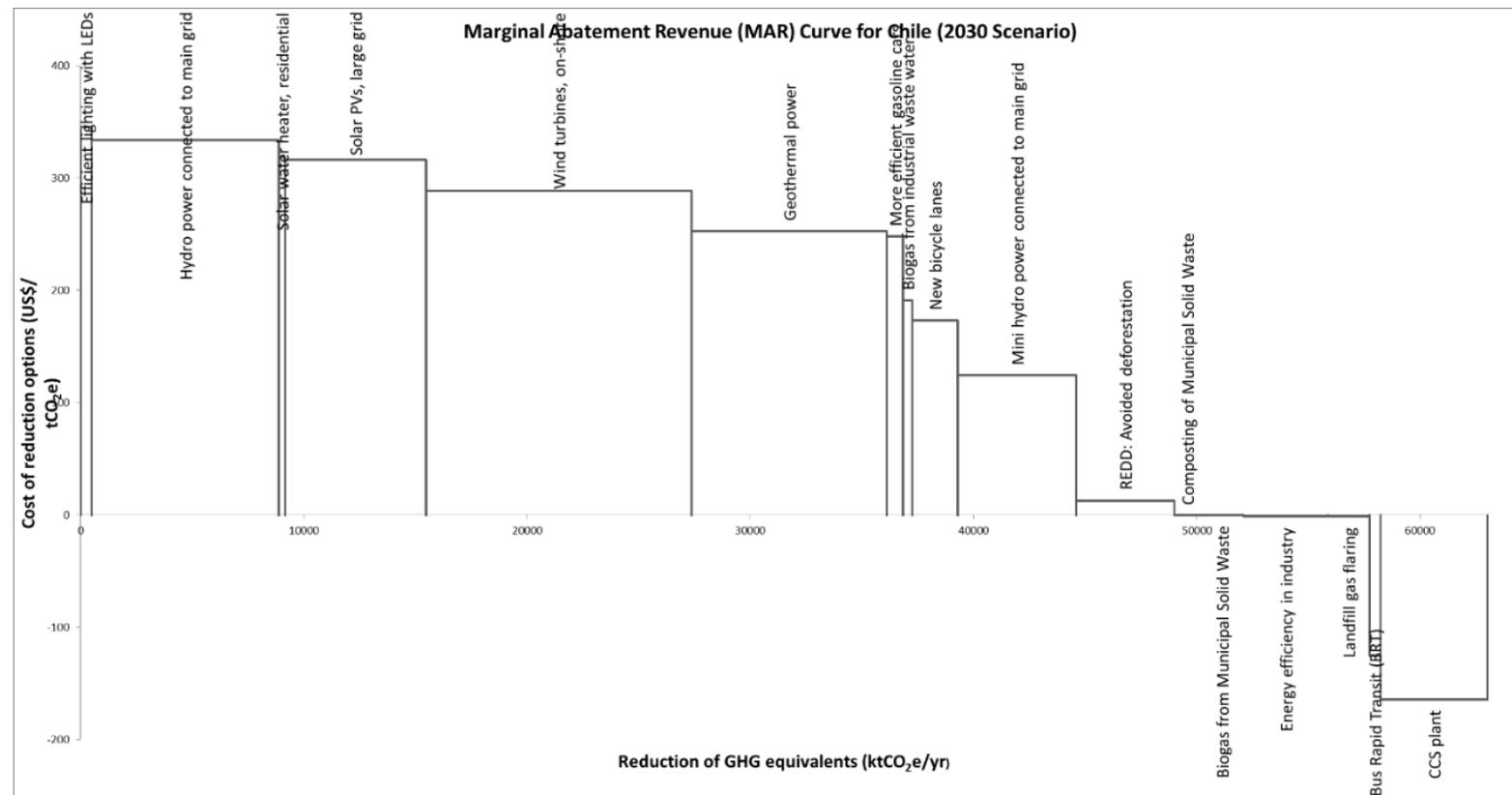
# Результаты GACMO

## Кривая предельного дохода от борьбы с загрязнением воздуха (MAR) для Чили

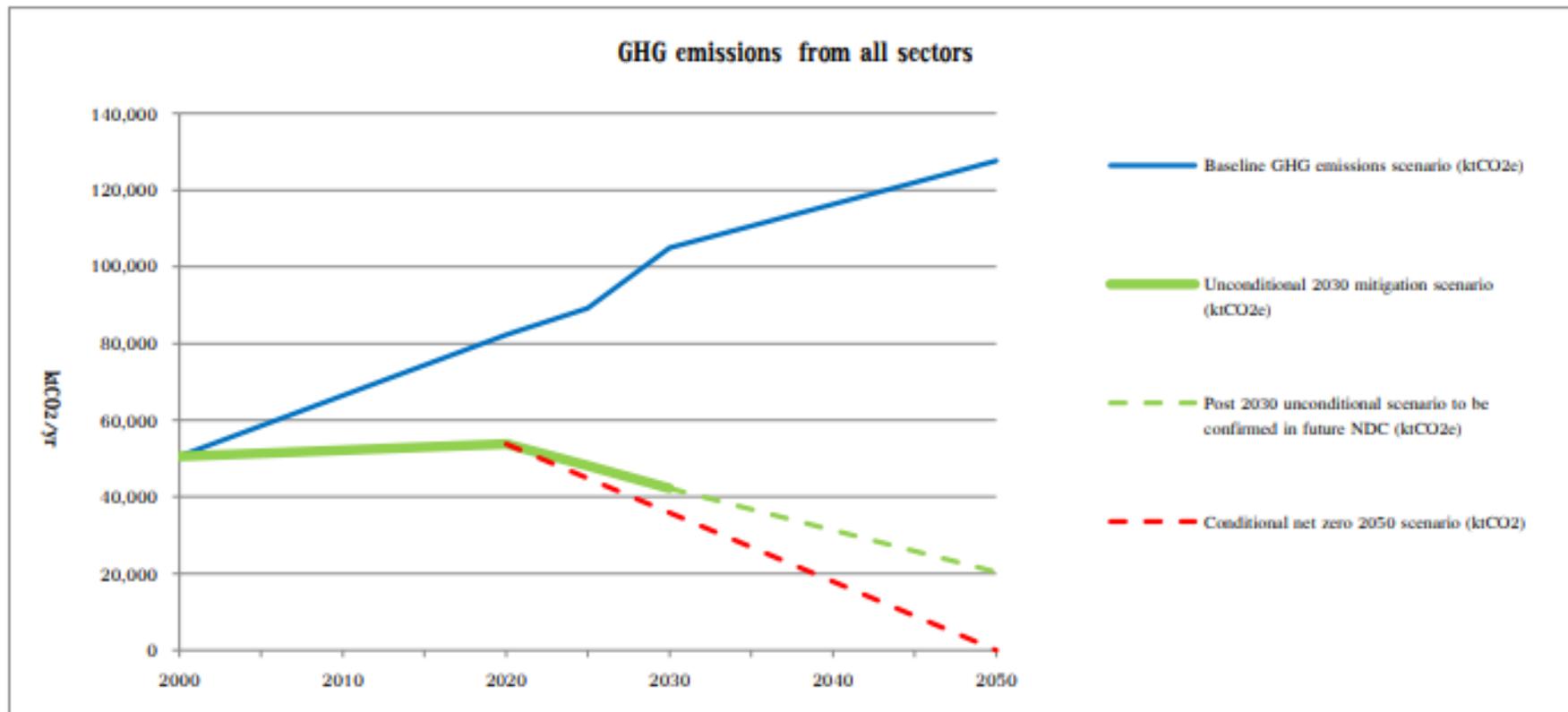
Можно создать кривую предельных затрат на снижение загрязнения (MACC) или кривую предельного дохода на снижение загрязнения (MARC).

MACC/MARC представляет затраты или экономию от действий по смягчению последствий и ожидаемое сокращение выбросов в результате этих действий по смягчению последствий.

MACC/MARC может быть полезным инструментом для выбора действий по смягчению последствий, подходящих для страны, на основе сокращения выбросов и затрат/доходов.



# Результаты ГАСМО: прогнозы выбросов парниковых газов в сценарии ВАУ и смягчении последствий





**CBIT-GSP**  
CLIMATE TRANSPARENCY



copenhagen  
climate centre

# Спасибо за внимание!

Аймгуль Керимрей | [aiymgul.kerimray@un.org](mailto:aiymgul.kerimray@un.org)

UNEP-CCC



**UN**   
environment  
programme