Выбросы парниковых газов от транспортных проектов: от методологии к конкретным расчетам

Алматы, Казахстан, 16 ноября 2017г.

Дмитрий Голубовский

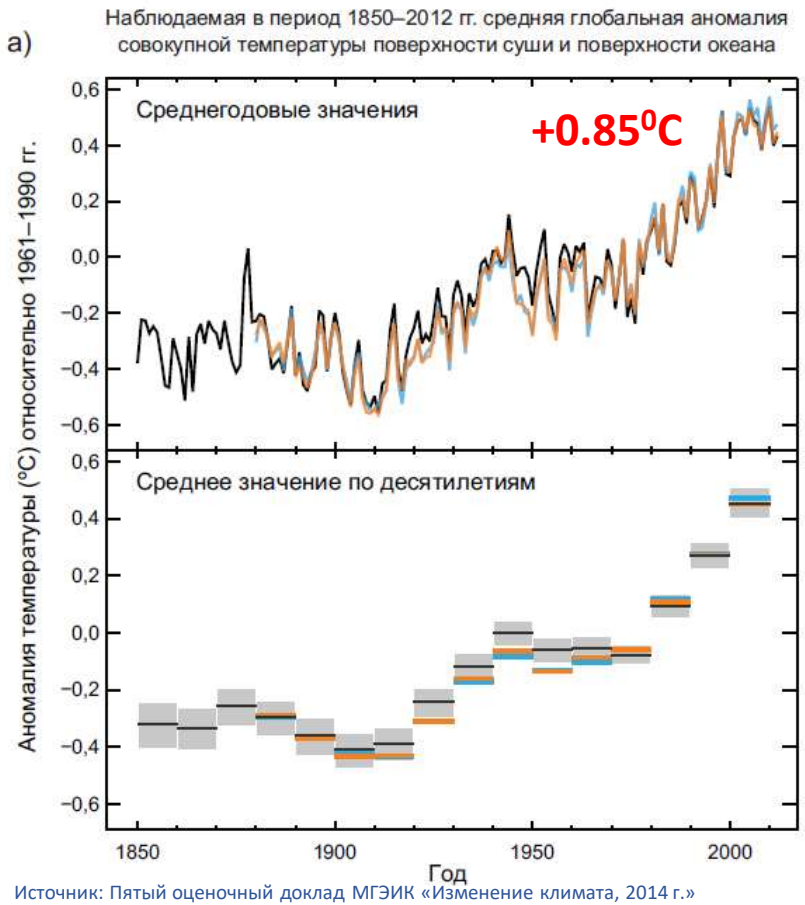
Консультант проекта ПРООН-ГЭФ

СОДЕРЖАНИЕ

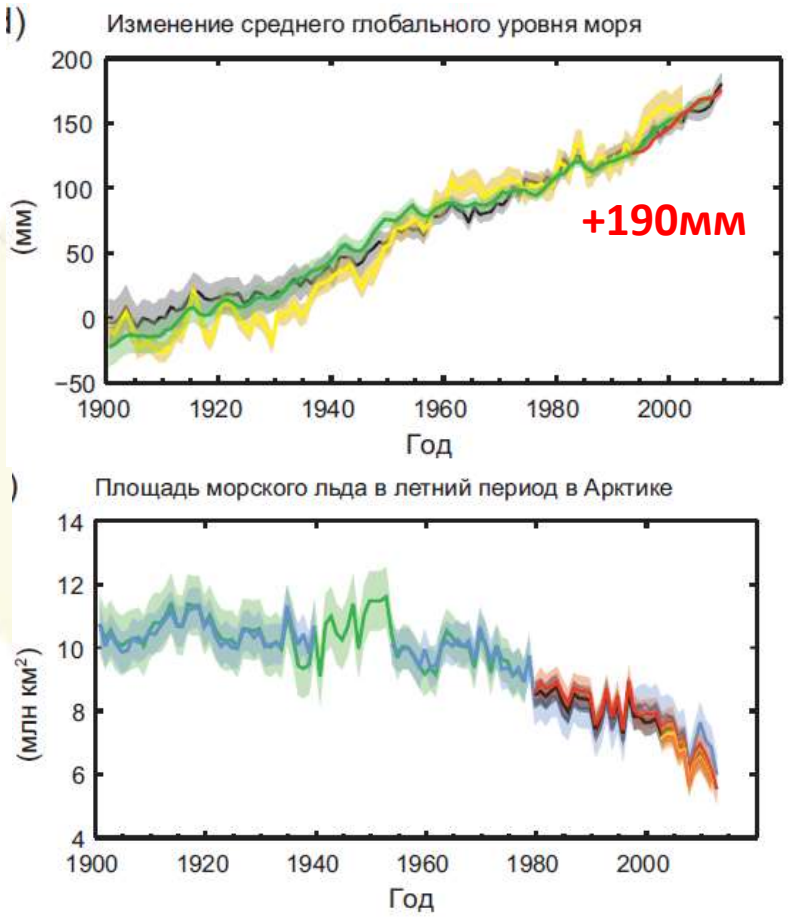
- **Транспорт в контексте изменения климата**
- Общие подходы к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Требования ГЭФ к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Оценка климатического эффекта проекта ГЭФ в г.Алматы
  - Коридор BRT/LRT
  - Оптимизация маршрутной сети ОТ
  - Внедрение автобусов на КПГ

Климат изменяется

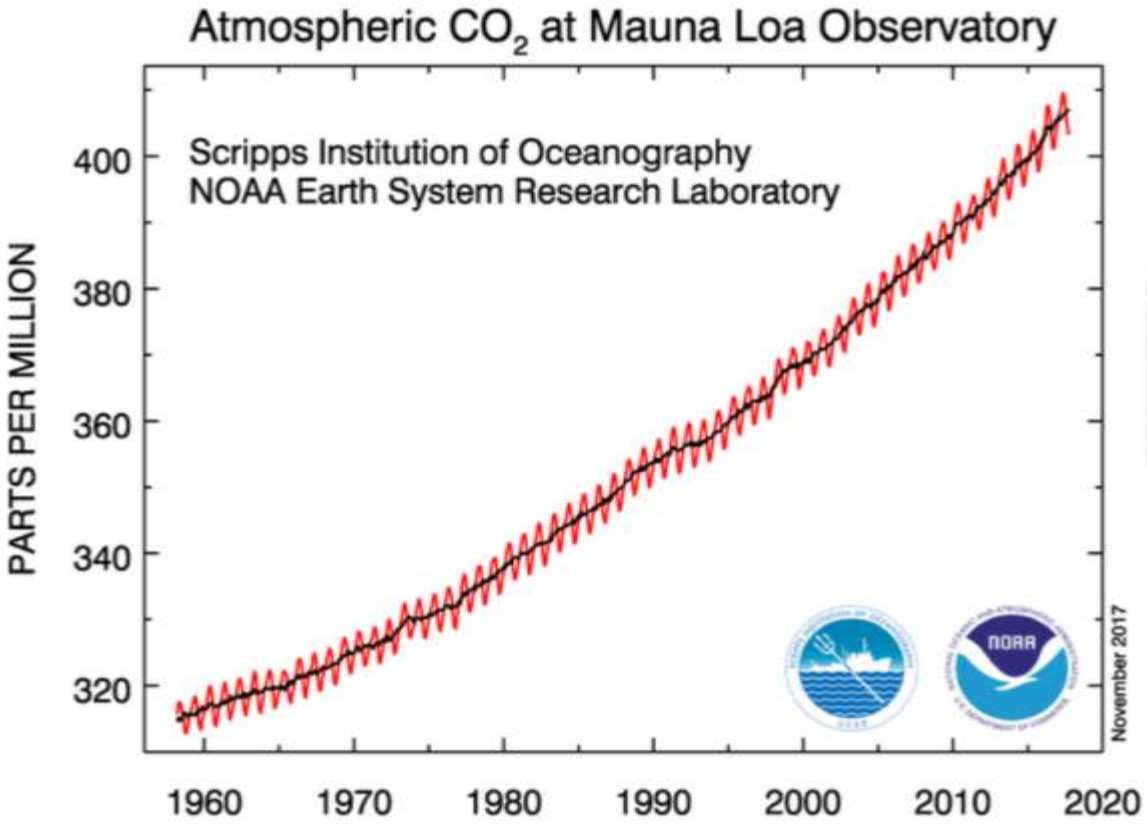
Наблюдаемые изменения

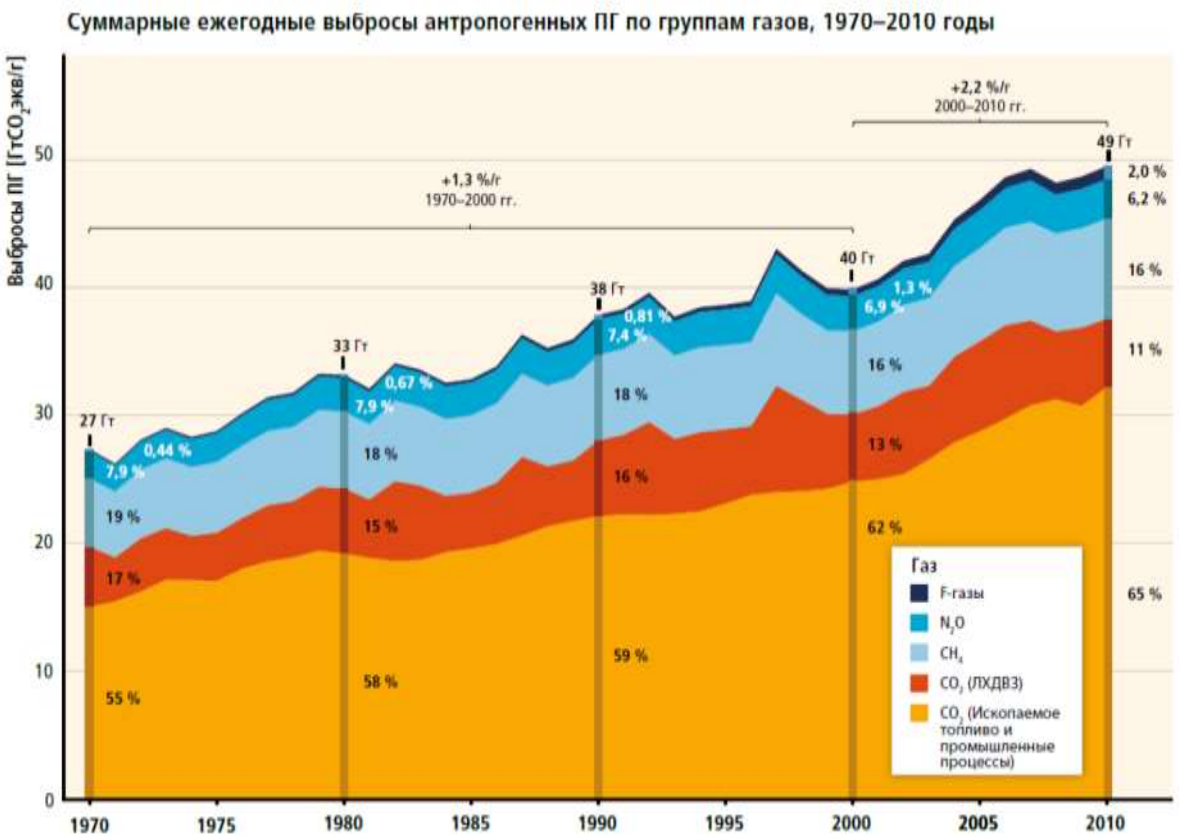


Источник: Пятый оценочный доклад МГЭИК «Изменение климата, 2014 г.»



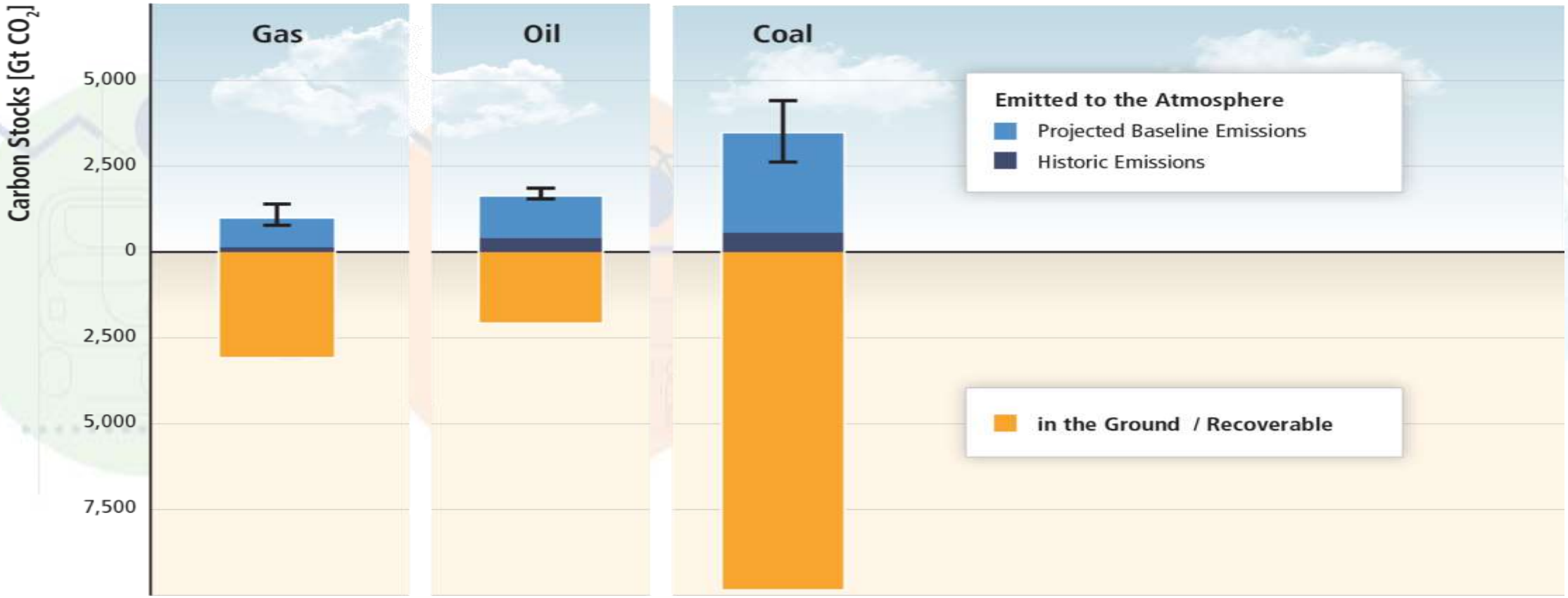
Антропогенное воздействие





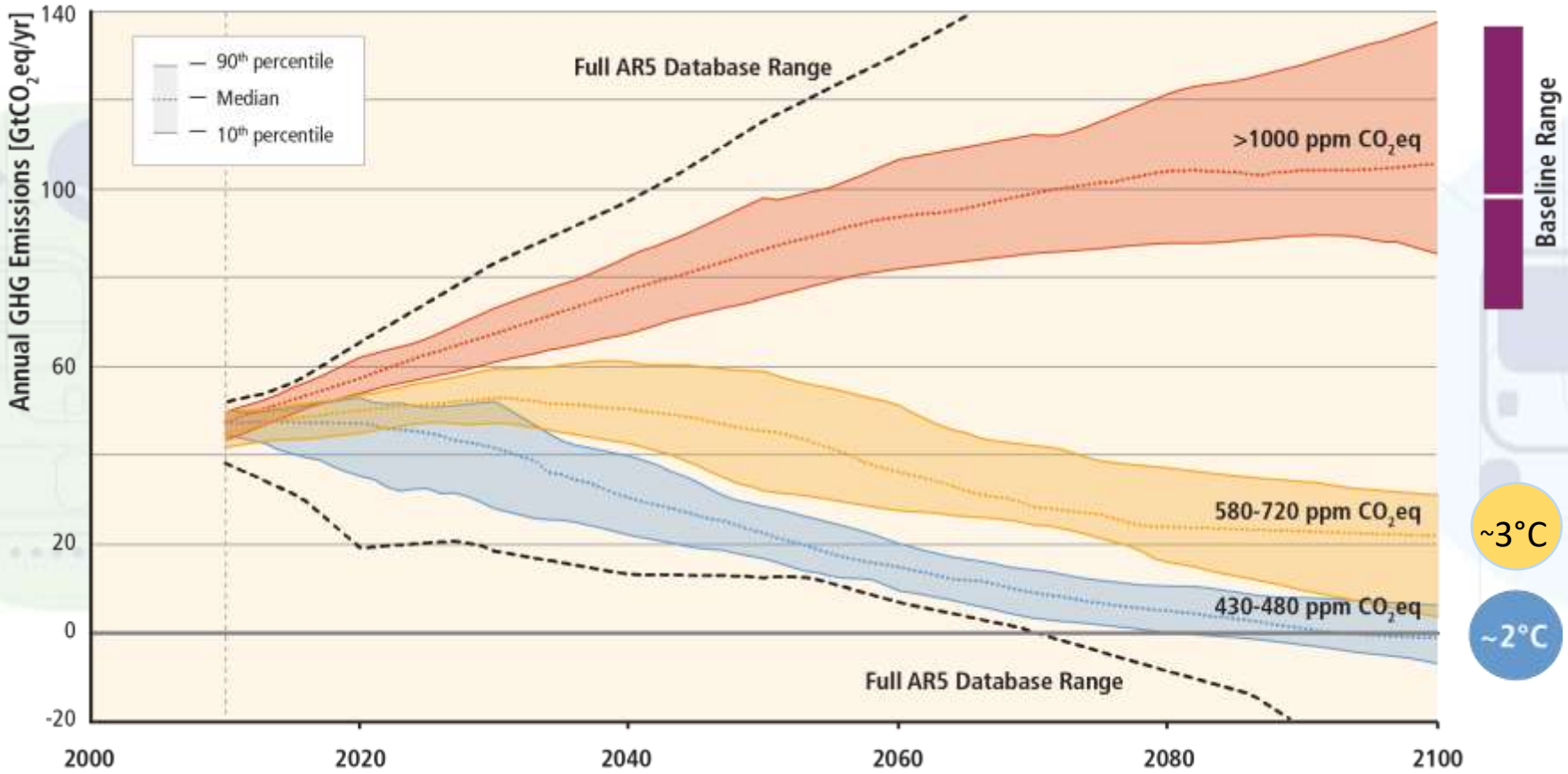
Источник: Пятый оценочный доклад МГЭИК «Изменение климата, 2014 г.»

Запасы углерода превышают объем совокупного потребления топлива до 2100



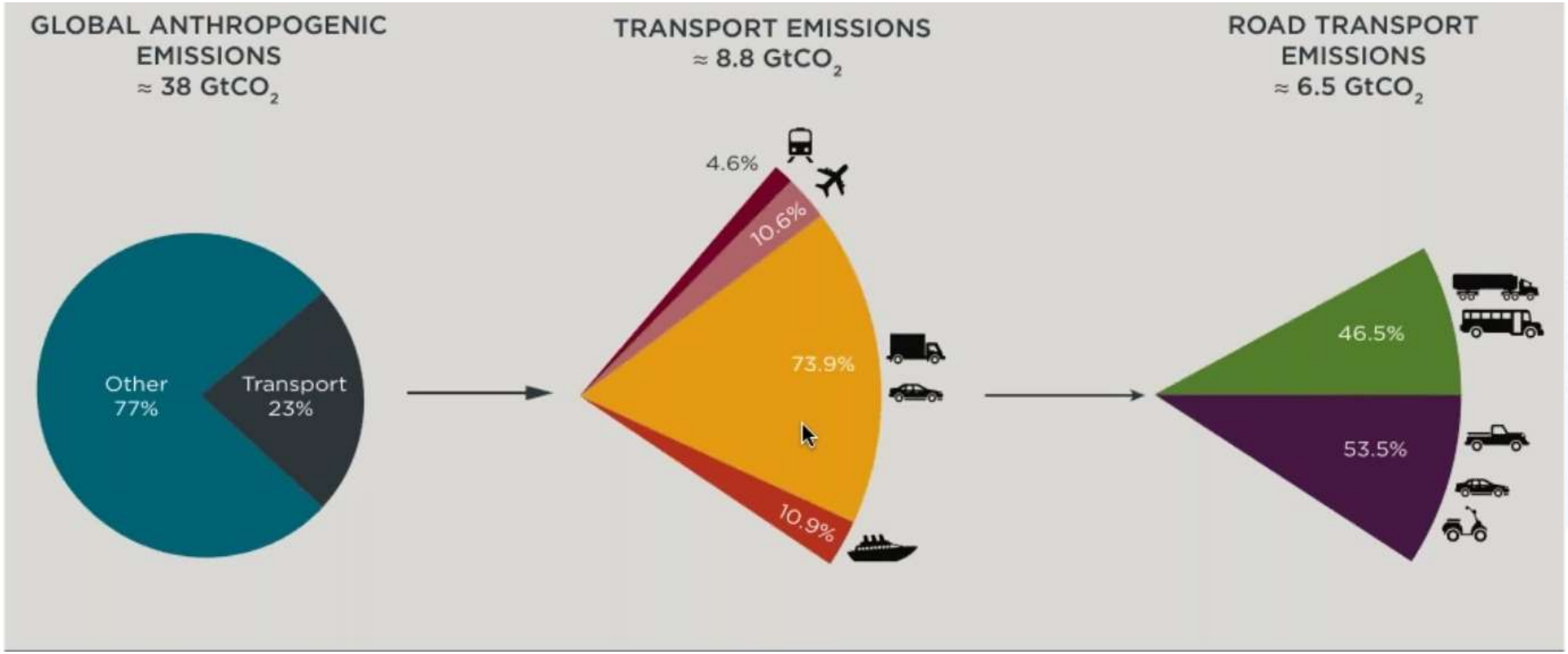
Источник: Пятый оценочный доклад МГЭИК «Изменение климата, 2014 г.»

Прогнозы глобальной эмиссии ПГ



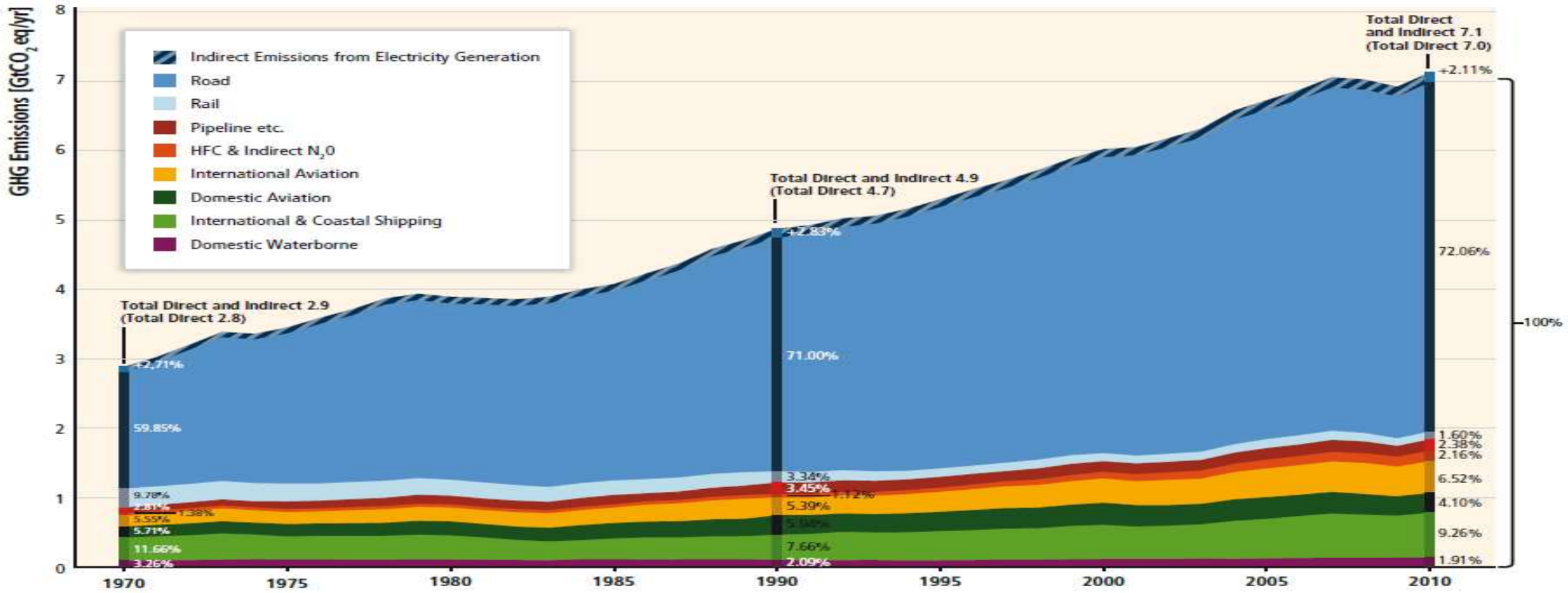
Источник: Пятый оценочный доклад МГЭИК «Изменение климата, 2014 г.»

Транспорт - более 20% глобальных выбросов ПГ



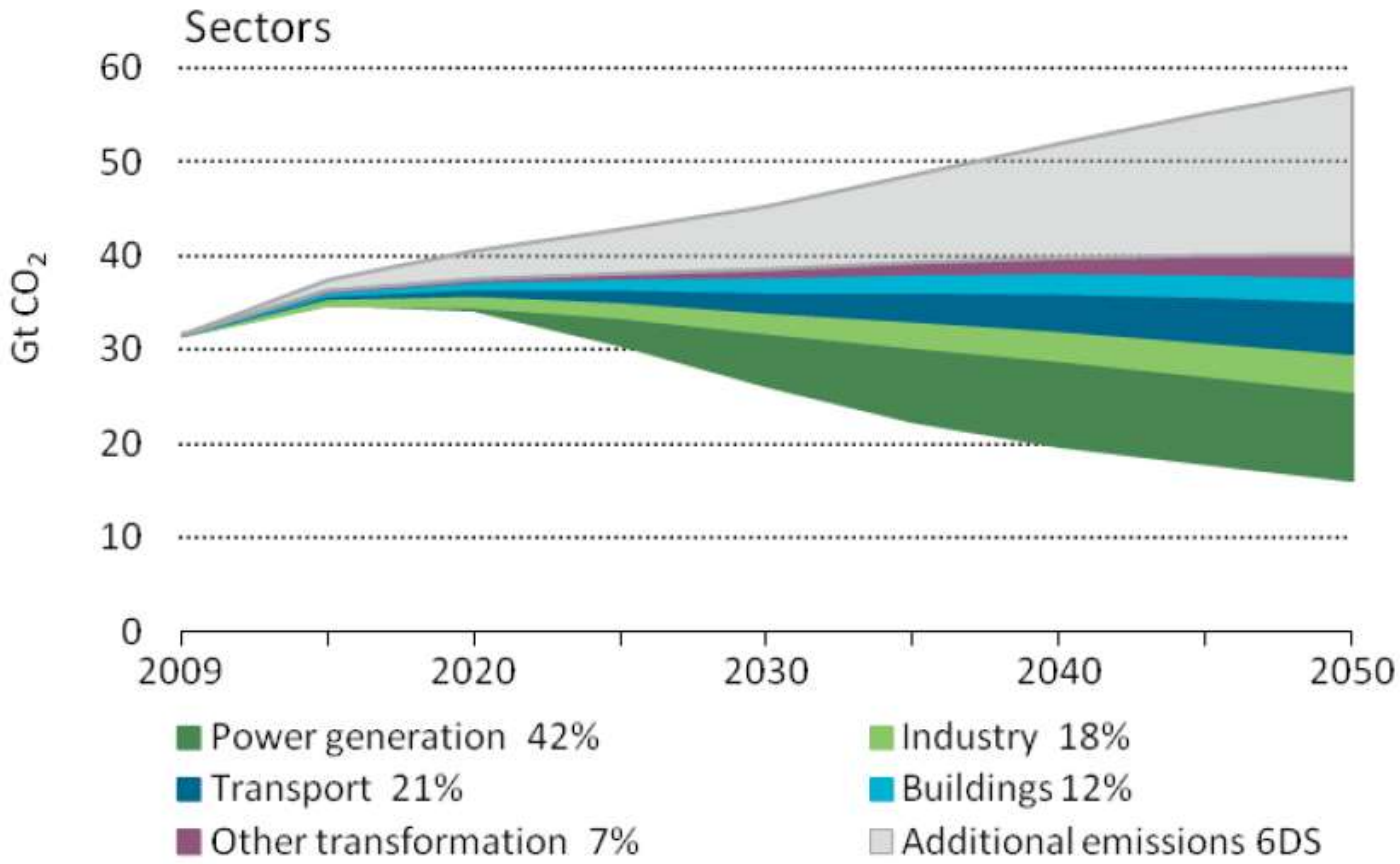
Источник: ICCT (Международный совет по чистому транспорту)

Транспорт – 250% рост глобальных выбросов ПГ с 1970



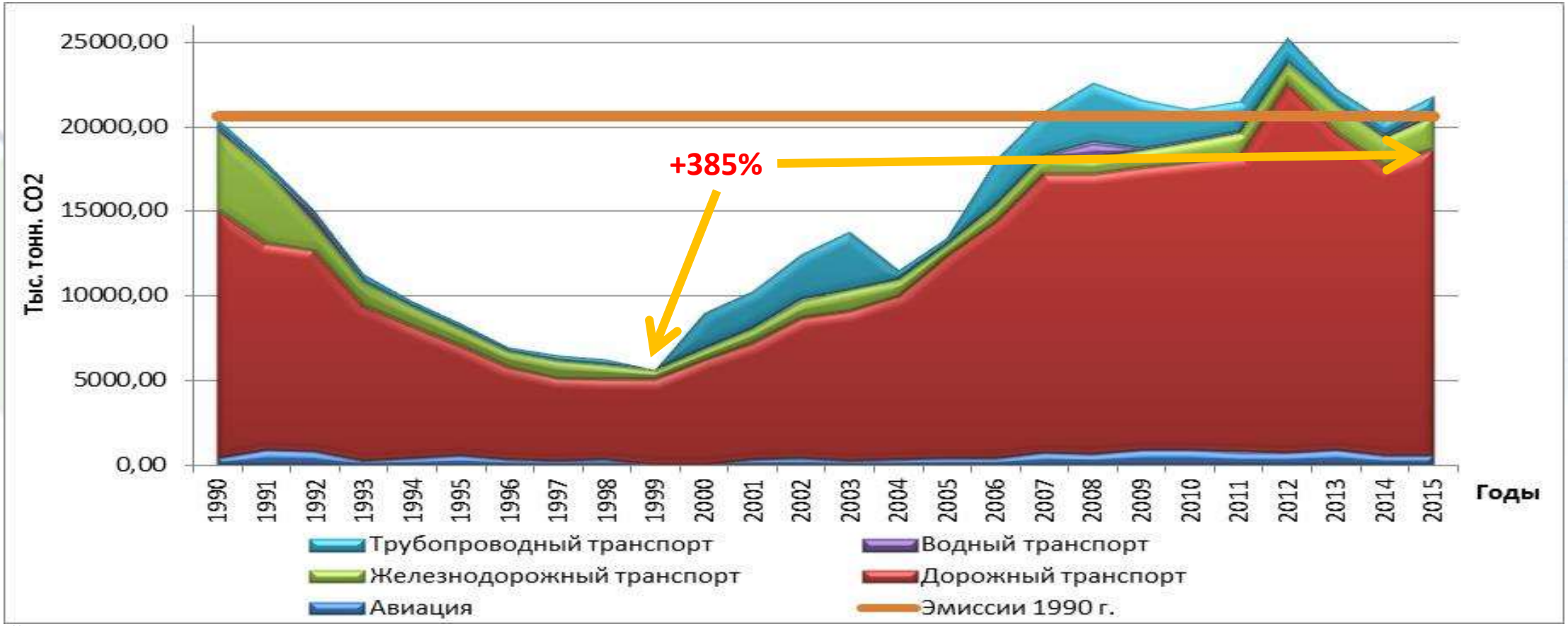
Источник: Пятый оценочный доклад МГЭИК «Изменение климата, 2014 г.»

Транспорт – 20% глобальных усилий по снижению выбросов в «сценарии 2^{0}С»



Источник: МЭА

Эмиссия ПГ в секторе транспорта РК

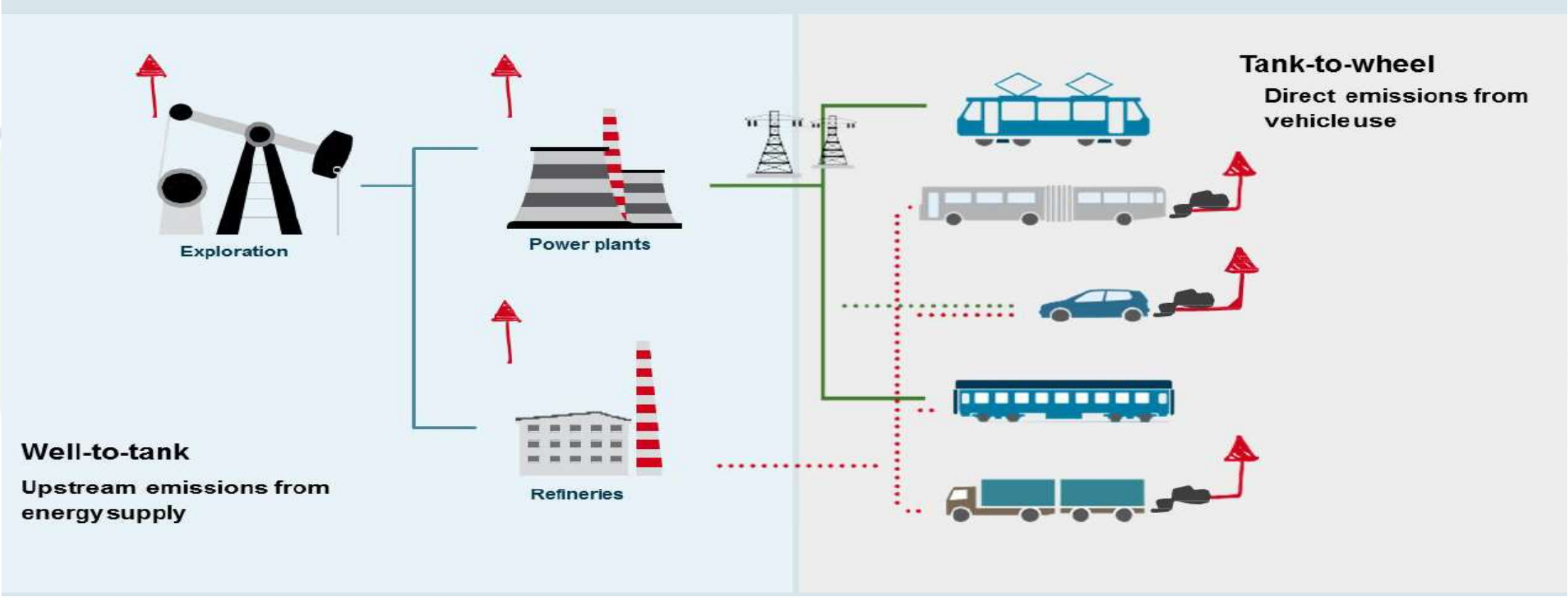


Источник: Национальный доклад Республики Казахстан о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2015 гг, Астана 2017

СОДЕРЖАНИЕ

- Транспорт в контексте изменения климата
- **Общие подходы к оценке эмиссии ПГ от транспорта**
- Требования ГЭФ к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Оценка климатического эффекта проекта ГЭФ в г.Алматы
  - Коридор BRT/LRT
  - Оптимизация маршрутной сети ОТ
  - Внедрение автобусов на КПГ

Источники эмиссии ПГ от транспорта



Источник: GIZ

Парниковые газы

Парниковый газ	Потенциал глобального потепления (GWP)	Основные антропогенные источники
Диоксид углерода (CO_2)	1	Сжигание ископаемого топлива
Метан (CH_4)	25	Добыча угля, отходы, добыча и транспорт природного газа
Закись азота oxide (N_2O)	298	Удобрения
Гидрофтор-углероды (HFCs)	124-14800	Хладагент
Перфтор-улгероды (PFCs)	7390-12200	Хладагент
Гескафторид серы (SF6)	22800	Диэлектрик

Нормируемые выбросы вредных веществ от транспорта

Название	ЕВРО-3 г/км		ЕВРО-5 г/км		ЕВРО-6 г/км		ЕВРО III г/кВтч	ЕВРО V г/кВтч	ЕВРО VI г/кВтч
	ДТ	Бенз.	ДТ	Бенз.	ДТ	Бенз.			
Твердые частицы (PM2.5, PM10)	0,05	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,10	0,02	0,01
Оксиды азота (NO_x)	0,05	0,15	0,18	0,06	0,08	0,06	5,0	2,0	0,40
Оксид углерода (CO)	0,66	2,3	0,50	1,0	0,50	1,0	2,1	1,5	1,5
Углеводороды	-	-	-	0,068	-	0,068			

Оценка эмиссии ПГ: цель определяет средства

- *Цель*: планирование стратегии, отчетность донору, углеродные кредиты
- *Масштаб*: оценка отдельного проекта или стратегии, плана для целого города
- *«План» или «факт»:* прогноз выбросов ПГ на перспективу или оценка фактически достигнутых результатов от конкретных мероприятий по снижению выбросов
- *Ресурсы*: достаточность средств для охвата всего города (региона, страны) или отдельного участка (проекта)
- Наличие и «качество» *данных*: доступность данных, необходимость их сбора, методы

Инструменты анализа эмиссии ПГ

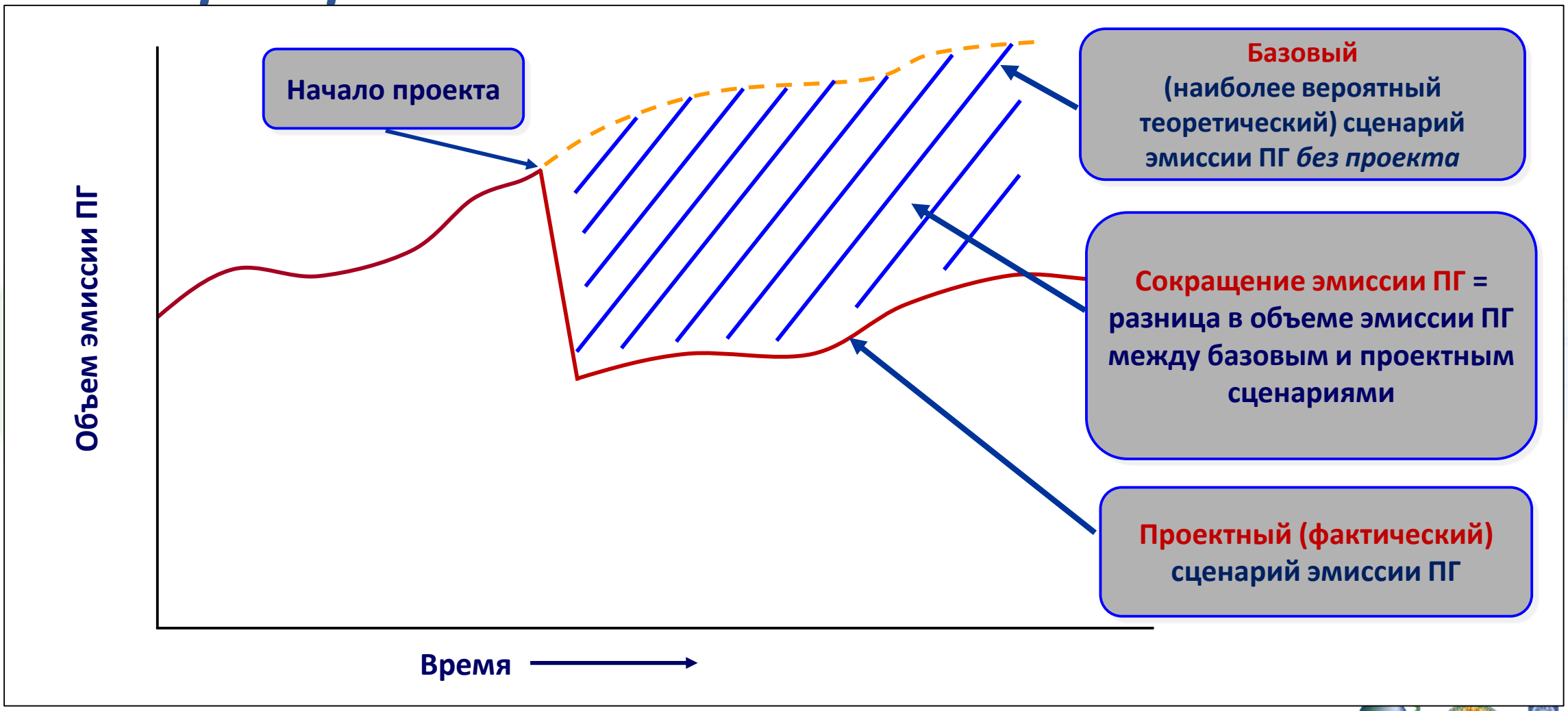
	Абсолютная эмиссия	Сокращение эмиссии	Макро уровень	Микро уровень
МЧР		X		X
TEEMP		X		X
COPERT	X		X	
GHG Protocol	X	X	X	
MOVES	X	X	X	X
HBEFA	X	X	X	X
IVE	X	X	X	X

Снижение эмиссии ПГ: концепция ASIF

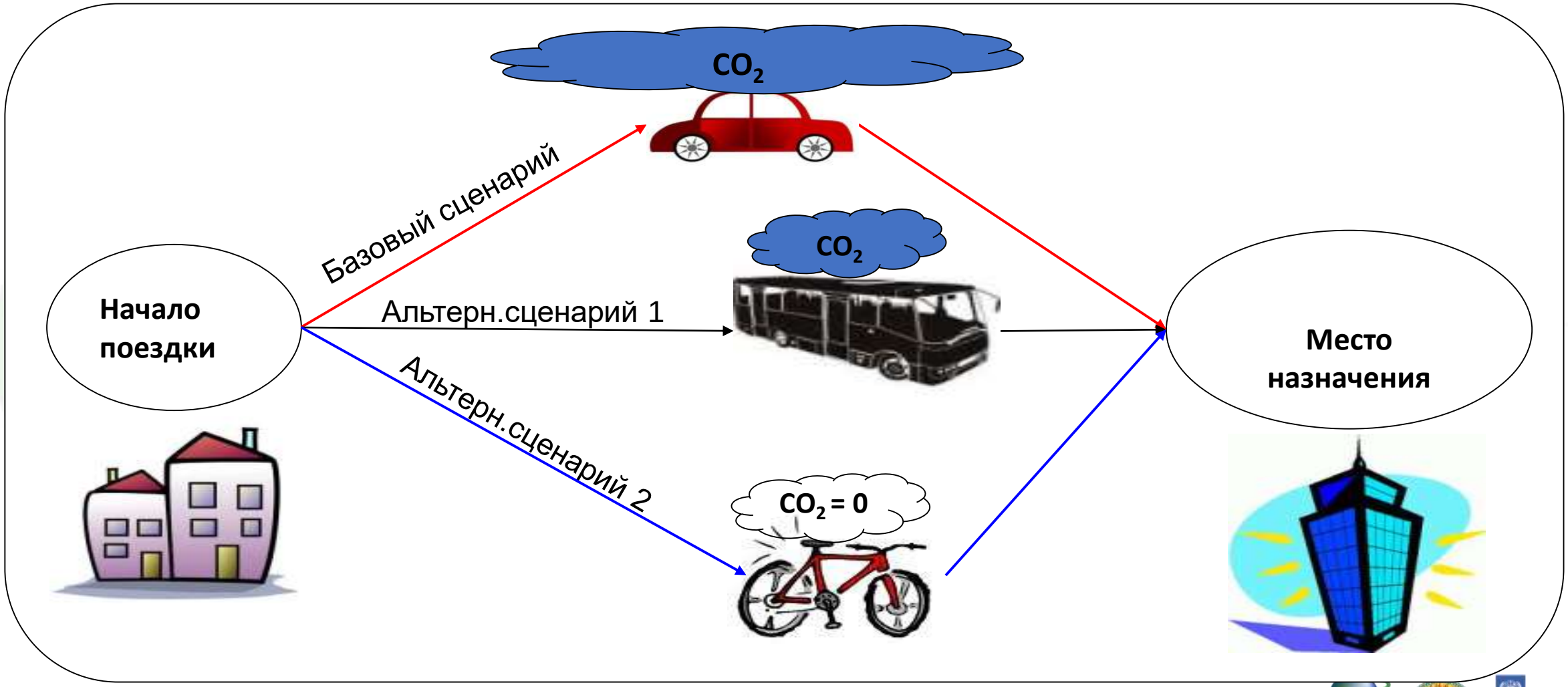
Транспортный спрос x **Удельное энергопотребление** x **Удельная эмиссия ПГ** = **Эмиссия ПГ**

Activity Трансп.работа	Structure Структура	Intensity Энергоемкость	Fuel Углеродоемкость
• Кол-во поездок • Дальность поездки	• Доля видов тр-та • Наполняемость	• Удельный расход топлива	• Удельный коэфф. эмиссии
Avoid Снижать	Shift Перераспределять	Improve Улучшать	

Концепция снижения эмиссии ПГ



Сокращение эмиссии ПГ транспортными проектами



СОДЕРЖАНИЕ

- Транспорт в контексте изменения климата
- Общие подходы к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- **Требования ГЭФ к оценке эмиссии ПГ от транспорта**
- Оценка климатического эффекта проекта ГЭФ в г.Алматы
  - Коридор BRT/LRT
  - Оптимизация маршрутной сети ОТ
  - Внедрение автобусов на КПГ

Требования ГЭФ к оценке сокращения выбросов ПГ

- «Руководство по расчету сокращения эмиссии парниковых газов от проектов ГЭФ по транспорту», 2010г
  - Общие положения и методологии оценки «климатического» эффекта проектов ГЭФ по транспорту
- «Руководящие принципы по учету эмиссии парниковых газов и отчетности для проектов ГЭФ», 2015
  - Уточнение ряда формулировок и требований к оценке эмиссии ПГ от проектов ГЭФ в различных секторах
  - Унификация подхода к оценке эмиссии ПГ с другими международными финансовыми институтами

Прямое и косвенное сокращение выбросов

Два вида климатических эффектов проектов ГЭФ

- **Прямое** сокращение эмиссии ПГ
  - Результат реализации мероприятий проекта
- **Косвенное** сокращение эмиссии ПГ
  - Результат тиражирования опыта проекта

Прямое сокращение выбросов ПГ

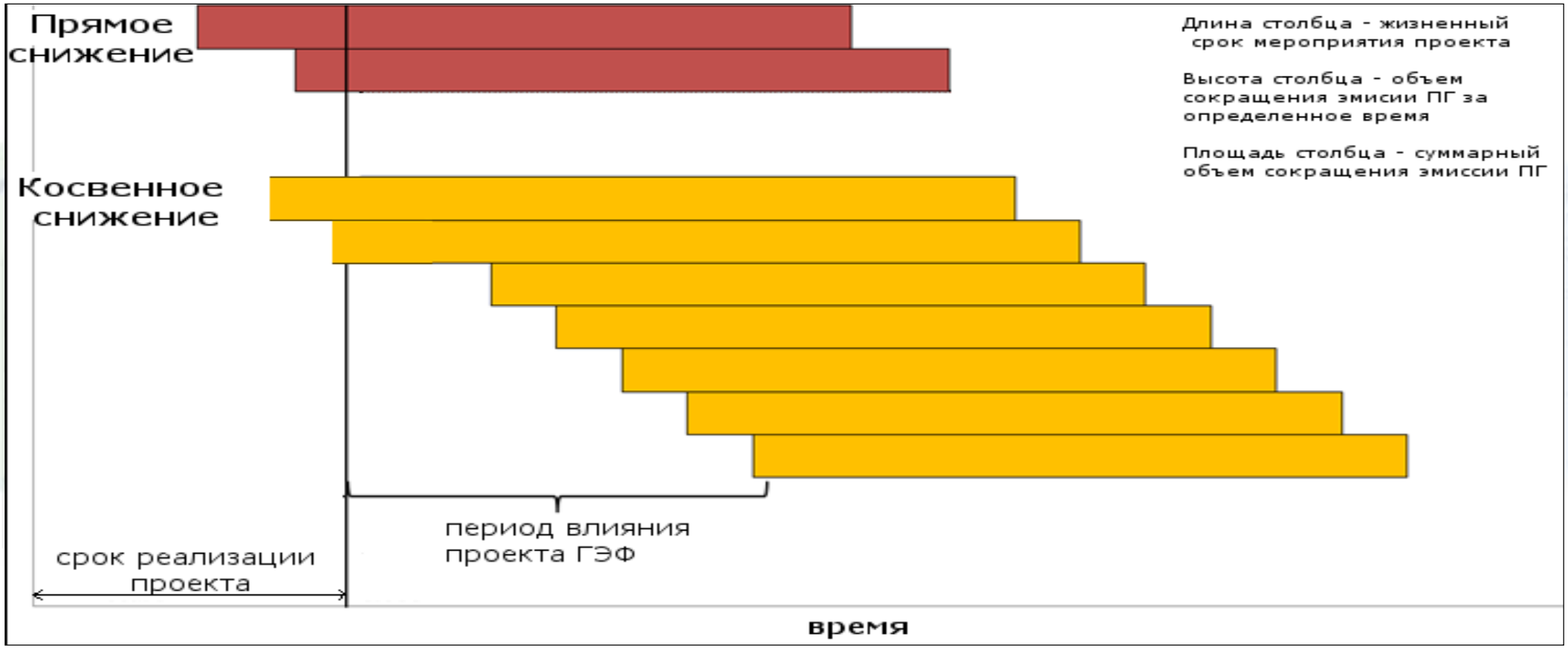
Прямые сокращения выбросов ПГ - результат

- инвестиций, реализованных за счет *средств ГЭФ* или *софинансирования*
- в течение *срока выполнения проекта* ГЭФ, и
- включенных в *логическую матрицу проекта* и отслеживаемых проектной системой мониторинга и отчетности.

Прямое сокращение выбросов ПГ

- Прямые сокращения выбросов ПГ = разность суммарных объемов эмиссии ПГ между **базовым и проектным** сценариями
- **Динамический** базовый сценарий
- Расчеты эмиссии ПГ приводятся к CO_2экв (выбросы CH_4 и N_2O пересчитываются в соответствии с коэффициентами глобального потепления)
- Сокращения эмиссии ПГ считаются **суммарно** за весь жизненный срок инвестиционных мероприятий проекта ГЭФ
  - Сроки определяются индивидуально для каждого мероприятия
  - Объекты инфраструктуры – до 20 лет, транспортные средства – до 10 лет

Выбросы ПГ жизненного цикла



Расчет прямого сокращения выбросов ПГ

- **Расчет** прямого сокращения выбросов ПГ выполняется с использованием
  - «Моделей для оценки выбросов от транспортных проектов» (**TEEMP**)
  - Общей формулы **CO_2прям. = e * l * c**, где e – ежегодный объем экономии энергоресурсов, l – жизненный срок инвестиционного мероприятия, c – коэффициент эмиссии для сэкономленных энергоресурсов.
  - Допускается использование аналогичных методологий (напр., МЧР) или моделей (напр. COPERT)

Модели TEEMP для оценки прямого сокращения выбросов ПГ

Доступные **модели TEEMP**:

- Немоторизованные виды транспорта: велодорожки, общественные велосипеды, улучшения пешеходного движения;
- Эффективность транспорта: эко-вождение;
- Скоростной общественный транспорт: скоростной автобус (BRT), метро;
- Управление транспортным спросом: платные парковки, пригородные поездки, страховка с оплатой «по факту пользования»;
- Комплексные региональные программы: скоростная автомагистраль

Косвенное сокращение выбросов ПГ

Косвенное сокращение выбросов ПГ:

- Результатом тиражирования результатов проекта ГЭФ в течение 10 лет после его окончания («период влияния проекта ГЭФ»).
- Оценивается двумя методами:
  - «Восходящим»: прямое сокращение X коэффициент тиражирования ГЭФ
  - «Нисходящим»: реализуемый потенциал снижения выбросов ПГ X коэффициент зависимости ГЭФ
- Оценка двумя методами дает диапазон косвенного сокращения выбросов проекта ГЭФ

СОДЕРЖАНИЕ

- Транспорт в контексте изменения климата
- Общие подходы к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Требования ГЭФ к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- **Оценка климатического эффекта проекта ГЭФ в г.Алматы**
  - Коридор BRT/LRT
  - Оптимизация маршрутной сети ОТ
  - Внедрение автобусов на КПГ

Обзор мероприятий проекта ГЭФ (1)

Мероприятие	Непосредственный результат	Долгосрочный результат	Эффект эмиссии ПГ
2.1 Оптимизация сети общественного транспорта	Снижение среднего дневного пробега на сети ОТ на 3000 км	Повышение эффективности ОТ за счет уменьшение «порожнего пробега», сокращения общей протяженности маршрутов	Сокращение эмиссии ПГ ОТ за счет уменьшения общего потребления моторного топлива
2.2 Обновление подвижного состава ОТ новыми автобусами на КПГ*	563 новых автобусов на КПГ закуплены и работают на маршрутах	Повышение топливной эффективности и снижение удельной углеродной эмиссии подвижным составом ОТ	Снижение эмиссии ПГ ОТ за счет замещения ДТ КПГ
4.1 Создание велодорожек	7.3 км велодорожек создано в городе	Смещение спроса с автомобильного транспорта на велодвижение	Снижение эмиссии ПГ автомобильным транспортом за счет снижения общего потребления топлива

Обзор мероприятий проекта ГЭФ (2)

Мероприятие	Непосредственный результат	Долгосрочный результат	Эффект эмиссии ПГ
4.3 Строительство системы скоростного автобусного сообщения (BRT)	ТЭО для коридора BRT протяженностью 22.5 км, строительные работы начаты; запуск системы в 2018г.	Смещение спроса с личного автотранспорта на BRT, повышение эффективности ОТ	Сокращение эмиссии ПГ за счет уменьшения потребления топлива личным автотранспортом (за счет снижения пробегов) и общественным транспортом (за счет роста эффективности)
4.4 Строительство системы скоростного легкорельсового сообщения (LRT)	ТЭО для коридора BRT протяженностью 22.9 км; тендер по отбору частного партнера в 2017г; запуск системы в 2020г.	Смещение спроса с личного автотранспорта на LRT, повышение эффективности ОТ	
4.5 Выделение полос для ОТ	Выделенные полосы для ОТ общей протяженностью 86 км	Повышение эффективности (скорости) ОТ	Сокращение эмиссии ПГ за счет уменьшения удельного потребления топлива ОТ

Климатический эффект мероприятий проекта ГЭФ

Мероприятие	Оценка совокупного снижения эмиссии ПГ в течение жизненного цикла, $тCO_{2экв}$
2.1 Оптимизация сети общественного транспорта	3.510
4.1 Создание велодорожек	540
4.3 Строительство системы скоростного автобусного (BRT) и легкорельсового (LRT) транспорта	496.760
4.5 Выделение полос для ОТ	1.910
ВСЕГО	**502.710**

Общие параметры расчета эмиссии ПГ

Параметр	Значение		Источник данных
Коэффициент эмиссии топлива, гCO_2/МДж	69,3 – бензин 56,1 – КПГ	74,1 – ДТ 63,1 – СУГ	Нац.отчет РК о кадастре ПГ
Низшая теплотворная способность, МДж/кг	44,3 – бензин 48,0 – КПГ	43,0 – ДТ 47,3 – СУГ	Нац.отчет РК о кадастре ПГ
Плотность, кг/л ($м^3$)	0,752 – бензин 0,725 – КПГ ($м^3$)	0,863 – ДТ 0,538 – СУГ	ГОСТ 51105-97, ГОСТ 305-2013, ГОСТ 27577-2000, Правила ЕЭК ООН N 101
Коэффициент эмиссии топлива (объемный), кгCO_2/л ($м^3$)	2,310 – бензин 1,951 – КПГ ($м^3$)	2,718 – ДТ 1,605 – СУГ	Расчет
Коэффициент эмиссии энергосистемы РК, кгCO_2/кВт*ч	2017 – 0,998 2019 - 0,921	2018 - 0,918 2020 - 0,919	Отчет ЕБРР
Индекс совершенствования технологий	0,99		По умолчанию

Алгоритм расчета сокращения эмиссии ПГ

$$ER_{LT} = \sum_{y} (BE_y - PE_y) \times LT$$

- ER_{LT} – прямое сокращение эмиссии ПГ за весь жизненный срок инвестиционных мероприятий, тCO_2;
- BE_y – средний годовой объем эмиссии ПГ в базовом сценарии, тCO_2/год;
- PE_y – годовой объем эмиссии ПГ в проектном сценарии, тCO_2/год;
- LT – жизненный срок инвестиционного мероприятия, реализованного в рамках проекта, лет.

СОДЕРЖАНИЕ

- Транспорт в контексте изменения климата
- Общие подходы к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Требования ГЭФ к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Оценка климатического эффекта проекта ГЭФ в г.Алматы
  - **Оптимизация маршрутной сети ОТ**
  - Внедрение автобусов на КПГ
  - Коридор BRT/LRT

Оптимизация МС ОТ: оценка эффекта

Снижение эмиссии ПГ за счет:

- *сокращения общих пробегов* подвижного состава *ОТ* и, соответственно, снижения общего расхода топлива ОТ
- *сокращения общих пробегов* индивидуального *легкового транспорта* за счет смещения спроса в сторону ОТ (из-за повышения привлекательности ОТ) и, соответственно, снижения общего расхода топлива индивидуальным транспортом *

Оптимизация МС ОТ: базовый сценарий

$$\boldsymbol{BE_y} = (TI_i)^{1+y} \times \sum_{f,y} FU_f \times AD_{BL,f,y} \times EF_f \times 10^{-3}$$

- BE_y – объем эмиссии ПГ за год *y* в базовом сценарии до оптимизации маршрутной сети, тCO_2/год;
- TI_i – индекс совершенствования технологий, %;
- FU_f – средний расход топлива *f*, л/км;
- $AD_{BL,f,y}$ – средний годовой пробег подвижным составом ОТ до оптимизации, км;
- EF_f – коэффициент эмиссии топлива *f*, кгCO_2/л;

Оптимизация МС ОТ: проектный сценарий

$$PE_y = \sum_{f,y} FU_f \times AD_{PR,f,y} \times EF_f \times 10^{-3}$$

- PE_y – объем эмиссии ПГ за год *y* в проектном сценарии после оптимизации маршрутной сети, тCO_2/год;
- FU_f – средний расход топлива *f* автобусами ОТ, л/км;
- $AD_{PR,f,y}$ – средний годовой пробег подвижным составом ОТ после оптимизации маршрутной сети, км;
- EF_f – коэффициент эмиссии топлива *f*, кгCO_2/л;

Оптимизация МС ОТ: параметры расчета

Параметр	Значение	Источник данных	Комментарии
Средний дневной пробег автобусов в базовом сценарии, км	56.038	Отчет Systra	Данные охватывают только автобусную сеть. Общие пробеги распределены по топливной составляющий в соответствии с регистрационными данными: бензин – 58,8%; ДТ – 31,1%, КПГ– 10,1%
Средний расход топлива, л/100 км	45 – ДТ 53 – бензин 66,8 ($м^3$) – КПГ	Базовый сценарий ПГ для Алматы, 2012	Расход КПГ взят из официальных данных оператора ОТ за 2017 год.
Средний дневной пробег после оптимизации, км	53.022	Отчет Systra	Сокращение общих пробегов автобусов на 3 тыс. км или 5.4%. Топливная структура парка принята аналогичной базовому сценарию.
Жизненный срок мероприятия, лет	7	Экспертная оценка	

Оптимизация МС ОТ: результат оценки

- Среднегодовая эмиссия ПГ в базовом сценарии:
  - 20.099 тCO_2/год
- Среднегодовая эмиссия ПГ в проектном сценарии:
  - 19.596 тCO_2/год
- Средний годовой объем сокращения эмиссии ПГ:
  - 20.099 – 19.596 = 504 тCO_2/год
- Совокупный объем сокращения эмиссия ПГ за жизненный цикл:
  - 504 x 7 = **3.525 тCO_2**

СОДЕРЖАНИЕ

- Транспорт в контексте изменения климата
- Общие подходы к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Требования ГЭФ к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Оценка климатического эффекта проекта ГЭФ в г.Алматы
  - Оптимизация маршрутной сети ОТ
  - **Внедрение автобусов на КПГ**
  - Коридор BRT/LRT

Автобусы на КПГ: оценка эффекта

Ожидаемое снижение эмиссии ПГ за счет:

- *сокращения удельного расхода энергии* подвижным составом *ОТ**

Дополнительные эффекты:

- снижение эмиссии нормируемых загрязняющий веществ (PM, CO, NOx) за счет замещения ДТ КПГ

Автобусы на КПГ: базовый сценарий

$$BE_y = (TI_i)^{1+y} \times \sum_y FU_d \times AD_{PR,CNG,y} \times EF_d \times 10^{-3}$$

- BE_y – объем эмиссии ПГ за год *y* ДТ автобусами в базовом сценарии, тCO_2/год;
- TI_i – индекс совершенствования технологий, %;
- FU_d – средний расход топлива *ДТ* автобусами в базовом сценарии, л/км;
- $AD_{PR,CNG,y}$ – средний годовой пробег *новых автобусов на КПГ*, км/год;
- EF_d – коэффициент эмиссии *ДТ*, используемого базовыми автобусами, кгCO_2/л;

Автобусы на КПГ: проектный сценарий

$$PE_y = \sum_y (FU_{CNG} \times AD_{PR,CNG,y} \times EF_{CNG} + AD_{PR,CNG,y} \times EF_{CH4}) \times 10^{-3}$$

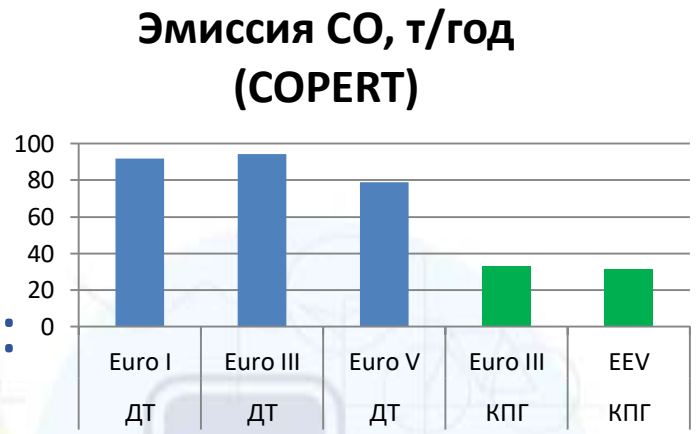
- PE_y – объем эмиссии ПГ за год *y* в проектном сценарии автобусами на КПГ, тCO_2/год;
- FU_{CNG} – средний расход *КПГ новыми* автобусами, м^3/км;
- $AD_{PR,CNG,y}$ – средний годовой пробег *новых автобусов на КПГ*, км/год;
- EF_{CNG} – коэффициент эмиссии CO_2 для *КПГ*, кгCO_2/м^3;
- EF_{CH4} – коэффициент эмиссии CH_4 для *КПГ*, кгCO_2экв/км;

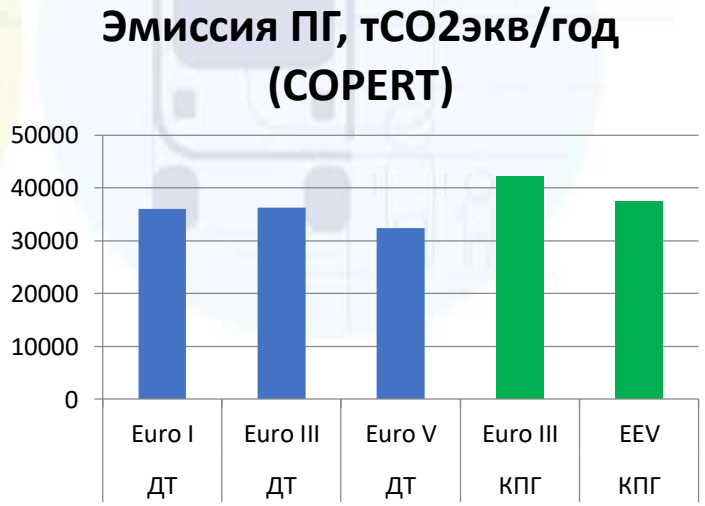
Автобусы на КГ: параметры расчета

Параметр	Значение	Источник данных	Комментарии
Средний расход топлива автобусами в базовом сценарии, л/100 км	42 - ДТ	COPERT	В базовом сценарии – дизельные автобусы EBPO V. Средний расход топлива для данного класса автобусов по COPERT .
Средний расход топлива новыми автобусами на КПГ, $м^3$/100 км	66,8 – КПГ	Green Bus Company	Расход КПГ взят из официальных данных оператора ОТ за 2017 год.
Средний суммарный годовой пробег автобусов на КПГ, км/год	58.275 x 563 = 32.808.871	Green Bus Company	Данный срок предполагает средний совокупный пробег около 400 тыс.км, при котором основные компоненты автобуса (кроме кузова), включая двигатель и трансмиссию, требуют капитального ремонта
Пробеговый коэффициент эмиссии CH_4 для автобусов на КПГ, кгCO_2э/км	0,032	COPERT МГЭИК	Пробеговый коэффициент эмиссии определен в соответствии с данными COPERT (1.28 гCH_4/км) и переведен в эквивалентный объем CO_2 исходя из потенциала глобального потепления для метана (25) по данным МГЭИК

Автобусы на КПГ: результат оценки

- Среднегодовая эмиссия ПГ в базовом сценарии:
  - 36.348 тCO_2/год
- Среднегодовая эмиссия ПГ в проектном сценарии:
  - 43.801 тCO_2/год
- Средний годовой объем сокращения эмиссии ПГ:
  - 36.348 – 43.801 = **-7.454** тCO_2/год





СОДЕРЖАНИЕ

- Транспорт в контексте изменения климата
- Общие подходы к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Требования ГЭФ к оценке эмиссии ПГ от транспорта
- Оценка климатического эффекта проекта ГЭФ в г.Алматы
  - Оптимизация маршрутной сети ОТ
  - Внедрение автобусов на КПГ
  - **Коридор BRT/LRT**

Коридор BRT/LRT: оценка эффекта

- Смещения спроса от личного автотранспорта в сторону BRT/LRT - снижение удельной эмиссии на пассажира **+**
- Рост скорости подвижного состава BRT/LRT – снижение удельного расхода топлива на пассажира **+**
- Повышение наполняемости подвижного состава BRT/LRT - снижение удельной эмиссии на пассажира **+**
- Оптимизация маршрутной сети – снижение общих пробегов ОТ
- Рост скорости смешанного потока транспорта – снижение расхода топлива ТС в потоке («обратный эффект» освободившегося дорожного полотна)

Коридор BRT/LRT: базовый сценарий

$$\boldsymbol{BE_y} = \sum_{i,f} \frac{N_{i,f} \times TD_{i,f}}{OR_{i,f}} \times SFC_{i,f} \times EF_f \times 10^{-3}$$

- BE_y – объем эмиссии ПГ за год *y* в базовом сценарии, тCO_2/год;
- $N_{i,f}$ – количество пассажиров, перевезенных LRT/BRT за год *y*, которые, в отсутствие новой системы в базовом сценарии, воспользовались бы для совершения поездок видом транспорта *i*, потребляющим топливо *f*, пасс.;
- $TD_{i,f}$ – дальность поездки пассажиров в базовом сценарии видом транспорта *i*, потребляющим топливо *f*, км;
- $OR_{i,f}$ – наполняемость транспортных средств *i*, потребляющим топливо *f*, в базовом сценарии, пасс/ТС;
- $SFC_{i,f}$ – удельный расход топлива вида транспорта *i*, потребляющего топливо *f*, в базовом сценарии, л/км;
- EF_f – коэффициент эмиссии топлива *f*, кгCO_2/л;

Коридор BRT/LRT: проектный сценарий

$$PE_y = \sum_{i,f} \frac{N_{MRT} \times TD_{MRT}}{OR_{MRT}} \times SFC_{MRT} \times EF_{MRT} \times 10^{-3}$$

- PE_y – объем эмиссии ПГ за год *y* в базовом сценарии, тCO_2/год;
- N_{MRT} – количество пассажиров, перевезенных LRT/BRT за год *y*, пасс.;
- TD_{MRT} – дальность поездки пассажиров LRT/BRT, км;
- OR_{MRT} – наполняемость транспортных средств *i*, потребляющим топливо *f*, в базовом сценарии, пасс/ТС;
- SFC_{MRT} – удельный расход топлива вида подвижным составом LRT/BRT, л/км (кВтч/км);
- EF_{MRT} – коэффициент эмиссии для источника энергии MRT, кгCO_2/л; кгCO_2/кВтч

+ эмиссия от использования строительных материалов

Коридор BRT/LRT: параметры расчета

Пассажиропоток BRT/LRT и перераспределение спроса (данные ТЭО)

Пассажиропоток MRT - тыс.пасс/день	2018	2027	2037
	114.20	198.20	246.30
LRT / BRT	0 / 114.2	62,8 / 135,4	99,4 / 146,9
Перераспределение спроса в пользу MRT с	2018	2027	2037
Легковых авто	10%	10%	10%
Такси	5%	5%	5%
Автобусов	60%	60%	60%
Маршруток	25%	25%	25%
ИТОГО	100.0%	100.0%	100.0%

Коридор BRT/LRT: параметры расчета

Топливная структура (регистрационные данные, прогнозные допущения по изменению структуры)

Вид транспорта	2018						2027						2037					
	бенз	ДТ	СУГ	КПГ	эл.	sum	бенз	ДТ	СУГ	КПГ	эл.	sum	бенз	ДТ	СУГ	КПГ	эл.	sum
легковые авто	94.7%	3.6%	1.5%	0.2%		100%	94%	3%	2%	1%	1%	100%	93%	2.0%	2.0%	1.0%	2.0%	100%
такси	94.7%	3.6%	1.5%	0.2%		100%	94%	3%	2%	2%		100%	93%	2%	2%	3%		100%
автобусы	58.4%	29.8%	2.1%	9.7%		100%	58%	27%	2%	12%		100%	58%	25%	2%	15%		100%
маршрутки	59.1%	34.2%	3.4%	3.3%		100%	58%	32%	3%	7%		100%	57%	30%	3%	10%		100%
						0%						0%						0%
MRT				100.0%		100%				57.7%	42.3%	100%				55.6%	44.4%	100%

Коридор BRT/LRT: параметры расчета

Экологические классы (регистрационные данные)

- Бензин

Вид транспорта	2018					2027					2037				
	Pre-Euro IV	Euro IV	Euro V	Euro VI	sum	Pre-Euro IV	Euro IV	Euro V	Euro VI	sum	Pre-Euro IV	Euro IV	Euro V	Euro VI	sum
легковые авто	54%	20%	22%	4%	100%	45%	18%	24%	12%	100%	37%	16%	27%	20%	100%
такси	54%	20%	22%	4%	100%	45%	18%	24%	12%	100%	37%	16%	27%	20%	100%
					0%					0%					0%
автобусы	75%	17%	7%	1%	100%	69%	15%	9%	7%	100%	62%	14%	11%	13%	100%
маршрутки	28%	32%	31%	10%	101%	26%	29%	38%	11%	104%	23%	26%	45%	12%	107%
					0%					0%					0%
MRT					0%					0%					0%

Коридор BRT/LRT: параметры расчета

Топливная эффективность (COPERT)

Vehicle Type	2018					2027					2037				
	бенз (km/liter)	ДТ (km/liter)	СУГ (km/liter)	КПГ (km/m3)	эл. (km/kwh)	бенз (km/liter)	ДТ (km/liter)	СУГ (km/liter)	КПГ (km/m3)	эл. (km/kwh)	бенз (km/liter)	ДТ (km/liter)	СУГ (km/liter)	КПГ (km/m3)	эл. (km/kwh)
легковые авто	10.40	13.00	9.40	10.40		11.37	14.22	10.28	11.37	6.12	12.56	15.71	11.36	12.56	6.77
такси	10.40	13.00	9.40	10.40		11.37	14.22	10.28	11.37		12.56	15.71	11.36	12.56	
автобусы	3.10	3.60	2.80	2.50		3.39	3.94	3.06	2.73		3.75	4.35	3.38	3.02	
маршрутки	7.10	9.60	6.10	4.10		7.77	10.50	6.67	4.48		8.58	11.60	7.37	4.95	
MRT				2.50					2.50	0.40				2.50	0.40

Коридор BRT/LRT: параметры расчета

Эксплуатационные параметры (ТЭО, «СУТ Алматы», транспортная модель)

	Средняя скорость (км/ч)			Наполняемость			Ср.длина поездки (км)		
Vehicle Type	2018	2027	2037	2018	2027	2037	2018	2027	2037
легковые авто	19.3	15.0	10.2	1.34	1.3	1.3	9.1	10.1	11.2
такси	19.3	15.0	10.2	2.2	2.2	2.2	5.3	5.8	6.4
автобусы	15.5	11.8	7.7	34.7	30	30	9.2	9.2	9.2
маршрутки	15.5	11.8	7.7	11	11	11	9.2	9.2	9.2
MRT	21.0	21.0	21.0	68.0	73.2	79.0	9.2	9.2	9.2

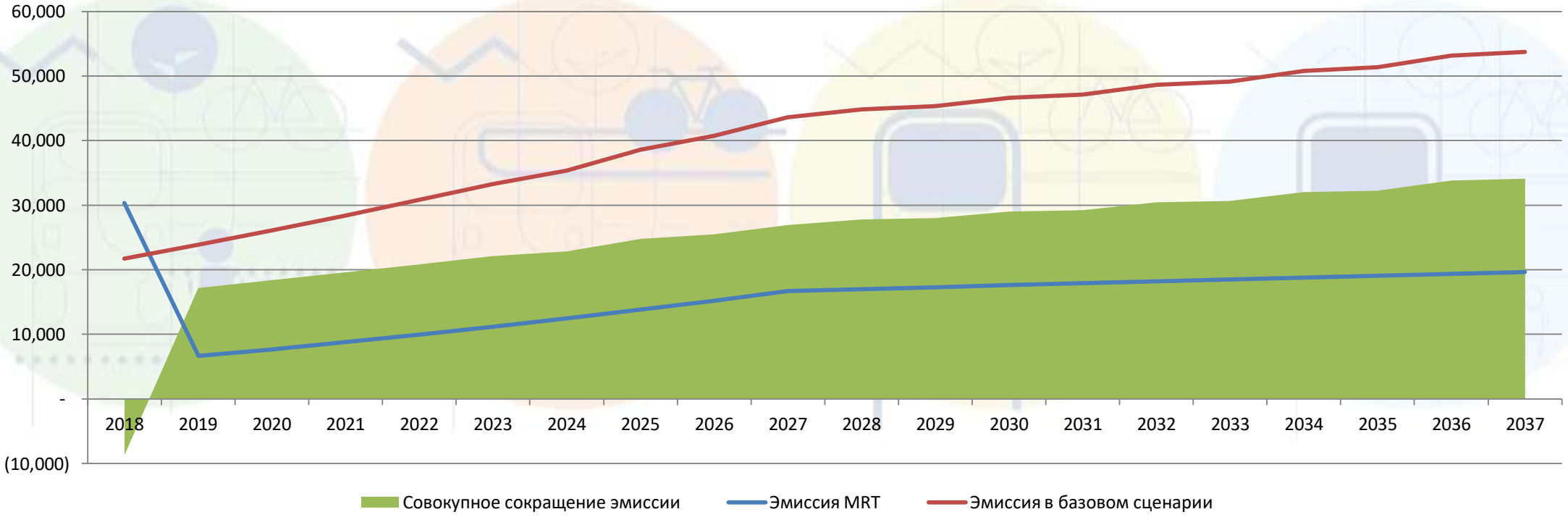
Коридор BRT/LRT: параметры расчета

Коэффициенты эмиссии

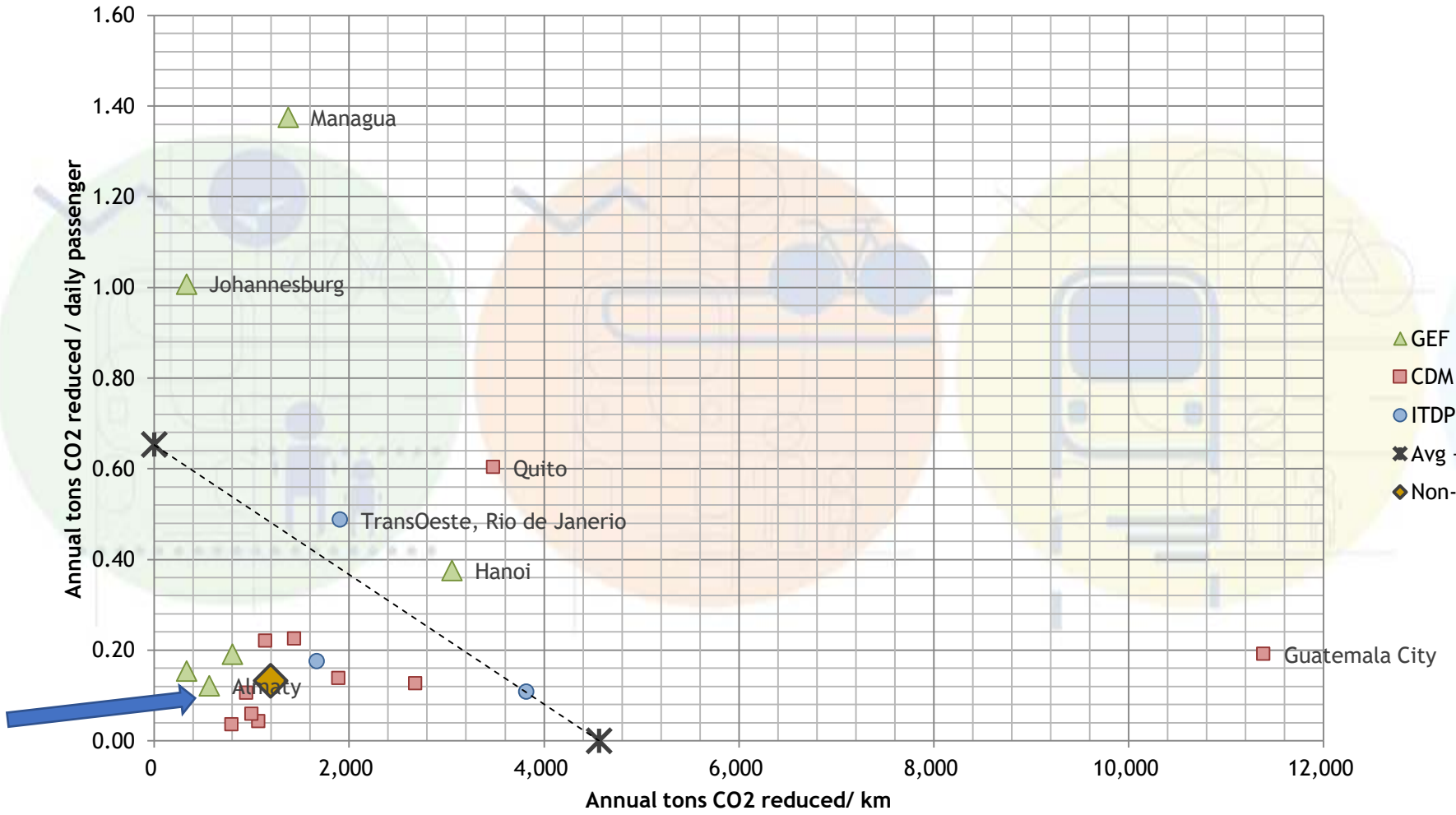
Тип топлива	Удельная эмиссия, кгCO2/л (м3,кВтч)
Бензин	2.302
ДТ	2.718
СУГ	1.605
КПГ	1.951
Электроэнергия	0.918

Коридор BRT/LRT: результаты оценки

Совокупное сокращения эмиссии ПГ - 496.750 тCO_2



Коридор BRT/LRT в Алматы: сравнение



Спасибо за внимание!