

# Экономическая эффективность технологий декарбонизации в условиях России

*Соляник А.И., к.э.н., с.н.с. ИНЭИ РАН*

*Кейко А.В., д.т.н., г.н.с. ИНЭИ РАН*

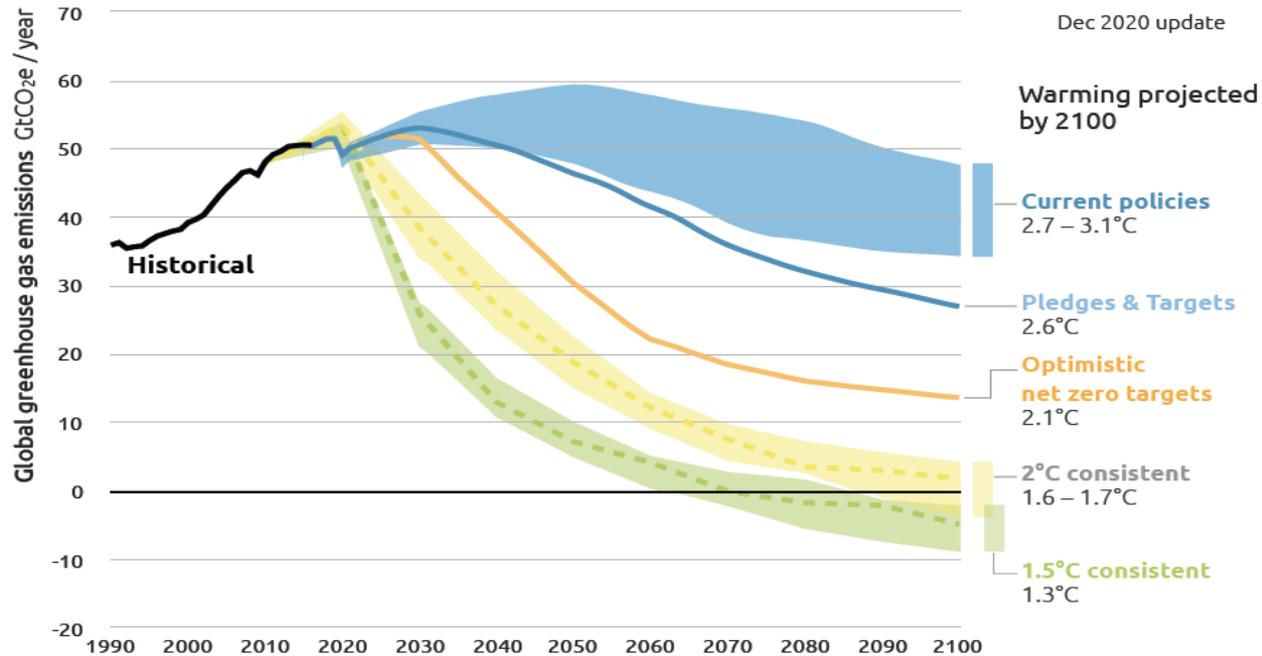
**Институт энергетических исследований РАН**

**МГИМО МИД РФ. 5-я международная научная конференция «Современные проблемы мирового развития: региональные и отраслевые аспекты»**

Апрель, 2022



# Сценарии регулирования глобальных выбросов CO<sub>2</sub>-эквивалента: неопределенность будущей траектории



Достижение цели Парижского соглашения по климату (2015) – сдерживание прироста температуры Земли на уровне 1,5-2°C – требует радикального снижения эмиссии парниковых газов

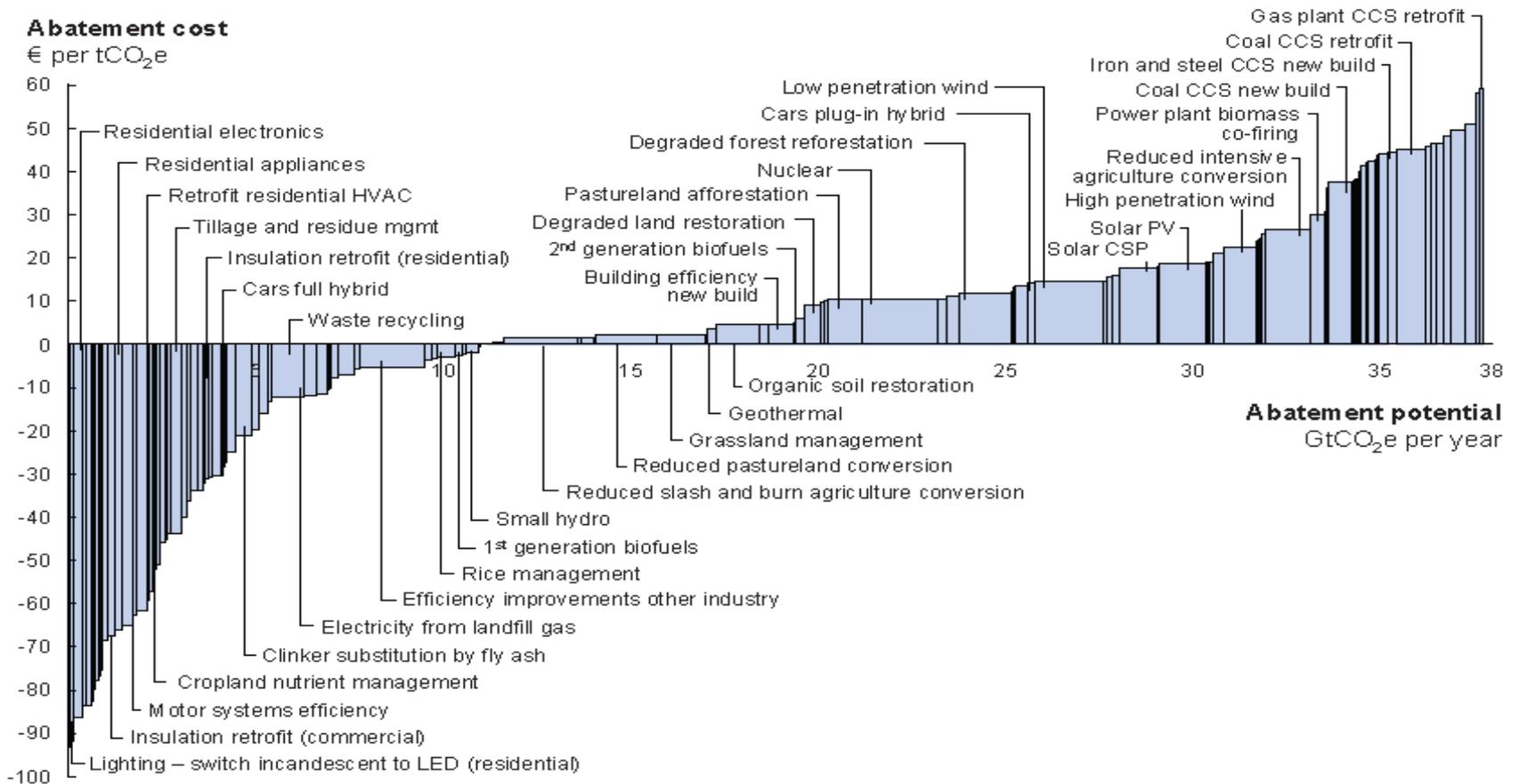
## Все большее количество стран заявляет о целях достижения «климатической нейтральности»

Страна	Статус заявления	Год достижения углеродной нейтральности
Австралия	Обсуждение	"Как можно скорее"
Бразилия	Заявление руководства страны	2050
Великобритания	Закон	2050
Германия	Закон	2050
ЕС-27	Документ	2050
Индия	Обсуждение	Не ранее 2060
Индонезия	Заявление руководства страны	2070
Испания	Документ	2050
Италия	Заявление руководства страны	2050
Канада	Заявление руководства страны	2050
Китай	Заявление руководства страны	2060
Корея	Документ	2050
Мексика	Обсуждение	2050
Россия	Документ	2060
США	Заявление руководства страны	2050
Франция	Закон	2050
Япония	Документ	2050

### Ключевые НПА в России:

1. Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 "О сокращении выбросов парниковых газов"
2. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. Правительством РФ 29.10.2021)
3. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года
4. Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации

# Кривая затрат на снижение выбросов CO<sub>2</sub> (или CO<sub>2</sub> marginal abatement cost curve, MACC)



Note: The curve presents an estimate of the maximum potential of all technical GHG abatement measures below €60 per tCO<sub>2</sub>e if each lever was pursued aggressively. It is not a forecast of what role different abatement measures and technologies will play.

Источник: McKinsey (2009)

## Методика расчета МАСС-кривой

$$EAC_i = \frac{ADC_i - ES_i}{CE_i}$$

$i$  – индекс технологии (атомная энергетика, ветроустановка и т.д.);

$EAC$  – удельные затраты на единицу предотвращенных выбросов CO<sub>2</sub>-эквивалента

$ADC$  – совокупная дисконтированная стоимость внедрения технологии (включая капитальные и операционные затраты);

$ES$  – экономия углеродосодержащего энергоносителя (например, угля) при его замещении безуглеродной технологией;

$CE$  – объем предотвращенных выбросов CO<sub>2</sub>-эквивалента.

$$ADC_i = \left[ \frac{capex_i \cdot A + opex - f_i}{CF_i \cdot 8760} + ER_i \cdot P_i \right] \cdot W_i$$

$capex_i$  – удельные капитальные затраты (инвестиции) для безуглеродной технологии  $i$ ;

$opex - f_i$  – удельные условно-постоянные (не зависящие от объемов производства) затраты технологии  $i$ ;

$CF_i$  – коэффициент загрузки (capacity factor) технологии  $i$  в течение года; 8760 – число часов в году;

$P_i$  – цена потребляемого технологией  $i$  энергоносителя (например, электроэнергии для электротранспорта)

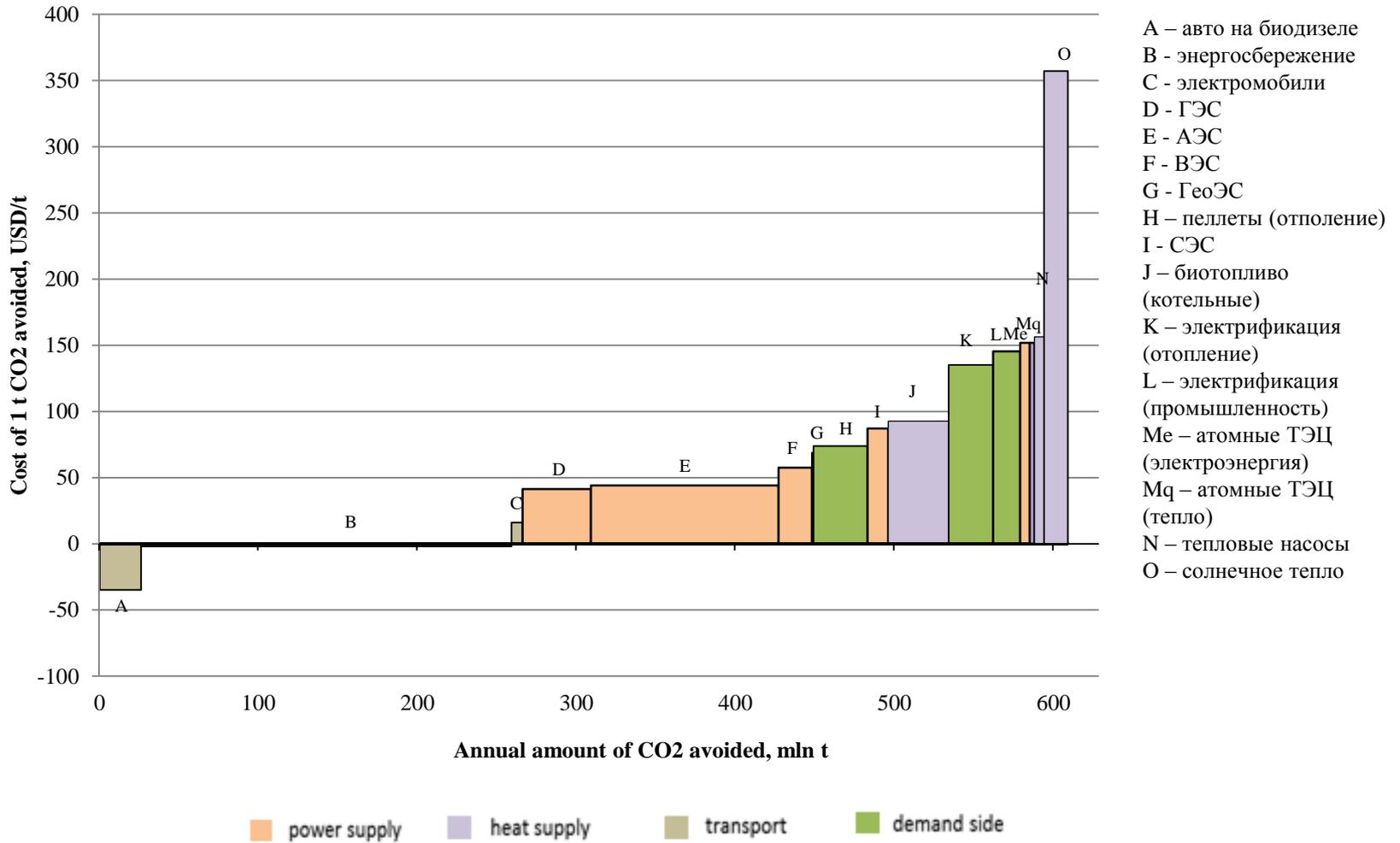
$ER_i$  – эффективность (КПД) преобразования энергоносителя в полезную энергию в технологии  $i$

$W_i$  – годовой объем потребления энергоносителя технологией  $i$

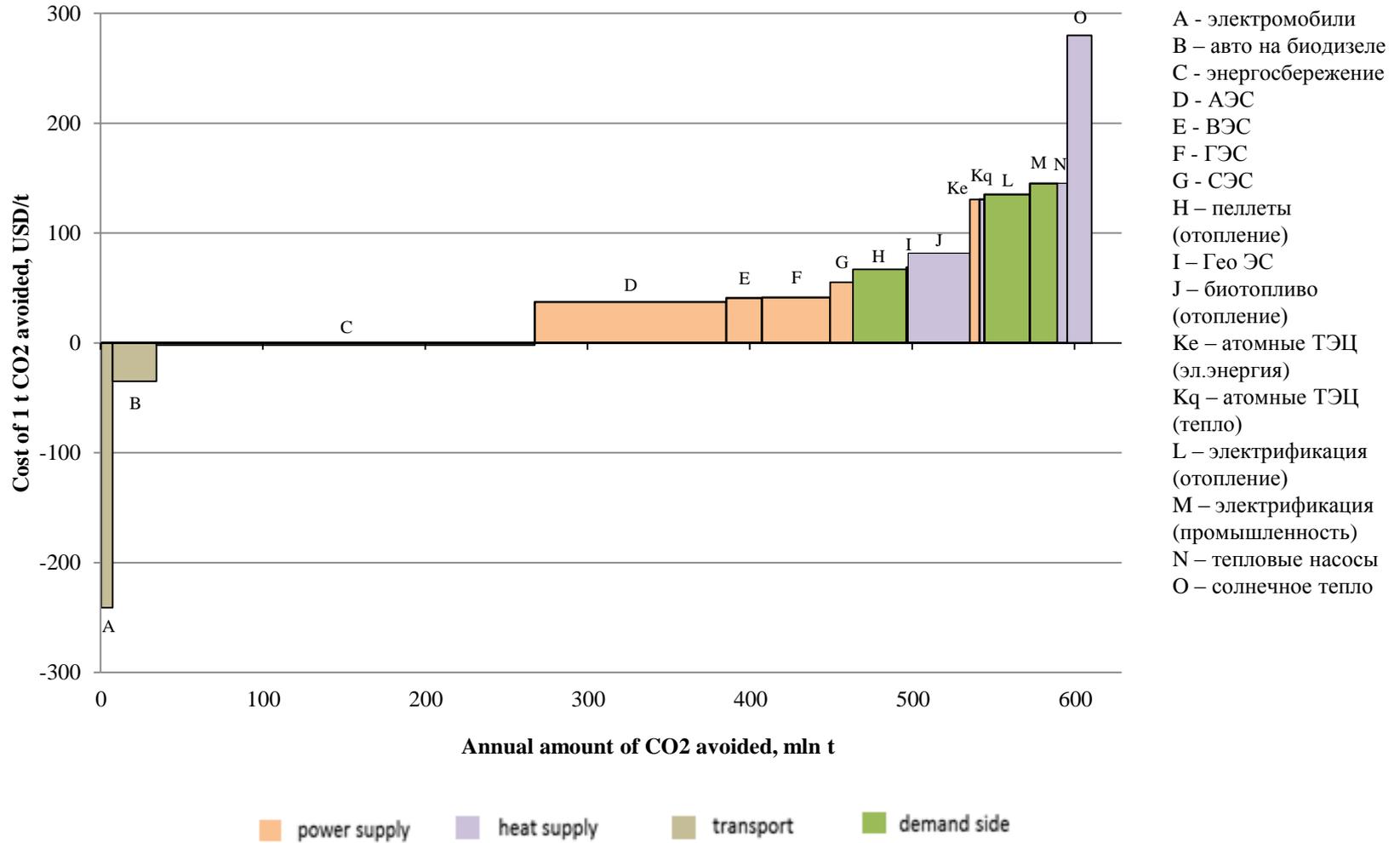
## Перечень рассматриваемых безуглеродных технологий для России

Технология	Замещаемый состав углеродосодержащих энергоносителей
<b><i>Производство электроэнергии</i></b>	
Атомные электростанции (АЭС)	95% газ + 5% уголь
Гидроэлектростанции (ГЭС)	30% газ + 70% уголь
Ветряные электростанции (ВЭС)	70% газ + 30% уголь
Солнечные электростанции (СЭС)	
Геотермальные электростанции (ГеоЭС)	
Тепловые электростанции с улавливанием CO <sub>2</sub> (ТЭС+CCS)	100% газ
<b><i>Производство тепла</i></b>	
Котельные и ТЭЦ на биомассе (древесные пеллеты и т.д.)	30% газ + 70% уголь
Атомные ТЭЦ	95% газ + 5% уголь
Тепло, производимое с помощью солнечного излучения	70% газ + 30% уголь
Тепловые насосы	
<b><i>Транспорт</i></b>	
Электромобили	100% бензин
Водородомобили	100% дизель
Автотранспорт на биодизеле	100% дизель
<b><i>Энергоэффективность на стороне потребителей</i></b>	
Электрификация в промышленности	70% уголь + 30% мазут
Электрификация в отоплении	100% уголь
Энергосбережение	70 % газ, 30% уголь

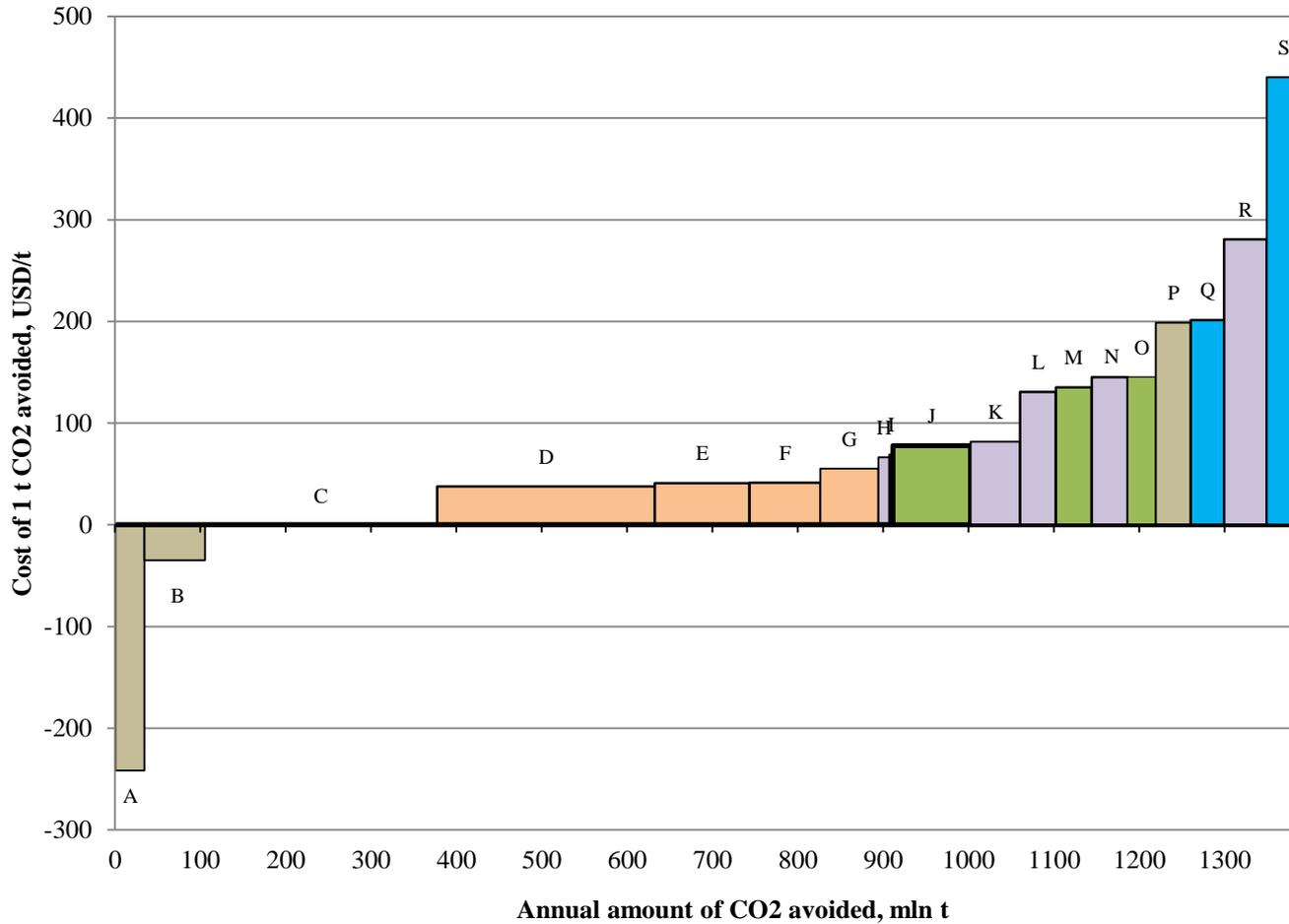
# МАСС-кривая России (по состоянию на 2020 г)



# МАСС-кривая России (базовый вариант, 2035 г)



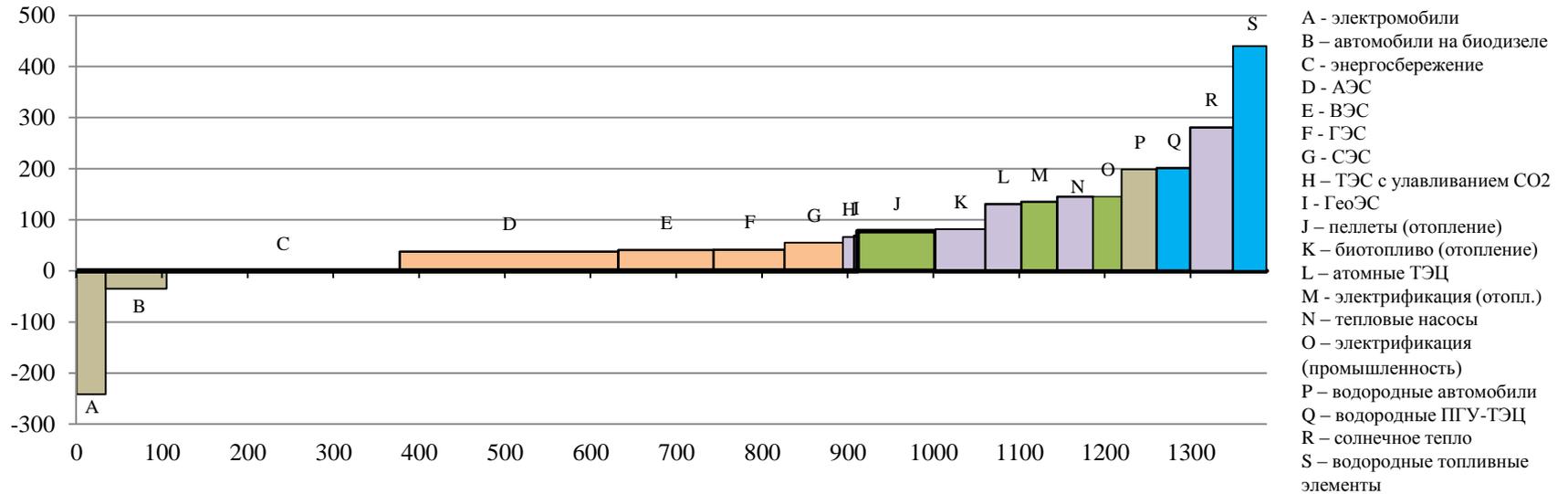
# МАСС-кривая России (интенсивный вариант, 2035 г)



- A - электромобили
- B - автомобили на биодизеле
- C - энергосбережение
- D - АЭС
- E - ВЭС
- F - ГЭС
- G - СЭС
- H - ТЭС с улавливанием CO2
- I - ГеоЭС
- J - пеллеты (отопление)
- K - биотопливо (отопление)
- L - атомные ТЭЦ
- M - электрификация (отопление)
- N - тепловые насосы
- O - электрификация (промышленность)
- P - водородные автомобили
- Q - водородные ПГУ-ТЭЦ
- R - солнечное тепло
- S - водородные топливные элементы

■ power supply   
 ■ heat supply   
 ■ transport   
 ■ demand side   
 ■ hydrogen

# Региональные особенности: Россия vs мир



Институт энергетических исследований РАН

[www.eriras.ru](http://www.eriras.ru)

[andsolyanik@yandex.ru](mailto:andsolyanik@yandex.ru)

Спасибо за внимание!