

**XIX международная конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»**

(Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды,
потенциально опасных явлений и объектов)

Пленарная сессия конференции

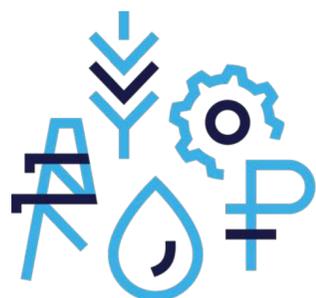
**«Научные проблемы исследования климатических изменений
и мониторинга потоков парниковых газов в природных экосистемах»**

Москва 15 ноября 2021 г.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И РИСКИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

**Б.Н. Порфирьев
академик РАН**

Институт
Народнохозяйственного
Прогнозирования РАН



■ Глобальный и долгосрочный характер климатических изменений → стратегическая значимость (большой вызов = R & B) для устойчивого развития экономики и общества в целом

■ Климатические риски:

■ **Природно-климатические угрозы** жизни и здоровью населения, устойчивому функционированию хозяйственных систем

*Сравнение при условии $< +1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ показывает, что повышение глобальной t на $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ведет к повышению уровня глобального риска примерно на $1/3$. Меры адаптации общества и экономики = потенциал снижения риска примерно на 50% (при всех сценариях – RCP 2.6, 8.5), но при этом остаточный риск сохраняется, а его величина возрастает по сравнению с 2019 г. – на $1/3$ при RCP2.6 и вдвое – при RCP8.5).**

■ **Климатически обусловленные риски** = принятие неэффективных решений в отношении изменений климата и их последствий

РКИК ООН, Парижское соглашение (Преамбула): «Стороны могут страдать не только от изменения климата, но также от воздействия мер, принимаемых в целях реагирования на него».

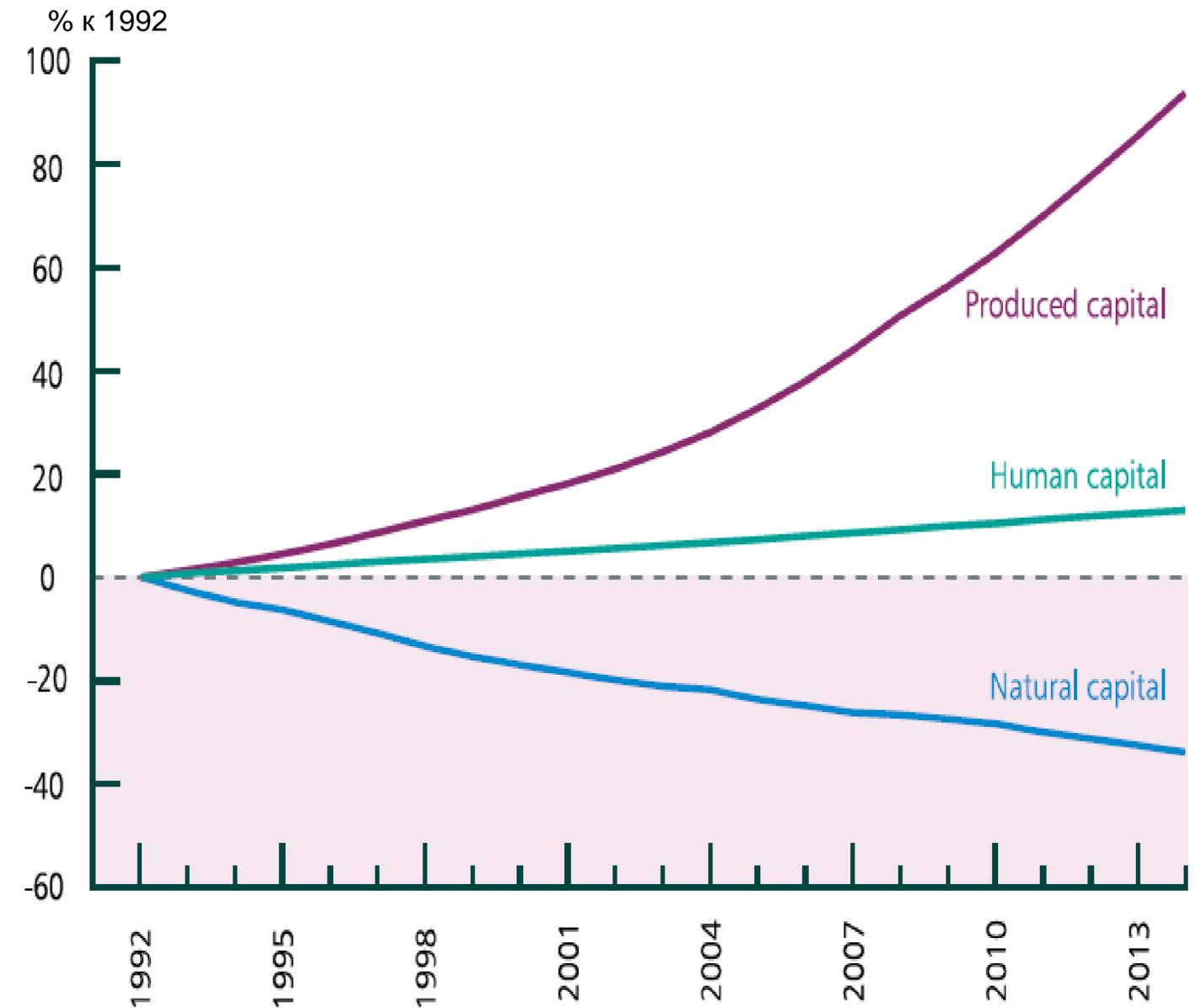
- Собственная (внутренняя) политика страны в отношении климатических изменений и их последствий для экономики
- Внешние факторы, связанные с «климатической» политикой других стран и мирового сообщества (фактически основных центров принятия решений)

Эффективное управление = экономическое измерение (эффективность – категория экономическая)

- **Учет двойственного характера климатических рисков** ⇒ необходимость комплексного, системного подхода к принятию решений
- **Условия успешной климатической политики (У. Нордхаус) *** = три «системных» столпа:
 - Универсальное ценообразование на выбросы С (\$50+/t CO₂)
 - Государственная поддержка низкоуглеродных технологий (НИОКР vs отрасли)
 - Новая архитектура международных климатических соглашений (free-riding => Global vs Climate club)
- **Оценка места климатических рисков в ряду других глобальных вызовов (= ЦУР) («цена вопроса»)** с учетом:
 - специфики стран и регионов мира, вкл Россию; значимость указанных рисков для экономики и национальной безопасности
 - временного фактора (актуальность vs долгосрочность)
- **Возможности (финансовые, научно-технологические, кадровые) экономики по снижению климатических рисков («цена ответа» на основе критерия «затраты (риски) – результаты»)** с учетом:
 - их места в ряду приоритетов социально-экономического развития
 - горизонта планирования (риски инвестиций и фактор дисконтирования)

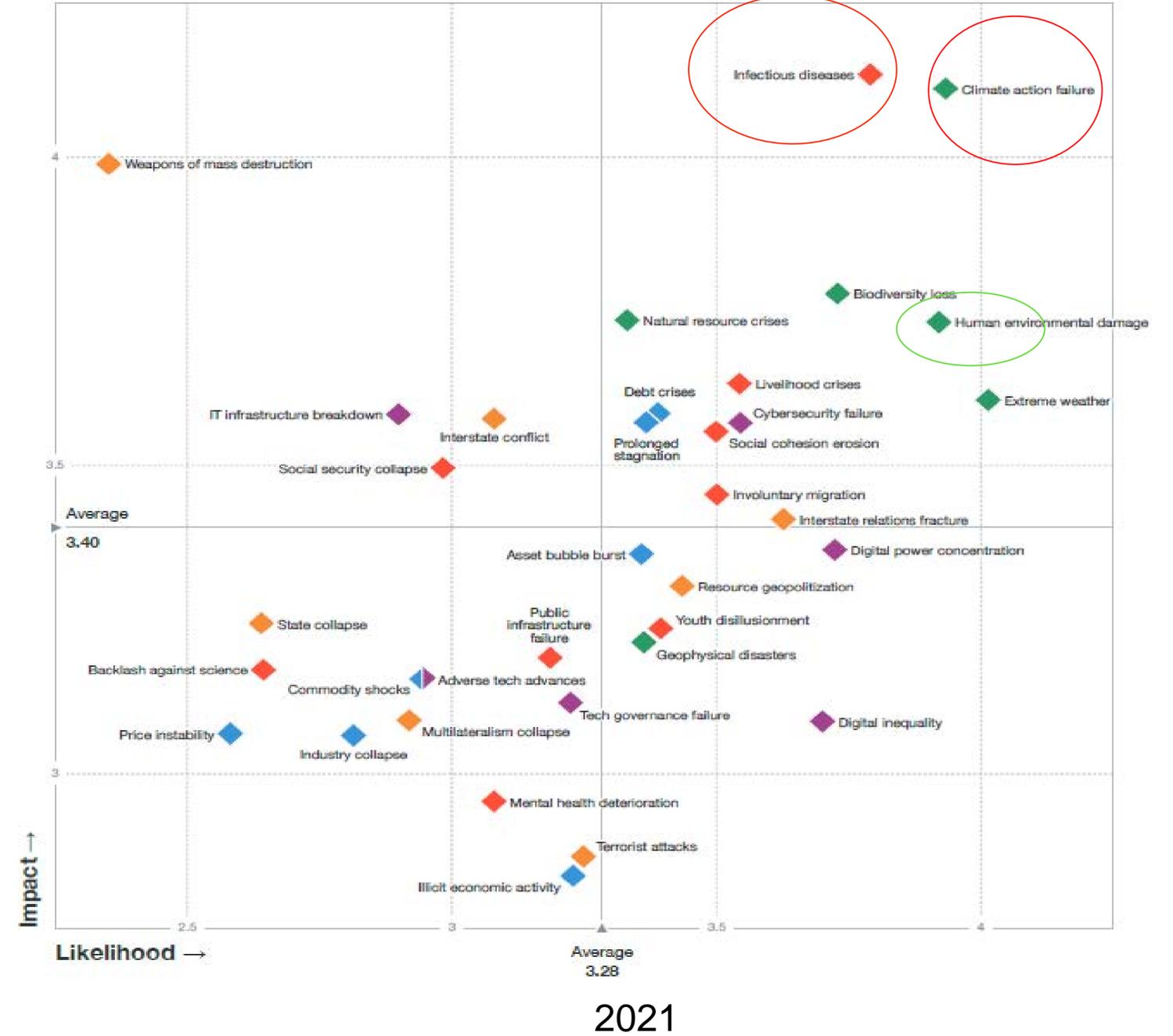
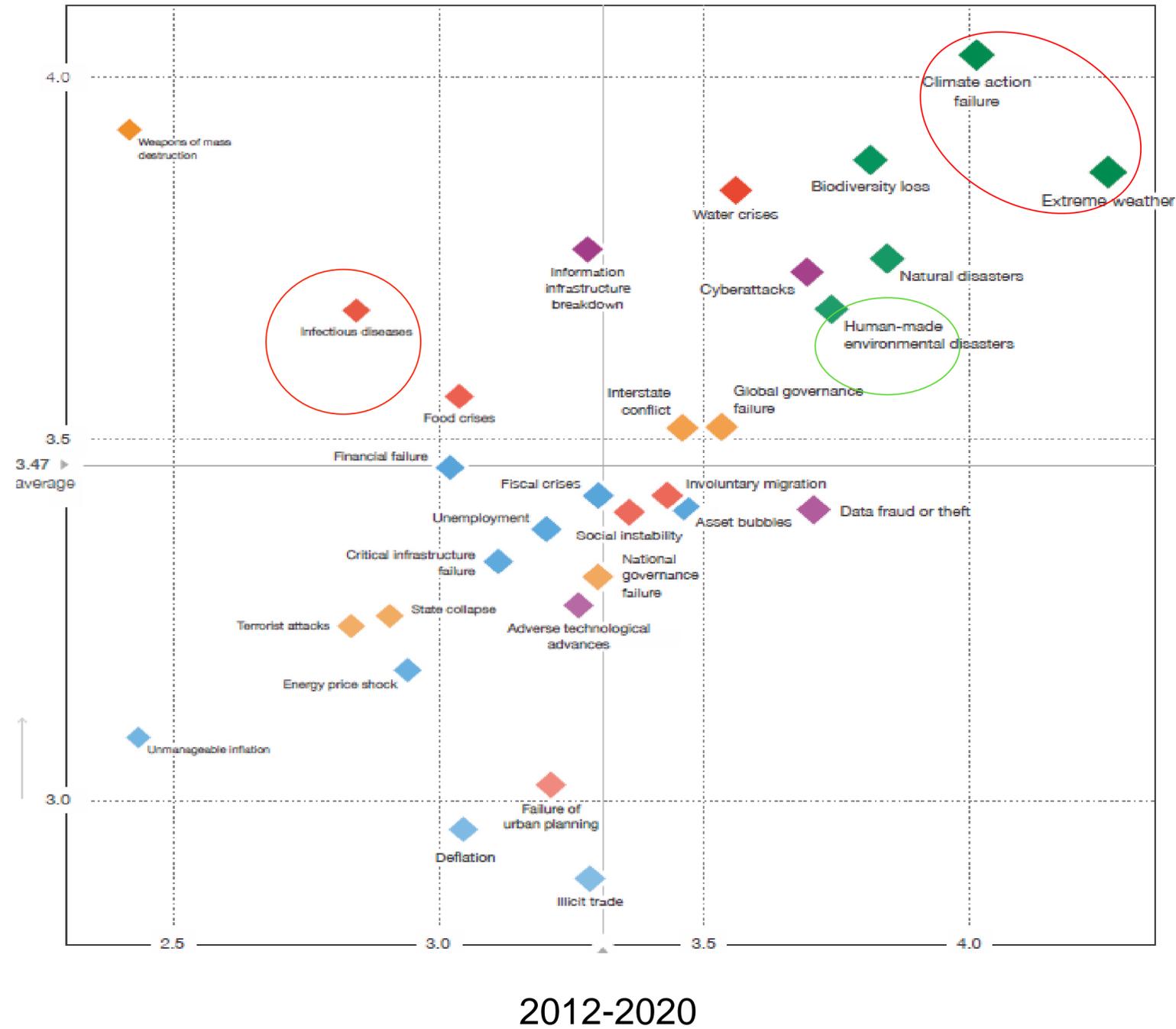
Общемировой экологический ущерб = \$14 трлн. (2015, Truecost S&P)

Регионы	Количество погибших (умерших) (тыс., в среднем в год)		Экономический ущерб (полный, % ВВП)	
	Бедствия (ЧС) гидрометео- и климатического характера (1998-2018 гг.)	Загрязнение атмосферы вредными веществами (2018 г., округлено)	Бедствия (ЧС) гидрометео- и климатического характера (1998-2018 гг.)	Загрязнение атмосферы вредными веществами (2018 г., округлено)
Мир	27,6*	6000	0,50	5
США	0,3	200	0,40	1
Индия	2,5	1100	0,80	11
Китай	1,7	1000	1,15	8
Европа	2,7	450	0,40	4
<i>Россия</i>	<i>2,7</i>	<i>100</i>	<i>0,50</i>	<i>6</i>



* Альтернативная оценка ВМО (2021) 150 тыс. в год или почти в 6 раз больше (см <https://www.who.int/heli/risks/climate/climatechange/en/>). Тем не менее, и в этом случае, разрыв с масштабами преждевременной смертности от загрязнения воздуха огромен, достигая 40 раз (!)

«ЦЕНА ВОПРОСА» – II: ПРИОРИТЕТЫ ГЛОБАЛЬНЫХ РИСКОВ РАЗВИТИЯ НА 10-ЛЕТНЮЮ ПЕРСПЕКТИВУ В ОЦЕНКАХ ЭКСПЕРТОВ ВЭФ



■ **Исходные положения:**

- приоритет проблемы климатических изменений (суть проблемы глобального потепления) над другими вызовами и угрозами устойчивому развитию и безопасности
- сугубо антропогенный генезис проблемы климатических изменений

■ **Стратегическое решение** – борьба (война) с изменениями климата

■ **Критерий результативности решения** – стабилизация климата = непревышение к 2100 г. 1,5°C-го роста глобальной температуры (IPCC-2018, IPCC AR-6, 2021)

■ **Способ реализации** - переход к «новой климатической экономике»/ на низкоуглеродный путь развития

■ **Критерий результативности реализации** – темпы и эффективность продвижения стран мира по пути низкоуглеродной экономики,

■ **Ключевой индикатор результативности реализации** – максимальное снижение техногенных (нетто-нулевой уровень к середине XXI в.) выбросов ПГ

■ **Экономический механизм реализации** – введение цены на С в виде (1) квот на выбросы ПГ; (2) С-налога (вкл. СВАО); (3) общественных издержек на С (Нордхаус = \$50/t => \$89/t (2030))

ПС-2015

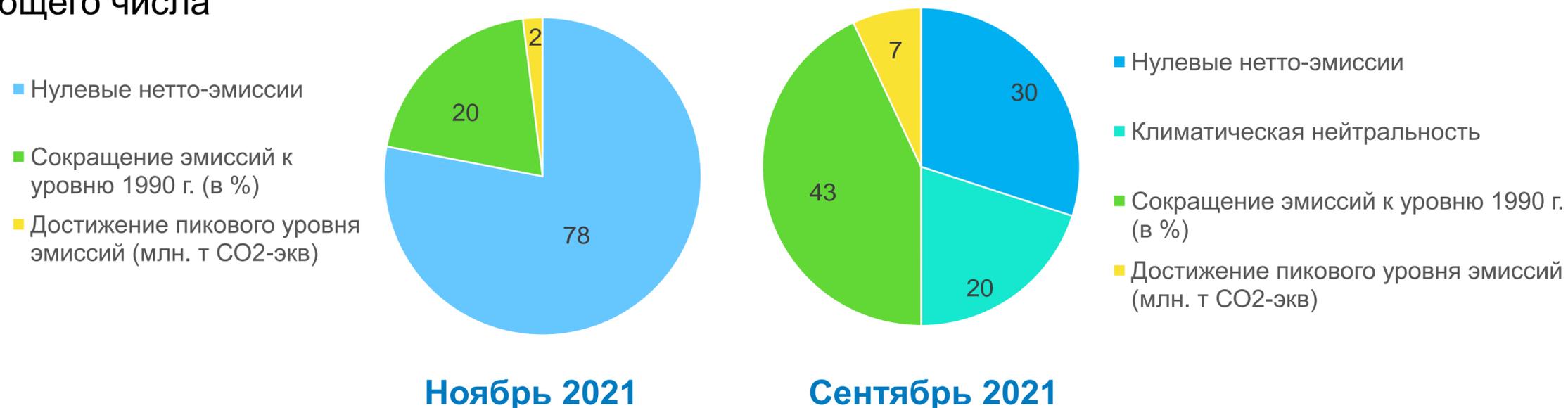
- Количество стран, ратифицировавших ПС – 197
- Целевая функция ПС: 2°C (Канкун-2010) => 1,5°C (ПС-2015, IPCC-2018)
- Способы (механизмы) достижения:
 - Стратегии развития с низким уровнем эмиссий (НЭСР) в увязке с ЦУР (особо ЦУРН^o2) учитывающие специфику природы и экономики стран
 - Адаптация к изменениям климата, национальные планы адаптации (НПА) (также в увязке с ЦУР и с учетом специфики)

Эволюция ПС (2015 – 2020) => парадигма низкоуглеродного развития (мейнстрим климатической политики)

- Целевая функция => Нетто-нулевой уровень выбросов ПГ (C!) к 2050 г.
 - Количество стран, декларировавших до 01.03.2021 Net-Zero (Race for Zero) экономику до 2050 в. – 121 или 61% от числа стран-участников ПС
- Способы (механизмы) достижения: => СНУР (таргетирование C ≠ ΣПГ), адаптация – на задворках (<10% финансирования)

Интегральная характеристика официально принятых *LEDS*

- **Всего LEDS = 40 или 20%** от числа стран-участниц Парижского соглашения
- LEDS, предусматривающие Net Zero/Carbon Neutral – **31 или 77,5%** общего числа LEDS, в т.ч.:
 - LEDS, предусматривающие **Net Zero к 2050 г. – 27 или 67.5% общего числа** (особо: UK – закон 2021; Финляндия: 2035)
 - LEDS, предусматривающие **Net Zero к 2060 г.– 3 или 7.5%**
 - LEDS, предусматривающие **Net Zero к 2065 г.– 1 или 2.5%**
 - **Европейские LEDS Net Zero – 21 или 75%** стран-членов ЕС
- LEDS, предусматривающие к 2050 г. сокращение эмиссий ПГ – **8 или 20%** их общего числа
- LEDS, предусматривающие к 2050 г. достижение пикового уровня эмиссий ПГ – **1 или 2,5%** их общего числа



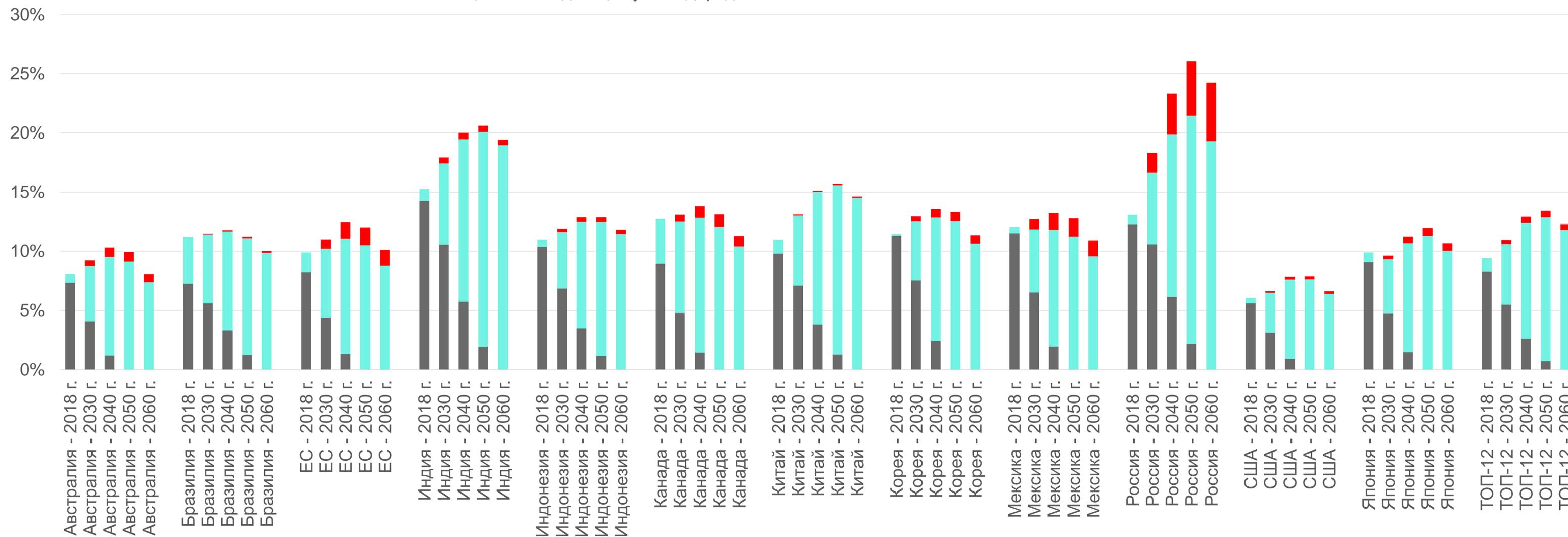
- Помимо LEDS:**
- ~ 100 стран представили в ООН NDC (гл. образом, в сфере снижения нетто-эмиссий ПГ; в большинстве их них как отдельный раздел – адаптация населения и экономики к изменениям климата).
 - Китай – 14-й пятилетний план (2021-2025): «зеленое» развитие – приоритет №4, специальный раздел + декларация о достижении C-нейтральности до 2060 г.

«ЦЕНА ОТВЕТА»: ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГИЮ ПО ОТНОШЕНИЮ К ВВП В СЦЕНАРИИ ДОСТИЖЕНИЯ НУЛЕВЫХ ЭМИССИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ (УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ) К СЕРЕДИНЕ XXI в.



ИНП
РАН

- Затраты на невозобновляемую энергию
- Затраты на электроэнергию на основе ВИЭ, сети, резервирование, водород
- Замещение выпадающих углеводородных налогов

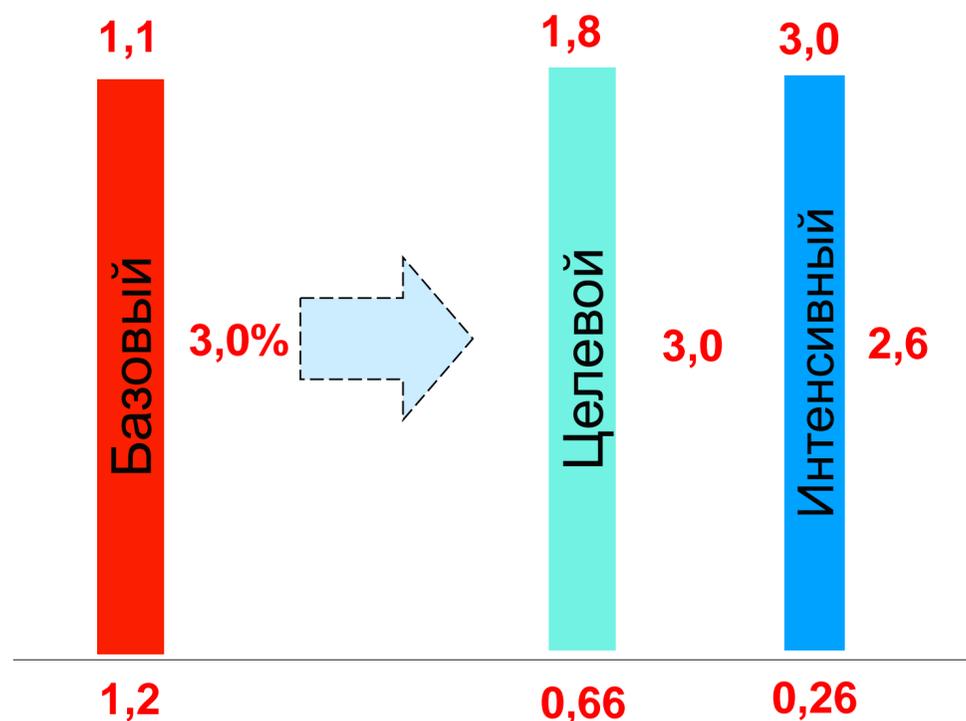


СТРАТЕГИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ЭМИССИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ (LEDS) В РОССИИ: СЦЕНАРИИ

Инвестиции в декарбонизацию,
в % от ВВП

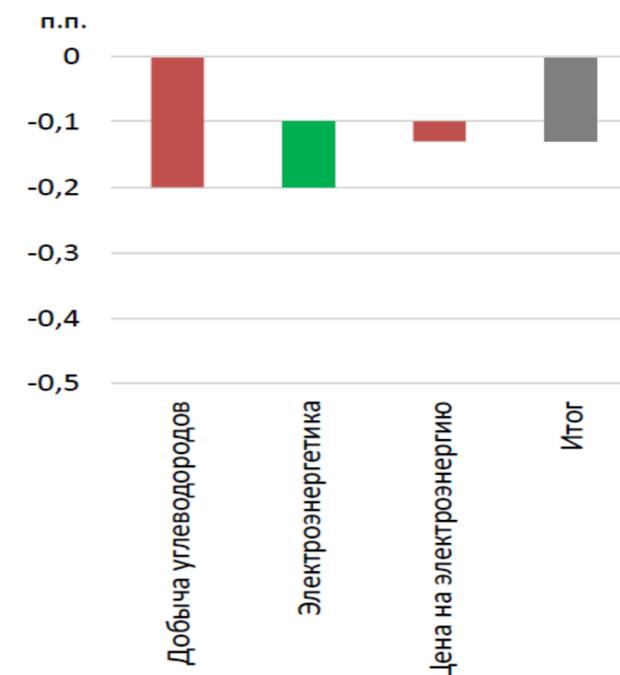
Среднегодовые темпы роста
ВВП, %

Уровень выбросов в млрд. т.
CO₂ –экв. в 2050 г.

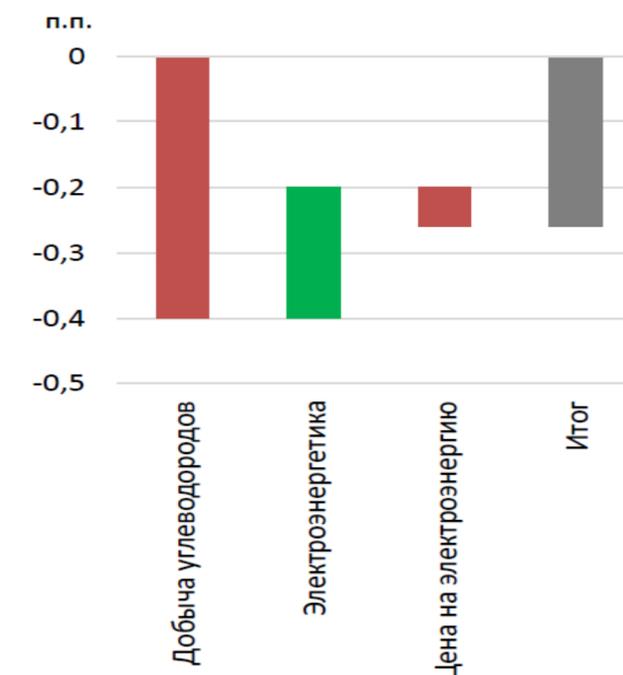


(1) Сценарии ИНП РАН - МЭР

Изменение темпа прироста ВВП -
Менее жесткий сценарий



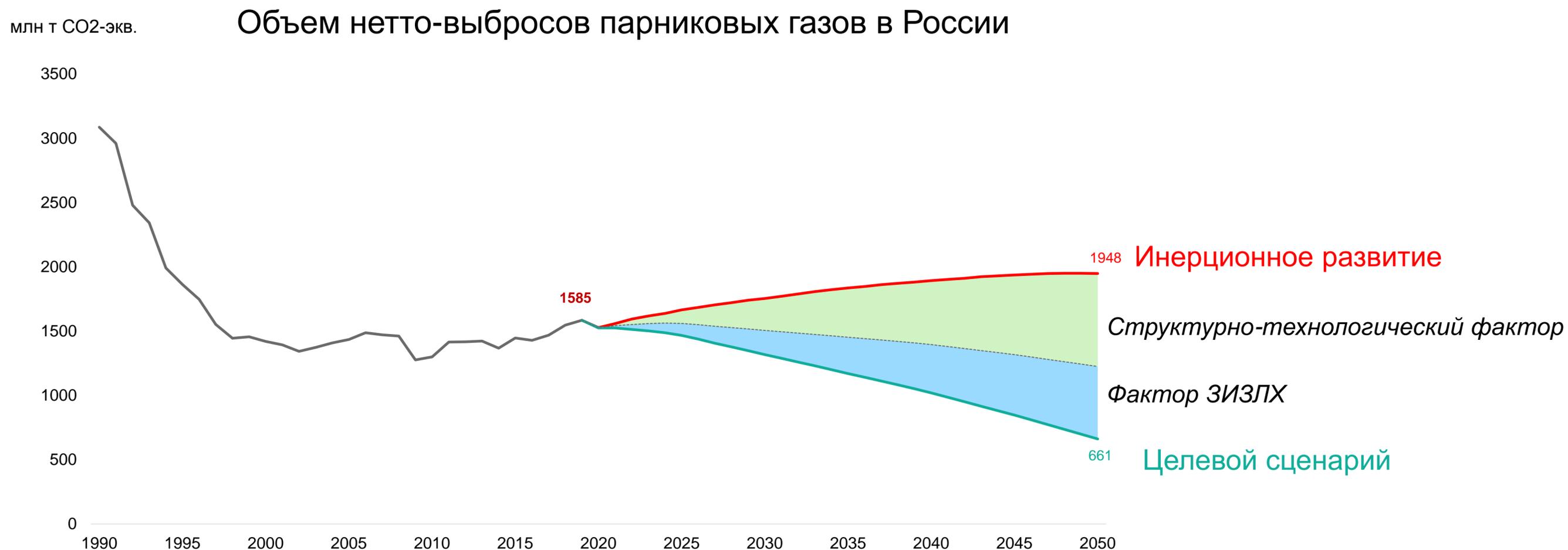
Изменение темпа прироста ВВП -
Жесткий сценарий



(2) Сценарии IPCC-2018 (~ EGD-2019)

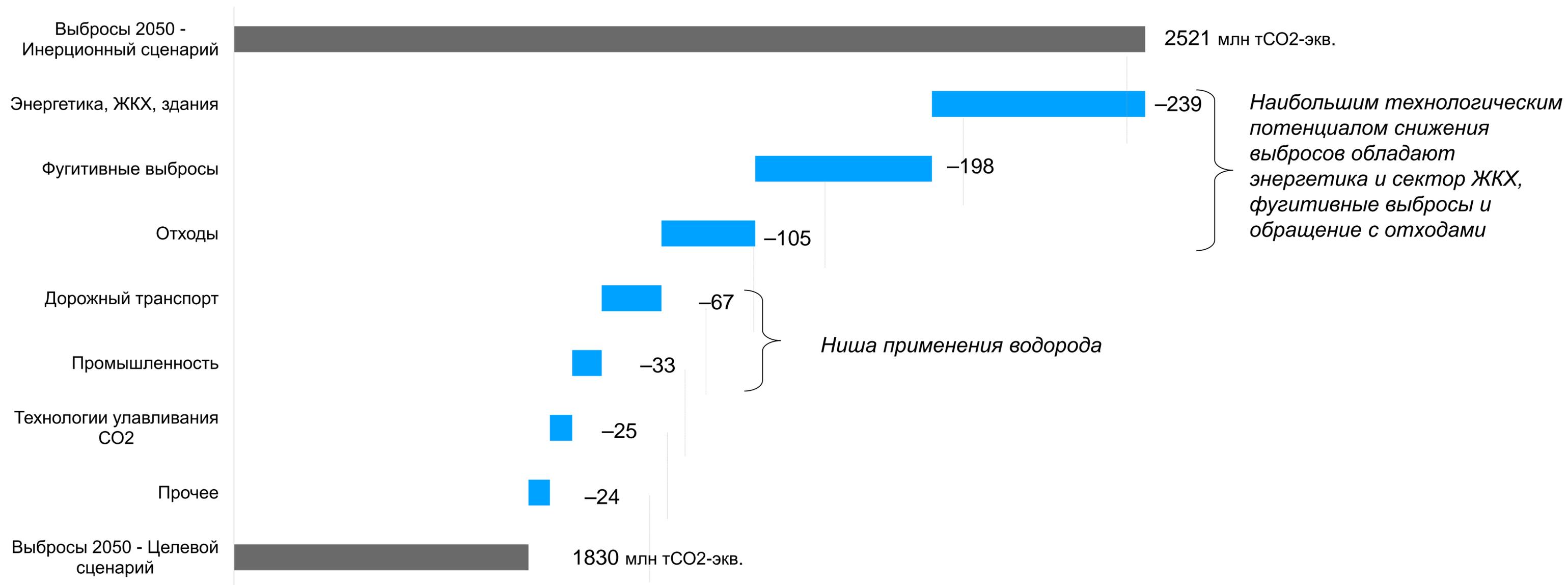
- Теоретически можно добиться достижения любой цели снижения выбросов ПГ, вплоть до чистой С-нейтральности => НО: «цена вопроса» (Устойчивое развитие? Экономический рост?) и «цена ответа» (затраты и риски) => рис (2)
- Реально – (рис (1)) – необходимо обосновать:
 - сценарий, в котором целевые показатели выбросов ПГ достигаются с минимальным уровнем риска для устойчивого роста экономики (<= целевые показатели роста ВВП) и социально-экономического развития в целом (национальные цели развития ~ SDG (ESG – на корпоративном уровне))
 - набор институциональных, технологических и экономических мер по его реализации

ЦЕЛЕВОЙ СЦЕНАРИЙ: БАЛАНС ВКЛАДОВ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА И ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РОССИЙСКИХ ЭКОСИСТЕМ В СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ



- Изменение в структуре используемых технологий обеспечивает чуть больше половины необходимого снижения выбросов парниковых газов
- Решающий вклад в достижение углеродной нейтральности должен внести фактор поглощающей способности российских экосистем. Его обоснование - важнейшая междисциплинарная задача для российской науки

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЦЕЛЕВОМ СЦЕНАРИИ СТРАТЕГИИ, МЛН Т CO₂-ЭКВ.



- В системе ЦУР – ЦУР №13 Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями, главные задачи (13.1 и 13.2) напрямую связаны с повышением устойчивости и потенциала адаптации населения и экономики к изменениям климата и природным бедствиям, вкл национальный план адаптации (НПА);
- Климатическая доктрина (2009) и Парижское соглашение (2015) уравнивают значимость адаптации и снижения техногенных выбросов CO₂ и обязывает государства разрабатывать и исполнять НПА.
- В условиях сохраняющейся ее недооценки как (а) составляющей государственной экономической политики и корпоративных стратегий развития в условиях климатических изменений и (б) ключевого направления (элемента) государственной политики в отношении климата + путаница («адаптация к глобальному энергопереходу») адаптация становится приоритетом, учитывая ряд факторов

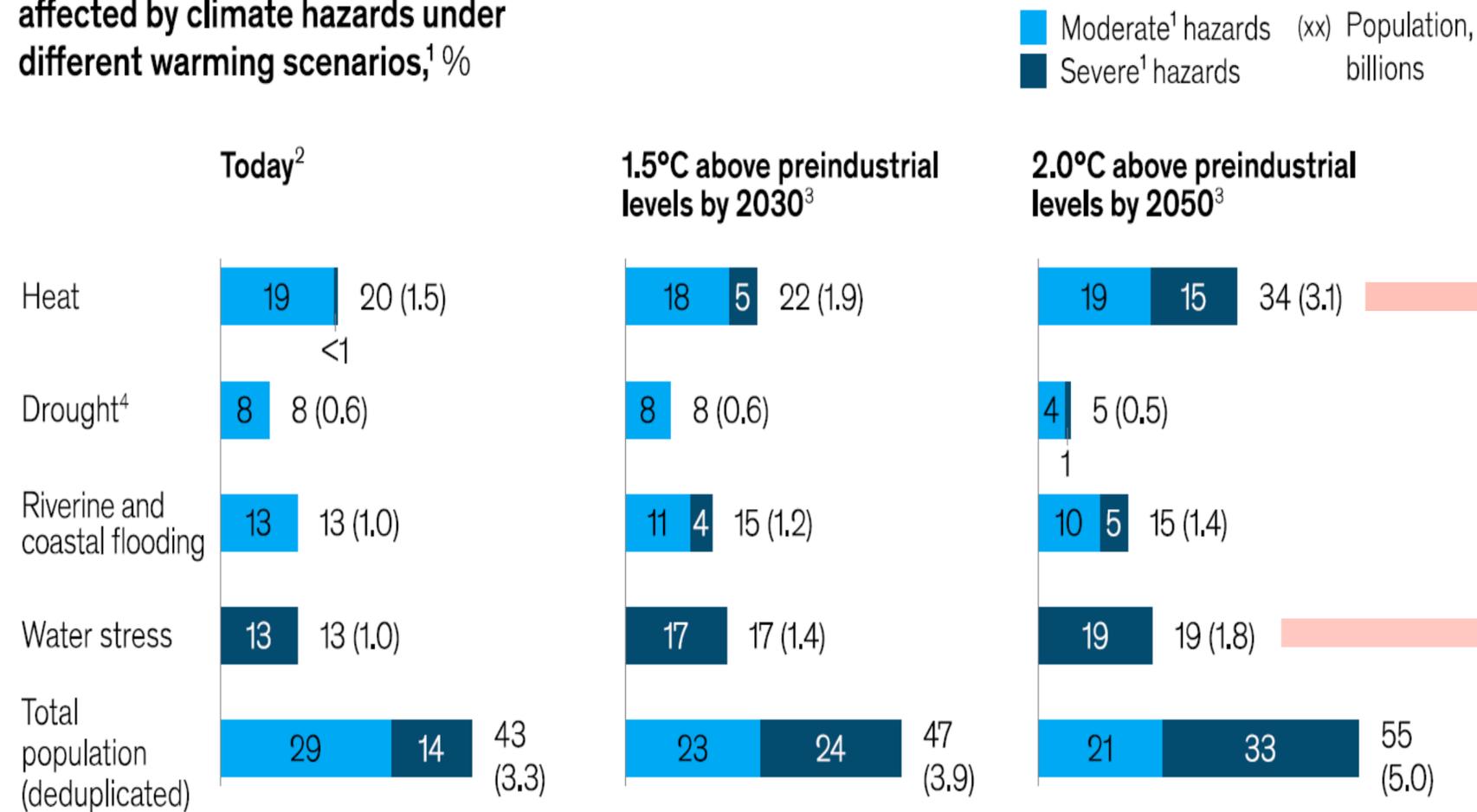
ДАЖЕ МАКСИМАЛЬНОЕ СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ И ПОГЛОЩЕНИЕ УЖЕ НАКОПЛЕННЫХ В АТМОСФЕРЕ ОБЪЁМОВ CO₂ НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ И В ПРИНЦИПЕ НЕ МОЖЕТ ГАРАНТИРОВАТЬ ЗАЩИТЫ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ВИДЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И БЕДСТВИЙ. ПРИРОДНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА СОХРАНЯЕТСЯ, ОБУСЛОВЛИВАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ АДАПТАЦИИ



□ НЕЗАВИСИМО ОТ ТОГО, ОГРАНИЧИТСЯ ЛИ ПОТЕПЛЕНИЕ 1,5°C ИЛИ ДОСТИГНЕТ 2,0°C К 2050 Г. ПО СРАВНЕНИЮ С ДОИНДУСТРИАЛЬНЫМ УРОВНЕМ, КОЛИЧЕСТВО ПРИРОДНЫХ БЕДСТВИЙ И ДОЛЯ МИРОВОГО НАСЕЛЕНИЯ ПОД РИСКОМ УВЕЛИЧИТСЯ

Proportion of global population affected by climate hazards under different warming scenarios,¹ %

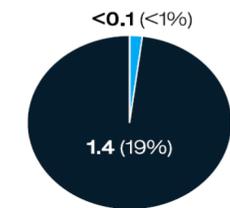
Based on RCP 8.5



Number of people, billions

■ People exposed to mild and moderate heat stress
■ People exposed to severe heat stress

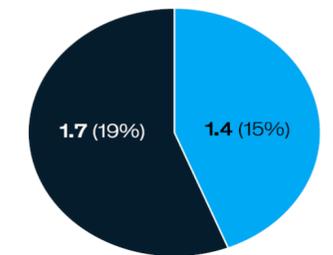
Today
1.5 billion
(20%)



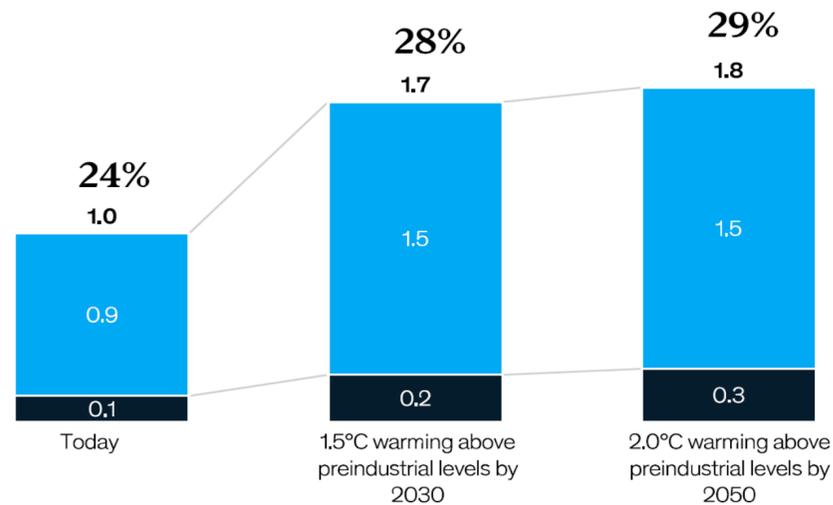
Based on RCP 8.5

2.0°C warming above preindustrial levels by 2050, based on 2050 population

3.1 billion
(34%)



Global urban water stress, billions of people

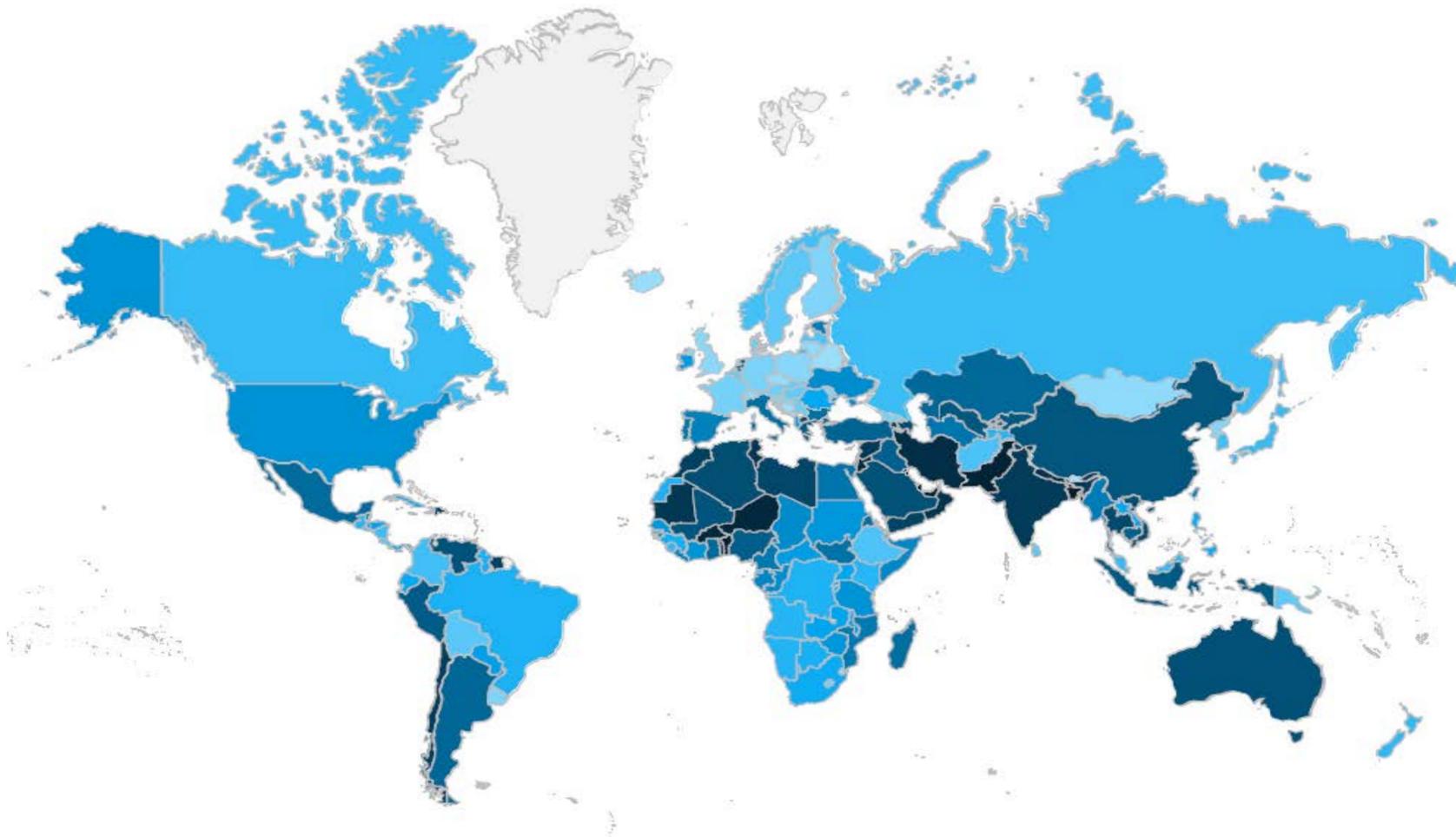


XX% Percent of global urban population that is affected
■ Most severe (demand exceeds 100% of supply)
■ Severe (demand exceeds 80% of supply)

□ В РЯДЕ РЕГИОНОВ АДАПТАЦИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ГЛАВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ СНИЖЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ, УЧИТЫВАЯ ОГРАНИЧЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ CO₂ (НАИБОЛЕЕ ЯРКИЙ ПРИМЕР – АРКТИКА)

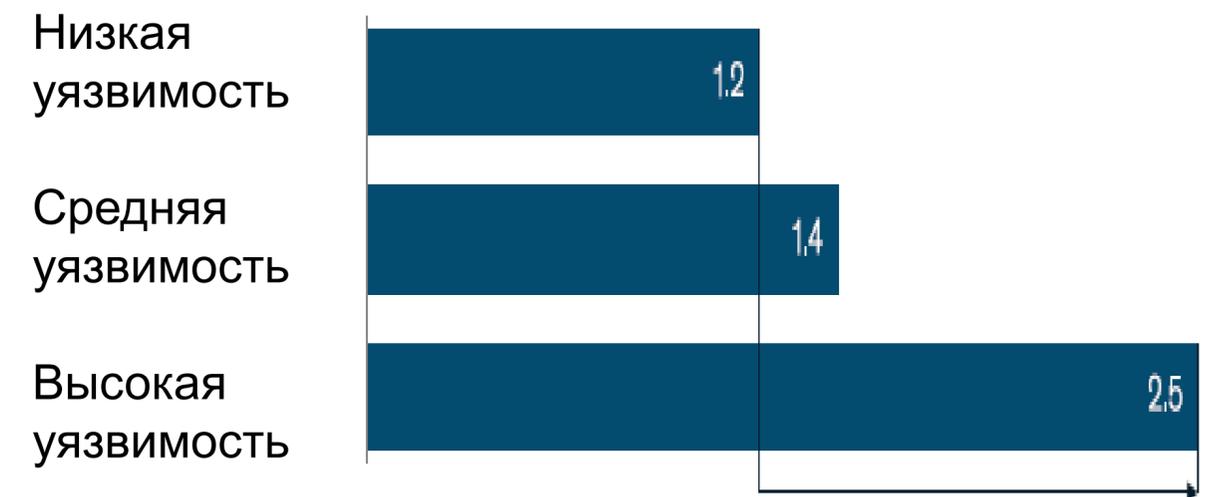
ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА СИЛЬНЕЕ ВСЕГО СКАЗЫВАЮТСЯ НА СОЦИАЛЬНЫХ ГРУППАХ С НИЗКИМИ ДОХОДАМИ, ПОЛОЖЕНИЕ КОТОРЫХ В ОБОЗРИМОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ ПОЛИТИКА НИЗКОУГЛЕРОДНОГО РАЗВИТИЯ В ПРИНЦИПЕ ОБЛЕГЧИТЬ НЕ МОЖЕТ – НУЖНА ЭФФЕКТИВНАЯ АДАПТАЦИЯ

Доля населения стран под риском климатических бедствий к 2050 г. при сценарии +2°C (%)



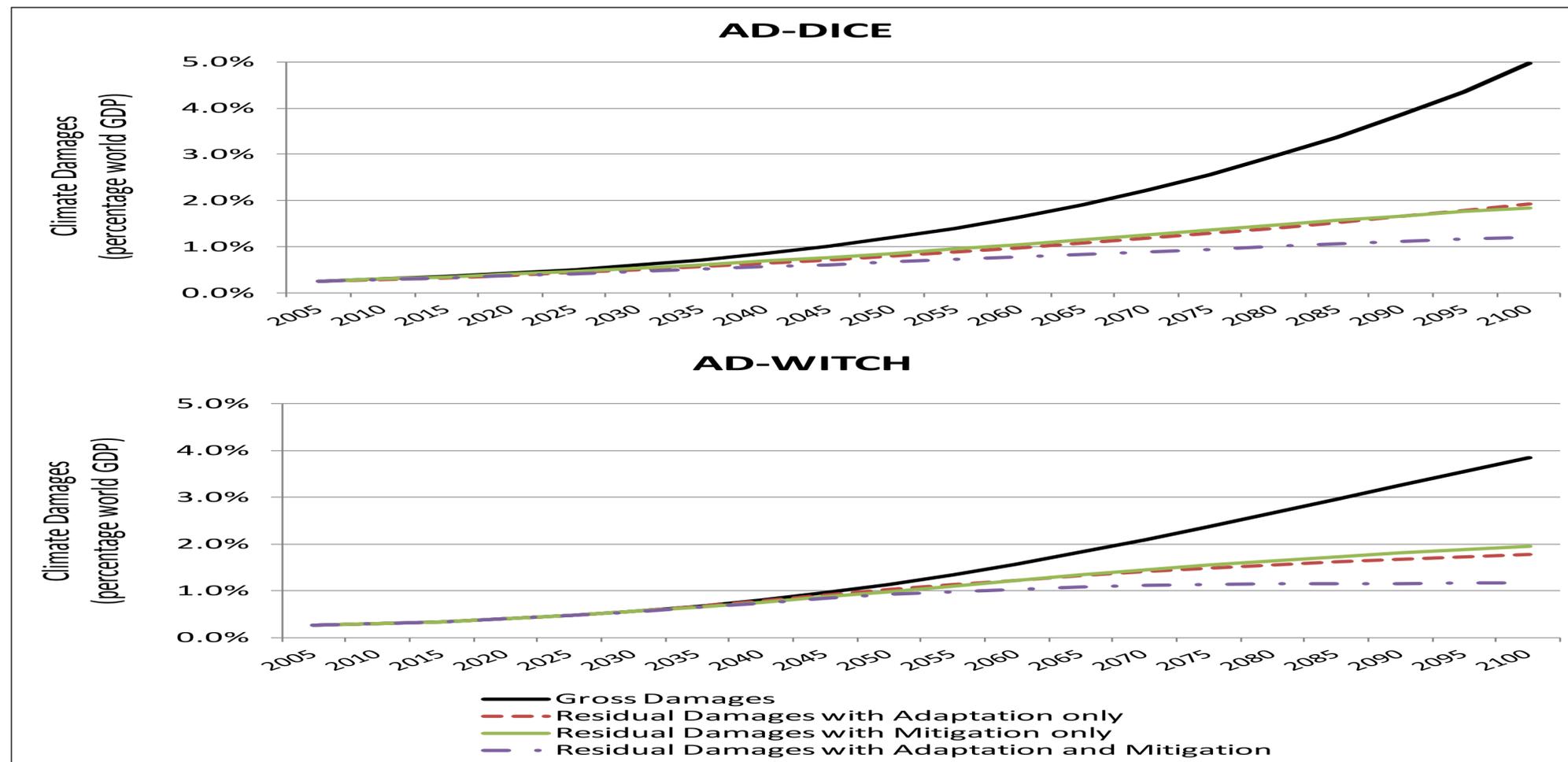
По миру в целом – более половины численности населения

Уязвимость населения к опасным климатическим воздействиям к 2050 г. при сценарии +2°C (по группам риска) (млрд. человек)



Население под риском: страны с низким уровнем доходов > страны со средним уровнем доходов >> страны с высоким уровнем доходов

- Национальные, региональные и локальные выгоды в краткосрочной перспективе \neq М (глобальные выгоды?! с большим лагом).
- Вложения окупаются сторицей = По оценке Глобальной комиссии ООН по А, совокупные инвестиции в А (инфраструктуру, early warning, засухоустойчивое земледелие и устойчивое водопользование) в \$1,8 трлн = выгоды в \$7,1 трлн (предотвращенный ущерб + снижение издержек на последствия СС для здоровья человека и ОС) = **1 : 4**.
- Документы А (НПА/стратегии А): ~ 70% стран-участниц РКИК НПА, программа А или стратегии А; все страны ЕС имеют НПА (\neq LEDS – 73%)



- И меры снижения выбросов CO₂, и меры адаптации снижают ожидаемый ущерб. При бездействии ущерб максимален
- Ожидаемый ущерб минимален при комбинировании (интеграции) мер снижения выбросов CO₂ и адаптации
- Различия между моделями объясняются разницей в наборе мер (технологий) снижения выбросов CO₂

- **Планирование А:** НПА = работа идет, отраслевые планы (ФОИВ) – 2021 г.; регионы – 2022 г.; но... (Методические рекомендации МЭР??) => теперь пересмотр – на 2022, вкл А к энергопереходу (ФОИВ) ≠ реальная А => нужно сверху-вниз и снизу-вверх => типовой план адаптации предприятия, далее регион, далее страна
- **Затраты:** 2-3% доп инвестиций \approx 0,5% ВВП доп затрат на А = НО (!) подавляющая часть «растворена» в уже реализуемых инвестициях и расходах =>
- **Эффективность.** Чтобы эффект был тах А нужно, чтобы эти инвестиции и расходы были
 - реально в модернизацию
 - комплексными, учитывали многообразие рисков и выгод, вкл. риски СС и их последствий (impacts) => для этого нужны:
 - научная экспертиза проектов, вкл. законопроекты;
 - система расчетов мультипликативных эффектов проектов \leq надежная статистическая и эмпирическая база => мониторинг + аудит
- **Мультипликативный эффект инвестиций: примеры:**
 - **вложения в защиту земель от эрозии засух и поддержание (улучшение) качества почв:** обеспечение продовольственной безопасности; рост производства в АПК и ВВП; создание новых рабочих мест; улучшение условий и качества жизни
 - **программы развития Гидрометеослужбы РФ до 2030 г. (оценка 2010 г.):** соотношение затрат и выгод 1:8.
- **Страхование** = тема «с бородой», но воз и ныне там: Lloyds – увеличение на 1% страхового покрытия (охвата) сокращает издержки налогоплательщиков и правительств на покрытие ущерба от гидромет-ЧС на 22%