

Семинар
Института глобального климата и экологии
имени академика Ю.А. Израэля (ИГКЭ) Росгидромета
Москва
13 ноября 2023

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

Б.Н. Порфирьев
академик РАН

Институт
Народнохозяйственного
Прогнозирования РАН



ИМПЕРАТИВЫ И СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ АДАПТАЦИИ – I



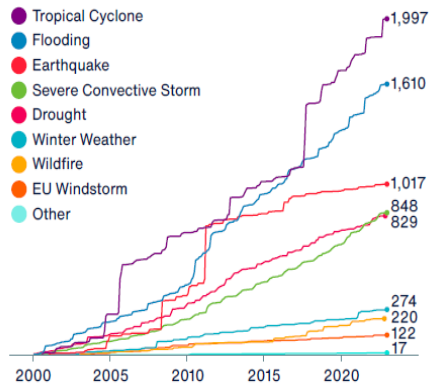
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ ПРИРОДНЫХ БЕДСТВИЙ В МИРЕ

Накопленным итогом (млрд \$)

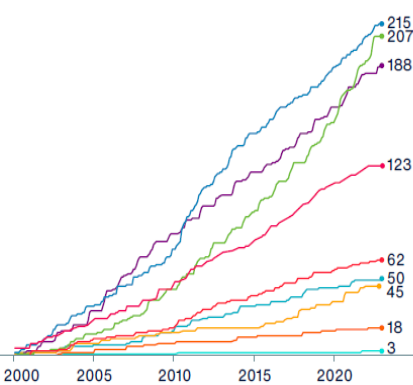
Количество бедствий с ущербом >1 млрд. \$ каждое

По источникам (типам) бедствий (количество/год)*

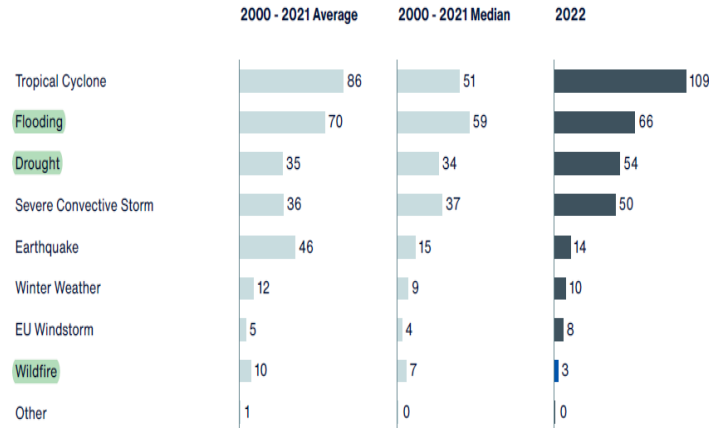
Economic Losses (2022 \$ bn)



Count of billion-dollar events



Data: Catastrophe Insight, Aon

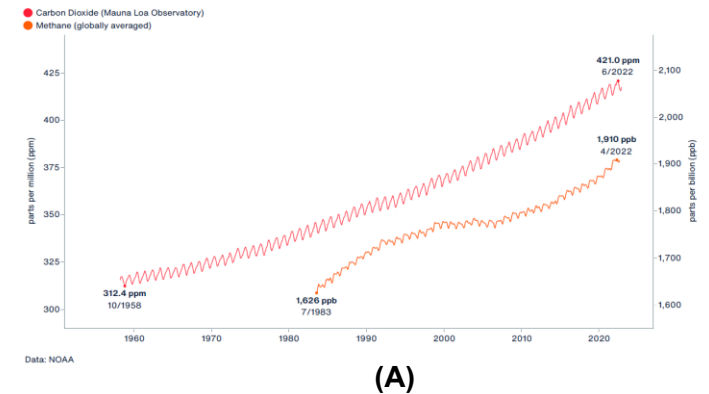


Data: Catastrophe Insight, Aon

ГЛОБАЛЬНАЯ ДИНАМИКА:

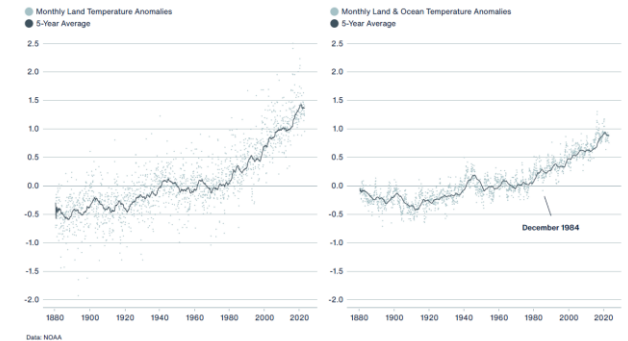
(А) УРОВНЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ CO₂ и CH₄
(В) РОСТА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА**

Exhibit 40: Monthly Carbon Dioxide and Methane Concentrations



Data: NOAA

(A)



Data: NOAA

(B)

- Мировой экономический ущерб от бедствий, особенно климатических, в XXI в. резко увеличивается по темпам и по масштабам, опережая глобальную динамику выбросов и концентраций парниковых газов: изменчивость климата > антропогенное изменение климата (ENSO-1982/83; 1997/98; 2023 = \$3-6 трлн. в течение 5 лет)**
- Рост нагрузки на экономику, особенно развивающихся стран, но и развитым странам нелегко => необходимость адаптации как (1) механизма снижения уязвимости и (2) компоненты стратегического планирования => определение адаптации
- Пример ЕС EGD-2021: Climate Adaptation Strategy: «климатически устойчивое общество, полностью адаптированное к неизбежным воздействиям изменения климата к 2050 г.». CAS полностью интегрирована с др. стратегиями, вкл. стратегию развития с низким уровнем эмиссий, экологические и экономические стратегии

* Выделены наиболее актуальные для России типы климатических бедствий; ** График слева – приземная температура; график справа – температура

над поверхностью суши и Мирового океана; *** Источник: (Callahan and Mankin, 2023)

Климатическая доктрина РФ (редакция 2023)

Особенностью реакции климата на антропогенное воздействие, так и на меры по смягчению антропогенного воздействия является ее отставание по отношению к таким воздействию и мерам. В рамках реализации климатической политики эта особенность (?!) предопределяет **необходимость своевременной адаптации к неизбежному в ближайшие десятилетия изменению климата**

Адаптация к изменению климата необходима **для снижения потерь и использования выгод, связанных с происходящим и будущим изменением климата.**

Важнейшей составляющей при разработке и планировании мер по адаптации является оценка... (в) **возможностей получения выгод**, связанных с благоприятными последствиями изменения климата (?!); (г) **затрат** на осуществление соответствующих мер по адаптации, а также **эффективности (в том числе экономической)** и практической осуществимости таких мер;

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРАТЕГИЙ АДАПТАЦИИ И СНИЖЕНИЯ НЕТТО-ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ (МИТИГАЦИИ)

- Согласно Парижскому соглашению, адаптация, **A** – важнейшая составляющая климатической политики, равнозначная митигации, **M**.
- A** и **M** – «две стороны одной медали». В рамках экономической системы **A** и **M** – «сообщающиеся сосуды» :

«Порочный круг»

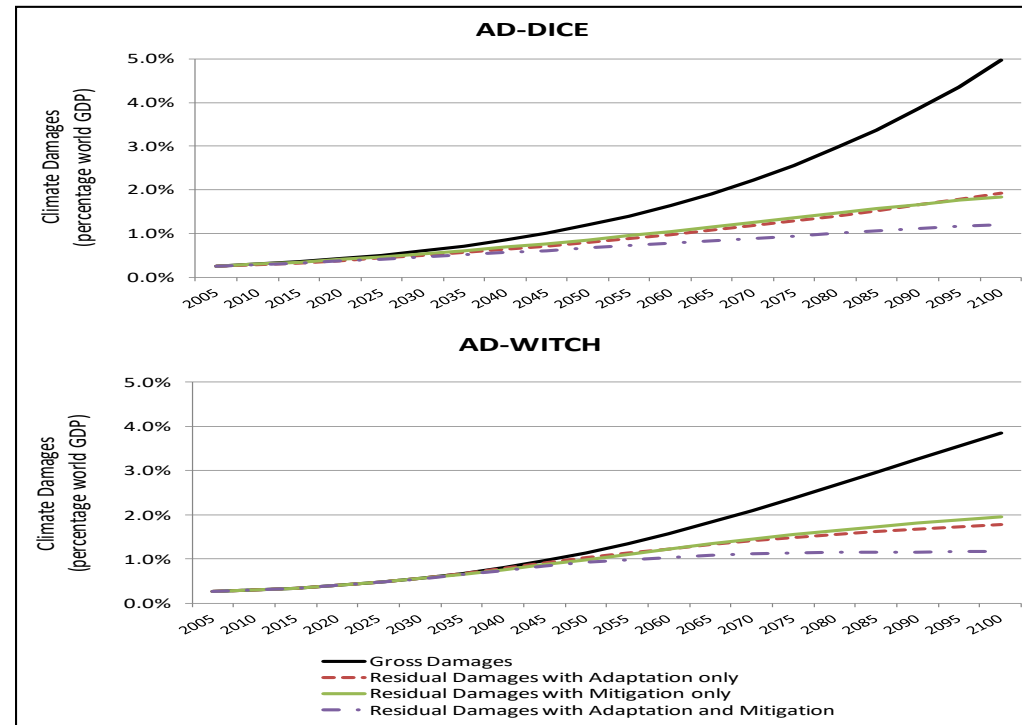
Чрезмерный акцент на M создает риски снижения адаптационного потенциала экономики

Рост ущерба и потерь от изменения климата означает ослабление потенциала экономического роста => снижение уровня доходов и способности инвестировать, в том числе в M

«Мультипликатор»

Разумная политика M (целевой сценарий декарбонизации) означает сохранение потенциала экономического роста, уровня доходов и инвестиций => укрепление адаптационного потенциала

Сочетание политик (мер) M и A усиливает комплексный характер эффектов, включая снижение экономического ущерба от последствий изменения климата



■ И меры M, и меры A снижают возможный ущерб от последствий изменения климата. При бездействии ущерб максимален

■ Ожидаемый ущерб минимален при комбинировании (интеграции) мер A и M

■ Различия между моделями объясняются разницей в наборе мер (технологий) M

Глобальная комиссия ООН по адаптации: «тройной дивиденд» A: избежание будущих человеческих, природных и материальных потерь; получение экономических выгод за счет снижения рисков, повышения производительности и стимулирования инноваций; а также социальных, экологических и культурных выгод

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА УЩЕРБА – I



- На сегодняшний день нет официального определения ущерба, D и потерь, L в рамках ООН.*
- В рамках ВИП ГЗ-2023 выделены три группы, восемь подгрупп (см ниже) и 40 индивидуальных показателей D и L .

1	УЩЕРБ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ЛЮДСКИЕ ПОТЕРИ, L_h (человек, млн. руб.)
1.1	Количество пострадавших и погибших в результате воздействия климатических рисков
1.2	Количество пострадавших и погибших в результате природных ЧС (бедствий)
2	ПРЯМОЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ, D_d (млн руб., количество объектов)
2.1	Ущерб сельскому и лесному хозяйству
2.2	Ущерб отраслям экономики (помимо ЖКХ)
2.3	Ущерб объектам жилищно-коммунального хозяйства
2.4	Ущерб объектам социальной инфраструктуры
2.5	Ущерб туризму и объектам культурного наследия
2.6	Прочие показатели
3	КОСВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ, $D_i(L_m)$ (млн руб., количество объектов)

- В совокупности эти три группы и группа «Затраты на меры A по снижению риска и смягчению D и L при подготовке и ликвидации ЧС» формируют издержки на A населения и экономики к климатическим изменениям и их последствиям (C_A).

- **Проблема наличия и качества данных** (порядок статистического учета): мир и Россия:
 - D vs L , качество данных по $L > D$, но в обоих случаях – проблема атрибуции
 - Оценка D : прямая (натурная) и ДЗЗ оценки степени утраты (разрушения, порчи) – эксперты
 - Проблемы Y : Статистика смертности, Mt vs статистика заболеваемости, травмированных, Mb . Качество данных $Mt > Mb$; Статистика Mt : Ns vs $DALY$ (мировая практика, РФ)

Комментарий. Смягчение проблемы данных: статистика => конкретные примеры (кейсы) => прокси-данные => прокси-кейсы

- **Методологии оценки ущерба:**

– Прямой расчет: по стоимости утраченных активов: проблема стоимостных критериев: восстановительная vs балансовая стоимость (ЕС – оба)

$$\sum D = \left[\sum_{k=1}^{N,M} (C_{ki(b)} + C_{ki(f)}) \times [(E_{jr} \times S_{kir}) / (A_{kir(p)} + A_{kir(o)})] + \sum_{k,i=1}^{N,M} (L_{kir}^d \times t) \right] + \sum (Y_{mt} + Y_{mb})$$

где $C_{ki(b)}$ и $C_{ki(f)}$ – балансовая стоимость и стоимость восстановления КУО; E_{jr} и S_{kir} – подверженность и чувствительность КУО; L_{kir}^d – потери выпуска продукции; $(Y_{mt} + Y_{mb})$ – людские потери из-за преждевременной смертности и избыточной заболеваемости

– Модельный расчет: пример проекта *OECD – COACCН* (2018-2021) – расчет по модели *DICE* и ее вариациям до 2100 г. по макрорегионам мира по сценариям *RCP*. $D_{Россия}$ – 3% ВВП.

- **Роль страхования в оценке D** : актуарные и *VSL*-расчеты, индексное и имущественное страхование* (страхование для регулирования рисков)

ОЦЕНКА ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЙ СМЕРТНОСТИ, *DALY* (ЧЕЛ*ЛЕТ):



$$DALY = N \cdot L + \sum_i I_i \cdot DW_i \cdot D_i$$

N – число смертей;

L – ожидаемая продолжительность жизни по отношению к возрасту смерти (лет);

I_i - число заболевших (травмированных, раненых) i -ой болезнью или людей, здоровье которых пострадало из-за иного фактора негативного воздействия на здоровье;

DW_i - вес (вклад) i -ого заболевания или иного фактора негативного воздействия на здоровье в смертность;

D_i – средняя продолжительность i -ого заболевания или негативного воздействия на здоровье иного фактора (причины)

Показатель «Год жизни с поправкой на нетрудоспособность» (*DALY*) дает оценку общего бремени болезней, выраженным через потерю времени (лет) из-за болезни, инвалидности или ранней смерти. Объединяет в единую метрику смертность и заболеваемость. До недавних пор результативность мер по охране здоровья оценивалась через ожидаемое или среднее число «потерянных лет жизни» (*YLL*). При этом не учитываются последствия нетрудоспособности, которые могут быть выражены как "годы жизни с нетрудоспособностью" (*YLD*).

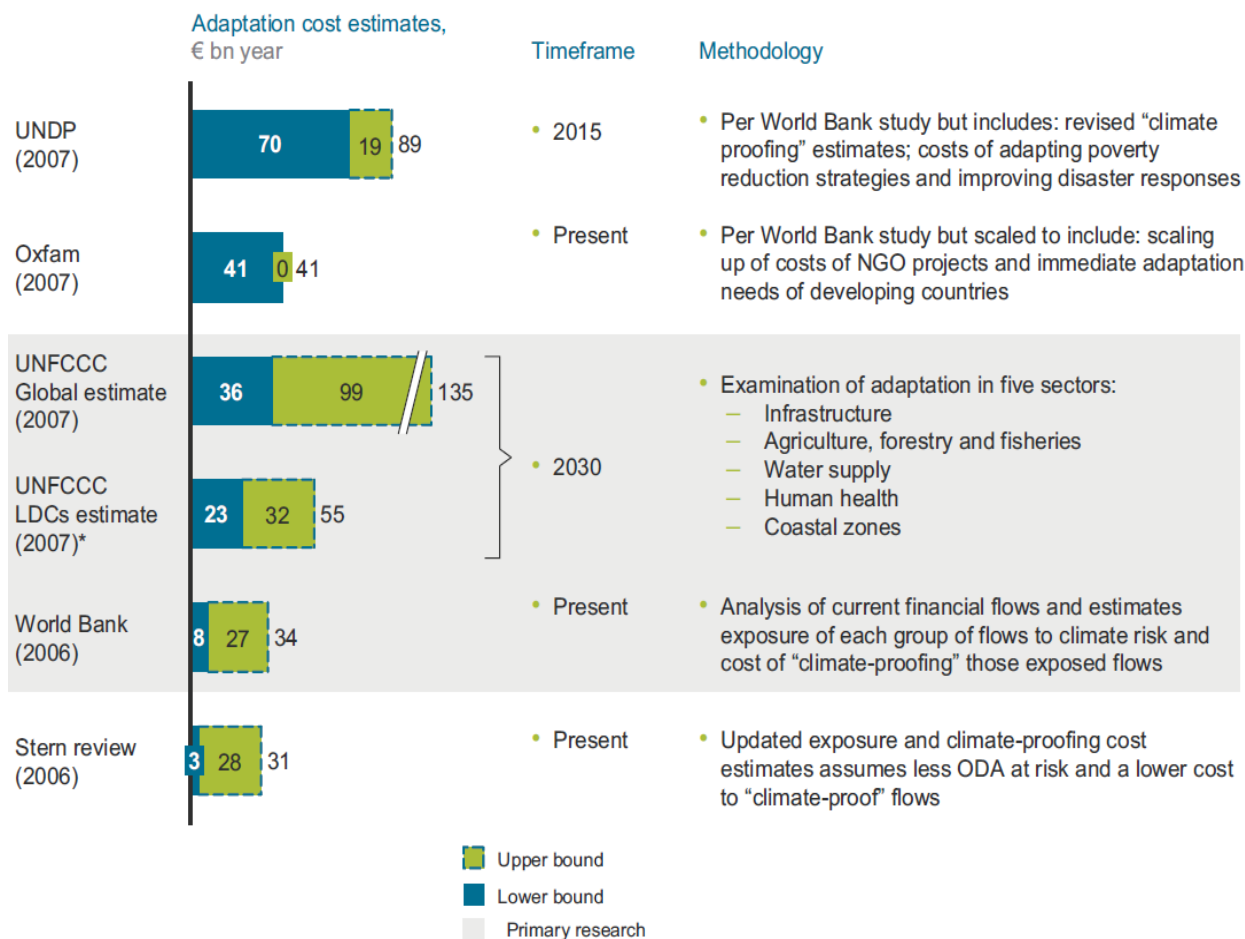
DALY вычисляют как сумму этих двух компонентов: $DALY = YLL + YLD$. Один *DALY* составляет 1 год потерянной здоровой жизни.

В качестве стандарта для измерения преждевременной смертности используется статистика ожидаемой продолжительности жизни в Японии.

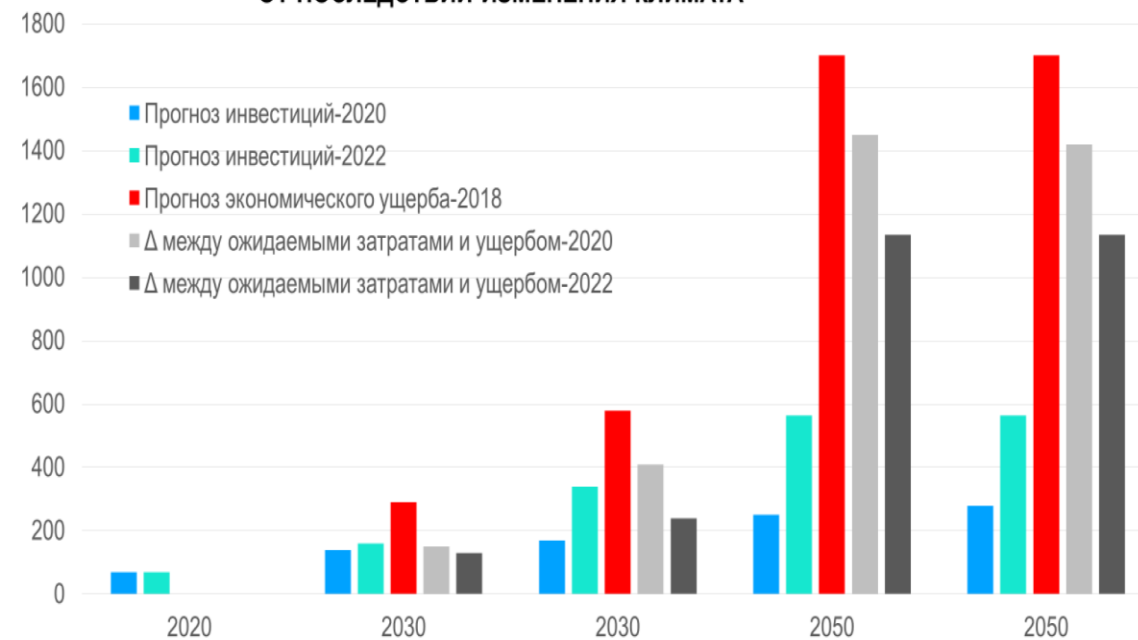
В Исследовании Глобального бремени болезней 2001-2002 годы жизни считались одинаково, независимо от возраста. В исследованиях 1990 и 2004 годов использовалась формула $W = 0,1658 Y^{e-0,04} Y$, где Y - возраст, в котором прожит год, а W - присвоенный ему вес относительно среднего значения 1. В этих исследованиях будущие годы были дисконтированы по ставке 3%, так что взвешенный год жизни, спасенный в следующем году, стоит 97% от года спасенной в этом году жизни. Сложность оценки влияния взаимосвязи между ожидаемой продолжительностью жизни и потерянными годами, дисконтированием и социальным весом зависит от тяжести и продолжительности заболевания. Например, параметры, используемые в Исследовании 1990 года, как правило, присваивали смерти в возрасте 0-39 лет больший вес, чем более поздние возраст; смерть новорожденного оценивалась в 33 *DALY*, а смерть человека в возрасте 5-20 лет – приблизительно 36 *DALY*.

(WHO, 2013)

ОЦЕНКА ЗАТРАТ (ИНВЕСТИЦИЙ) В АДАПТАЦИЮ



ПРОГНОЗ ИНВЕСТИЦИЙ В АДАПТАЦИЮ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА



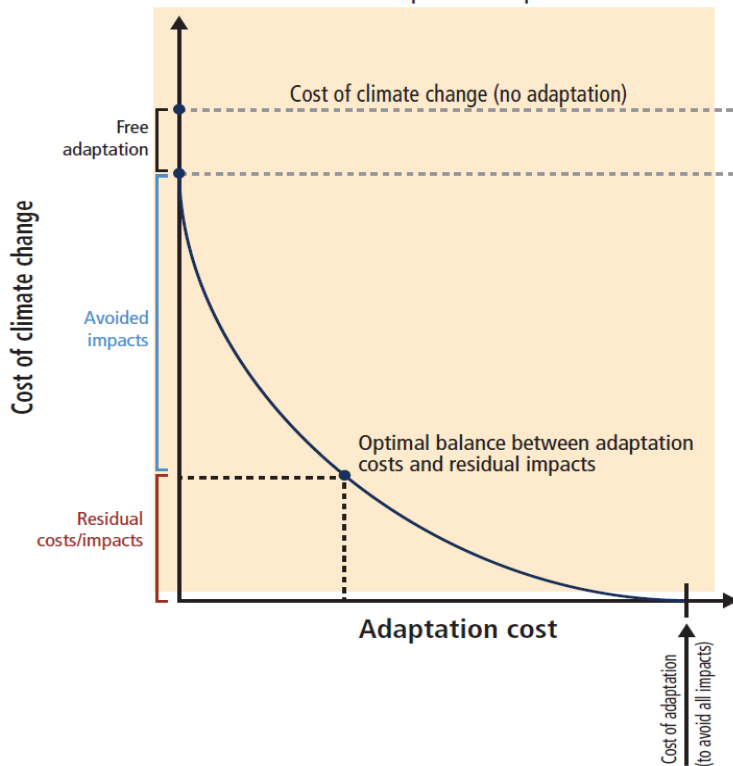
Дефицит адаптации – разрыв между потребностями (снижение актуальных и возможных D и L) и текущим и прогнозируемым уровнем финансирования мер A , прежде всего, инвестиций, I_A (на диаграмме пример развивающихся стран)

Не существует единой процедуры измерения успешности адаптации в терминах ее адекватности или эффективности и поддержки данного процесса*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИЙ В АДАПТАЦИЮ

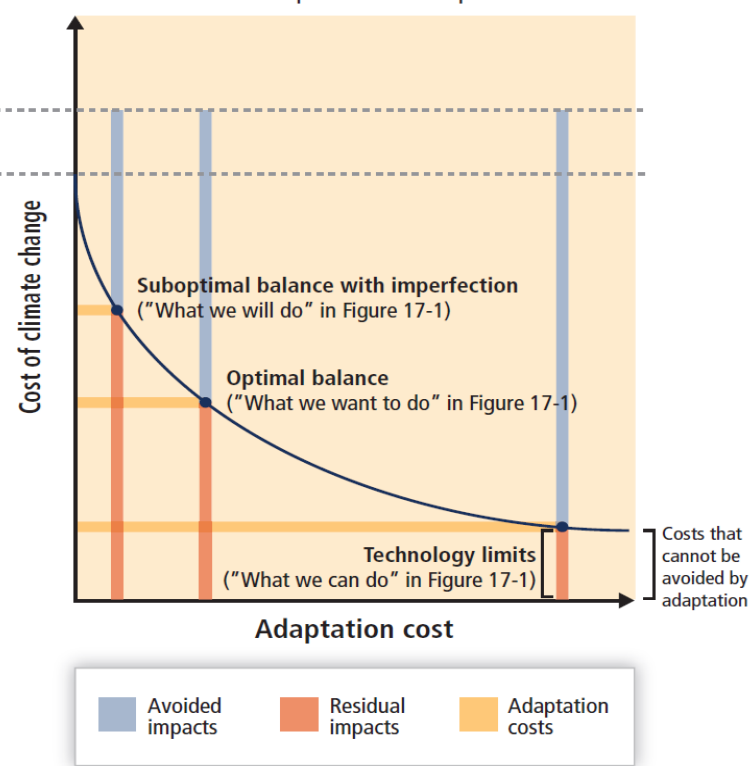
(A)

When full adaptation is possible

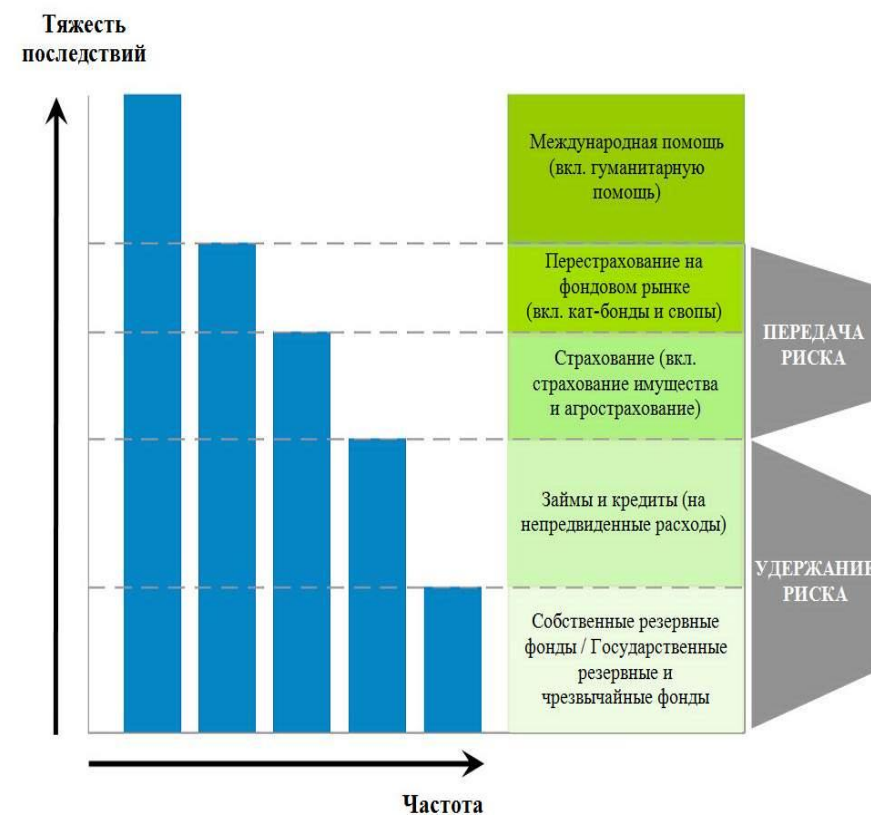


(B)

When full adaptation is **not** possible



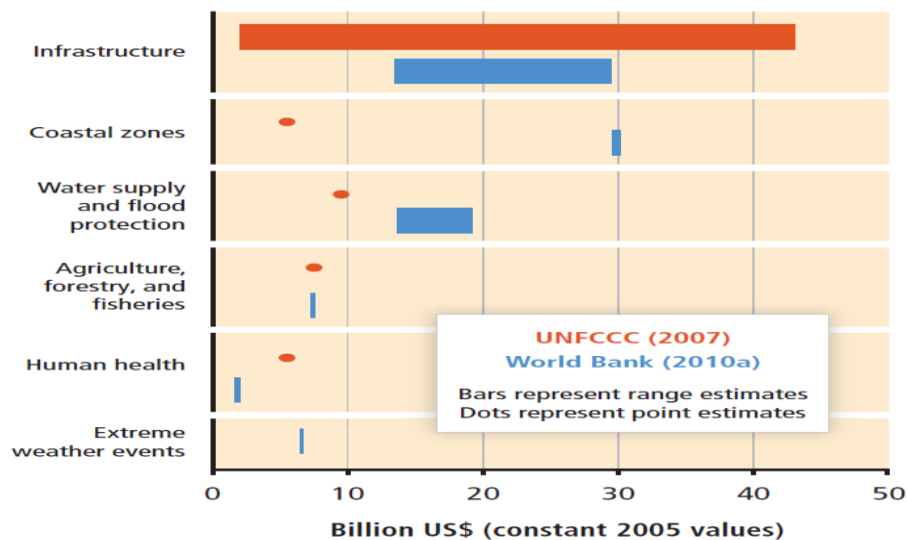
ЭШЕЛОНИРОВАНИЕ ФИНАНСИРОВАНИЯ АДАПТАЦИИ



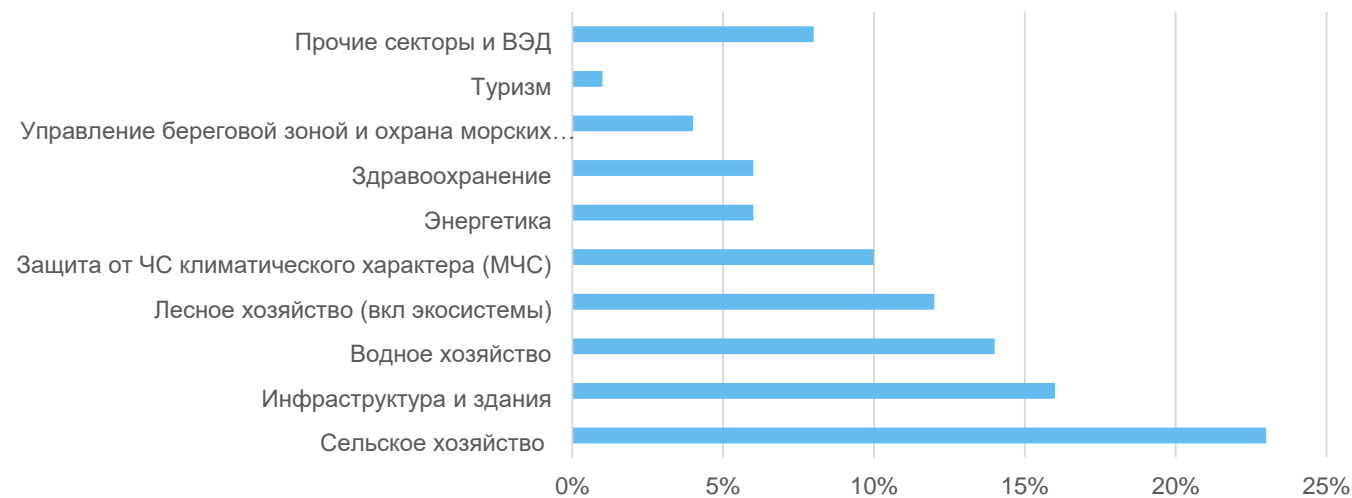
ПРИОРИТЕТЫ ИНВЕСТИЦИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДАПТАЦИИ – II

- Целесообразно выделить в каждом секторе экономики (ВЭД) портфеля ключевых, наиболее эффективных направлений I_A (технологий А) – по аналогии с М (на мировом уровне – выделены 6-7 ключевых ВЭД и 11 технологий с «ядром» в сфере э/эффективности (McKinsey, 2021); на российском уровне – в рамках целевого сценария выделены два кластера мер декарбонизации примерно в 6-7 ВЭД и 12 «макро-технологий» (ИНП РАН, 2023)
- По критерию капиталоемкости затрат на А - относительно более капиталоемкие секторы экономики (ВЭД) в РС: инфраструктура, управление береговой (прибрежной) зоной, а также водоснабжения и водоохраны*

Спрос на инвестиции в адаптацию секторов экономики (ВЭД) развивающихся стран (млрд. долл., в среднем в год)



Структура спроса на инвестиции в адаптацию секторов экономики (ВЭД) развивающихся стран (% к итогу)



* На диаграмме слева показан спрос на инвестиции в А по состоянию на 2010 г.; слева - структура этого спроса по состоянию на 2022 г. По этим и некоторым другим причинам приоритеты совпадают не полностью. Поэтому указаны только секторы/ВЭД, по которым такое совпадение имеется.

С точки зрения интегральной эффективности I_A значительный мультипликативный эффект может быть достигнут в следующих секторах экономики (ВЭД) при:

- сравнительно малой капиталоемкости ($\sum PC < \$10$ млрд./год) в сферах:

Здравоохранения – мультипликативный эффект значителен, учитывая ценность здоровья и жизни человека и человеческого капитала в ($I_A \leq 6\%$ от $\sum I_A$ в PC) целом

Сельское хозяйство (агропродовольственный сектор) – ($I_A = 23\%$ от $\sum I_A$ в PC), высокий мультипликативный эффект мер А обеспечивается и усиливается:

- стратегической значимостью АПК для обеспечения продовольственной безопасности и жизнедеятельности населения и его важнейшей ролью и вкладом в формирование ВВП (экспорт);

- важнейшей ролью и вкладом сектора в М – выбросы (с. = х. – 31%; потери пищевой продукции – до 6% совокупных эмиссий) и поглощение С – по оценкам, ключевой ресурс, особенно с учетом агролесомелиорации, а также снижения выбросов парниковых газов) энергии => спрос на соответствующие НИОКР, технологии => драйвер роста. При этом – как и в др. секторах – риски неэффективной А (*maladaptation*)

Леса и экосистемы – ($I_A = 12\%$ от $\sum I_A$ в PC), мультипликативный эффект мер А усиливается тем, что этот же сектор – важнейшее звено в области М (в части поглощения С, а также снижения выбросов углерода при пожарах)

ПРИОРИТЕТЫ ИНВЕСТИЦИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДАПТАЦИИ – IV

- сравнительно умеренной капиталоемкости ($\Sigma PC \sim \$10 \div 20$ млрд./год)
- *Защита от ЧС климатического характера* – ($I_A = 10\%$ от ΣI_A в РС) интегральный эффект значителен, прежде всего за счет очень высокого мультипликатора систем раннего предупреждения, охватывающих широкий спектр природных опасностей: по оценке КА ООН, соотношение I_A и DA достигает 9 : 1, превосходя другие меры А (например, повышение устойчивости новой инфраструктуры и с.х. культур – к засухе, гл. обр., из-за их сравнительно большей капиталоемкости).
- *Управления использованием прибрежной зоны (вкл. охрану морских экосистем)* – ($I_A = 4\%$ от ΣI_A в РС) мультипликативный эффект значителен, учитывая социально-экономическую и экологическую значимость этих территорий.
- со сравнительно повышенной капиталоемкостью ($\Sigma PC > \$20$ млрд./год)
- *Энергетики* – ($I_A = 6\%$ от ΣI_A в РС) мультипликативный эффект мер А усиливается тем, что этот же сектор – важнейшее звено в области М (в части снижения ПГ при производстве энергии)
- *Инфраструктура (вкл здания)* – ($I_A = 16\%$ от ΣI_A в РС), мультипликативный эффект мер А значительно усиливается :
 - ценностью здоровья и жизни человека и человеческого капитала в целом (кондиционеры – комфортность);
 - критичностью инфраструктуры как фактора устойчивости и безопасности;
 - важнейшей ролью сектора в области М: защита от непогоды (*weatherization*) зданий, на которые приходится до 40% эмиссий ПГ в городах, одновременно улучшает э/эффективность зданий, потребляющих 36% энергии => спрос на соответствующие технологии и материалы => драйвер роста

ПРИМЕР ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ НА АДАПТАЦИЮ: АВТОДОРОГИ РОССИИ* – I



$$E = \frac{bt_{TA}}{AdaptCost^r}; bt_{TA} = \sum_{i=2022}^{2050} (TA_{2022} \times \frac{mod_i}{length_i}) / mod_i; AdaptCost^r = \sum_{t=T}^{2050} (CostTech_t^r - Cost_t^r)$$

Затраты и выгоды от модернизации 1 км полотна однополосной дороги, млн. руб.

Выгоды и дополнительные затраты на модернизацию дорог	Категория дорог				
	I	II	III	IV	V
Дополнительные затраты	6.75	6.63	6.63	6.33	7.22
Выгоды от:					
сокращения времени в пути	1.06	1.04	1.04	0.99	1.13
снижения транспортных и эксплуатационных издержек	2.70	2.64	2.64	2.52	2.87
уменьшения числа ДТП	1.46	1.43	1.43	1.37	1.56
снижения негативного влияния на окружающую среду	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15
активизации предпринимательской деятельности, сокращения времени доставки и повышения сохранности грузов	2.76	2.70	2.70	2.58	2.94

$$TA_{2022} = 531 \text{ млрд руб. (VSL} = 1,75 \text{ млн руб.)}$$

$$bt_{TA} = 4,63 \text{ млн. руб. (на 1 км)}$$

$$\Sigma bt_{TA} \text{ (все модернизированные дороги)} = 138 \text{ млрд. руб.}$$

ПРИМЕР ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ НА АДАПТАЦИЮ: АВТОДОРОГИ РОССИИ - II



Совокупные дополнительные затраты и выгоды модернизации дороги, обеспечивающей адаптацию дорожного полотна к изменяющимся климатическим условиям, за период 2022-2050 гг. (млн. руб./км однополосной дороги)

Дополнительные затраты и выгоды от модернизации дорог	Категории дорог				
	I	II	III	IV	V
Дополнительные затраты	6.78	6.63	6.63	6.33	7.22
Выгоды (эффекты)	20.78	20.63	20.63	20.34	21.21
Соотношение выгод и затрат	3,06	3,11	3,11	3,21	2,94

Прогнозные оценки затрат на модернизацию и адаптацию дорог в России и ее отдельных регионах

Сценарий 2 (2033)

Сценарий 1 (2022)

Дополнительные затраты в 2033-2050 гг. : 7,9 трлн руб. (430 млрд руб./год) в т.ч. 4,9 трлн руб. – на ремонт существующих и 3,0 трлн. руб. – на строительство новых дорог.	Затраты накопленным итогом (2033 - 2050 гг.)		Регионы	ВРП (ВВП) в 2050 г., млрд. руб.	Затраты			
	млрд. руб.	Доля от ВРП (%)			накопленным итогом (2022-2050 гг.)		в 2050 г.	
					млрд руб.	Доля от ВРП (ВВП) (%)	млрд руб.	Доля от ВРП (ВВП) (%)
	7912	4,8	Россия	166273	11613	7,0	479,8	0,29
	85	0,2	Москва	40681	127	0,3	5,1	0,01
	53	0,7	Санкт-Петербург	7644	78	1,0	3,3	0,04
	31	33,0	Республика Тыва	93	43	46,6	1,9	2,05
	104	31,1	Псковская область	334	151	45,4	6,2	1,84
	39	26,4	Республика Алтай	148	57	39,0	2,4	1,60
	158	29,9	Чеченская Республика	529	218	41,2	10,7	2,03

Дополнительные затраты в 2022-2050 гг. : 11,6 трлн руб. (400 млрд руб./год) в т.ч. 7,3 трлн руб. – на ремонт существующих и 4,3 трлн. руб. – на строительство новых дорог.

ПРИМЕР ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ НА АДАПТАЦИЮ: СМЯЧЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЕГРАДАЦИИ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ* – I



Оценки влияния затрат на меры адаптации на динамику макроэкономических показателей в России в 2023–2050 гг. (трлн руб.)
(Республика Коми, Ненецкий, Ямало-Ненецкий, Ханты-Мансийский, Чукотский автономные округа, Красноярский край,
Республика Саха (Якутия), Магаданская область, Камчатский край)

Макроэкономические показатели	Сценарии						
	Базовый сценарий (без ущерба)	Инерционный (без мер адаптации)	Инвестиционные (в зависимости от коэффициента k_i – соотношения затрат на ликвидацию ущерба и размера ущерба)				
			5%	25%	50%	75%	100%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Инвестиции в меры адаптации	0,00	0,00	0,05	0,26	0,51	0,77	1,03
Ущерб выпуску накопленный	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Выпуск	6947,23	6946,91	6947,77	6947,36	6947,14	6946,81	6946,47
Потребление домашних хозяйств	1834,91	1834,91	1834,84	1834,83	1834,67	1834,53	1834,42
Государственное потребление	662,42	662,41	662,50	662,44	662,37	662,32	662,25
Накопление основного капитала	1012,4	1012,39	1012,57	1012,47	1012,46	1012,42	1012,36
Экспорт	817,78	817,53	817,64	817,65	817,65	817,66	817,67
Импорт	-985,85	-985,85	-986,07	-985,89	-985,99	-985,96	-985,92
ВВП	3439,85	3439,56	3439,66	3439,68	3439,35	3439,14	3438,96

$$A_i^T = (y_i^T - y_i^0) * \alpha_i^T * k_i,$$

A_i^T – инвестиции в адаптационные меры в отрасли i в году T ;
 y_i^T и y_i^0 – ущербы от деградации ММГ для основных фондов отрасли i в год T и базовый год (0);

α_i^T – степень покрытия (предотвращения, снижения) ущерба за счет мер (в %);

k_i – коэффициент, показывающий соотношение затрат на снижение (ликвидацию) ущерба и стоимости самого ущерба