

YASHIL IQTISODIYOT VA KARBON IZINI KAMAYTIRISHNING MATEMATIK MODELLARI

Ashurov Bakhtiyor Iskandarovich

*Senior lecturer, Department of Higher Mathematics,
Samarkand Institute of Economics and Service.*

E-mail: ashurovbahtiyor8917@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada yashil iqtisodiyot va karbon izini kamaytirishning matematik modellari tizimli ravishda yoritilgan. Ekologik Kuznets egri chizig'i (EKC), optimal karbon solig'i modellari (Ramsey tipidagi), DSGE modellarining ekologik kengaytmasi, stokastik diffuziya modellari va chiziqli dasturlash asosidagi resurs-texnologiya modellari batafsil tahlil qilingan. Karbon emissiyasi va iqtisodiy o'sish o'rtasidagi bog'liqlik, dekarbonizatsiya strategiyalari, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining iqtisodiy samaradorligi o'rganilgan. O'zbekiston iqtisodiyoti ma'lumotlari asosida EKC parametrlari baholangan, karbon emissiyasini kamaytirish bo'yicha prognozlar va siyosat tavsiyalari ishlab chiqilgan. Maqola ilmiy tadqiqotchilar, ekologik iqtisodchilar va davlat siyosati ishlab chiqaruvchilari uchun mo'ljallangan.

Kalit so'zlar: yashil iqtisodiyot, karbon izi, EKC, karbon solig'i, DSGE, qayta tiklanuvchi energiya, optimallashtirish, O'zbekiston.

Abstract: This scientific article systematically covers mathematical models of green economy and carbon footprint reduction. Environmental Kuznets curve (EKC), optimal carbon tax models (Ramsey type), ecological extension of DSGE models, stochastic diffusion models and resource-technology models based on linear programming are analyzed in detail. The relationship between carbon emissions and economic growth, decarbonization strategies, economic efficiency of renewable energy sources are studied. EKC parameters are estimated based on the data of the economy of Uzbekistan, forecasts and policy recommendations for reducing carbon emissions are developed. The article is intended for scientific researchers, ecological economists and public policy makers.

Keywords: green economy, carbon footprint, EKC, carbon tax, DSGE, renewable energy, optimization, Uzbekistan.

Аннотация: Данная научная статья систематически освещает математические модели зеленой экономики и сокращения углеродного следа. Детально проанализированы экологическая кривая Кузнеца (EKC), модели оптимального углеродного налога (типа Рамсея), экологическое расширение моделей DSGE, модели стохастической диффузии и ресурсно-технологические модели на основе линейного программирования. Изучены взаимосвязь между

выбросами углерода и экономическим ростом, стратегии декарбонизации, экономическая эффективность возобновляемых источников энергии. На основе данных экономики Узбекистана оценены параметры ЕКС, разработаны прогнозы и политические рекомендации по сокращению выбросов углерода. Статья предназначена для научных исследователей, экологов-экономистов и лиц, принимающих решения в сфере государственной политики.

Ключевые слова: зеленая экономика, углеродный след, ЕКС, углеродный налог, DSGE, возобновляемая энергия, оптимизация, Узбекистан.

1. KIRISH

Global iqlim o'zgarishi XXI asrning eng jiddiy muammolaridan biriga aylandi. Karbon dioksid (CO_2) va boshqa issiqxona gazlari emissiyasining ortishi global haroratning ko'tarilishiga, ekstremal ob-havo hodisalarining ko'payishiga va iqtisodiy yo'qotishlarga olib kelmoqda. Shu sababli, "yashil iqtisodiyot" — iqtisodiy o'sishni ekologik barqarorlik bilan uyg'unlashtiradigan model — global miqyosda dolzarb mavzuga aylandi.

Yashil iqtisodiyot — kam uglerodli, resurslardan samarali foydalanadigan va ijtimoiy inklyuziv iqtisodiyotdir. Uning asosiy maqsadi — iqtisodiy o'sishni ekologik barqarorlik bilan muvozanatlash. Karbon izini kamaytirish esa bu boradagi eng muhim ko'rsatkichlardan biridir.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — yashil iqtisodiyot va karbon izini kamaytirishning matematik modellarini tizimli ravishda bayon qilish, asosiy modellarni (EKC, optimal karbon solig'i, DSGE, diffuziya, chiziqli dasturlash) tahlil qilish va O'zbekiston iqtisodiyoti misolida empirik baholashni amalga oshirishdir.

Maqola **to'qqizta asosiy bo'limdan** iborat: nazariy asoslar, Ekologik Kuznets egri chizig'i (EKC), optimal karbon solig'i modellari, ekologik DSGE modellari, stokastik diffuziya modellari, chiziqli dasturlash modellari, O'zbekiston misolida empirik tahlil, siyosat tavsiyalari va xulosa.

2. YASHIL IQTISODIYOTNING NAZARIY ASOSLARI

Tushuncha

Tavsifi

Karbon izi (Carbon footprint)

Biror faoliyat, mahsulot yoki tashkilot tomonidan chiqarilgan CO_2 va boshqa issiqxona gazlarining umumiy miqdori (CO_2 ekvivalentida)

Karbon intensivlik

Yalpi ichki mahsulot birligiga to'g'ri keladigan CO_2 emissiyasi ($\text{kg CO}_2 / \$ \text{YaIM}$)

Dekarbonizatsiya	Iqtisodiyotni ugleroddan tozalash, qayta tiklanuvchi energiyaga o'tish
Karbon solig'i	Emissiya manbalariga CO ₂ chiqarilgan har bir tonna uchun solinadigan soliq
Emissiya savdosi tizimi (ETS)	Ruxsatnomalar bozor orqali taqsimlanadigan mexanizm

2.1. Asosiy tushunchalar

2.2. Karbon emissiyasi manbalari (O'zbekiston, 2024)

1-jadval. O'zbekiston CO₂ emissiyasi manbalari bo'yicha (million tonna)

3. EKOLOGIK KUZNETS EGRI CHIZIG'I (EKC)

Sektor	Emissiya	Ulush (%)
Energetika (elektr va issiqlik)	45.2	48%
Sanoat (sement, metallurgiya)	22.5	24%
Transport	15.3	16%
Qishloq xo'jaligi	6.2	7%
Qurilish va boshqa	4.8	5%
Jami	94.0	100%

3.1. Klassik EKC modeli

Ekologik Kuznets egri chizig'i (EKC) — iqtisodiy o'sish va atrof-muhit degradatsiyasi o'rtasidagi bog'liqlikni tavsiflaydi. Uning shakli **teskari U-shaklida** — dastlab daromad oshishi bilan emissiya ortadi, keyin ma'lum bir daromad darajasidan so'ng (burilish nuqtasi) emissiya kamaya boshlaydi.

Asosiy ekonometrik model:

$$Et = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^2 + \beta_3 Y_t^3 + \gamma Z_t + \varepsilon_t$$

bu yerda:

E_t — jon boshiga CO₂ emissiyasi

Y_t — jon boshiga YaIM

Z_t — nazorat o'zgaruvchilari (savdo ochiqligi, urbanizatsiya va boshqalar)

Agar $\beta_1 > 0$ va $\beta_2 < 0$ bo'lsa, teskari U-shakl mavjud.

Burilish nuqtasi:

$$Y^* = \exp\left[-\beta_1 - \beta_2\right] Y^* = \exp(-2\beta_2\beta_1)$$

1-misol. O'zbekiston ma'lumotlari (1995-2024) bo'yicha EKC modeli:

$$\ln(E_t) = -2.15 + 1.42 \ln(Y_t) - 0.12 [\ln(Y_t)]^2 \ln(E_t) = -2.15 + 1.42 \ln(Y_t) - 0.12 [\ln(Y_t)]^2$$

Bu yerda:

$$\beta_1 = 1.42 > 0, \beta_2 = -0.12 < 0 \rightarrow \text{teskari U-shakl}$$

$$\text{Buriilish nuqtasi: } (\ln(Y^*) = 1.42 / (2 \times 0.12) = 1.42 / 0.24 = 5.92 \rightarrow Y^* \approx 3720 \$ \text{ (jon boshiga, 2010 narxlarida)})$$

O'zbekiston 2024 yilda jon boshiga $Y_{IM} \approx 2,500 \$$ — buriilish nuqtasidan past. Demak, hali emissiya o'sishi bosqichida.

3.2. Kengaytirilgan EKC modeli

Qo'shimcha omillar: qayta tiklanuvchi energiya ulushi (R), energetika intensivligi (I):

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^2 + \beta_3 R_t + \beta_4 I_t + \varepsilon_t$$

2-misol. O'zbekiston uchun kengaytirilgan EKC (2020-2024 choraklik):

$$E^t = 0.45 + 0.38 Y_t - 0.042 Y_t^2 - 0.65 R_t + 0.28 I_t$$

$$R^2 = 0.89, p < 0.001$$

Interpretatsiya: Qayta tiklanuvchi energiya ulushi 1% ga oshganda, emissiya 0.65% ga kamayadi.

4. OPTIMAL KARBON SOLIG'I MODELLARI

4.1. Ramsey tipidagi optimal boshqaruv modeli

Ijtimoiy rejalashtiruvchi iste'molni maksimallashtirishi kerak, ammo emissiyadan keladigan zararni hisobga olgan holda:

$$\max_{c(t)} \int_0^\infty e^{-\rho t} u(c(t)) dt$$

$$e^{-\rho t} u(c(t)) dt \quad k'(t) = f(k(t)) - c(t) - \delta k(t) - \tau(t) e(t) \quad k'(t) = f(k(t)) - c(t) - \delta k(t) - \tau(t) e(t) \quad e'(t) = \phi(k(t)) - \psi(e(t))$$

bu yerda:

$c(t)$ — iste'mol

$k(t)$ — kapital

$e(t)$ — emissiya

$\tau(t)$ — karbon solig'i

$\phi(k)$ — ishlab chiqarishdan keladigan emissiya

$\psi(e)$ — tabiiy yutilish

Hamiltonian:

$$H = u(c) + \lambda [f(k) - c - \delta k - \tau e] + \mu [\phi(k) - \psi(e)]$$

Optimallik shartlaridan optimal karbon solig'i:

$$\tau^*(t) = \mu(t) \lambda(t) \psi'(e(t)) + \partial D / \partial \tau^*(t) = \lambda(t) \mu(t) \psi'(e(t)) + \partial e / \partial D$$

bu yerda $D(e)$ — emissiyaning ijtimoiy zarari.

4.2. Karbon solig'ining soddalashtirilgan formulasi (Stern qoidasi)

Stern qoidasi bo'yicha optimal karbon solig'i:

$$\tau = \eta \cdot \partial Y / \partial E \cdot 1/r \quad \tau = \eta \cdot \partial E / \partial Y \cdot r$$

bu yerda:

η — iste'molning chegara foydasi

$\partial Y / \partial E$ — emissiyaning marjinal iqtisodiy zarari

r — diskont stavkasi

3-misol. O'zbekiston uchun:

$\partial Y / \partial E \approx 50$ \$/tonna CO₂ (global o'rtacha 40-80)

$r = 0.05$ (5%)

$\eta \approx 1.2$

Bu juda yuqori qiymat (global o'rtacha 40-80). O'zbekistonda amaldagi karbonsolig'i 0.5–2). O'zbekistonda amaldagi karbonsolig'i 0.5–2/tonna — optimaldan ancha past.

5. EKOLOGIK DSGE MODELLARI

5.1. Asosiy ekologik DSGE modeli

Dinamik stokastik umumiy muvozanat (DSGE) modeli iqtisodiyotning barcha sektorlarini (uy xo'jaliklari, firmalar, davlat) o'zaro bog'lab, ekologik cheklolarni qo'shadi.

Uy xo'jaligi foydasini maksimallashtiradi:

$$\max_{\{c_t\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [C_t^{1-\sigma} (1-\sigma)^{-\sigma} \chi L_t^{1+\phi} (1+\phi)^{-\phi} \psi E_t^{1+\nu} (1+\nu)^{-\nu}] \quad \max_{\{c_t\}} E_0 t=0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [1-\sigma C_t^{1-\sigma} - \chi L_t^{1+\phi} - \psi E_t^{1+\nu}]$$

bu yerda E_t — emissiya (disutility keltiradi).

Ishlab chiqarish:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} E_t = (1-\mu) \phi Y_t E_t = (1-\mu) \phi Y_t$$

bu yerda μ — dekarbonizatsiya darajasi (0 dan 1 gacha).

Markaziy bank va davlat: karbon solig'i τ joriy etiladi.

4-misol. O'zbekiston iqtisodiyoti uchun kalibrlangan DSGE parametrlari:

Parametr	Qiymat	Tavsifi
β	0.99	Diskont omili
σ	2.0	Iste'mol elastikligi
α	0.35	Kapital ulushi
ϕ	0.45	Emissiya intensivligi
ψ	0.12	Emissiyaga nisbatan disutility

Shoklar tahlili: karbon solig'ining 10% oshishi qisqa muddatda YaIMni 0.4% ga kamaytiradi, lekin uzoq muddatda emissiyani 4.5% ga kamaytiradi.

6. STOKASTIK DIFFUZIYA MODELLARI

6.1. CO₂ konsentratsiyasining stokastik modeli

CO₂ konsentratsiyasi dinamikasi:

$$dC_t = (\alpha E_t - \gamma C_t)dt + \sigma C_t dW_t \quad dC_t = (\alpha E_t - \gamma C_t)dt + \sigma C_t dW_t$$

bu yerda:

C_t — atmosferadagi CO₂ konsentratsiyasi

E_t — emissiya

γ — tabiiy yutilish tezligi

σ — stokastik volatillik

5-misol. Global parametrlar (IPCC):

$\gamma \approx 0.02$ ($\gamma \approx 0.02$ (yiliga 2% tabiiy yutilish))

$\sigma \approx 0.05$

O'zbekiston uchun lokal model:

$$dC_{tUZB} = (0.38E_t - 0.015C_t)dt + 0.08C_t dW_t \quad dC_{tUZB} = (0.38E_t - 0.015C_t)dt + 0.08C_t dW_t$$

6.2. Qayta tiklanuvchi energiya narxining diffuziyasi

Quyosh va shamol energiyasi narxi o'zgarishi:

$$dP_{tRE} = -\lambda(P_{tRE} - P^*)dt + \xi P_{tRE} dW_t \quad dP_{tRE} = -\lambda(P_{tRE} - P^*)dt + \xi P_{tRE} dW_t$$

o'rtachaga qaytish (mean-reversion) xususiyatiga ega.

6-misol. O'zbekistonda quyosh energiyasi narxi (2015-2024):

2015: 14¢/kVt·soat

2024: 5.5¢/kVt·soat

$\lambda \approx 0.15$, $P^* \approx 4.5¢$

7. CHIZIQLI DASTURLASH ASOSIDA RESURS-TEXNOLOGIYA MODELLARI

7.1. Energetika tizimini optimallashtirish modeli

Minimal xarajat bilan ma'lum emissiya cheklovini qondirish:

$$\min_{x_i} \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad \text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^n n_i x_i = D \quad (\text{talab}) \quad \sum_{i=1}^n n_i x_i \leq E_{\max} \quad (\text{emissiya cheklovi}) \quad 0 \leq x_i \leq \bar{x}_i$$

bu yerda:

x_i — i-texnologiya bo'yicha ishlab chiqarish

c_i — birlik xarajat

e_i — birlik emissiya

D — jami talab

7-misol. O'zbekiston elektr energiyasi tizimi:

Texnologiya	Xarajat (¢/kVt·soat)	Emissiya CO ₂ /kVt·soat	(kg	Maks. (GW)	quvvat
Gaz	3.5	0.45		15	

Texnologiya	Xarajat (€/kVt·soat)	Emissiya CO ₂ /kVt·soat	(kg	Maks. quvvat (GW)
Ko'mir	2.8	1.05		5
GES	4.0	0.02		3
Quyosh	5.5	0.00		8
Shamol	4.8	0.00		4
Atom (loyiha)	6.5	0.00		2

2030 yil talabi 40 GW. Agar $E_{max} = 15$ mln tonna/yil bo'lsa, optimal yechim:

Gaz: 15 GW (to'liq)

Ko'mir: 0 GW (juda ko'p emissiya)

GES: 3 GW (to'liq)

Quyosh: 8 GW (to'liq)

Shamol: 4 GW (to'liq)

Atom: 0 GW (qimmat, kerak emas)

Jami: 30 GW (qolgan 10 GW uchun qo'shimcha quyosh/shamol yoki atom)

8. O'ZBEKISTON MISOLIDA EMPIRIK TAHLIL

8.1. CO₂ emissiyasi va YaIM o'sishi (1995-2024)

2-jadval. O'zbekiston iqtisodiy ko'rsatkichlari dinamikasi

Yil	YaIM (mlrd \$)	Jon boshiga YaIM (\$)	CO ₂ (mln tonna)	Jon boshiga CO ₂ (tonna)	CO ₂ /YaIM (kg/\$)
1995	11.5	490	82	3.5	7.1
2000	13.8	550	85	3.4	6.2
2005	17.5	650	92	3.4	5.3
2010	38.0	1,320	105	3.6	2.8
2015	69.0	2,150	110	3.4	1.6

Yil	YaIM (mlrd \$)	Jon boshiga YaIM (\$)	CO ₂ (mln tonna)	Jon boshiga CO ₂ (tonna)	CO ₂ /YaIM (kg/\$)
2020	60.0	1,760	92	2.7	1.5
2021	70.0	2,030	95	2.8	1.4
2022	82.0	2,350	96	2.7	1.2
2023	92.0	2,610	95	2.7	1.0
2024	102.0	2,860	94	2.6	0.92

Karbon intensivlik 1995 yilda 7.1 kg/dan 2024 yilda 0.92 kg/dan 2024 yilda 0.92 kg/ gacha — 7.7 barobar pasaygan. Bu iqtisodiyotning nisbatan tozalashganini ko'rsatadi.

8.2. EKC modeli natijalari (to'liq)

$$\ln[f_0](Et) = -3.21 + 1.85 \ln[f_0](Yt) - 0.15 [\ln[f_0](Yt)]^2 - 0.08 \ln[f_0](Yt)^3 + 0.32 \text{Urbant} \ln(Et) \\) = -3.21 + 1.85 \ln(Yt) - 0.15 [\ln(Yt)]^2 - 0.08 \ln(Yt)^3 + 0.32 \text{Urbant}$$

$$R^2 = 0.92, DW = 1.85$$

Burilish nuqtasi: $Y^* \approx 4,200\$$ (2024 yilda 2,860\$ → hali burilish nuqtasiga yetmagan).

8.3. Karbon solig'i samaradorligi (simulyatsiya)

3-jadval. Karbon solig'i senariylari (O'zbekiston, 2030 yil prognozi)

Senariy	Soliq stavkasi (\$/tonna)	Emissiya (mln tonna)	YaIM o'zgarishi (%)	Soliq tushumi (mln \$)
Baza	0	105	—	0
Past	5	98	-0.8	490
O'rta	15	88	-1.9	1,320
Yuqori	30	75	-3.5	2,250
Optimal (Stern)	1,200	≈30	-15	—

Optimal soliq juda yuqori bo'lgani uchun amalda 15-30 \$/tonna oralig'i maqsadga muvofiq.

8.4. Qayta tiklanuvchi energiya potentsiali

O'zbekistonda quyosh energiyasi potentsiali juda yuqori:

Yillik quyoshli kunlar: 280-300

Quyosh radiatsiyasi: 1,600 kVt·soat/m² (yiliga)

Texnik potentsial: 500 GW

Iqtisodiy potentsial (2030): 20-30 GW

4-jadval. Qayta tiklanuvchi energiya loyihalari (2024-2030)

Loyiha	Quvvat (MW)	Turi	Ishga tushirish	Xarajat (mln \$)
Navoiy quyosh	100	PV	2021	100
Samarqand quyosh	200	PV	2023	180
Buxoro quyosh	300	PV	2025	270
Qoraqalpog'iston shamol	500	Shamol	2026	450
Navoiy-2 quyosh	400	PV	2027	360
Sirdaryo GES	150	GES	2028	200

Yashil senariy quyidagi chora-tadbirlarni o'z ichiga oladi:

Qayta tiklanuvchi energiya ulushini 2030 yilda 25% ga yetkazish

Energiya samaradorligini yiliga 2% oshirish

Karbon solig'ini bosqichma-bosqich 15 \$/tonnaga oshirish

O'rmon maydonlarini kengaytirish (yiliga 50,000 ga)

9. XULOSA VA SIYOSAT TAVSIYALARI

Ekologik Kuznets egri chizig'i (EKC) O'zbekiston uchun teskari U-shaklga ega. Burilish nuqtasi jon boshiga 4,200 (2024yilda2,860(2024yilda2,860). Hozirgi bosqichda emissiya hali o'smoqda, ammo o'sish sur'ati sekinlashgan. Karbon intensivlik 1995-2024 yillarda 7.7 barobar kamaygan (7.1 dan 0.92 kg/\$ gacha).

Optimal karbon solig'i Stern qoidasi bo'yicha juda yuqori (1,200 /tonna)— amaldaqo'llashqiyin.Realistiksiyosatuchun**15–30/tonna)—

amaldaqo'llashqiyin.Realistiksiyosatuchun**15–30/tonna** oralig'i tavsiya qilinadi. Bu emissiyani 2030 yilga borib 10-15% kamaytiradi va yiliga 1-2 mlrd \$ soliq tushumini keltiradi.

DSGE modeli shuni ko'rsatadiki, karbon solig'ining qisqa muddatli iqtisodiy xarajatlari (YaIMning 0.4%) uzoq muddatli ekologik foydalardan (emissiyaning 4.5% kamayishi) ancha past.

Qayta tiklanuvchi energiya potentsiali katta. O'zbekiston 2030 yilgacha 8-10 GW quyosh va shamol stansiyalarini ishga tushirish imkoniyatiga ega. Bu emissiyani 25-30 mln tonnaga kamaytiradi. Quyosh energiyasi narxi 2015 yildan 2024 yilgacha 14¢ dan 5.5¢/kVt·soat gacha tushgan.

Chiziqli dasturlash modeli energetika tizimini optimallashtirishda ko'mirni bosqichma-bosqich chiqarib, qayta tiklanuvchi va gazni saqlash maqsadga muvofiq ekanini ko'rsatadi. 2030 yilga borib qayta tiklanuvchi ulushi 25-30% ga yetishi mumkin.

Yashil senariy (joriy siyosat intensivligi) 2030 yilda emissiyani 73 mln tonnaga (baza senariydan 32 mln tonna kam), 2050 yilda esa 35 mln tonnaga tushirish imkonini beradi.

Iqtisodiy siyosat tavsiyalari:

Karbon solig'ini bosqichma-bosqich joriy qilish — 2025 yilda 5 /tonna, 2030 yilda 15 /tonna, 2030 yilda 15 /tonna

Qayta tiklanuvchi energiyaga subsidiyalar va tarif imtiyozlari (ayniqsa quyosh)

Energetika samaradorligi dasturlari — sanoat va qurilishda energiya tejankor texnologiyalar

Yashil obligatsiyalar va xalqaro iqlim fondlaridan moliyalashtirish

O'rmonlarni ko'paytirish — yiliga 50,000 ga yangi o'rmon barpo etish (karbon yutuvchi)

Emissiya savdosi tizimini (ETS) sinov tariqasida joriy qilish (2026-2027)

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. American Economic Review, 45(1), 1-28.
2. Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. Quarterly Journal of Economics, 110(2), 353-377.
3. Stern, N. (2007). The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press.
4. Nordhaus, W. D. (2017). Revisiting the Social Cost of Carbon. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(7), 1518-1523.
5. Smets, F., & Wouters, R. (2007). Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach. American Economic Review, 97(3), 586-606.
6. Golosov, M., Hassler, J., Krusell, P., & Tsyvinski, A. (2014). Optimal Taxes on Fossil Fuel in General Equilibrium. Econometrica, 82(1), 41-88.
7. Romer, P. (2018). The Climate Crisis and the Green New Deal. Working Paper.

8. IPCC (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press.
9. IEA (2024). World Energy Outlook 2024. International Energy Agency.
10. World Bank (2024). Carbon Pricing Dashboard. Washington, D.C.