

МИРОВОЕ РАЗВИТИЕ И «ПРЕДЕЛЫ РОСТА» В XXI ВЕКЕ: **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ**

Садовничий В.А, Акаев А.А.

**Доклад Римскому клубу:
«Преодолеваемые пределы» или
Великий энергопереход XXI века**

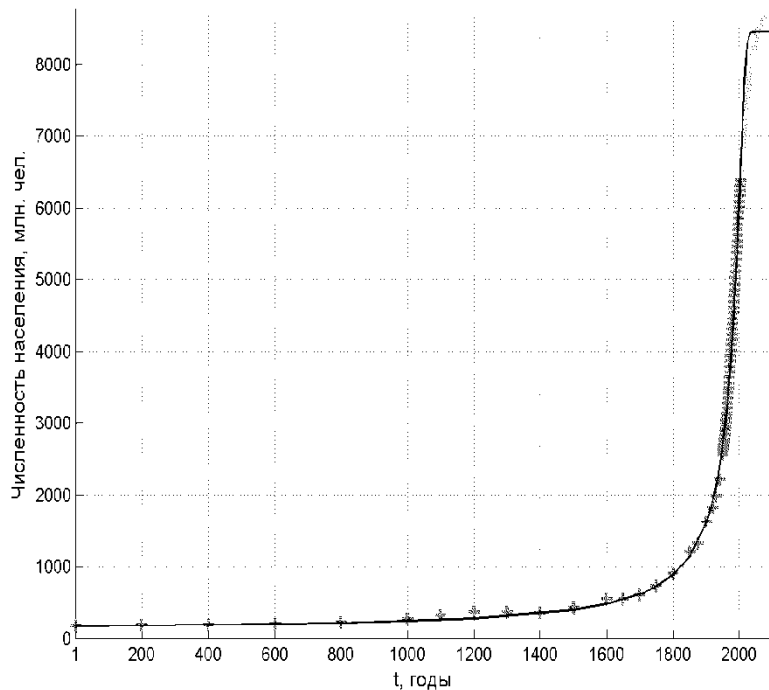
МГУ им. М.В. Ломоносова
Институт математических исследований сложных систем
Факультет глобальных процессов

2023 г.

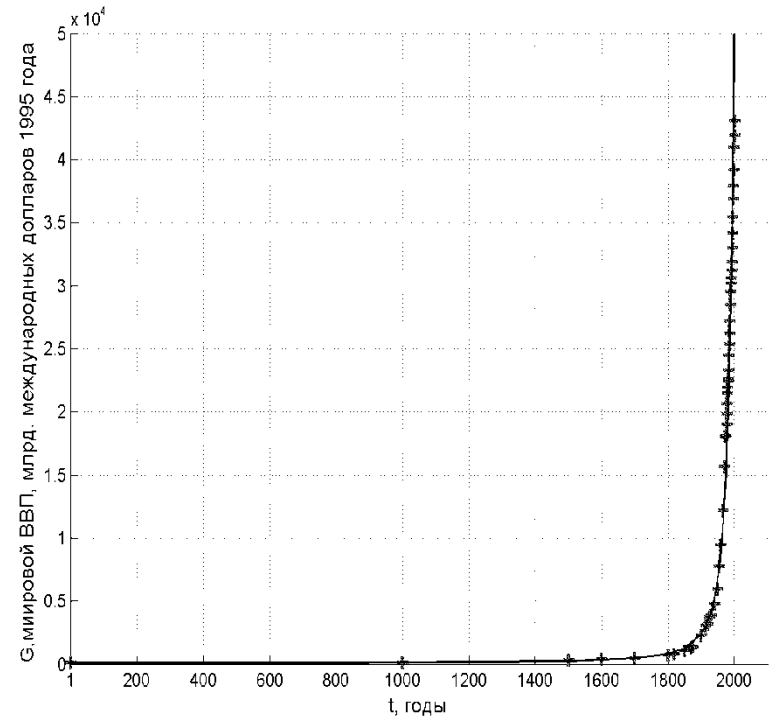
МИРОВАЯ СИТУАЦИЯ ДО НАЧАЛА XXI ВЕКА

Взрывной рост населения и производства в XX веке

Население



Мировой ВВП



Динамика демографических и экономических показателей с начала нашей эры до середины XX века

За XX век численность населения Земли увеличилась в 4 раза, мировой ВВП – почти в 20 раз.

ПЕРЕХОД ОТ «ГОЛОЦЕНА» К «АНТРОПОЦЕНУ» И ОТ «БИОСФЕРЫ» К «НООСФЕРЕ»

Окружающая среда Земли была необычайно стабильной в течение последних 11 тысяч лет. В этот период, известный как «голоцен», зарождались, развивались и процветали человеческие цивилизации. **Теперь эта стабильность под угрозой.** После промышленной революции наступила новая эра – «антропоцен», когда человеческая деятельность стала основным двигателем изменений окружающей среды

«Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободного мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть «ноосфера»

В.И. Вернадский, 1927 г.

КОНЦЕПЦИЯ ПЛАНЕТАРНЫХ ГРАНИЦ, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ БЕЗОПАСНОЕ ПРОСТРАНСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

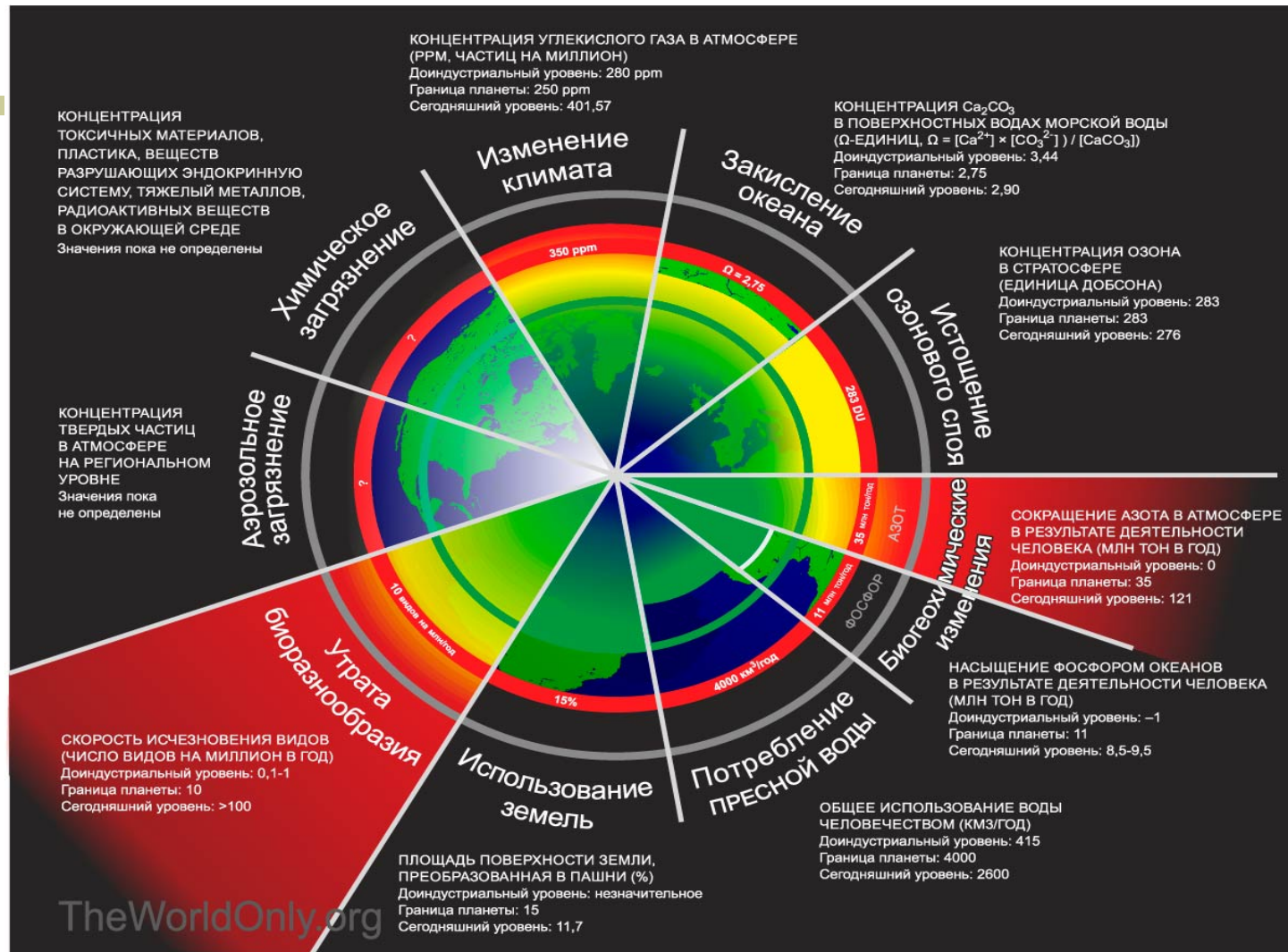
Предложена в 2009 г. Йоханом Рокстрёмом, директором Центра исследований устойчивости Земли при Стокгольмском университете, профессором окружающей среды.

«Мы вступили в геологическую эпоху антропоцен, когда социальный «мир» стал доминирующей силой в изменении физической планеты» – Й. Рокстрём. Антропогенное давление на систему Земля достигло таких масштабов, при которых нельзя больше исключать катастрофические глобальные изменения окружающей среды.

Предложено 9 взаимосвязанных планетарных границ

1. Изменение климата
2. Скорость утраты биоразнообразия
3. Изменение землепользования
4. Глобальное использование пресной воды
5. Закисление океана
6. Истощение стратосферного озона
7. Вмешательство в кругооборот азота и фосфора
8. Химическое загрязнение
9. Атмосферная аэрозольная нагрузка

ПЛАНЕТАРНЫЕ ГРАНИЦЫ



Will Steffen, Katherine Richardson, Johan Rockström, Sarah E. Cornell, Ingo Fetzer, Elena M. Bennett, Reinette Biggs, Stephen R. Carpenter, Wim De Vries, Cynthia A. De Wit, Carl Folke, Dieter Gerten, Jens Heinke, Georgina M. Mace, Linn M. Persson, Veerabhadran Ramarathana, Belinda Reyers, Sverker Sörlin. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 13 Feb 2015 [Электронный ресурс] URL: <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855>

УЧЕНИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО О НООСФЕРЕ – это одно из наиболее фундаментальных учений XX века

В.И.Вернадский считал, что ноосфера требует глобального управления планетарными процессами согласно единой разумной воле.

Это время пришло!

Переход к ноосфере лежит через коэволюцию человека и биосферы. Центральным требованием экологического императива Н.Н.Моисеева является стабилизация климата Земли.

Поэтому мы в своих исследованиях сосредоточились на анализе возможности решения климатических проблем и необходимых социальных преобразований, позволяющих избежать глобального кризиса и перейти к ноосферному развитию и интегративному гуманистическому обществу.

КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ПЕРЕХОД ЧЕЛОВЕЧЕСТВА НА БЛАГОПРИЯТНЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ?

Глобальное управление должно решить следующие задачи к 2050 году: накормить 9 млрд чел. и обеспечить устойчивое развитие человеческих обществ и экосистем планеты.

Двойное принятие Целей устойчивого развития (ЦУР-17) ООН до 2030 г. вместе с Парижским климатическим соглашением в 2015 г. представляет собой поворотный момент в истории (признавая нереальность выполнения ЦУР к 2030 г. мировые лидеры уже перенесли сроки их достижения к 2050 г. с уточнениями).

Впервые в истории человечество приняло дорожную карту, направленную на достижение весьма амбициозных и инклюзивных целей социально-экономического развития в рамках стабильного и устойчивого состояния биосферы Земли.

ВОЗМОЖНО ЛИ ДОСТИЖЕНИЕ УТОЧНЕННЫХ ЦУР К 2050 ГОДУ?

На этот вопрос попытались дать ответ коллектив исследователей во главе с Й. Рандерсом, Й. Рокстрёмом и П.-Э. Стокнесом в своем докладе Римскому клубу в 2018 г. – «Transformation is Feasible».

Это первое в мире выдающееся исследование того, как оптимально достичь всех 17 ЦУР к 2050 г. в рамках всех 9 планетарных границ (ПГ) с помощью интегрированной модели социально-экономического развития и изменения состояния биосферы Земли.

В результате моделирования авторы пришли к выводу: продолжение традиционной модели социально-экономического развития, даже с повышенными темпами роста и/или концентрацией усилий на выполнении ЦУР, не сможет обеспечить их выполнение в полной мере. В результате ещё больше усилятся социальное неравенство и межстрановая неравномерность.

ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ СТРАТЕГИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦУР К 2050 ГОДУ

Рандерс, Рокстрём и Стокнес убеждены, что требуется трансформационный подход к достижению ЦУР с помощью 5 стратегий в рамках ПГ:

1. Ускорение роста ВИЭ, достаточное для сокращения вдвое выбросов углерода каждое десятилетие, начиная с 2020 г.
2. Повышение производительности в устойчивых пищевых цепочках
3. Новые модели развития в бедных странах, наподобие КНР и Швеции
4. Активное сокращение социального неравенства. Добиться, чтобы 10% богатейших получил не более 40% мирового богатства
5. Инвестиции в образование для всех, гендерное равенство, здравоохранение и планирование семьи в целях стабилизации населения Земли

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

Эмпирические аксиомы

1. Начиная приблизительно с 1850 г. концентрация CO_2 в атмосфере значительно увеличилась: с 280 ppm – типичной для доиндустриального периода на протяжении многих сотен лет до величины 415 ppm в настоящее время, т.е. более чем на 47%.

2. Причиной этого изменения является хозяйственная деятельность человека: в первую очередь – сжигание ископаемого топлива, во вторую – сведение лесов.



Рост концентрации CO_2 ($млн^{-1}$) в атмосфере по данным ледового керна Антарктиды 1741-1973 гг. и измерений на станции Мауна Лоа 1959-1992 гг. (по данным [1,2,3])

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

Главным антропогенным фактором, который в ближайшем будущем может привести к изменению глобальной температуры приземной атмосферы является энергетика.

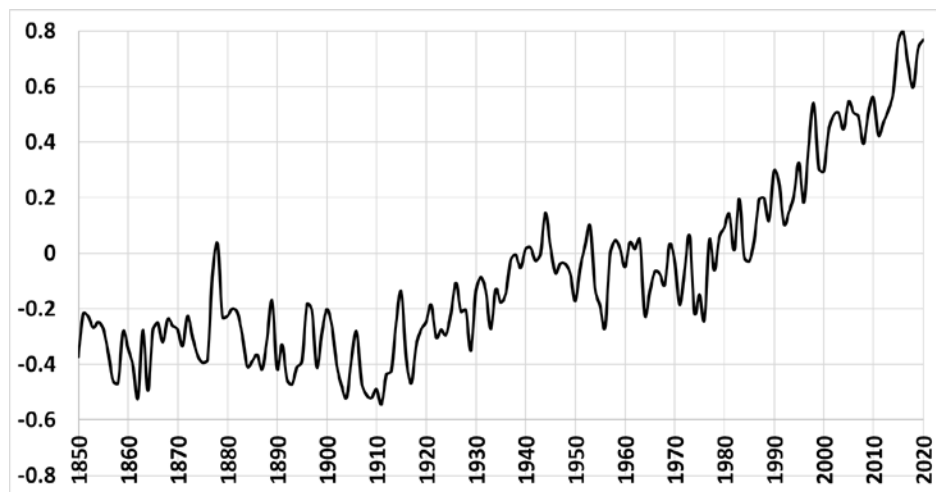
Влияние энергетики на температуру атмосферы главным образом проявляется в выбросах огромной массы углерода С (\cong 8.8 Гт в 2019 г.) в атмосферу при сжигании органических ископаемых топлив (угля, нефти, газа) и других парниковых газов. Парниковые газы поглощают инфракрасное излучение испускаемое Землей и нагревают приземную атмосферу (парниковый эффект).

ЭМПИРИЧЕСКИЕ АКСИОМЫ

CO_2 воздействует на климат, изменяя радиационный баланс Земли: рост концентрации этого газа ведет к повышению приземной температуры атмосферы. Весьма вероятно, что при удвоении его концентрации (с 280 до 560 ppm) средняя глобальная температура повысится на $3 \pm 1^\circ C$.

В XX веке имело место значительное потепление климата (в глобальном масштабе – примерно на $0,8^\circ C$, а в Европе - $1^\circ C$);

температуры последних десяти лет были в глобальном масштабе самыми высокими со времени начала наблюдений в 1850-х годах



Аномалии приземной глобальной температуры атмосферы ($^\circ C$) в 1850-2020 гг. (по данным [4, 5])

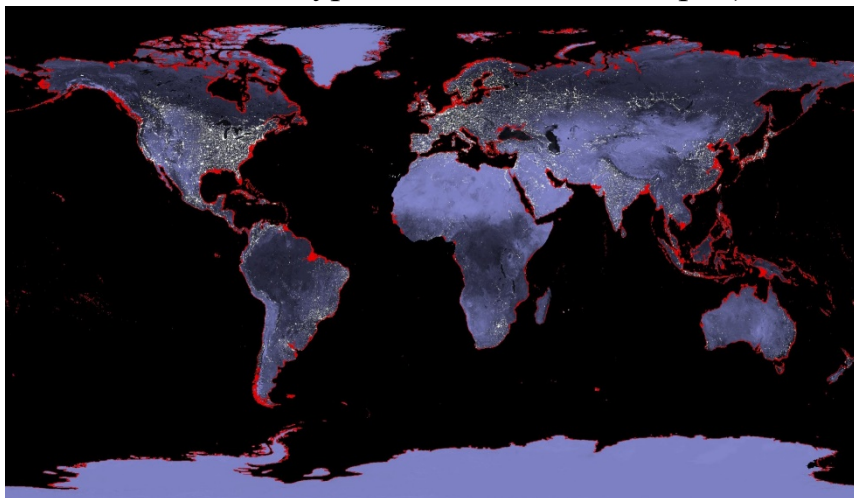
К 2018 г. средняя глобальная температура Земли повысилась ровно на $1^\circ C$ по сравнению с базовым показателем 1850 г.

ПОСЛЕДСТВИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Изменения температуры атмосферы приводят к изменениям интенсивностей биологических процессов на суше и в океане и вызывают значительные нарушения установившихся биогеохимических циклов. Поэтому последствия глобального потепления могут быть весьма катастрофическими. Ураганы, наводнения, засухи и другие бедствия, участившиеся в последнее время – все это последствия потепления климата. Один Гренландский ледник содержит такое кол-во воды, что в результате его таяния уровень мирового океана повысится на 7 м.

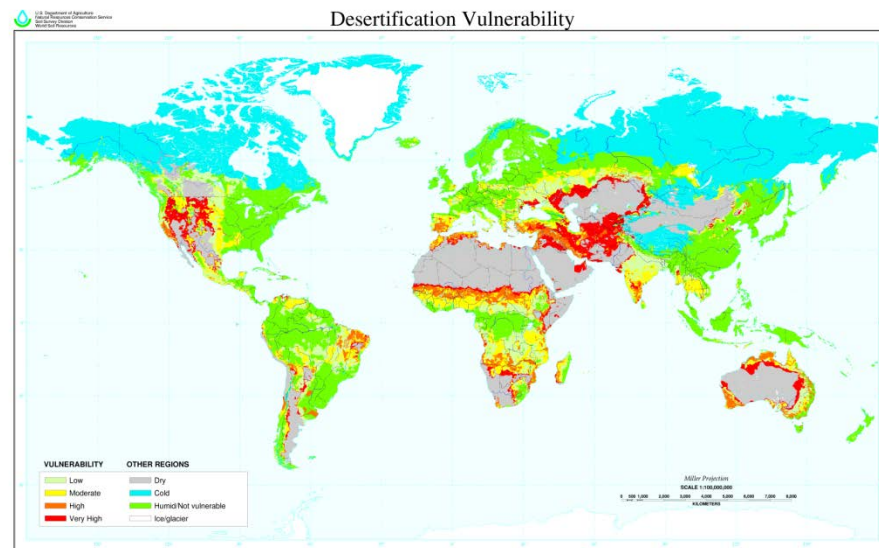
Повышение уровня мирового океана

(красным цветом отмечены затопленные территории при повышении уровня океана на 6 метров)



Источник: NASA - <https://www.flickr.com/photos/11304375@N07/6863515730/> additional source <http://www.livescience.com/19212-sea-level-rise-ancient-future.html> (Live Science)

Опустынивание территорий



Источник: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/nedc/training/soil/?cid=nrcs142p2_054003

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ

Что делать?

В 1996 г. на заседании Европейского Совета в Люксембурге было принято решение о том, что **«глобальная средняя температура доиндустриального уровня не должна быть превышена более чем на 2°C, и поэтому глобальные усилия, направленные на ограничение или сокращение выбросов CO_2 должны ориентироваться на концентрацию CO_2 в атмосфере, не превышающую 550 ppm».**

С тех пор лимит потепления, равный 2°C, был неоднократно подтвержден решениями различных международных организаций. Было уточнено, что концентрация CO_2 не должна превышать 450-550 ppm. **На Парижской конференции (2015 г.) лимит повышен до 1,5°C!**

Расчёты и обоснование целевых показателей выполнялись МГЭИК (рабочий орган ООН по климату), созданной в 1988 году

ПАРИЖСКОЕ КЛИМАТИЧЕСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ – 12 декабря 2015 года

Парижское соглашение ООН было принято почти единогласно 195-государствами, успешно ратифицировано и вступило в силу в течение одного года

Парижское соглашение стало историческим, оно внесло перелом в характер борьбы с климатическим потеплением, дало мощный импульс процессу декарбонизации мировой энергетики:

- сложился глобальный необратимый тренд на преимущественное развитие безуглеродной энергетики, основанной на ВИЭ;
- наметилась тенденция понижения потребления угля, замораживания угольных энергетических проектов.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ XXI ВЕКА

Энергетика – базис современной и будущей цивилизации, ключевой фактор социально-экономического развития мира и его безопасности.

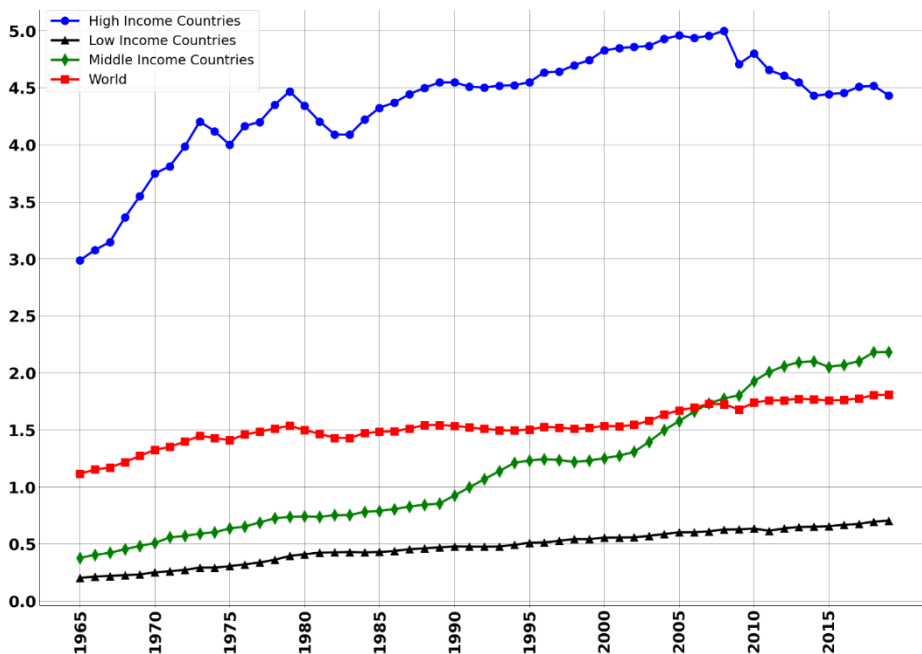
Основу стратегии развития энергетики в XXI веке должен составлять переход к новой парадигме энергопотребления:

1) стабилизации душевого энергопотребления на минимальном комфортном уровне путем всемерного энергосбережения и повышения энергоэффективности пользователей;

2) максимальном замещении углеводородного ископаемого топлива на ВИЭ и иные экологичные источники энергии.

ДИНАМИКА ДУШЕВОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В XX ВЕКЕ

тое/чел



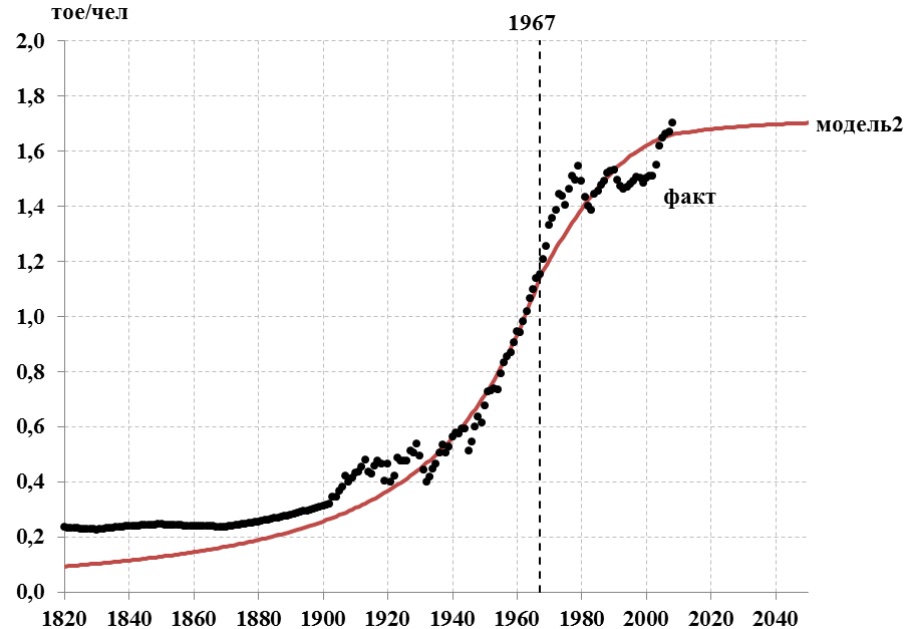
Динамика душевого энергопотребления

тое – т.н.э.

Источник: BP Statistical Review of World Energy 2019

<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

тое/чел

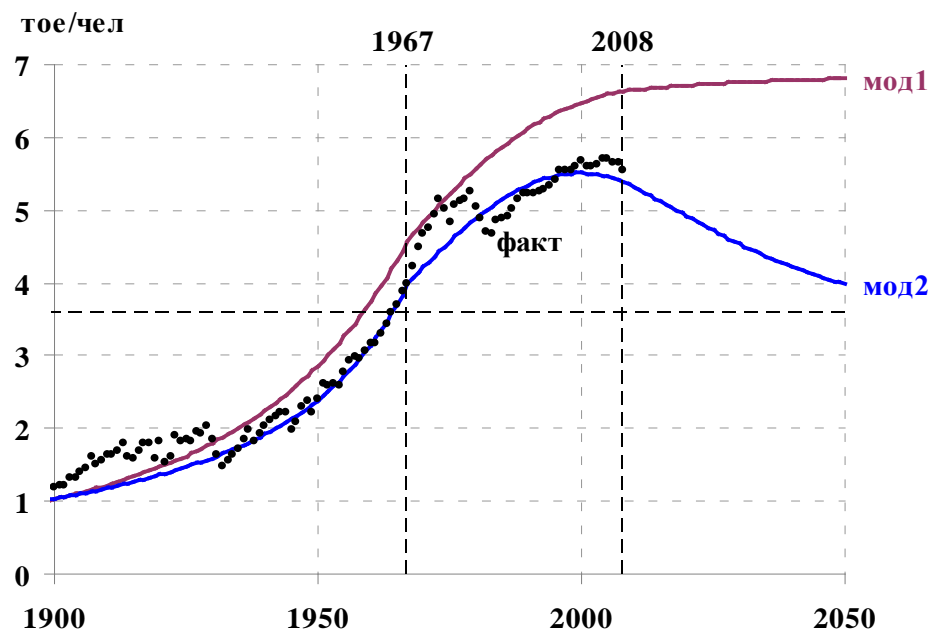


Динамика мирового душевого энергопотребления (модель 2)

Источник фактических данных: BP Statistical Review of World Energy 2019

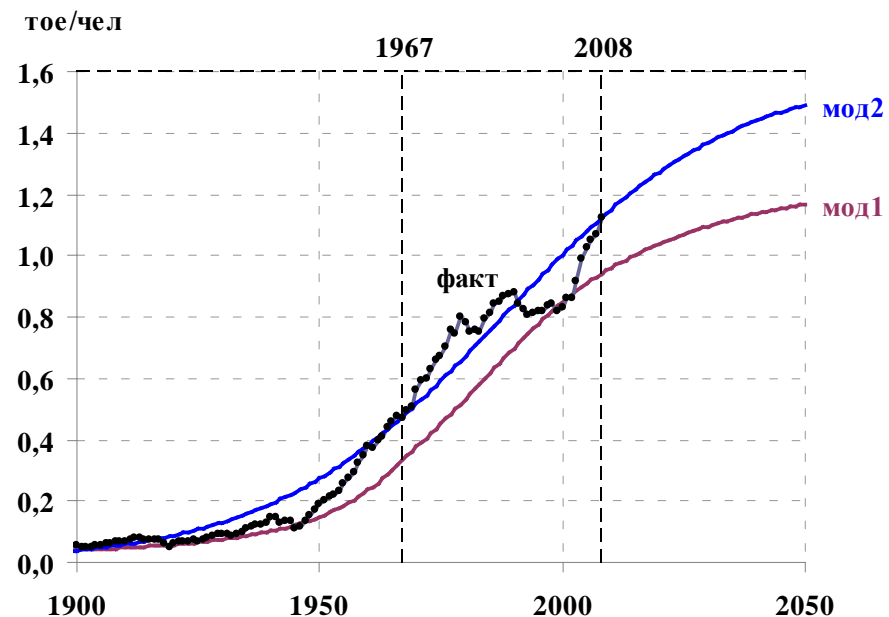
<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

СТРАТЕГИЯ ПЕРЕХОДА К НОВОЙ ПАРАДИГМЕ ДУШЕВОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ



в) для развитых государств

1) **XX в:** $E_w \sim N_w^2$;



с) для развивающихся стран

2) **XXI в:** $E_w \sim N_w$;

ТРЕБОВАНИЯ К ЭНЕРГЕТИКЕ XXI ВЕКА

Сценарий МЭА: «Голубая карта».

1. Для того чтобы удержать глобальное потепление на «рубежной точке» в $1,5 - 2^{\circ}\text{C}$ необходимо сократить средний ежегодный прирост выбросов до $11,1 \text{ Гт } \text{CO}_2$ ($14,5 \text{ Гт}$) или втрое (в 2-3 раза) по сравнению с уровнем 2019 года!
2. Для этого потребуются инвестиции в новые технологии по энергосбережению, повышению энергоэффективности, а также улавливанию и захоронению части CO_2 , в объеме примерно 2% (1,6%) годового мирового ВВП. Это примерно равно (2/3) ежегодных военных расходов. Ущерб от бездействия оценивается ростом потерь до 5-10% мирового ВВП ежегодно, начиная с 2040 года, если не будет достигнута стабилизация.

А. Акаев, В. Садовничий

МОДЕЛЬ РОСТА НАСЕЛЕНИЯ С ВОЗВРАТОМ: ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ИМПЕРАТИВ

$$\text{а) } \frac{dN}{dt} = rN^2 \left\{ 1 - \frac{N}{K(N)} \right\} \quad \text{б) } K(N) = N_c + \gamma(N - N_0) \exp[-\kappa(N - N_0)] \quad (1)$$

N_0 - численность населения Земли, равная 1 млрд. чел. (примерно 1825 г.),
отвечающая допустимому биопотреблению;

r , γ и κ - постоянные параметры.

$$K \sim N - N_0, \quad \frac{dK}{dt} = -\kappa K \frac{dN}{dt} \Rightarrow K \sim \exp[-\kappa(N - N_0)] \quad (2)$$

Модель демографической динамики с учетом запаздываний:

$$\frac{dN}{dt} = rN^2(t - \tau_1) \left\{ 1 - \frac{N(t)}{K(N, \tau_2, \tau_3)} \right\} \quad (3)$$

$$K(N, \tau_2, \tau_3) = N_c + \gamma[N(t - \tau_2) - N_0] \exp\{-\kappa[N(t - \tau_3) - N_0]\} \quad (4)$$

где

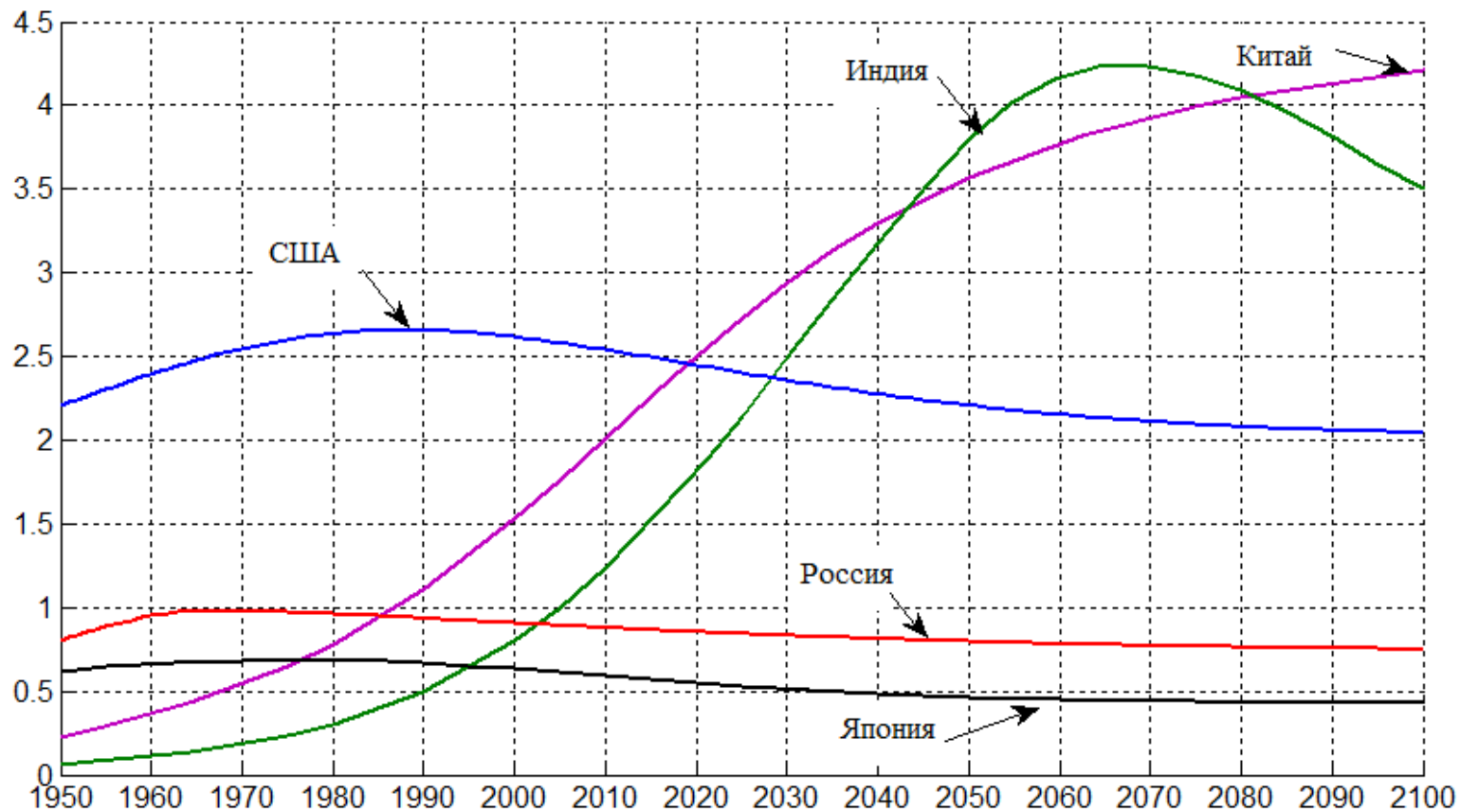
τ_1 - запаздывание репродуктивной способности;

τ_2 - запаздывание с внедрением базисных технологий;

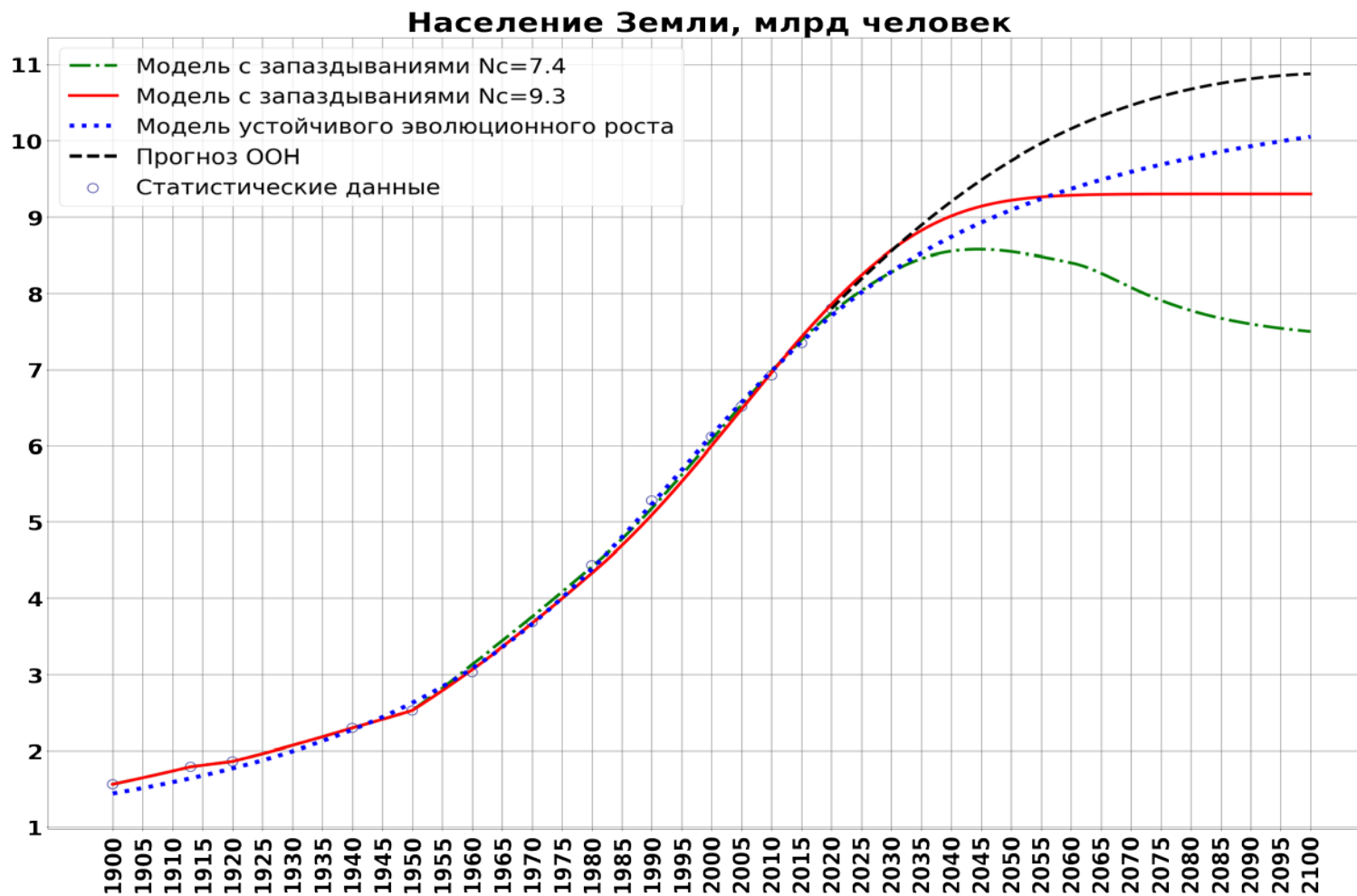
τ_3 - запаздывание реакции биосферы на антропогенную нагрузку.

ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ В АВАНГАРДНЫХ СТРАНАХ МИРА В XXI ВЕКЕ

E (млрд. т.у.т.)

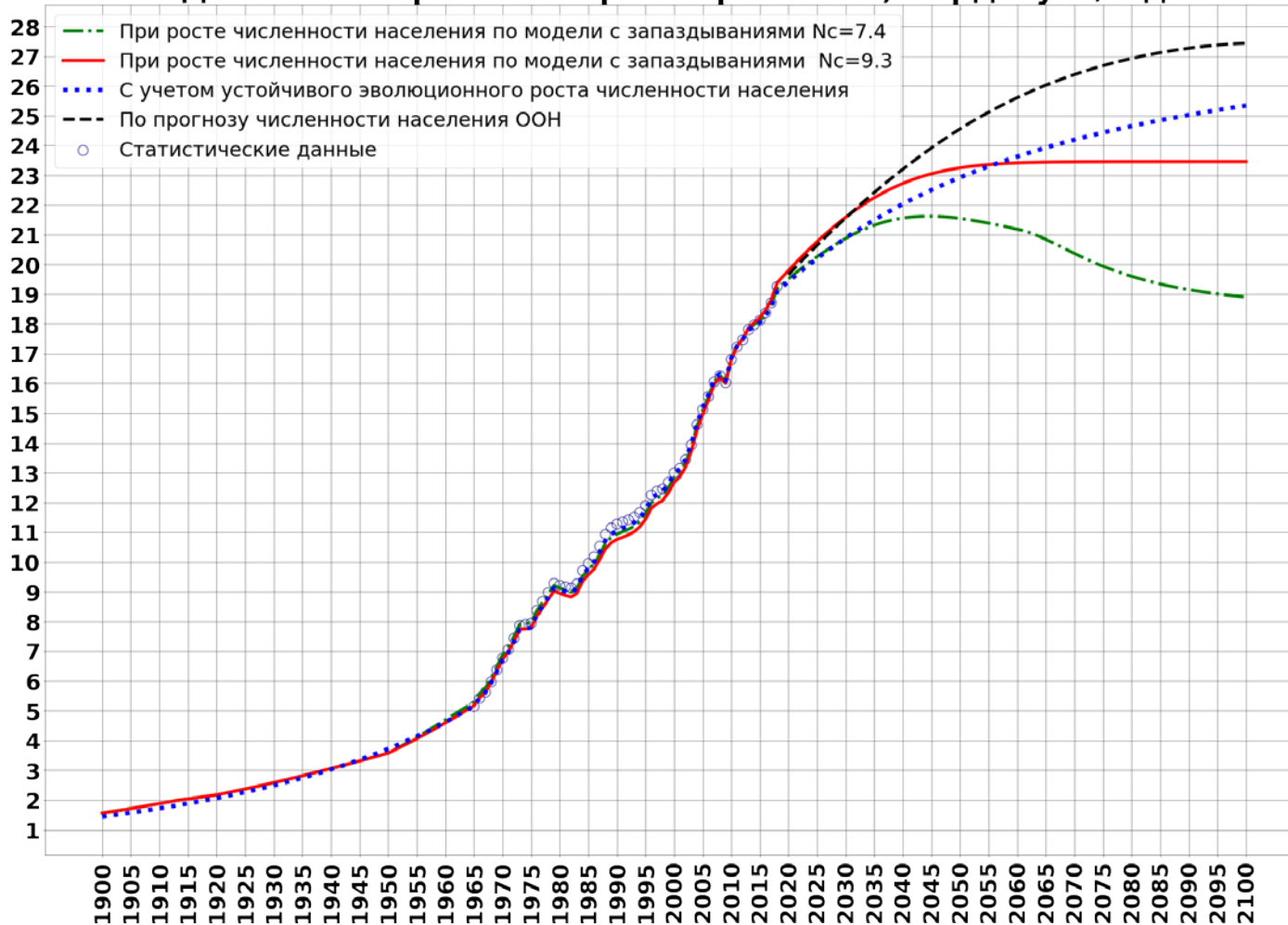


РАЗЛИЧНЫЕ СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ МИРА В XX-XXI ВЕКАХ



ДИНАМИКА НОМИНАЛЬНОГО МИРОВОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

Динамика мирового энергопотребления, млрд т.у.т./год



СТАБИЛИЗАЦИЯ ДУШЕВОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

Мир и отдельные страны	Душевое энергопотребление, т.у.т./чел.	
	2010 Факт	2100 норматив
Мир в целом	2,5	2,5
Страны с душевым потреблением выше среднемирового	6,6	4
США	9,6	5,5
ЕС-Япония	4,5	3,5
Россия	6,8	4,5
Страны с душевым потреблением ниже среднемирового	0,97	2
Китай	3,3	2,5
Индия	0,8	2,5

МИРОВОЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС

Годы	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2015	2018	2020	2025	2030	2035	2040
Мировое потребление энергии, млн. т.н.э.			4876.1	6635.5	8115.5	9357.0	10887.9	12099.9	13045.6	13864.9	14400.0	15200.0	16000.0	16900.0	17800.0
Уголь (%)	51.8	35.3	30.1	27.0	27.4	25.2	28.6	29.8	28.9	27.2	26.4	24.3	22.5	21.4	20.2
Нефть (%)	31.8	41.5	47.0	46.1	40.1	39.6	37.2	34.7	34.2	33.6	32.6	31.4	30.0	28.7	27.5
Газ (%)	10.2	15.8	17.0	18.4	20.6	22.0	21.7	22.4	22.8	23.9	23.6	24.5	25.0	25.6	25.8
ГЭС (%)	6.2	7.4	5.5	5.8	6.0	6.4	6.1	6.4	6.7	6.8	6.9	7.2	7.5	7.1	6.7
АЭС (%)			0.4	2.4	5.6	6.2	5.8	5.2	4.5	4.4	4.9	4.6	4.4	4.3	4.5
ВИЭ (%)	-	-	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.4	2.8	4.0	5.6	8.1	10.6	12.9	15.2
Органическое топливо (%)	93.8	92.6	94.1	91.6	88.1	86.8	87.4	87.0	86.0	84.7	82.6	80.2	77.5	75.7	73.6
Органическое топливо, млн. т.н.э.			4586.8	6079.0	7146.6	8123.0	9519.4	10526.3	11215.3	11743.6	11900.0	12184.4	12400.0	12787.0	13100.0
Биотопливо (% от мирового потребления энергии)	-	-	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7					
Биоэнергетика (% от ВИЭ)							37.2	19.8	13.5	10.4					

Источники:

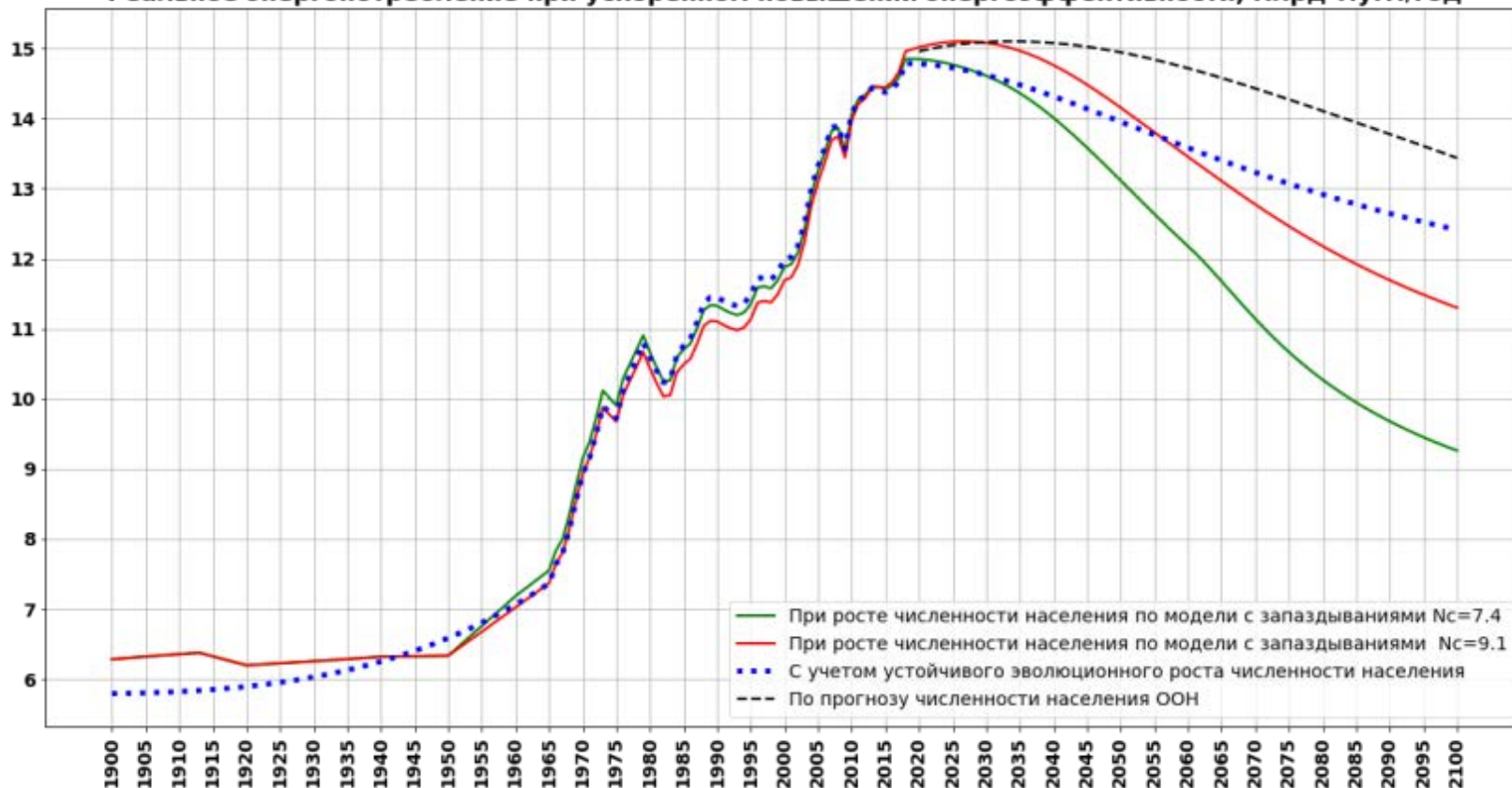
Statistical Review of World Energy, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>,

Statistical Review of World Energy – all data, 1965-2018, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/xlsx/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-all-data.xlsx>

Primary energy consumption by fuel, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-fuel.html>

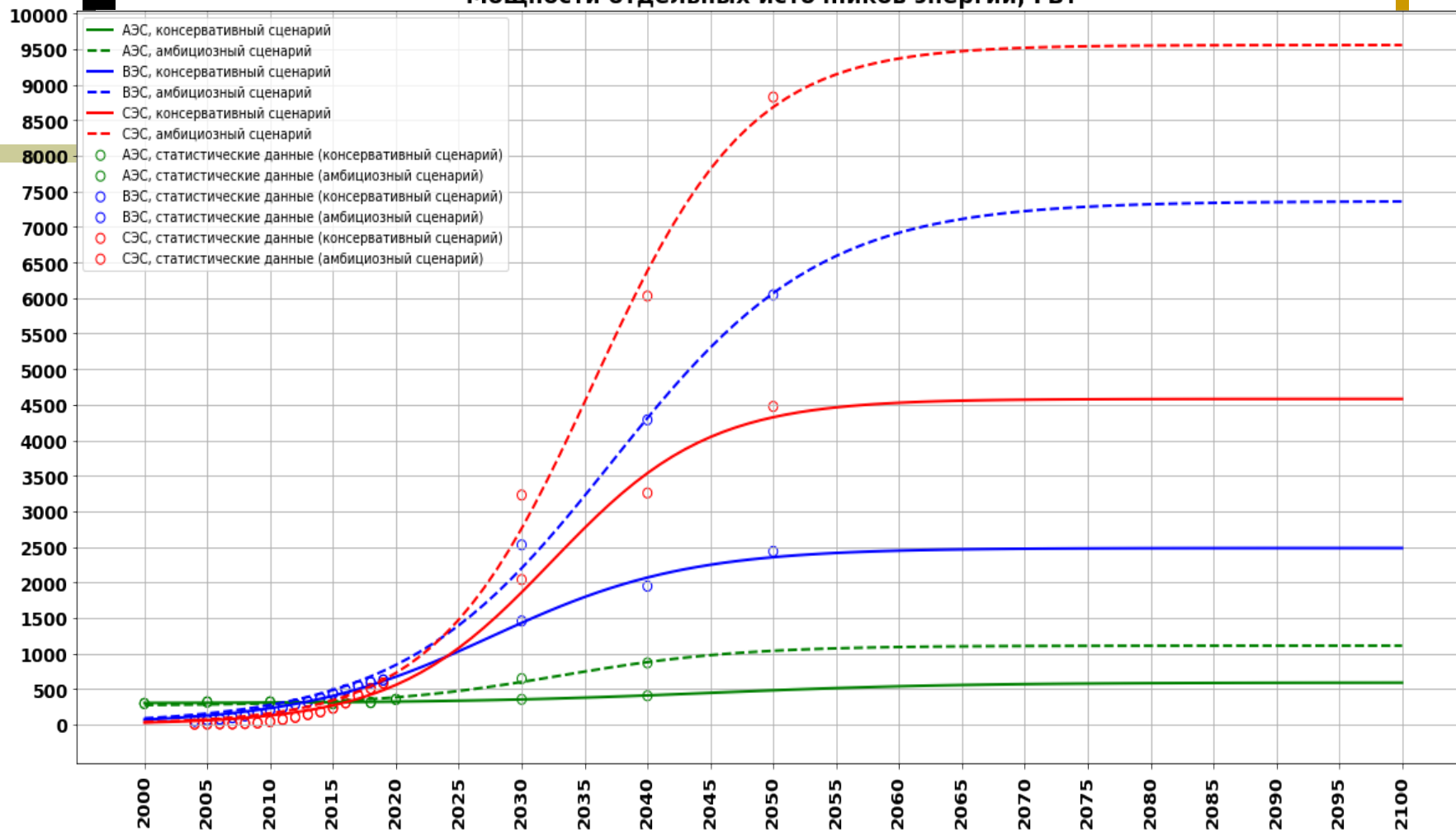
ДИНАМИКА РЕАЛЬНОГО МИРОВОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

Реальное энергопотребление при ускоренном повышении энергоэффективности, млрд т.у.т./год



Динамика реального мирового энергопотребления в XXI веке

Мощности отдельных источников энергии, ГВт



Траектории роста мощностей СЭС, ВЭС и АЭС по консервативному и амбициозному сценариям развития

РАСЧЕТ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ И НАКОПЛЕНИЯ CO_2 В АТМОСФЕРЕ

1. Расчет коэффициента углеродной интенсивности (C_c) по модифицированной методике Марланда – Ротти:

$$c_c = \frac{0,733E_s + 0,586E_l + 0,398E_g}{E_c}; \quad (1) \quad c_c = c_{-\infty} + \frac{a}{1 + r \exp[-k(T - 2000)]} \quad (2)$$

2. Расчет динамики суммарного объема CO_2 , выбрасываемого в атмосферу при сжигании органических ископаемых топлив:

$$C = c_c E_c. \quad (3)$$

3. Расчет динамики сокращения выбросов CO_2 с помощью применения технологий CCS:

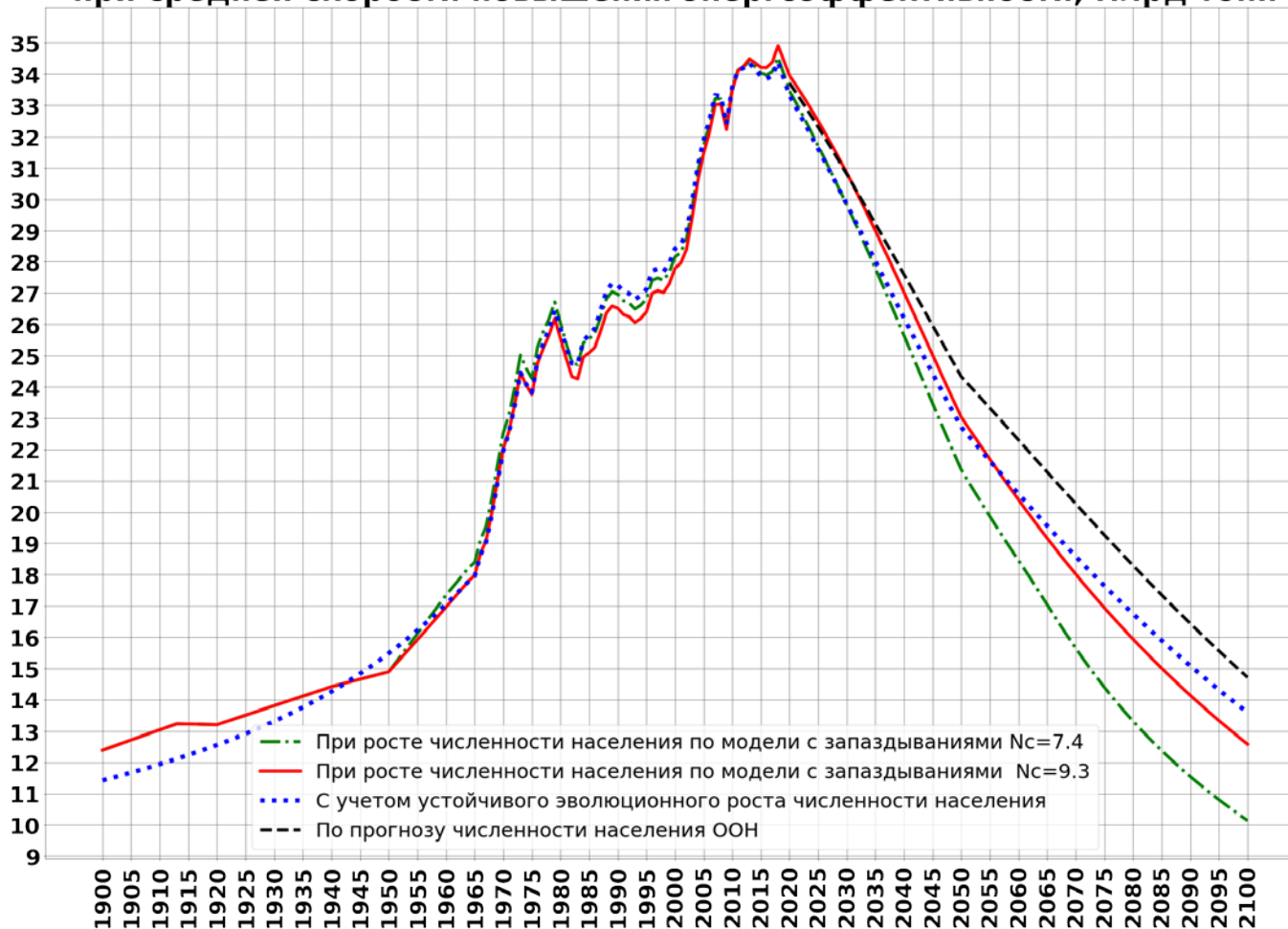
$$k_{ccs} = \frac{2 \exp[-g(T - T_0)]}{1 + \exp[-g(T - T_0)]}; \quad (4) \quad C_{ccs} = k_{ccs} \cdot C. \quad (5)$$

4. Расчет динамики накопления CO_2 в атмосфере:

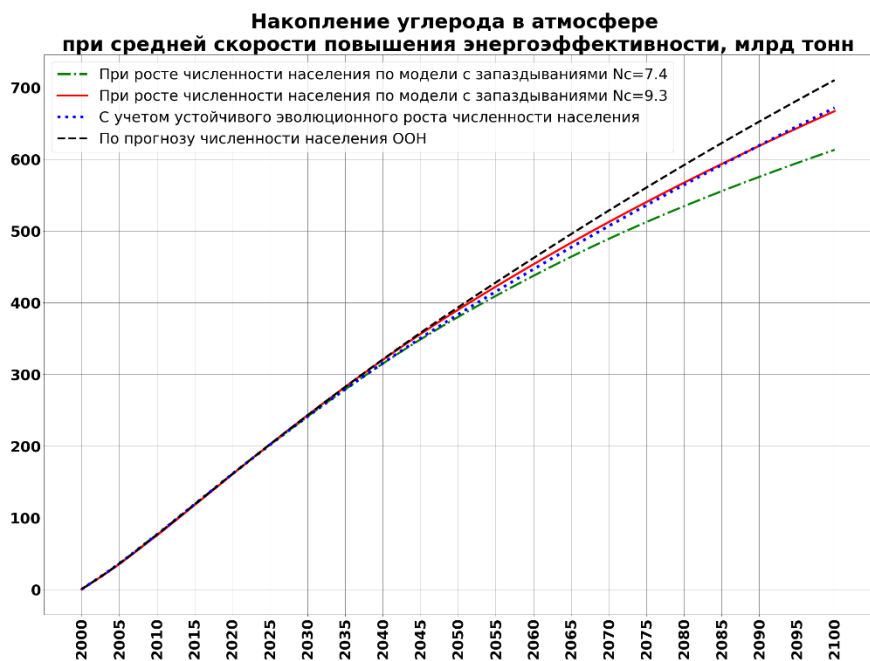
$$C_{\Sigma} = \int_{2000}^T C(t) dt - 3,1(T - 2000) \quad (6)$$

ДИНАМИКА ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ CO_2 В XXI ВЕКЕ (МЛРД.Т.) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ CCS ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ЧАСТИ CO_2

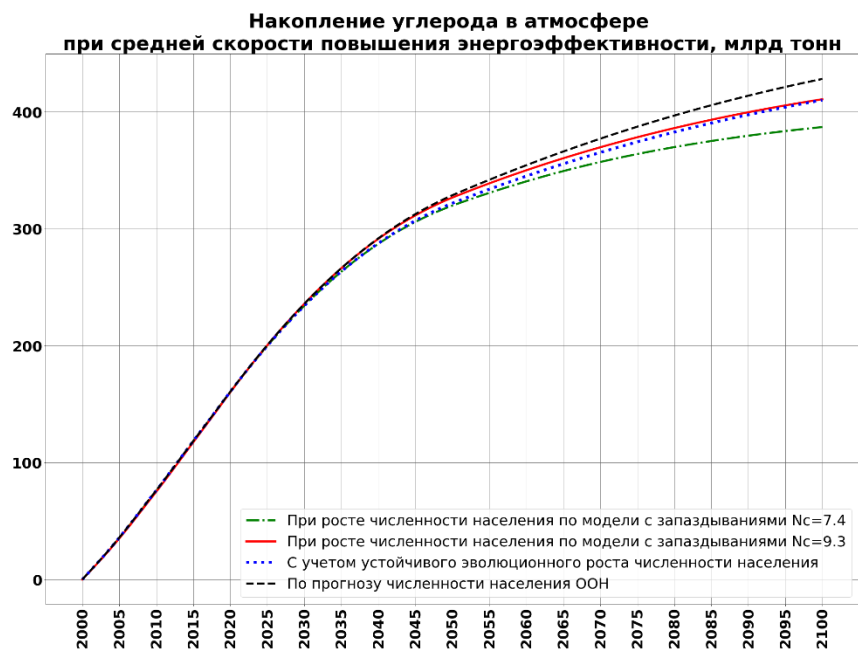
Индустриальные выбросы углекислого газа при средней скорости повышения энергоэффективности, млрд тонн



ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ В XXI ВЕКЕ



Динамика накопления углерода в атмосфере в XXI веке



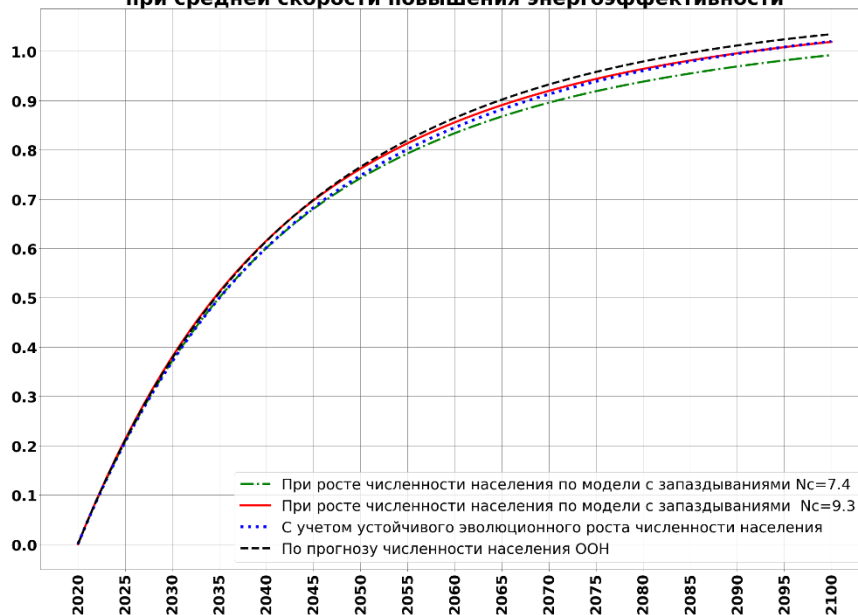
Динамика накопления углерода в атмосфере в XXI веке при использовании технологии CCS для улавливания и захоронения части CO_2

ПРОГНОЗЫ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ (Тарко А.М.)

$$T_g = \begin{cases} 2,5\{1 - \exp[-0,82(z - 1)]\}, & z \geq 1; \\ -5,25z^2 + 12,55z - 7,3, & z < 1, \end{cases} \quad (1)$$

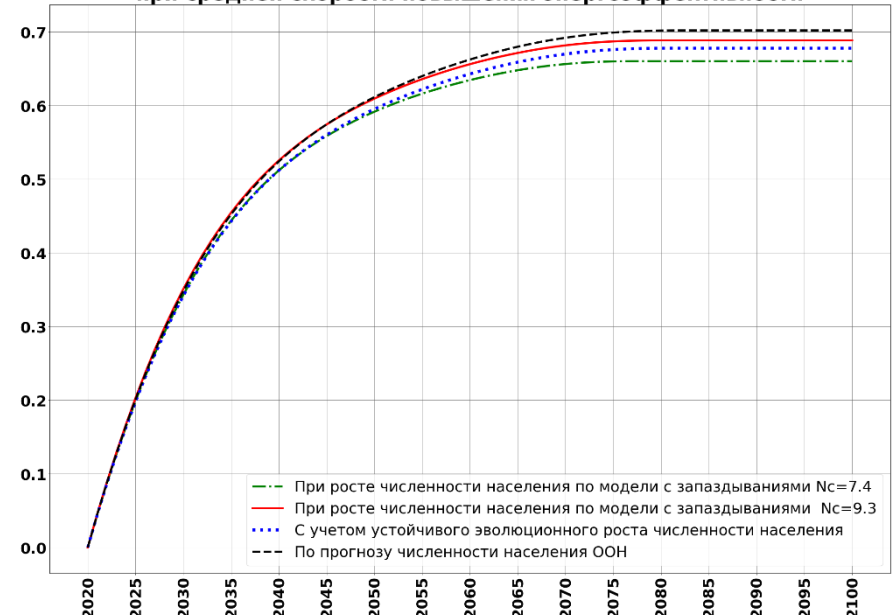
$$z = 1 + \frac{C_\Sigma}{\tilde{C}_0}, \quad \tilde{C}_0 \cong 767 \text{ ГТ} \quad (2)$$

Отклонения средней глобальной температуры от значения в 2020 г. при средней скорости повышения энергоэффективности



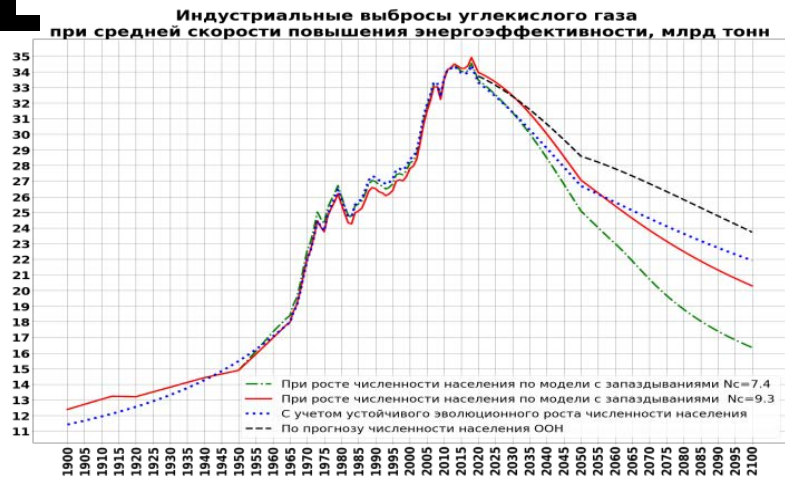
Отклонения средней глобальной температуры у поверхности Земли в XXI веке от значения в 2020г.

Отклонения средней глобальной температуры от значения в 2020 г. при средней скорости повышения энергоэффективности

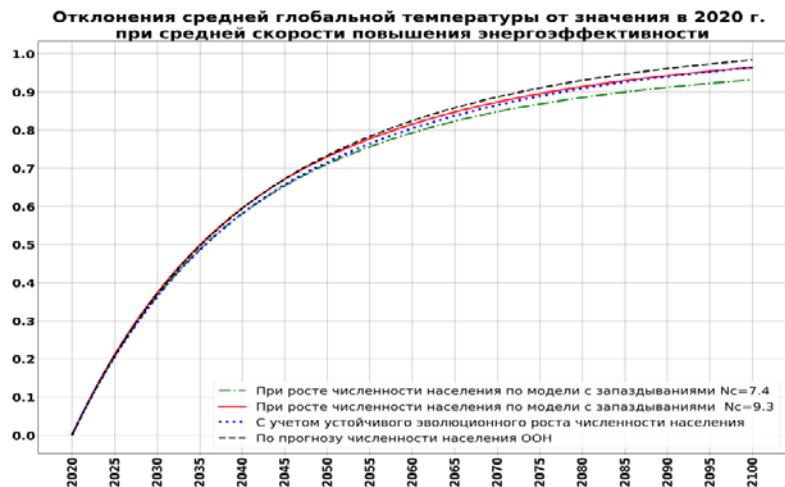


Отклонения средней глобальной температуры у поверхности Земли в XXI веке от значения в 2020г. при использовании водорода и технологии CCS для улавливания и захоронения части CO_2

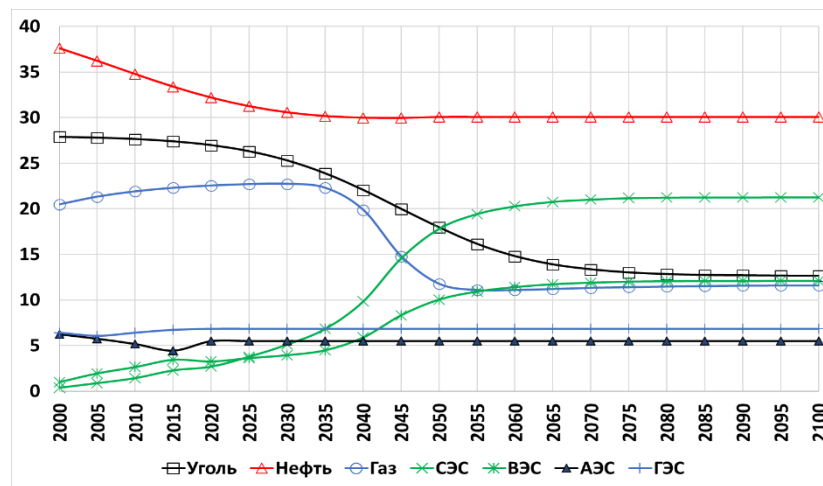
КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД?



Динамика сокращения антропогенных выбросов CO₂



Динамика отклонения средней глобальной температуры приземной атмосферы

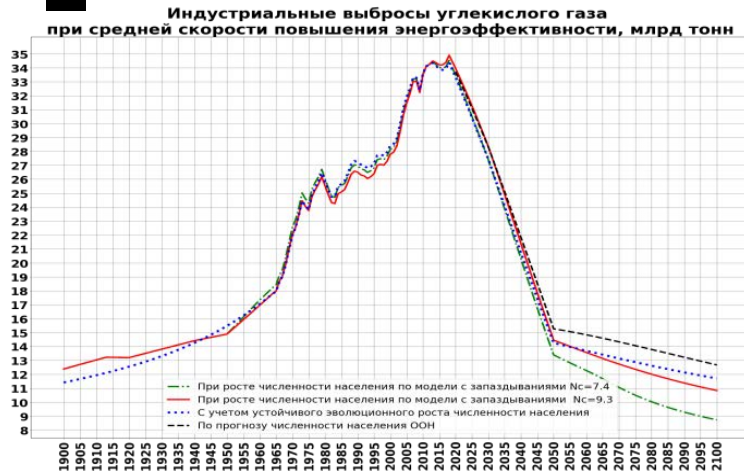


Динамика изменения структуры мирового топливно-энергетического баланса

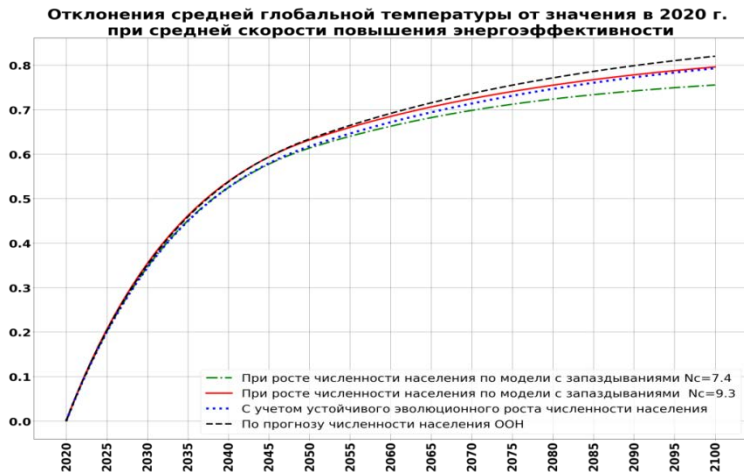
Консервативный сценарий

(предполагается, что государственная политика, технологии и социальные предпочтения продолжают развиваться так же, как и в недавнем прошлом)

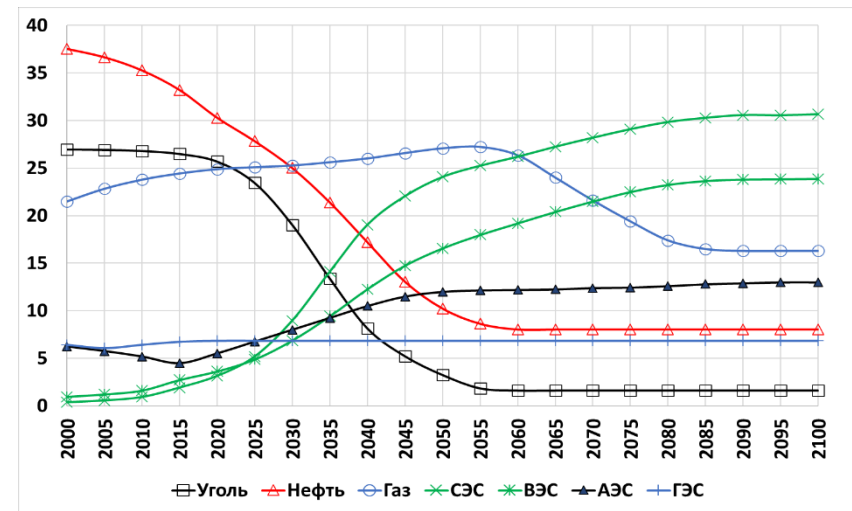
КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ВЕЛИКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД?



Динамика сокращения антропогенных выбросов CO_2



Динамика отклонения средней глобальной температуры приземной атмосферы



Динамика изменения структуры мирового топливно-энергетического баланса

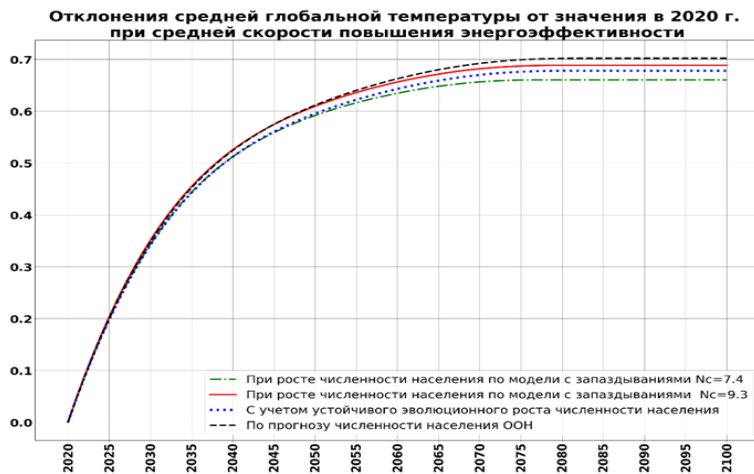
Сценарий ускоренного перехода (амбициозный сценарий)

Только симбиоз ВИЭ и АЭС с ядерным реактором малой и средней мощности последнего поколения с высокой степенью безопасности (РФ) в качестве базового источника э/э решает эту задачу

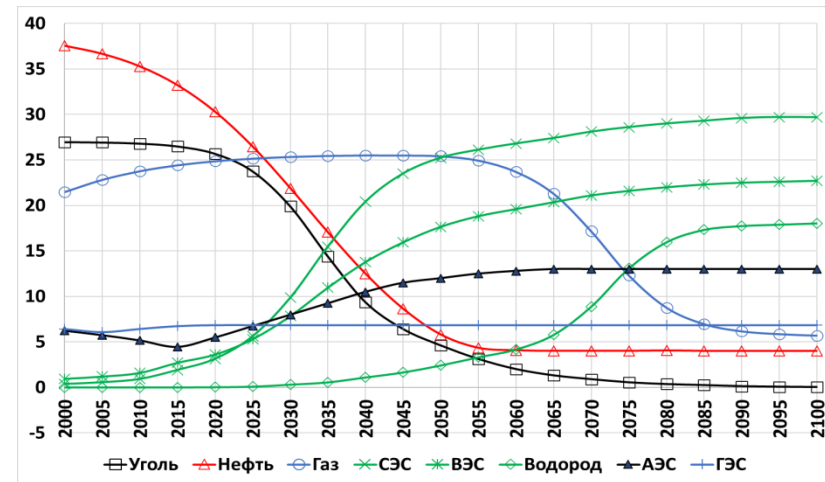
КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ВЕЛИКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД?



Динамика сокращения антропогенных выбросов CO₂



Динамика отклонения средней глобальной температуры приземной атмосферы



Динамика изменения структуры мирового топливно-энергетического баланса

Сценарий Net Zero достигается путем ускоренного развития водородной энергетики

Сценарные расчеты показывают, что на основе современных технологий при скоординированных действиях мирового сообщества проблема глобального потепления может быть решена

ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ СТРАТЕГИИ НА ПОВЫШАТЕЛЬНОЙ ВОЛНЕ 6-ГО ЦИФРОВОГО ЦИКЛА КОНДРАТЬЕВА, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО ЗАПУСТИТЬ В 2020-Е ГОДЫ

1. Переход к справедливой глобализации, к равноправному многополярному миропорядку с усилением кооперации в решении неотложных глобальных проблем, путем сплочения БРИКС и развивающихся стран в G20
2. Запустить и реализовать Великий энергопереход к 2060 г. для достижения целей Парижского климатического соглашения 2015 г.
3. Достижение справедливой международной торговли без дискриминаций и санкций. Обеспечить эффективный контроль стабильности цен на мировом продовольственном рынке

ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ СТРАТЕГИИ НА ПОВЫШАТЕЛЬНОЙ ВОЛНЕ 6-ГО ЦИФРОВОГО ЦИКЛА КОНДРАТЬЕВА, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО ЗАПУСТИТЬ В 2020-Е ГОДЫ

4. Добиться реформы мировой финансовой системы, ставшей источником финансово-экономической нестабильности в мире, и жесткого регулирования мировых финансовых рынков. Добиться, чтобы сфера банковских услуг удовлетворяла прежде всего экономические потребности общества, а не преследовала исключительно интересы получения сверхприбыли.
5. Переход к «зеленой» цикличной экономике, на новые оптимальные формы производства и потребления, исключая нерациональные потери
6. Принятие эффективных социальных инноваций для поддержки наиболее уязвимых слоев населения. Обеспечение доступного для всех слоев общества качественного образования и здравоохранения
7. Активная борьба с недопустимо высоким уровнем социального неравенства в распределении богатства и доходов. Добиться справедливого распределения доходов и социальных благ

Научные труды по стабилизации потепления климата Земли

1. Акаев А.А. Стабилизация климата Земли в XXI веке // ДАН, 2012, Т. 446, №4, с. 1-6.
2. Акаев А.А. The Stabilization of Earth's Climate in the 21st Century / The Oxford Handbook of the macroeconomics of Global Warming – New York: Oxford University Press, 2014, pp. 499-554.
3. Акаев А.А. От Рио до Парижа: достижения проблемы и перспективы в борьбе с изменениями климата // Вестник РАН, 2017, том 87, № 7, с. 587 – 598.
4. Акаев А.А., Dvydova O.I. A Mathematical Description of Selected Energy Transition Scenarios in the 21st Century // Energies, 2021, vol. 14, 2558.

World-Systems Evolution and Global Futures

Viktor Sadovnichy ·
Askar Akaev · Ilya Ilyin ·
Sergey Malkov · Leonid Grinin ·
Andrey Korotayev *Editors*

Reconsidering the Limits to Growth

A Report to the Russian Association
of the Club of Rome

 Springer

ПРЕОДОЛЕВАЯ ПРЕДЕЛЫ РОСТА

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДОКЛАДА
ДЛЯ РИМСКОГО КЛУБА

МОНОГРАФИЯ
Под редакцией академика
В. А. Садовниченко



Работа конференции – поддержка трех важных международных инициатив президента Казахстана Касым – Жомарта Токаева

1. Создание в Казахстане регионального хаба по ЦУР ООН для стран Центральной Азии (ЦАР)
2. Проведение в 2026 г. в Алматы регионального климатического саммита под эгидой ООН с созданием проектного офиса для стран ЦАР в Алматы
3. Запуск в Казахстане Программы партнерства по справедливому энергопереходу для стран ЦАР