УДК 631:551.583
DOI 10.34755/IROK.2022.83.55.067

Огнивцев С.Б., д.э.н.,
ВИАПИ имени А.А. Никонова – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ
Россия, Москва

Глобальные климатические изменения, углеродные балансы и влияние на них сельского хозяйства

Global climate change, carbon balances and the impact of agriculture on them

Аннотация. Статья посвящена анализу происходящего потепления климата, его причин и возможностей смягчения этих изменений. Показано, что продолжающийся последние полтора века период потепления климата имеет недостаточно изученные наукой в количественном отношении причины. Он отнюдь не уникален. Периоды потепления и похолодания постоянно повторялись в истории Земли и человечества, и были вызваны естественными причинами. По всей вероятности, современное потепление ускоряется и усиливается антропогенными воздействиями, однако достоверной научной оценки влияния этих воздействий пока не получено. Анализ углеродных балансов показал, что естественные резервуары углерода в тысячи раз, а естественны потоки в десятки раз превосходят антропогенные углеродные потоки. Эмиссия углекислого газ, возникающая в результате лесных пожаров, вполне сравнима с выбросами от сжигания топлива. Возможные уменьшения антропогенных потоков углерода и парниковых газов по величине сопоставимы с ошибками определения размеров естественных потоков. В то же время на уменьшение эмиссии парниковых газов и переход к «зеленой» энергетике планируется тратить около 9 трлн долларов в год на протяжении ближайших 30 лет. Данные по потреблению странами электроэнергии и обеспеченности автомобилями демонстрируют огромную потенциальную потребность азиатских и африканских стран в дополнительной энергии, которую могут покрыть только углеводородное топливо. Поэтому единственно верным направлением является уменьшение рождаемости в бедных африканских и азиатских странах путем урбанизации и улучшения уровня жизни и грамотности. Это в 30—40-летней перспективе приведет уменьшению численности населения мира с одновременным уменьшением коррелирующей с ним эмиссией парниковых газов на 20-30%.
Ключевые слова: климатические изменения, парниковые газы, адаптационные технологии, углеродный баланс, коэффициент рождаемости, низко углеродная экономика, снижения антропогенной эмиссии, «зеленая» энергетика, низко карбоновое сельское хозяйство.

Annotation. The article is devoted to the analysis of the ongoing climate warming, its causes and opportunities to mitigate these changes. It is shown that the period of climate warming, which has been going on for the last century and a half, has causes

insufficiently studied by science in quantitative terms. He is by no means unique. Periods of warming and cooling were constantly repeated in the history of the Earth and mankind, and were caused by natural causes. In all likelihood, modern warming is accelerated and intensified by anthropogenic impacts, but a reliable scientific assessment of the impact of these impacts has not yet been obtained. An analysis of carbon balances showed that natural carbon reservoirs are thousands of times, and natural flows are tens of times greater than anthropogenic carbon flows. The emission of carbon dioxide resulting from forest fires is quite comparable to emissions from fuel combustion. Possible reductions in anthropogenic fluxes of carbon and greenhouse gases are comparable in magnitude to the errors in determining the size of natural fluxes. At the same time, it is planned to spend about $9 trillion a year over the next 30 years to reduce greenhouse gas emissions and transition to green energy. Data on countries' electricity consumption and car availability demonstrate the huge potential need for additional energy in Asian and African countries that can only be covered by hydrocarbon fuels. Therefore, the only right direction is to reduce the birth rate in poor African and Asian countries through urbanization and improve living standards and literacy. In a 30-40-year perspective, this will lead to a decrease in the world population with a simultaneous decrease in greenhouse gas emissions that correlate with it by 20-30%.
Key words: climate change, greenhouse gases, adaptation technologies, carbon balance, fertility rate, low carbon economy, reduction of anthropogenic emissions, green energy, low carbon agriculture.

В 2022 специальная военная операция на Украине и резкое обострение международной обстановки отодвинули на второй план не только изменения климата, но и занимавшую мировое сообщество в 2020-2021 годах пандемию covid-19. Однако проблема потепления климата остается чрезвычайно актуальной. Временное переключение внимания на другие вопросы позволяет немного отвлечься от оперативных задач противодействия росту эмиссии парниковых газов и вернуться к истокам проблемы глобальных климатических изменений.

Когда речь идет о глобальных проблемах, весьма трудно отделить реальные вызовы от используемых в политических целях множества околонаучных сведений, гипотез и наслоений, заполняющих медиапространство. В связи с этим попытаемся прояснить ряд важнейших вопросов, лежащих в основе мировой климатической повестки.

1. Точность измерения и историческая уникальность текущего потепления климата.

В настоящее время измерениями основных показателей климатических изменений занимается довольно хорошо насыщенная сеть метеорологических станций по всему миру. Глобальная система наблюдений состоит из 10 тысяч наземных метеостанций, 800 аэрологических пунктов радиозондирования, судов погоды (4 в Атлантическом океане и 1 в Тихом океане) и других станций, включенных в систему (торговые суда и т.д.). Систематические метеорологические наблюдения начались во второй половине XIX века и

проводились в то время лишь небольшим числом метеостанций. В 1930 году появились первые радиозонды. Более или менее глобальная система наблюдений была создана только после Второй мировой войны. Точность измерений основных параметров климата в глобальном масштабе выходит на хороший уровень только в конце XX века.

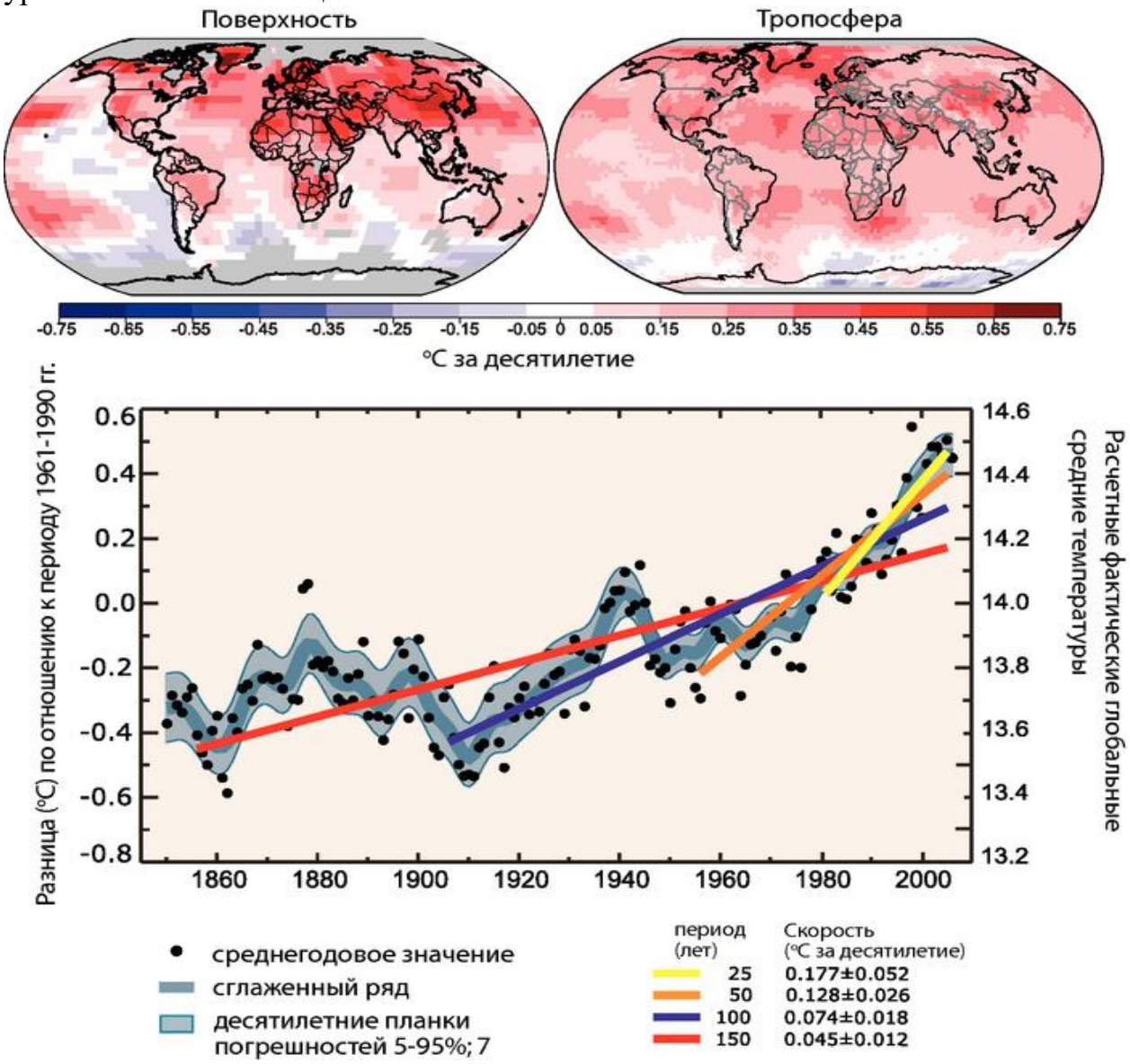

Рис. 1 Динамика роста глобальных температур [1]

Тем не менее, из рис. 1 очевидно, что, во-первых, с 1850 года глобальная средняя температура повысилась примерно на 1,1° С и, во-вторых, рост идет с заметным и вызывающем большие опасения ускорением. Таким образом, несмотря на низкую и отнюдь не глобальную точность измерений до примерно 1960 года, с достаточной уверенностью можно утверждать, что мы живём в эпоху потепления климата.

Ещё более убедительны данные о росте содержания углекислого газа в атмосфере. Глобальная концентрация углекислого газа в атмосфере увеличилась с 280 ppm[1] в доиндустриальную эпоху до 415 ppm в настоящее время, что

[1] *Ppm – частей на миллион 1 ppm =0,0001 %, 400 ppm = 0,04% концентрации углекислого газа*

заметно превышает естественный диапазон за последние 650 тыс. лет (не более 300 ppm), определенный по кернам льда.

Поскольку углекислый газ, наряду с метаном и закисью азота, является парниковым газом, препятствующим выходу теплового излучения с поверхности Земли в космос, в настоящее время считается, что именно повышение его концентрации приводит к росту температуры. Однако не все так очевидно.

Рис. 2. Рост количества пара над океаном и сушей [3]

Основной по концентрации парниковый газ в атмосфере не углекислый газ, а водяной пар. «Главным парниковым газом является водяной пар, относительное содержание которого в атмосфере составляет около 0,3%. Следующий по значению парниковый газ — диоксид углерода (CO2) с относительным содержанием порядка 0,03%. Относительное содержание остальных парниковых газов не превосходит $3*10^{-4}$%» [2].

По оценкам экспертов [4], парниковый эффект водяного пара в три с лишним раза больше, чем парниковый эффект CO_2. Оппоненты возражают, что концентрация водяного пара почти постоянна, а CO_2 быстро растет. Значит, причина роста температур не в водяном паре, а в углекислом газе. Однако это не так. Концентрация водяного пара так же растет и довольно быстро (рис. 2). Правда, водяной пар имеет «окна прозрачности» спектра поглощения водяного пара (в диапазонах 3,5-4,5 и 7,6-16,7 мкм). Они играют роль «форточек проветривания» Земли. Через эти форточки проходят менее 7% излучаемой земной поверхностью радиации. Парниковые газы и в первую очередь CO_2 частично прикрывают эти «форточки». (Они отчасти перекрывают диапазон 13,7- 16,7 мкм). Однако, насколько эти перекрытия небольшой части диапазонов прозрачности, через которые проходит только 7% радиации, существенны, пока не изучено.

Так что причины несомненного текущего потепления отнюдь не однозначно определены. Кроме того, имеются продукты человеческой деятельности, явно препятствующие потеплению. Это различные аэрозоли, отражающие солнечные лучи. Лет двадцать назад их считали основной причиной образования смертельно опасных озоновых дыр в атмосфере. Потом дыры как-то исчезли, и о них быстро забыли. А ведь считалось, что озоновые дыру куда опаснее для человечества, чем потепление климата.

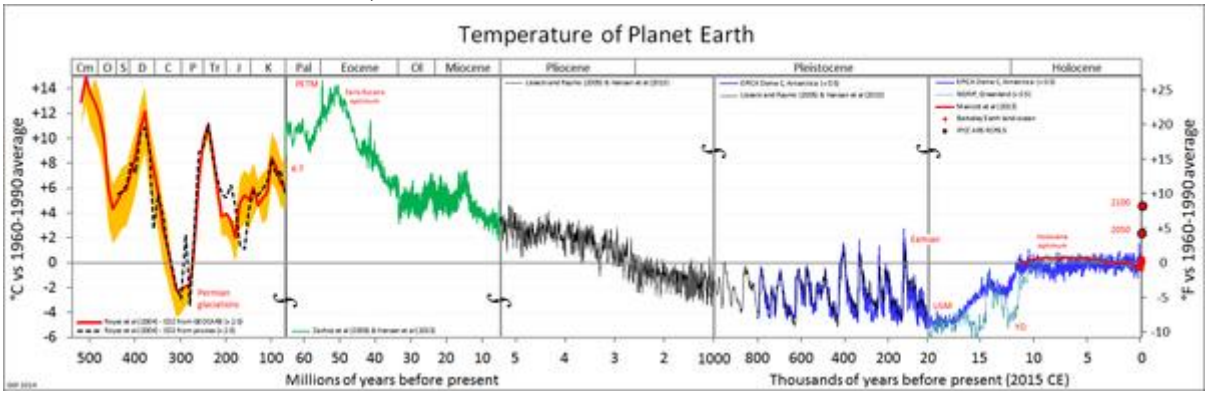

Рис. 3. Изменения температуры Земли от кембрийского периода (около 500 млн. лет назад) до современности [5]

Часто приходится читать, что начавшееся в 1850 году и быстро ускоряющееся последние лет тридцать потепление совершенно уникально в истории человечества. Это утверждение также вызывает сомнения.

Из рис. 3 ясно, что в истории Земли, начиная с так называемого кембрийского взрыва, когда очень быстро, по меркам истории, возникло множество новых видов животных, средняя глобальная температура нашей планеты менялась от +14 до -6° Цельсия. Колебания последних 10-12 тысяч лет, то есть всей истории человечества, выглядят пренебрежимо малыми, температура почти постоянна в сравнении с прошлыми колебаниями. Причин таких колебаний множество. Среди них изменения: светимости солнца, параметров орбиты и оси Земли, прозрачности атмосферы и её состава в результате изменений вулканической активности Земли, концентрации парниковых газов в атмосфере, отражательной способности поверхности Земли (альбедо) и др. Заметим, все эти резкие изменения климата происходили без участия человек и до его появления на Земле.

В истории человечества с суперизвержения вулкана Тоба в Индонезии, вызвавшего сокращение человечества до нескольких тысяч особей, от которых произошли все современные люди, было отмечено немало климатических периодов. После длительных ледниковых периодов, закончившихся 12-10 тысяч лет назад, постепенно наступила эпоха очень теплого и благодатного климата. Это время осталась в памяти человечества, как пребывание в раю или «золотой век». Однако 6-7 тысяч лет назад климат стал ухудшаться. Цветущая и плодородная Сахара стала превращаться в пустыню. Засухи сгоняли людей в плодородные долины великих рек: Нила, Тигра и Евфрата, Инда, Хуанхэ. Там начали развиваться первые цивилизации бронзового века, который закончился

похолоданием, страшным голодом и катастрофой бронзового века в XII веке до нашей эры.

После этого наступили «темные века», когда в холоде и голоде людям было не до исторических хроник и создания памятников культуры. Начиная с IV века до нашей эры вновь началось потепление, которое переросло в римский климатический оптимум, во время которого развились великие Римская империя на Западе и китайская империя Хань на Востоке. Примерно с середины III века теплый период процветания подошел к концу и началось похолодание, приведшее к Великому переселению народов, падению римской империи и Хань и началу новых «темных веков» раннего Средневековья. Приходу средневекового климатического оптимума (X-XIII века) предшествовало потепление, начавшееся в VIII веке. Это был период бурного роста тысяч городов, зарождение европейских университетов, начала эпохи Возрождения и расцвета империи Сун в Китае.

С XIII века началось похолодание, вызвавшее мощное движение народов Великой степи и монгольские нашествия. Наступил малый ледниковый период Средневековья XIV—XVIII веков. А с середины XIX века началось новое потепление климата, продолжающееся по сей день и, как мы уже отмечали, идущее пока с некоторым ускорением.

Хронология теплых и холодных периодов устанавливается, в основном, тремя методами:

1) По ширине колец долгоживущих деревьев. Это, конечно, локальный и неточный метод, по которому можно судить только качественно о средней годовой температуре в месте произрастания дерева.
2) По кернам, взятым с большой глубины ледников Гренландии и Антарктиды. По этим данным так же можно судить о средней годовой температуре в месте взятия керна.
3) По историческим записям и хроникам, которые часто содержат сведения о климатических условиях в том или ином году. Часто в хрониках можно найти только косвенные признаки теплого или холодного года. Например, ранний прилет перелетных птиц можно интерпретировать как раннюю весну и, вероятно, более теплый год.

Конечно, указанные и другие методы датировок применяются в комплексе, что значительно повышает точность. Однако всё же указать средние температуры в целом по планете и по регионам с точностью до градуса представляется труднодостижимым. Так что вполне возможно, римский климатический оптимум превосходил по средним температурам современный период потепления. Во всяком случае, утверждение об уникальности потепления последних лет нельзя считать бесспорным.

Итак, исходя из приведенной выше информации, текущий примерно полтора века период потепления климата несомненен, а его причины и уникальность в истории человечества вызывают споры и сомнения. Этот период является одним из многих длящихся по 5-6 веков периодов потепления, которые периодически повторяются и сменяются похолоданиями. В отличии от других

периодов потепления современное, вероятно, усиливается влиянием человеческой деятельности. Степень этого влияния и возможности его смягчения можно приблизительно оценить на основе глобального баланса углерода.

2. **Кругооборот углерода в природе и вносимый человеком дисбаланс**.

Углерод является основным элементом жизни, и он содержится во всех живых существах, а также в отложениях, образованных ими после смерти. Основными резервуарами углерода являются (рис. 4):

- литосфера, горные отложения – 66 000 000- 100 000 000 млрд. тонн;
- океан, глубинные воды – 38 000 – 40 000 млрд. тонн;
- почва – около 1 500 – 1 700млрд. тонн;
- атмосфера – 750-900 млрд. тонн;
- наземная растительность – 540-610 млрд тонн.

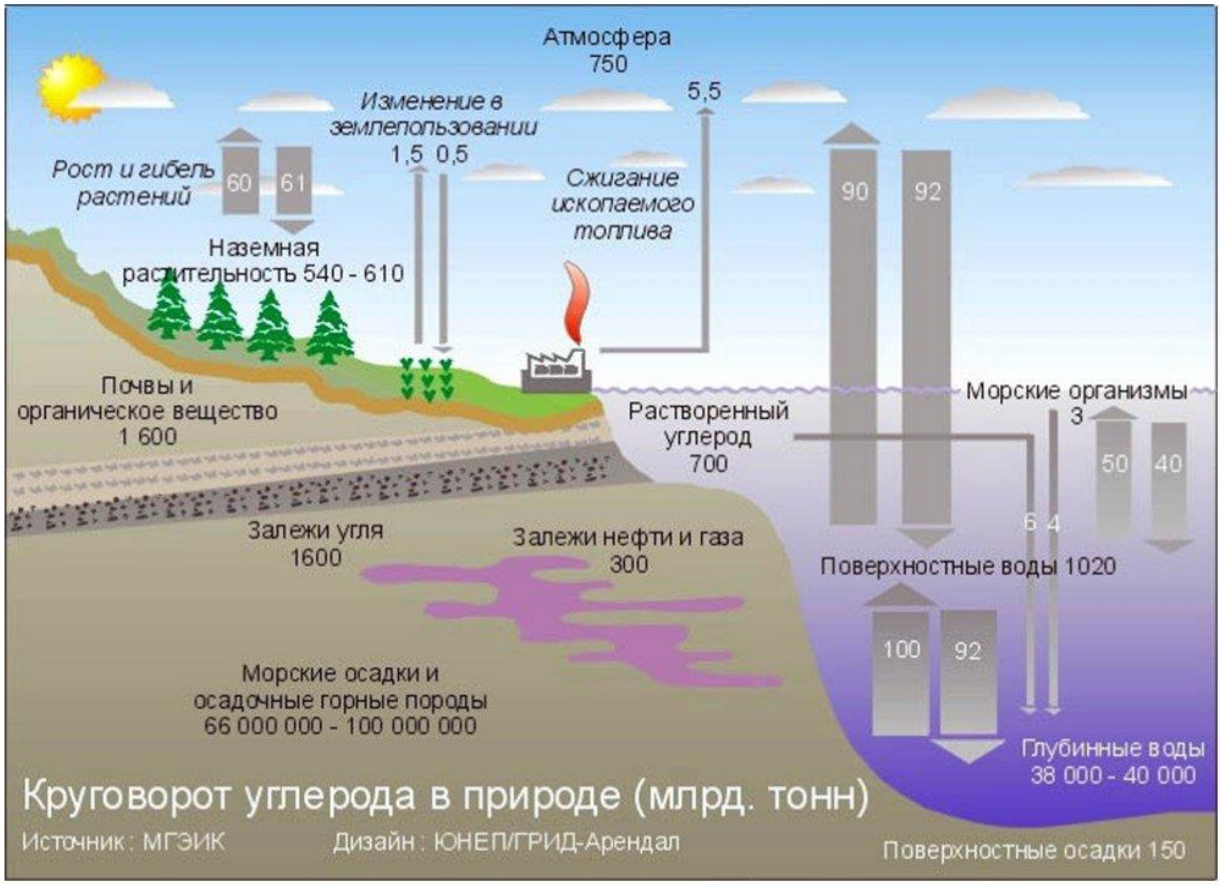

Рис. 4. Кругооборот углерода

В результате гибели и работы микроорганизмов почти вся органика (мертвые деревья, травы, животные) перегнивает, что приводит к ежегодному выделению 220 млрд тонн углекислого газа. Океаны выделяют 330 млрд тонн [6]. Лесные пожары добавляют еще 30-40 млрд тонн.

В процессе жизнедеятельности человечество сжигает ископаемое топливо, изменяет землепользование (сводит леса, распахивает почвы и т.д.). Тем самым высвобождается углерод, который окисляется и превращается в углекислый газ.

Глобальная антропогенная эмиссия углерода за вычетом поглощения биотой и океаном равна приросту его содержания в атмосфере:

GATM = EFF + ELUC - SOCEAN - SLAND,

Где GATM – прирост содержания углерода в атмосфере;

EFF – выбросы в результате сжигания ископаемого топлива и производства цемента;

ELUC – выбросы в результате деятельности человека на земле – землепользования, изменений в землепользовании и лесопользовании;

SOCEAN – поглощение углерода океаном;

SLAND – поглощение углерода биотой суши.

В настоящее время суммарная антропогенная эмиссия углерода (EFF + ELUC) составляет около 14 млрд тонн. Из них больше половины поглощается (примерно 7,5 млрд тонн) поглощается океаном и биотой (SOCEAN + SLAND). Остается около 6,5 млрд. тонн (GATM), на которые идет прирост атмосферного углерода, из которых на сжигание топлива приходится 5,5 млрд. тонн (EFF), а около 1 млрд. тонн (ELUC) – выбросы углерода из-за системы землепользования. Следует также подчеркнуть, что большинство видов растений заметно увеличивают фотосинтез с ростом концентрации углекислого газа. Так, рост концентрации CO_2 в атмосфере приведет к увеличению продуктивности растений на 49%. С 1971 по 1990 год концентрации CO_2 выросла на 9%, а содержания биомассы в лесах Европы - на 25–30%. Так что существуют естественные регуляторы, устраняющие из атмосферы избыточный углекислый газ, который, по некоторым данным, довольно быстро само распадается.

Заметим, что обозначенное выше количество приращения углерода в атмосфере очень и очень мало по сравнению с его запасами в резервуарах и естественными потоками, а также, возможно, даже с ошибками оценок этих потоков.

3. Направления снижения антропогенной эмиссии парниковых газов и адаптации к потеплению климата сельского хозяйства

В предыдущих разделах мы выяснили, что в настоящее время человечество находится в одном из многочисленных длительных периодов потепления климата, возможно, заметно усиленное антропогенными воздействиями, предположительно, вызванными ростом концентрации парниковых газов. Противодействие потеплению климата путем снижения антропогенной эмиссии парниковых газов в последние годы заняло ведущее место в международной повестке, в политике правительств стран Запада и программах большинства правящих там партий. Это противодействие, главным образом, сводится к уменьшению потребления углеродного топлива, которое импортируется западными странами, и переход на солнечную, ветряную, приливную и другие виды восполняемой энергии. То есть, проводится политика импортозамещения энергоресурсов из недружественных для Запада стран. В связи с этим в этом вопросе гораздо больше политики, чем научных исследований и экономики.

Тем не менее, «развитым» странам удалось прочно впечатать свой подход в международные документы. В 1992 году была принята Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата, в развитие которой в 1997 году был подписан Киотский протокол. В 2015 году было принято Парижское соглашение по климату, которое поставило цель удержания прироста глобальной средней температуры заметно ниже 2° Цельсия сверх доиндустриальных уровней, желательно ниже 1,5 ° С.

К 2022 году повышение глобальной средней температуры на 1,1 ° С уже произошло, так что задача не допустить дальнейшего повышения на 0,4 ° С представляется мало реалистичной, да и на 0,9 ° С – довольно трудной. Этот (2022 год) показал, что даже частичный отказ от небольшой части российских нефти и газа ведет к мировым энергетическому и продовольственному кризисам. А во что может обойтись планируемый переход на «зеленую энергетику»? Никто точно не знает. Более того, нет научно обоснованной более или менее точной оценки влияния этого перехода на глобальную температуру.

По расчетам аналитиков BloombergnNEF, Переход к «зеленой» энергетике обойдется налогоплательщикам в 15 трлн долларов в течение 30 последующих лет. Еще 14 трлн долларов придется вложить в строительство сетей и их адаптацию к возобновляемой энергии, доля которой в середине века поднимется до 56% [7]. Это только часть планируемых затрат, которые будут произведены без строго научных обоснований их эффективности с позиций достижения поставленной цели. «Капитальные затраты на физические активы для систем энергетики и землепользования при переходе к нулевому углеродному балансу между 2021 и 2050 годами составят около 275 трлн долларов, или в среднем 9,2 трлн долларов в год, что на 3,5 трлн долларов ежегодно больше, чем сегодня», сообщается в отчёте McKensey [8].

Несмотря на колоссальные затраты, успехи в сдерживании потепления климата и уменьшении эмиссии парниковых газов весьма сомнительны. И вот почему. В основе потепления климата лежат естественные процессы, это один из многих периодов глобального потепления. Антропогенные факторы, кстати, как ускоряющие потепление (парниковые газы), так и его замедляющие (аэрозоли, отражающие солнечную радиацию), лишь дополняют естественные процессы, наслаиваются на них.

Уменьшить эмиссию парниковых газов будет невероятно трудно, даже сдержать её на том же уровне было бы неплохо. К настоящему времени «по сравнению с 1990 годом масса глобальных выбросов парниковых газов увеличилась на 40 – 50%. Основной вклад в увеличение выбросов парниковых газов вносят развивающиеся страны, выбросы которых по сравнению с 1990 годом увеличились в 2 - 4 раза» [9].

Потребление электроэнергии на человека в США равно 12 984 квт час на человека, в Китае – 3 927, в Индии – 806, а в Нигерии -144 квт час на человека. Кстати, Нигерия по площади равна Великобритании, Германии и Италии вместе взятым и живёт там около 220 млн. человек. Или, может быть более наглядно. В США на 1000 жителей приходится 797 автомобилей, в Китае – 144, а в Индии – 15. Жители Китая (1,412 млрд), Индии (1,387 млрд) и Африки (1,28 млрд) и

многих других «развивающихся» стран смотрят голливудские фильмы и новости по Интернет и мечтают жить так как в США. Очевидно, для всех это совершенно невозможно – не хватит ресурсов Земли. Однако это стремление сотен и сотен миллионов людей неизбежно приведет к быстрому росту потребления энергии, которая для них будет обеспечена сжиганием углеводородов.

Где же выход? Он только один. Нужно отбросить все предрассудки, связанные с религиями и толерантностью, и принять эффективные меры к уменьшению рождаемости в африканских и некоторых азиатских странах. Рост населения отлично коррелирует с эмиссией парниковых газов. Очевидно, снижение населения в перспективе уменьшит давление на экосистему Земли, которая при дальнейшем росте населения просто не выдержит. Одновременно уменьшение роста населения в бедных странах поможет победить бедность.

Суммарный коэффициент рождаемости - среднее количеству детей, рождённых женщиной в течение репродуктивного периода (от 15 до 50 лет) варьируется от 3-6 в бедных аграрных странах Африки и Азии, до 1,7-0,9 в США, ЕС и других «богатых» странах ОЭСР. Существует следующая статистическая закономерность. Независимо от нации и расы, люди в городах имеют меньше детей, чем в сельской местности. Так, мусульманские страны с преимущественно городским населением демонстрируют невысокую рождаемость: ОАЭ – 1,4; Кувейт и Турция – 2,0.

Если использовать часть денег (около 9 трлн долл. в год) на строительство городов в африканских и азиатских странах и переселение туда людей с одновременной пропагандой преимуществ семей с одним-двумя детьми, то можно добиться снижения среднего коэффициента рождаемости в мире с современных 2,4 до примерно 1,7. За тридцать лет это приведет к снижению населения с 7,9 до примерно 5,5 млрд людей. В то же время нужно будет радикально улучшить здравоохранение и продлить здоровую и продуктивную жизнь людей. При этом можно будет на порядок снизить численность людей за чертой бедности и примерно на 30% сократить выбросы парниковых газов, о чем при дорогостоящем и низкоэффективном переходе к «зеленой энергетике» можно только мечтать.

А как же в этом случае относить к климатическим проблемам? Очень серьезно, ведь потепление климата несомненно, и к нему нужно адаптировать, прежде всего, сельское хозяйство. Вопросы и технологии адаптации аграрной сферы к климатическим изменениям подробно обсуждены в [10]. Переход к низко углеродному сельскому хозяйству, по приведенным выше оценкам, может уменьшить эмиссию углерода на 10-20% от 1 млрд. т или на 100-200 млн тонн углерода, что соответствует 370-740 тонн углекислого газа в глобальном масштабе. На долю России придется около 50 млн тонн. Учитывая, что естественная эмиссия суши и океана составляет 550 млрд. тонн углекислого газа, такая цель представляется очень скромной, и это уменьшения вряд ли сможет сказаться на глобальных балансах углерода и парниковых газов.

Встает вопрос, как относиться к глобальному потеплению и мерам по снижению выбросов парниковых газов с учетом всего вышесказанного? Во-первых, нужно принимать все возможные меры адаптации к изменениям климата

и использовать его благоприятные стороны в сельском хозяйстве России. Во-вторых, к снижению эмиссии парниковых газов в российском сельском хозяйстве и переходу к низко карбоновому сельскому хозяйству следует подходить прагматично, исходя из затрат и выгод от этого перехода, которые могут принести продажи углеродных квот и грантов. В-третьих, охватившее огромное множество людей желание спасти окружающую среду и, в частности, снизить эмиссию парниковых газов нужно всячески поддерживать, поскольку это объединяет народы и правительства в опасный период нарастания конфронтации и переходу от глобализма к политическим и экономическим блокам.

Библиографический список:

1. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Физическая научная основа. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
2. Данилов-Данилян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. — М.: «Прогресс-Традиция», 2000.
3. Д.Ю. Гущина. Водяной пар – усилитель глобального потепления? Портала «Научная Россия» (https://scientificrussia.ru/)
4. Борисенков Е.П. Идеи Вернадского В.И. о ноосфере и биогеохимических циклах и их современное звучание при изучении процессов, происходящих в климатической системе и в обществе (http://www.trinitas.ru/rus/doc/0203/001a/2030016.htm).
5. Zahnle, K.; Schaefer, L.; Fegley, B. (2010). Earth's Earliest Atmospheres. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. 2 (10): a004895. DOI:10.1101/cshperspect.a004895. PMC 2944365. PMID 20573713.
6. Хабиба Гитай. Изменение климата, торговля углеродом и биоразнообразие. World Bank Group.
7. Переход к "зеленой" энергетике обойдется миру в 15 триллионов долларов. http://rcc.ru/article/perehod-k-quot-zelenoyquot-energetike-oboydetsya-miru-v-15-trillionov-dollarov-76920
8. Переход к нулевому балансу: во что это обойдется и что может принести. https://news.ecoindustry.ru/2022/01/perehod-k-nulevomu-balansu-vo-chto-eto-obojdetsya-i-chto-mozhet-prinesti/
9. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 года № 3052-р. http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf
10. С.Б. Огнивцев. Направления и механизмы Стратегии адаптации сельского хозяйства России к климатическим изменениям. Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. Выпуск: № 10, дата публикации: Октябрь 2019 г. - С. 11-18.