

**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УГЛЕРОДНАЯ НЕЙТРАЛЬНОСТЬ:  
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ ПЕРЕД АГРАРНОЙ НАУКОЙ**

**В.Г. Сычёв, ак. РАН, А.Н. Налиухин, д.с.-х.н.,  
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова  
127550, ул. Прянишникова, 31а, Москва, Россия  
E-mail: naliuhin@yandex.ru**

Нарушение глобального баланса парниковых газов приводит к увеличению их концентрации в атмосфере, что способствует повышению среднепланетарной температуры. В России скорость роста среднегодовой температуры воздуха за 1976-2017 г. (10 лет) составила  $0,46^{\circ}\text{C}$ , что в 2,5 раза больше, чем на Земном шаре. В 2021 г. концентрация парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) в атмосфере достигла максимума за весь период инструментальных наблюдений. Концентрация  $\text{CO}_2$  в приземном слое составила  $413 \text{ млн}^{-1}$ ,  $\text{CH}_4$  –  $1889 \text{ млрд}^{-1}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  –  $333,2 \text{ млрд}^{-1}$ . Для мониторинга потоков парниковых газов в 2021 г. начали создаваться «карбоновые полигоны», оснащённые современным оборудованием для изучения длительной временной динамики их концентрации. «Карбоновые фермы» призваны повысить углерод-секвестрирующую способность агроценозов и депонирование углерода в состав почвенного органического вещества (гумуса). Показано, что длительные стационарные полевые опыты Географической сети являются уникальными мониторинговыми экспериментами, в которых проводятся сопряжённые исследования изменения продуктивности сельскохозяйственных культур, плодородия почв в условиях изменяющегося климата. Именно в длительных полевых опытах можно разработать математические модели – прогнозы отклика агроценозов на повышение концентрации парниковых газов в атмосфере. Это позволит спроектировать системы удобрения таким образом, чтобы адаптировать технологии возделывания сельскохозяйственных культур к различным климатическим сценариям. Именно поэтому длительным полевым опытам Географической сети необходимо придать особый статус с целью недопущения их закрытия и сохранения, как не имеющих аналогов в мире.

**Ключевые слова:** изменение климата, парниковые газы, карбоновые полигоны, карбоновые фермы, длительные полевые опыты.

Для цитирования: Сычёв В.Г., Налиухин А.Н. Изменение климата и углеродная нейтральность: современные вызовы перед аграрной наукой//Плодородие. – 2021. – №5. – С. 3-7.

DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.01

В последние годы значительно возрос интерес к достижению углеродной нейтральности, снижению эмиссии и повышению депонирования парниковых газов, в первую очередь диоксида углерода. С одной стороны, это связано с усилением скорости роста глобальной температуры на Земле, причём наиболее быстрыми темпами потепление происходит в России, с другой, – вызвано желанием сократить выбросы, чтобы приостановить темпы глобального потепления. Естественно, перед наукой поставлен целый ряд вопросов, которые на сегодняшний день малоизучены и носят междисциплинарный характер.

Цель нашей работы – показать взаимосвязь климата с ростом концентрации парниковых газов и выявить способы повышения углерод-секвестрирующей способности агроценозов, а также с новыми возможностями, открывающимися перед длительными стационарными опытами Географической сети с удобрениями в рамках решения проблемы углеродной нейтральности.

Атмосфера, гидросфера, криосфера (снег, морской и горный лёд, лёд, содержащийся в материковых ледниках Гренландии, Антарктиды и полярных островов, вечная мерзлота) и биосфера, находясь во взаимосвязи друг с другом, формируют климат Земли [4]. В настоящее время климат можно определить как совокупность всех погодных условий, наблюдавшихся на данной территории за определённый, достаточно длительный, промежуток времени.

Согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации (ВМО), оптимальным считается 30-летний период, за который усредняют данные метеорологических показателей [9, 23].

Температура Земли определяется балансом между солнечной энергией и энергией, поступающей из атмосферы в космос. Следует отметить, что благодаря присутствию в атмосфере газов и аэрозолей происходит поглощение теплового излучения, испускаемого сушей и океаном. Это приводит к природному (не связанному с деятельностью человека) парниковому эффекту, благодаря которому средняя глобальная температура воздуха у земной поверхности равна примерно  $+14^{\circ}\text{C}$ . Если бы этого не происходило, то она бы составила  $-19^{\circ}\text{C}$ . Основной вклад в природный парниковый эффект вносит водяной пар [7, 23]. Ввиду глобальных масштабов круговорота водяного пара, человечество не может сколько-нибудь существенно повлиять на его баланс. Второе место по влиянию на усиление парникового эффекта занимает  $\text{CO}_2$ , третье –  $\text{CH}_4$ , четвёртое –  $\text{N}_2\text{O}$  и другие климатически активные газы.

Доля диоксида углерода во влиянии на потепление составляет 66%. Основная причина увеличения концентрации  $\text{CO}_2$  при антропогенной деятельности – сжигание ископаемого топлива и других источников [21, 22].

Ассимиляция  $\text{CO}_2$  растениями происходит в результате процесса фотосинтеза в ходе которого солнечная

энергия запасается в энергии химических связей органического вещества. Наряду со стоком наблюдается эмиссия  $\text{CO}_2$ , связанная с дыханием самих растений, ризосферных и почвенных микроорганизмов, а также с продуктами переработки растительной биомассы травоядными животными и горением лесов.

Главные потоки и резервуары углерода на Земле (биота) – 560 млрд. т приведены на рисунке 1 [6, 17, 19].

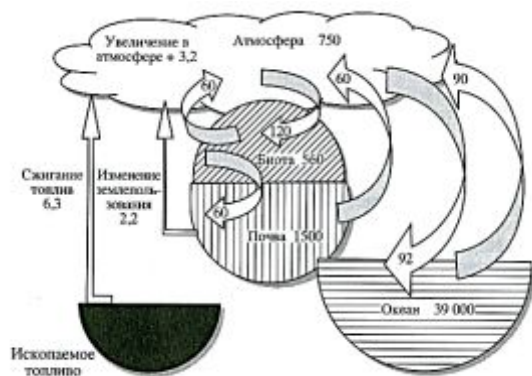


Рис. 1. Резервуары и потоки  $\text{CO}_2$  мирового биогеохимического цикла углерода

Следует отметить, что время пребывания С различно и колеблется в наземной растительности и почве от года до тысяч лет соответственно, в то время как в осадочных породах и ископаемом топливе оно исчисляется миллионами лет [6, 17, 19].

Океан считается основным поглотителем углекислоты, поскольку общее содержание  $\text{CO}_2$  в нём в 50-60 раз больше, чем в атмосфере. Следует отметить, что изме-

нение концентрации  $\text{CO}_2$  в океане может происходить под влиянием тёплых течений (явление El-Nino), которое возникает каждые 4-5 лет. В результате из океана дополнительно выделяется в атмосферу около 1 млрд. т  $\text{C-CO}_2$  [6].

В поглощении углекислоты велика роль наземной биоты. Многолетние исследования показывают, что сток  $\text{CO}_2$  в Северном полушарии в настоящее время увеличился по сравнению с 70-80-ми годами прошлого столетия. При расчёте общемирового баланса диоксида углерода образуется разница, называемая «не обнаруживаемый наземный сток», составляющая примерно 2,5-3,0 млрд. т С/год, одну половину которой относят к поглощению океаном, а другую – к дополнительному поглощению  $\text{CO}_2$  экосистемами Северного полушария, в том числе территорией России [6]. Именно поэтому в России наблюдается наиболее сильное потепление, особенно в Арктике. При этом в Антарктиде изменение среднегодовой температуры незначительно. Россия считается основной климатической «кухней» мира, в связи с огромными площадями лесов, лугов, тундры, болот и других биоценозов, в которых происходит поглощение (сток) диоксида углерода.

Нарушение углеродного баланса приводит к увеличению концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере, что усиливает парниковый эффект, который способствует увеличению среднепланетарной температуры [9].

В России средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха в 1976-2017 г., по данным Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля (ИГКЭ), составила  $0,46^\circ\text{C}$  за 10 лет (рис. 2).



Рис. 2. Изменение среднегодовых температур у поверхности Земли в России и на Земном шаре [3]

Это в 2,5 раза больше скорости роста глобальной температуры на Земном шаре за тот же период:  $0,18^\circ\text{C}/10$  лет, и более чем в 1,5 раза больше средней скорости потепления приземного слоя воздуха над сушей Земного шара:  $0,28^\circ\text{C}/10$  лет. Наиболее быстрыми темпами росла температура в Арктике в течение последних тридцати лет (1988-2017 г.) – рост среднегодо-

вой температуры составил  $0,75^\circ\text{C}/10$  лет, т.е.  $2,25^\circ\text{C}$  за 30 лет [3, 14].

Согласно математическим моделям, потепление климата в России будет происходить быстрее, чем в Южном полушарии [13]. Это приведёт, с одной стороны, к серьёзным последствиям, например, таянию вечной мерзлоты, с другой, за счёт потепления к увеличе-

нию длины вегетационного периода и, как следствие, к повышению первичной продуктивности экосистем. Однако возможна и иная тенденция – изменение знака эффекта [1]. В целом, в ближайшие десятилетия изменение климата будет приводить к увеличению количе-

ства неблагоприятных метеорологических явлений и стихийных бедствий [18].

Согласно ВМО [22], в последние годы наблюдается увеличение темпов роста среднегодовой концентрации парниковых газов (табл. 1).

#### 1. Содержание у поверхности Земли и тенденции изменения концентраций основных парниковых газов [22]

Содержание и тенденции изменения концентрации парниковых газов у поверхности Земли	Парниковые газы		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Средняя концентрация парниковых газов (ПГ) у поверхности Земли в 2020 г.	413.2±0.2 ppm	1889±2 ppb	333.2±0.1 ppb
Рост концентрации ПГ, % от доиндустриального периода (1750 г.)*	149	262	123
Абсолютное увеличение концентрации ПГ за период 2019-2020 г.	2.5 ppm	11 ppb	1.2 ppb
Относительное увеличение концентрации ПГ за период 2019-2020 г., %	0,61	0,59%	0,36%
Среднегодовой абсолютный прирост концентрации ПГ за последние 10 лет	2,40 ppm/год	8,0 ppb/год	0,99 ppb/год

\*Предполагается, что в доиндустриальный период молярная доля CO<sub>2</sub> составляла 278 млн<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub> – 722 млрд<sup>-1</sup>, а N<sub>2</sub>O – 270 млрд<sup>-1</sup>.

Примечание. Единицы измерения представляют собой молярные доли сухого воздуха (1 ppm = 0,001‰ = 0,0001% = 0,000001 = 10<sup>-6</sup>; 1 ppb = 0,000001‰ = 0,0000001% = 10<sup>-9</sup>).

Так, например, глобально усредненная концентрация CO<sub>2</sub> в 2020 г. достигла нового максимума и составила 413,2 ppm (рис. 3). Доля CH<sub>4</sub> во влиянии долгоживущих парниковых газов (порядка десяти лет) на потепление составляет около 16 % (рис. 4). Примерно 40 % метана поступает в атмосферу из естественных источников (болота) и около 60 % – из антропогенных (жизнедеятельность жвачных животных, выращивание риса, использование ископаемого топлива, захоронение отходов и сжигание биомассы) [21-23].

Несмотря на значительно меньшую концентрацию закиси азота в атмосфере – 333,2 ppb (рис. 5), N<sub>2</sub>O является одним из самых долгоживущих газов с периодом

пребывания в атмосфере 160 лет. К тому же, закись азота оказывает сильное влияние на разрушение озонового слоя. Его доля в радиационном воздействии долгоживущих парниковых газов составляет около 7 % [21-23]. N<sub>2</sub>O поступает в атмосферу как из естественных (≈ 60 %), так и из антропогенных (≈ 40 %) источников, включая океаны, почву, выбросы при сжигании биомассы, использование удобрений, в первую очередь азотных, и различные промышленные процессы. Основные источники выбросов N<sub>2</sub>O в растениеводстве приходятся на азотные удобрения и пахотные угодья [21].

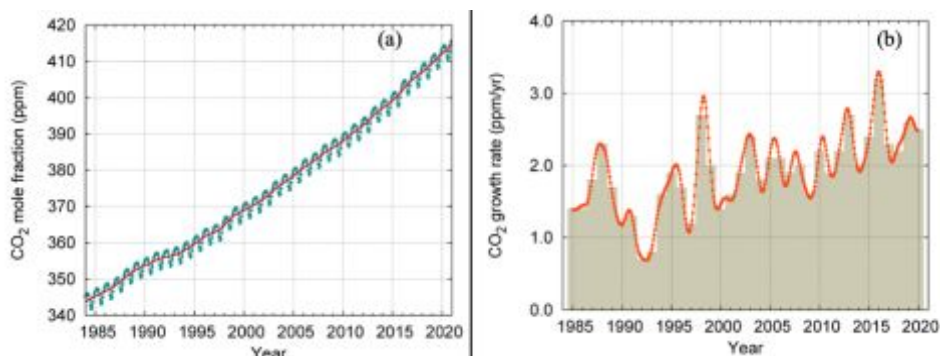


Рис. 3. Глобальная усреднённая концентрация CO<sub>2</sub> (а) и её ежегодная скорость роста (б)

Примечание. Прирост последовательных среднегодовых значений показан в виде затененных столбцов (рис. 3б). Линией на графике (рис. 3 а) показана среднемесячная молярная доля без учета сезонных колебаний; Точками и линией обозначены среднемесячные значения. Для данного анализа использовались данные 129 станций (здесь и на рис. 4, 5).

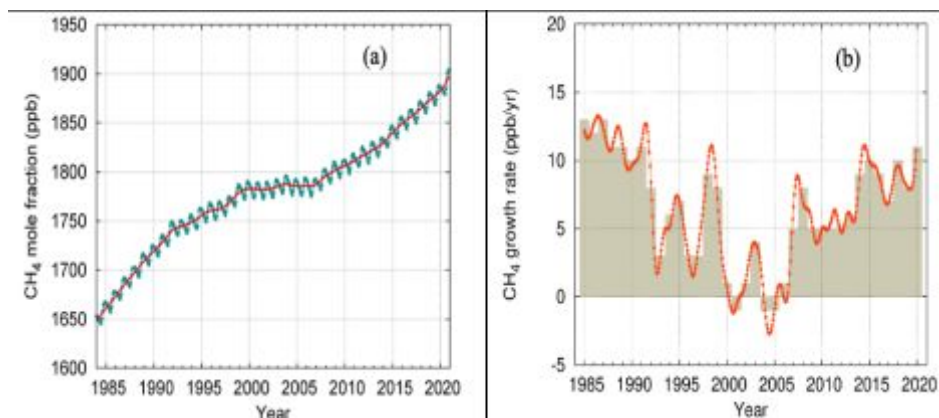


Рис. 4. Глобальная усреднённая концентрация CH<sub>4</sub> (а) и ежегодная скорость роста (б)

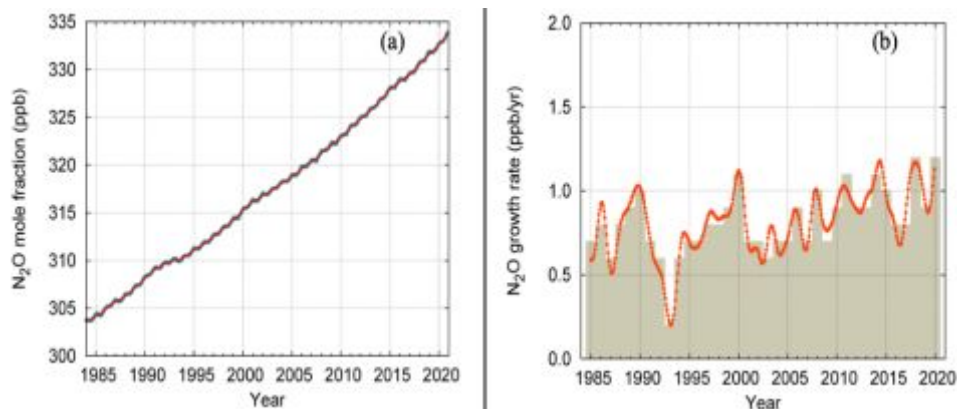


Рис. 5. Глобальная усреднённая концентрация N<sub>2</sub>O (a) и её ежегодная скорость роста (b)

Для научного обоснования проблем, связанных с изменением климата, была создана Межправительственная комиссия по изменению климата IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), в России получившая аббревиатуру МГЭИК [15].

В пятом оценочном докладе МГЭИК, вышедшем в 2013-2014 г., было отмечено, что антропогенные выбросы парниковых газов возросли относительно доиндустриальной эпохи и с вероятностью более 95% можно считать, что именно они являются главной причиной потепления, наблюдаемого с середины XX в. [7, 8]. В 2021 г. в первом томе Шестого оценочного доклада МГЭИК (отчёт Первой рабочей группы), посвященного физическим основам изменения климата, говорится о том, что в последние 50 лет и в XXI в. в целом основное долгосрочное влияние на изменение климата оказывает человек, прежде всего, усиливая парниковый эффект с помощью выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания ископаемого топлива [18]. Таким образом, учёные всего мира практически однозначно подтвердили, что антропогенная деятельность является ключевым фактором в изменении глобальной температуры на Земле.

Мировое сообщество пытается приостановить изменение климата, вызванное, в том числе, антропогенными факторами. В связи с этим была заключена Рамочная конвенция по изменению климата (РКИК), которая обязывает страны-участницы составить баланс углерода на своих территориях, а также выработать мероприятия по уменьшению эмиссии парниковых газов и увеличению стоков, консервации в резервуарах. Приложением к конвенции служит Киотский протокол, обязывающий страны не допускать увеличения выбросов ПГ по отношению к 1990 г. [5, 10].

В кадастр парниковых газов, указанных в Приложении А к Киотскому протоколу, кроме вышеупомянутых диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), метана (CH<sub>4</sub>) и закиси азота (N<sub>2</sub>O) также включены: гидрофторуглерод (ГФУ), перфторуглерод (ПФУ), гексафторид серы (SF<sub>6</sub>) и трифторид азота (NF<sub>3</sub>), а также газы с косвенным парниковым эффектом – оксиды азота (NO<sub>x</sub>), окись углерода (CO) и диоксид серы (SO<sub>2</sub>) [12].

В настоящее время более 120 стран заявили о достижении «углеродной нейтральности» к 2050 или 2060 г., декларируя о полном балансе между выбросами парниковых газов техногенного происхождения и поглощением CO<sub>2</sub> [3].

В России для мониторинга изменения концентрации парниковых газов и составления региональных балансов ПГ, согласно приказу Минобрнауки России от

05.02.2021 № 74 «О полигонах для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса», принято решение о создании карбоновых полигонов [11].

Карбоновый полигон представляет собой участок местности полевых или луговых угодий, лесных, болотных и других биоценозов, на котором проводится длительный мониторинг изменения содержания парниковых газов, изучение источников и поглотителей с помощью наземных инструментальных наблюдений и дистанционного зондирования местности. Эти исследования позволяют составить баланс парниковых газов для каждого биоценоза с дальнейшей экстраполяцией данных на регион с целью увеличения секвестрации и сохранения углерода в древесной растительности и почвенном органическом веществе [2, 11].

На официальном сайте Минобрнауки России [11] сформулирован ряд важнейших исследований, проводимых на карбоновых полигонах.

В 2021 г. карбоновые полигоны созданы в Чеченской Республике, Краснодарском крае, Калининградской, Новосибирской, Сахалинской, Свердловской и Тюменской областях [11].

Несколько иные задачи стоят перед карбоновой фермой, которая, согласно работе [2], предназначена для контроля над эмиссией парниковых газов с целью разработки технологий их секвестрации. В созданных агроценозах технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны строиться таким образом, чтобы обеспечить максимальное поглощение CO<sub>2</sub> и перевод (консервацию) углерода в составе почвенного органического вещества (гумуса). Наибольшей эффективностью, как показали результаты длительных полевых опытов Географической сети, обладают органоминеральные системы удобрения, обеспечивающие, с одной стороны, максимальную продуктивность полевых севооборотов, с другой, наибольшее депонирование диоксида углерода из атмосферы [15]. Карбоновую ферму можно считать «успешной», если прирост углерода в почве (в составе гумуса) превышает его минерализационные потери [2].

Таким образом, карбоновая ферма должна служить полигоном для поглощения выбросов CO<sub>2</sub>, что может быть достигнуто за счёт ведения севооборотов с высокой насыщенностью многолетними травами, выращивания сидератов, промежуточных культур, сочетания земледелия и лесоводства (так называемые управляемые леса на неиспользуемых землях), научно обоснованного использования органических и минеральных удобрений. Опытами доказано, что без применения



удобрений эмиссия CO<sub>2</sub> значительно превышает его ассимиляцию; при применении удобрений происходит депонирование углерода в почвенное органическое вещество (гумус) [15].

В этой связи использование длительных стационарных опытов Географической сети позволит изучить возможности секвестрации углерода различными почвами России и выявить системы удобрения, обеспечивающие сохранение углерода в различных пулах органического вещества. Кроме того, благодаря наличию сопряжённых данных между погодными условиями (температура, осадки), урожайностью и изменением плодородия почвы при внесении удобрений, представляется уникальная возможность для разработки моделей прогноза отклика агроценозов на изменяющиеся условия климата. С их помощью можно будет оценивать риски снижения урожайности, ухудшения плодородия почвы и разрабатывать такие системы удобрения, которые обеспечат высокую и одновременно устойчивую продуктивность сельскохозяйственных культур. Именно поэтому длительные стационарные опыты Географической сети с удобрениями, которая была основана в 1941 г. по инициативе выдающегося учёного, основателя агрохимической науки в России академика Дмитрия Николаевича Прянишникова, являются единственными в нашей стране мониторинговыми экспериментами [16]. Благодаря длительным опытам Геосети можно значительно расширить научные познания в области изучения влияния изменения климата на биосферу и разработать меры адаптации к различным климатическим сценариям. Для решения этих и других вопросов, углубления исследований в области агрономической химии, необходимо придать особый статус сверхдлительным полевым опытам с целью недопущения закрытия уникальных экспериментов Геосети, как не имеющей аналогов в мире.

#### Литература

1. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. – Санкт-Петербург, 2017. – 106 с.
2. Иванов А.Л., Савин И.Ю., Столбовой В.С., Духанин Ю.А., Козлов Д.Н., Баматов И.М. Глобальный климат и почвенный покров – последствия для землепользования России // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2021. – Вып. 107. – С. 5-32. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-107-5-323.
3. Изменение климата России. Web-сайт ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Изraelя». [http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=34&Itemid=55&lang=ru](http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=55&lang=ru).

4. Кароль И.Л., Киселев А.А. Парадоксы климата. Ледниковый период или обжигающий зной? – М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. – 288 с.
5. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата, 1997. [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/kyoto](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto).
6. Кудяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А., Борисов А.В. и др. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. – М.: Наука, 2007. – 315 с.
7. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. Вклад рабочей группы I в пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. – МГЭИК, 2013. – 222 с.
8. Изменение климата, 2014 г. Обобщающий доклад. Резюме для политиков. – МГЭИК, 2014. – 33 с.
9. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2017 г. Ч. 1. – М., 2019. – 471 с.
10. Парижское соглашение, FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1, 2015. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>.
11. Приказ Минобрнауки России от 05.02.2021 № 74 «О полигонах для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса».
12. Пересмотр руководящих принципов РККИ ООН для представления информации о годовых кадастрах сторон, включенных в приложение I к Конвенции. Документ FCCC/CP/2013/10/Add.3. 2014. – С. 2-25.
13. Росгидромет. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – М., 2014. – 60 с.
14. Росгидромет. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. – М., 2018. – 69 с.
15. Сычев В.Г., Налиухин А.Н., Шевцова Л.К. и др. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных опытов Географической сети России // Почвоведение. – 2020. – № 12. – С. 1521-1536. DOI: 10.31857/S0032180X20120138.
16. Шкуркин С.И., Шафран С.А., Налиухин А.Н. Становление и развитие Географической сети полевых опытов с удобрениями в России (к 80-летию Географической сети полевых опытов с удобрениями) // Плодородие. – 2021. – № 3. – С. 12-15. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.01.
17. Houghton R.A., Skole D.L. Carbon // The Earth as transformed by human action. Cambridge: Cambridge Univ. press, 1990. P. 393-412.
18. IPCC Working Group I report, Climate Change 2021: the Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i>.
19. Schlesinger W.H., Andrews J.A. Soil respiration and global carbon cycle // Biogeochemistry. 2000. Vol. 48. P. 7-20.
20. Tsutsumi Y. et al., 2009: Technical Report of Global Analysis Method for Major Greenhouse Gases by the World Data Center for Greenhouse Gases (WMO/TD-No. 1473). GAW Report No. 184. Geneva, WMO, [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=12631](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=12631).
21. WMO Greenhouse Gas Bulletin (GHG Bulletin) – No.17: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2020. <https://public.wmo.int/ru/media>
22. WMO Greenhouse Gas Bulletin. 2021. No.17. Geneva, WMO, P. 3.
23. WMO. Understanding climate, 2015. [https://www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding\\_climate.php](https://www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding_climate.php).

## CLIMATE CHANGE AND CARBON NEUTRALITY: MODERN CHALLENGES FOR AGRICULTURE

V.G. Sychev, A.N. Naliukhin

Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, Pryanishnikov ul. 31a, 127434 Moscow, Russia

E-mail: [naliukhin@yandex.ru](mailto:naliukhin@yandex.ru)

The disruption of the global balance of greenhouse gases leads to an increase in their concentration in the atmosphere, which contributes to an increase in the average planetary temperature. In Russia, the growth rate of the average annual air temperature for the period 1976-2017 years was 0.46°C/10 years, which is 2.5 times more than on the globe. In 2021 the concentration of greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) in the atmosphere reached a maximum over the entire period of instrumental observations. The concentration of CO<sub>2</sub> in the surface layer was 413 ppm, CH<sub>4</sub> – 1889 ppb, N<sub>2</sub>O – 333.2 ppb. To monitor the flows of greenhouse gases, in 2021, "carbonic polygons" began to be created, equipped with modern equipment to study the long-term dynamics of their concentration. "Carbon farms" are designed to increase the carbon sequestration capacity of agroecosystems and the deposition of carbon in the composition of soil organic matter (humus). It is shown that long-term stationary field experiments with fertilizers of the Geographic Network are unique monitoring experiments in which coupled studies of changes in the productivity of agricultural crops and soil fertility in a changing climate are carried out. It is in long-term field experiments that mathematical models can be developed – forecasts of the response of agroecosystems to an increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere. This will allow the design of fertilization systems in such a way as to adapt crop cultivation technologies to different climatic scenarios. That is why the long-term field experiments of the Geographic Network must be given a special status in order to prevent their closure and preservation, as having no analogues in the world.

Key words: climate change, greenhouse gases, carbonic polygons, carbonic farms, long-term field experiments